



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Jurídica, Social y Administrativa.

Carrera de Economía

“ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL COMERCIO, LA GLOBALIZACIÓN Y LA CORRUPCIÓN SOBRE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ECUADOR DURANTE 1980 – 2021”

Trabajo de Integración Curricular previo a
la obtención del Título de Economista.

AUTOR:

Nelson Javier Ortega Ordóñez

DIRECTOR:

Econ. Rafael Alvarado López, Mgs.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 06 de febrero del 2024

Econ. Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“Análisis de la incidencia del comercio, la globalización y la corrupción sobre los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980 – 2021”**, previo a la obtención del título de **Economista**, de la autoría de la estudiante **Nelson Javier Ortega Ordóñez**, con **cédula de identidad Nro. 1900865427**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para la respectiva sustentación y defensa.

Econ. Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Nelson Javier Ortega Ordóñez**, declaro ser autor del presente trabajo del Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de esta. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 1900865427

Fecha: 06 de febrero de 2023

Correo electrónico: nelson.ortega@unl.edu.ec

Celular: 0959109222

Carta de autorización por parte del autor para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Nelson Javier Ortega Ordóñez**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: “**Análisis de la incidencia del comercio, la globalización y la corrupción sobre los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980 – 2021**”, como requisito para optar el título de **Economista**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diez días del mes de noviembre del dos mil veintitrés.

Firma:

Autor: Nelson Javier Ortega Ordóñez

Cédula: 1900865427

Dirección: Loja

Correo electrónico: nelson.ortega@unl.edu.ec

Celular: 0959109222

DATOS COPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Titulación: Econ. Rafael Alvarado López, Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico mi trabajo de integración curricular a Dios y la Virgen por ser mi guía y mi fuerza en cada momento de mi vida, y a la vez por brindarme salud, conocimiento y sabiduría para completar este proceso. A mis padres, gracias por su amor incondicional y su apoyo constante. Sin su sacrificio y aliento, este logro no habría sido posible. A mis hermanos, gracias por ser mi apoyo emocional y mi fuente de inspiración, y a mis amigos, gracias por su amistad incondicional y su apoyo emocional durante todo el transcurso de mi carrera.

Nelson Javier Ortega Ordóñez

Agradecimiento

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por bendecirme siempre en todo momento y permitirme llegar a este punto, a mi familia por el apoyo incondicional que me permitió alcanzar esta meta. A mis padres, les agradezco por su amor incondicional, su sacrificio y su apoyo constante, que han sido la base de mi formación y desarrollo como persona. Y finalmente a mis profesores, les agradezco por su dedicación, paciencia y conocimientos, que me han guiado en el camino del aprendizaje y la investigación.

Nelson Javier Ortega Ordóñez

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Anexos	ix
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Antecedentes.....	7
4.2. Evidencia empírica	10
5. Metodología	17
5.1. Tratamiento de Datos.....	17
5.2. Estrategia econométrica.....	20
5.2.1. Objetivo específico 1	20
5.2.2. Objetivo específico 2.....	21
5.2.3. Objetivo específico 3.....	25
6. Resultados	28
6.1. Objetivo específico 1	28
6.2. Objetivo específico 2	34
6.3. Objetivo específico 3	41
7. Discusión	48
7.1. Objetivo específico 1	48
7.2. Objetivo específico 2	51
7.3. Objetivo específico 3	53
8. Conclusiones	57
9. Recomendaciones	59

10. Bibliografía.....	61
11. Anexos.....	68

Índice de Tablas

Tabla 1. Descripción de las variables.....	18
Tabla 2. Estadísticos descriptivos.....	19
Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson.....	34
Tabla 4. Estadísticos de multicolinealidad.....	35
Tabla 5. Resultados de raíces unitarias de One-Break LM y RALS-LM.....	35
Tabla 6. Resultados de raíces unitarias LM de dos roturas y RALS-LM.....	36
Tabla 7. Los resultados de la prueba de cointegración Hatemi-J.....	37
Tabla 8. Los resultados de la prueba de cointegración Maki.....	38
Tabla 9. Regresión de cointegración de FMOLS, DOLS y CCR.....	39
Tabla 10. Modelo VEC a corto plazo.....	40

Índice de Figuras

Figura 1. Evolución del comercio y globalización en los gases de efecto invernadero en Ecuador, periodo 1980-2021.....	30
Figura 2. Evolución de la corrupción y la renta de los recursos naturales en los gases de efecto invernadero en Ecuador, periodo 1980-2021.....	32
Figura 3. Transformada Wavelet los GEI, comercio, globalización, corrupción y renta de los recursos naturales en Ecuador, periodo 1970-2021.....	42
Figura 4. Gráfico de causalidad entre el comercio y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.....	44
Figura 5. Gráfico de causalidad entre la globalización y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.....	45
Figura 6. Gráfico de causalidad entre la corrupción y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.....	46
Figura 7. Gráfico de causalidad entre la renta de los recursos naturales y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.....	47

Índice de Anexos

Anexo 1. Determinación de rezagos para el modelo VEC.....	68
Anexo 2. Certificación del Abstract.....	69

1. Título

“Análisis de la incidencia del comercio, la globalización y la corrupción sobre los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980 – 2021”

2. Resumen

En Ecuador el sector petrolero fue responsable del 58% de las emisiones de gases de efecto invernadero del país en 2020, mientras que el sector energético y el cambio en el uso de la tierra contribuyeron con el 23% y el 19%, respectivamente. En consecuencia, el objetivo general de este estudio fue evaluar la relación entre comercio, la globalización y la corrupción sobre los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, usando técnicas estadísticas y econométricas, con el fin de proponer políticas que promuevan la sustentabilidad ambiental del país. Por consiguiente, los datos empleados en este estudio se obtuvieron de los Indicadores de Desarrollo Mundial, las Emisiones para la investigación atmosférica global y el Instituto para la calidad del Gobierno, y se empleó técnicas de cointegración de series temporales como los modelos de Maki, Hatemi-J, de Corrección de Error (VEC) y la prueba de causalidad de Breitung y Candelon. En relación con los resultados obtenidos, se comprobó la existencia de una relación de equilibrio tanto al largo como a corto plazo, de igual forma se evidenció una relación causal entre las variables de estudio. En este sentido, resulta fundamental que se establezcan medidas que fomenten la educación y la conciencia ambiental en la sociedad, así como el desarrollo de tecnologías limpias y la promoción de prácticas sostenibles en la industria y la agricultura, entre otros sectores. De esta manera, se puede avanzar hacia un modelo de desarrollo más justo y equitativo, en armonía con el medio ambiente y las necesidades de las comunidades.

Palabras claves: Crecimiento económico. Medioambiente. Econometría. Series temporales.

Códigos JEL: F43. F18. C01. C32.

2.1. Abstract

In Ecuador, the oil sector was responsible for 58% of the country's greenhouse gas emissions in 2020, while the energy sector and land use change contributed 23% and 19%, respectively. Consequently, the overall objective of the present research work was to evaluate the relationship between trade, globalization and corruption on greenhouse gases in Ecuador during 1980-2021, using statistical and econometric techniques, in order to propose policies that promote environmental sustainability in the country. Therefore, the data used in this study were obtained from the World Development Indicators, the Emissions for Global Atmospheric Research and the Institute for Government Quality, and time series cointegration techniques such as the Maki, Hatemi-J, Error Correction (VEC) models and the Breitung and Candelon causality test were employed. In relation to the results obtained, the existence of an equilibrium relationship was proved, both in the long and short term, and a causal relationship between the variables under study was also evidenced. In this regard, it is essential to establish measures to promote education and environmental awareness in society, as well as the development of clean technologies and the promotion of sustainable practices in industry and agriculture, among other sectors. In this way, progress can be made towards a more just and equitable development model, in harmony with the environment and the needs of the communities.

Key words: Economic growth. Environment. Econometrics. Time series.

JEL codes: F43. F18. C01. C32.

3. Introducción

Históricamente, el medio ambiente no ha sido tomado en cuenta de manera adecuada en las primeras etapas del desarrollo humano, el cambio climático es un problema creciente y parece que no hay un punto de inflexión que pueda revertir esta situación. Desde 1750, se ha registrado un aumento constante en las concentraciones de gases de efecto invernadero, principalmente debido a las actividades humana, en lugar de disminuir, desde 2011 se ha observado un acelerado crecimiento en los niveles de contaminación (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). Peligros como la contaminación del aire, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2020) en 2016, a nivel mundial 9 de cada 10 personas respiraron aire de mala calidad y más de la mitad de la población se expuso a niveles de contaminación atmosférica al menos 2,5 veces superior, siendo la población de países de ingresos bajos y medianos los más afectados con del 90 % de las muertes atribuibles a la contaminación atmosférica.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los países de América Latina y el Caribe aumentaron un 2,1% entre 2010 y 2016. Además, el sector de la energía es responsable del 53% de las emisiones de GEI de la región (Bárcena et al., 2020). Según el informe de la CEPAL (2020) las emisiones de GEI en la región se redujeron en un 1,2% entre 2013 y 2014, pero aumentaron en un 3,8% entre 2014 y 2016. Además, el sector de la energía sigue siendo el principal emisor de GEI en la región, seguido de los sectores de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra.

En cuanto al ámbito nacional, en Ecuador las emisiones de CO₂ aumentaron en 7.108 megatoneladas en 2021, un 20,89% más que en 2020. De manera que, 41.141 megatoneladas de CO₂ emitidas en 2021 sitúan a Ecuador en el puesto 124 del ranking de países emisores de CO₂, que consta de 184 países ordenados de menos a más contaminados. Las principales causas de esta degradación son el sobrepastoreo, la deforestación, la mala gestión de cuencas hidrográficas, las quemas, la expansión de los límites agrícolas, la minería a cielo abierto, la compactación del suelo, las prácticas agrícolas no sostenibles, la construcción de nueva infraestructura y el incumplimiento de las leyes (MAATE, 2021). El desarrollo de la industria petrolera y de los motores de combustión interna ha provocado un aumento en la concentración de ciertos contaminantes atmosféricos (CO, CO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, óxidos de azufre e hidrocarburos), reduciendo la calidad del aire en el Ecuador. El agua también es un recurso natural

plagado de contaminación. El tratamiento inadecuado de los desechos sólidos y aguas residuales de fuentes industriales, agrícolas y urbanas, la deforestación y la urbanización han tenido un gran impacto en el medio ambiente en el Ecuador (Márquez, 2021).

Una vez presentado este preámbulo, esta investigación toma como referencia la hipótesis de Kuznets ambiental (CKA), introducida por Grossman y Krueger (1991). La cual instituye que la relación entre crecimiento económico y la degradación ambiental presenta una forma de U invertida. Así también, existe evidencia empírica que aportó a respaldar los objetivos trazados, entre los autores se encuentran Munksgaard y Perdesen (2001); Wang et al. (2019); Appiah et al. (2022); Dong y Zhang et al. (2023), quienes encontraron que existe una relación entre el comercio y la contaminación ambiental, donde mencionan que cierto cambio en el comercio puede inferir de manera significativa con los niveles de contaminación.

Para la realización de la investigación se formuló las siguientes preguntas: 1) ¿Cómo fue la evolución y comportamiento del comercio, la globalización, la corrupción y los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021? 2) ¿Existe una relación de corto y largo plazo entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021?, y 3) ¿Existe una relación de causalidad entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980–2021? Para dar respuestas a estas preguntas se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) Analizar la evolución y comportamiento del comercio, la globalización, la corrupción y los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, mediante un análisis gráfico y estadístico, para conocer los factores que determinaron el comportamiento temporal de las variables. 2) Estudiar la relación de corto y largo plazo entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, usando modelos de cointegración, con el fin de proponer estrategias de reducción del deterioro ambiental en el largo plazo, y 3) Estimar la causalidad entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980–2021, mediante un modelo de causalidad, con el fin de proponer mecanismos estructurales contra la degradación ambiental en el largo plazo.

Del mismo modo, la investigación actual aporta nueva evidencia empírica sobre el crecimiento de la economía subdesarrollada de Ecuador, examinando específicamente el

efecto del comercio y las emisiones de GEI. Lo que la hace destacar de otras investigaciones es su enfoque en los efectos de las variables de estudio en el país, lo que permitiría proponer políticas ambientales que no solo fomenten la protección del medio ambiente, sino también la conservación del mismo, y garantizar un equilibrio entre el comercio y la protección del medio ambiente para lograr un futuro sostenible.

Finalmente, el presente trabajo de investigación se encuentra estructurado en 8 apartados, adicionales al título, resumen e introducción. En el apartado 4) se desarrolla el marco teórico, en donde se señalan las principales teorías y estudios empíricos que sustentan el tema de estudio. En el apartado 5) se describe la metodología, en donde se señalan las fuentes de datos y la estrategia econométrica empleada. En el apartado 6) se hace el análisis de los resultados obtenidos en cumplimiento a los objetivos planteados. En el apartado 7) se encuentran la discusión de resultados en donde se hace un contraste entre los resultados obtenidos y la revisión de literatura. En el apartado 8) se exponen las conclusiones de acuerdo con el cumplimiento de cada objetivo. En el apartado 9) se plantean recomendaciones e implicaciones de política con base en los resultados obtenidos. En el apartado 10) se presenta la bibliografía empleada y en el apartado 11) se ubica los anexos que sirven para respaldar la investigación.

4. Marco teórico

4.1. Antecedentes

El desasosiego por la sostenibilidad ambiental ha sido y sigue siendo uno de los temas más apremiantes a los que se enfrenta la sociedad en su conjunto. Uno de los pioneros interesados en la protección del medio ambiente fue Malthus (1798) influenciado por el pensamiento absolutista y el pesimismo sobre la adaptación humana, propuso que el crecimiento exponencial de la población conduciría al colapso de los sistemas de producción y suministro, debido a que las poblaciones tienden a crecer exponencialmente cada 25 años, los recursos disponibles no son suficientes para satisfacer las necesidades a medida que crecen geométricamente.

Mas adelante con el paso de los años, Fourier (1824) fue un pionero en señalar los efectos de los gases de efecto invernadero, y algunos lo consideran el padre del campo porque sus suposiciones sentaron las bases para la conciencia y la importancia de cuán peligrosos son los gases de efecto invernadero en la atmósfera, pero aunque el autor no se involucra directamente en la teoría económica, sus contribuciones en el campo ambiental son lucrativos, incluidos los análisis relacionados con la toma de decisiones económicas, industriales y políticas.

Por consiguiente, siguiendo los pasos de Fourier (1824), Tyndall (1861) logró demostrar a la comunidad científica de su época que el dióxido de carbono atrapa la luz solar y el calor, provocando un aumento de la temperatura, problema que aparece a medida que se derriten los glaciares y aumento de los océanos. En cambio, Arrhenius (1896) logró profundizar en el estudio del cambio climático después de Tyndall (1861) al identificar el metano, el vapor de agua y el dióxido de carbono como los principales gases responsables de la descomposición del hielo polar.

No obstante, hasta ahora, este tema solo solo ha sido abordado como un problema natural o físico, y no está directamente relacionado con las interacciones económicas y sociales como tal. Así, Pigou (1920) es considerado como el pionero de los tiempos modernos en relacionar la conservación del medio ambiente, el crecimiento económico y el bienestar colectivo; partiendo del utilitarismo, analizó las externalidades negativas del proceso de producción inherente que las personas debían soportar, para este autor es muy importante

el encaje del Estado como organismo gestor a la hora de imponer impuestos para combatir la contaminación.

Mientras que, Coase (1960) aborda el problema de la contaminación ambiental desde la perspectiva de los marginados para resolver el problema de la pérdida de bienestar por la ausencia de un ente regulador como el gobierno, pero en cambio, propone soluciones efectivas por negociación privada de las partes, con un acuerdo para indemnizar o reemplazar los derechos perdidos con la condición de que el costo sea el más bajo. Además, Kaldor (1966) abogó por el proceso de industrialización como principal impulsor del crecimiento económico por encima de los flujos ecológicos, ya que se espera que los países altamente industrializados alcancen altos niveles de ingreso a través de una producción de alto valor agregado en economías organizadas y abiertas al comercio.

Sin embargo, Kuznets (1972) no se opone del todo a la idea de que la industria crea el mayor beneficio para la sociedad, y afirma que cualquier actividad que conduzca a un aumento del PIB a corto plazo conducirá a un aumento de la contaminación, pero a la larga esta disminuirá con el mismo crecimiento económico dando la forma de una curva inversa. Cabe señalar que esta teoría comenzaba a tomar fuerza en el análisis económico de la época y sigue sirviendo como referencia teórica para la evaluación de las relaciones económicas y ambientales. Es por esto que sirve de apoyo para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Siguiendo el postulado de Kuznets, Bacha (1979) argumentó que la forma de U invertida entre la desigualdad de ingresos y el PNB per cápita juega un papel en la economía del desarrollo similar al de la curva de Phillips en la macroeconomía moderna. Su fortaleza radica en centrarse en variables desatendidas que son importantes para la formulación de políticas. De manera similar, Essien (1980) afirma que existe una relación de interdependencia entre el crecimiento económico a largo plazo y la contaminación, por lo que es importante adoptar políticas ambientales y energéticas adecuadas para la protección del medio ambiente.

Por su parte, Goodland y Ledec (1987) argumentan que el informe del Producto Nacional Bruto como medida del progreso en el desarrollo económico fomenta la rápida sobreexplotación de la base de recursos naturales de un país y el consumo excesivo de recursos naturales por parte de los países industrializados puede socavar las perspectivas

de desarrollo a largo plazo de los países en desarrollo. Por último, Selden et al. (1994) sostiene que en la mayoría de los casos no existe una relación inversa entre la calidad ambiental y el crecimiento económico.

Considerando los antecedentes del comercio y la contaminación, Grossman y Krueger (1991) mencionan que cierto cambio en el comercio puede inferir de manera significativa con los niveles de contaminación. Donde, uno de los factores del comercio que más afecta al medio ambiente es la contaminación que se produce en el aire. Al igual que Zhang et al. (2017) afirman que el comercio internacional está contribuyendo a la globalización de las emisiones y la contaminación. Los efectos que genera el transporte para llevar a cabo el comercio son bastante preocupantes.

En el criterio de Munksgaard y Perdesen (2001) alega que las economías abiertas que aumentan su exportación de bienes, su producción es intensamente contaminante. Además, Asako (1979) demostró que un país puede y debe controlar las actividades de comercio internacional como medio para abordar los problemas de contaminación.

En términos de consumo de energía, la protección ambiental es esencialmente una reconfiguración y reemplazo de factores de producción escasos, y la curva de Kuznets muestra que la producción debe aumentar para crear un margen para la protección ambiental es controvertida porque ha sido mal manejada, la energía consumida por el proceso económico aumenta con el proceso de producción y esto no se tiene en cuenta en la teoría (Huetting, 1987).

Por lo tanto, una mayor participación de las energías renovables puede ser una buena alternativa para lograr la protección del medio ambiente sin ralentizar el crecimiento económico, especialmente referenciado para países de América Latina y otros países con abundantes recursos naturales y condiciones climáticas ideales para la implementación de energías renovables (Hwang, 1990). Las emisiones de CO₂ pueden volverse irreversibles, y las políticas de reducción de emisiones pueden ser una poderosa herramienta política para lograr un desarrollo sostenible a largo plazo (Bekhet y Yasmin, 1990).

En síntesis, en este apartado se pudo mostrar al lector un compendio de los antecedentes existentes acerca de las repercusiones del crecimiento económico en el medio ambiente, así como el papel que ejerce el comercio, las opiniones de los autores analizados acerca de los beneficios y perjuicios son divergentes, pero se puede decir que se pudo observar

un creciente número de literatura que se inclina en demostrar un efecto negativo del crecimiento económico sobre el ecosistema, y el comercio parece apoyar este proceso.

4.2. Evidencia empírica

Para esta subsección del trabajo de investigación se procedió a realizar una división por temática de la literatura empírica existente en tres partes. En la primera parte se aborda la relación entre el comercio y la contaminación ambiental. En la segunda parte se resume la literatura correspondiente a la relación entre la corrupción y la contaminación ambiental. Finalmente, en la tercera parte se consideran estudios empíricos que identifican a la globalización y a la renta de los recursos naturales como determinantes de la contaminación ambiental.

Para el primer grupo de literatura, se puede citar el trabajo de Karasoy y Akçay (2019) quienes mencionan que el crecimiento económico resultante del comercio podría aumentar la demanda de la calidad ambiental, dado que la calidad ambiental es un bien normal. Además, cabe recalcar que el comercio también podría inducir la utilización de tecnologías eficientes respetuosas con el medio ambiente a través de las transferencias de tecnología. Al contrario, Wang et al. (2019) encontraron que las emisiones netas de carbono incorporadas en el comercio chino-alemán tuvieron un incremento significativo de contaminación tras el acuerdo de China con la Organización Mundial del Comercio.

Igualmente, Dong y Zhang (2023) en su artículo realizado en China deducen que la apertura del China Railway Express (Comercio Internacional) promueve la contaminación ambiental en las ciudades chinas, así pues, también un estudio basado en la heterogeneidad regional mostró que la apertura del China Railway Express afectó negativamente de manera insignificante la calidad ambiental en el este de China, pero aumentó significativamente la contaminación ambiental en las regiones central y occidental. Por su parte, Appiah et al. (2022) infieren que las importaciones, el uso de energía y la industrialización provocan un aumento de las emisiones, el progreso económico de las economías emergentes seleccionadas provoca una gran caída de las emisiones; no obstante, el aumento de las exportaciones y la urbanización mejoran el entorno de las economías emergentes, pero estadísticamente no es significativo.

De manera contraria, Shen et al. (2023) analizan los datos de las ciudades chinas a nivel de prefectura de 2003 a 2018 se utilizaron para evaluar los efectos reales de reducción de

emisiones del sistema de comercio de emisiones en ciudades mineras a través del método de diferencias en diferencias, y se puede observar que el sistema de comercio de emisiones logró principalmente la reducción de emisiones contaminantes en las ciudades mineras a través de la comercialización e innovación tecnológica (especialmente la innovación de tecnología verde); Además, los autores recomiendan que el gobierno chino debe implementar políticas de mercado de carbono que se adapten a las condiciones locales para mejorar el nivel de comercialización e innovación tecnológica, y maximizar el efecto político del sistema de comercio de emisiones. De igual forma, Güven y Özdilek (2023) analizan la liberalización del comercio sobre recursos renovables compartidos de acceso abierto con contaminación en una pequeña economía abierta de dos países (un país donde el problema del acceso abierto domina la contaminación industrial, y lo contrario se aplica para el otro país), hallando como principales resultados que el comercio puede generar mejoras en el bienestar de ambos países cuando muestran una especialización total en la fabricación de bienes de una ventaja comparativa, incluso si las existencias de recursos compartidos se agotan gravemente.

Mientras que Alvarado et al. (2021) estudian la degradación ambiental asociada a la huella ecológica en América Latina, donde se incluyen la globalización, la desigualdad, el crédito interno y el comercio como covariables adicionales. De esta manera, logran concluir que el impacto de la complejidad económica y las rentas de los recursos naturales es heterogéneo a lo largo de la distribución de la huella ecológica, así mismo que el nivel de desigualdad por la utilización de la distribución climática específica de la región de los recursos naturales, aumenta la huella ecológica en los cuantiles inferiores, mientras que en los cuantiles superiores la disminuye. Así también, Liu et al. (2022) investigaron la relación de la curva ambiental de Kuznets entre los viajes y el turismo y la huella ecológica en Pakistán durante el período 1980-2017, donde las pruebas de Bayer y Hanck indican que las variables en este estudio tienen cointegración a largo plazo, los resultados revelaron una hipótesis de crecimiento impulsada por el turismo y una relación en forma de U invertida entre los viajes y el turismo y la huella ecológica en Pakistán; los resultados de ARDL y de no causalidad de Toda-Yamamoto también revelan que el uso de energía y la apertura comercial se dan a costa de la huella ecológica, además, la entrada de inversión extranjera directa (IED) también agrega la degradación ambiental y apoya la hipótesis del paraíso de la contaminación.

Evans y Mesagan (2022) en su investigación sobre efectos moderadores de la gobernanza y la regulación efectivas en la relación entre el comercio de TIC y la contaminación para 31 países africanos desde 2000 hasta 2020 mediante el empleo de modelos de panel heterogéneos dinámicos robustos a la dependencia transversal, concluyen que la gobernanza y la regulación efectivas juegan un papel esencial en el fomento de los efectos del comercio de TIC en la contaminación ambiental. Por lo tanto, recomiendan la sensibilidad al comercio de TIC y el fomento de la eficacia y la regulación del gobierno para reducir el impacto adverso del comercio de TIC en el medio ambiente. En el caso de América Latina, considerando datos de series temporales de 1980 a 2010 para 14 países, Sapkota y Bastola (2017) estiman los efectos de la (IED) y los ingresos sobre las emisiones contaminantes, y logran concluir que los resultados de los modelos de panel de efectos fijos y aleatorios que controlaron los efectos del capital físico, la energía, el capital humano, la densidad de población y la tasa de desempleo revelan la validez de la Hipótesis del Refugio de Contaminación (PHH) y la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (EKC).

En esta segunda sección se aborda la relación corrupción y contaminación ambiental. Empezando por el trabajo de Wu et al. (2021) encuentran en su investigación que, el análisis de heterogeneidad regional muestra que existe un impacto positivo significativo de la contaminación ambiental en la tasa de delincuencia en las regiones oriental y occidental de China, pero no en la región central; La contaminación ambiental puede afectar indirectamente la tasa de delincuencia a través del nivel de salud, el nivel de educación y la desigualdad de los residentes. Bajo este mismo enfoque Ganda (2020) analiza el impacto de la corrupción en la sostenibilidad ambiental en los 16 países de la región sur de África entre 2010 y 2017, donde logra deducir que los dos indicadores de corrupción muestran armoniosamente que la corrupción Granger provoca el estado actual de sostenibilidad ambiental en las economías del sur de África, y viceversa; Además, en el corto plazo también se encontró que la corrupción empeora la sostenibilidad ambiental para ambos modelos de regresión implementados utilizando los dos indicadores de corrupción. Luego, Liu y Dong (2021) indagan el efecto de transmisión del desarrollo económico y la inversión extranjera directa (IED) sobre la corrupción política y la contaminación por neblina, y deducen que más agencias gubernamentales no corruptas redujeron la concentración de contaminación por neblina local. El desarrollo económico juega un efecto mediador con respecto a la corrupción y PM 2.5 contaminación.

En concordancia, Sultana et al. (2022) evalúan los impactos de las actividades del sector informal, el control de la corrupción, el consumo de energía y las condiciones socioeconómicas en la degradación de la calidad ambiental de las economías emergentes, mediante métodos del estimador ARDL del grupo medio combinado (PMG), OLS totalmente modificado (FMOLS), OLS dinámico (DOLS) y Grupo medio aumentado (AMG), consiguiendo como resultados que a largo plazo, las actividades económicas informales afectan positivamente la calidad ambiental con menos emisiones registradas de CO₂. Un aumento del crecimiento económico y del consumo de energías renovables mejora la calidad ambiental en los países emergentes, mientras que el consumo de energías no renovables degrada la calidad ambiental. Por otro lado, Cordier et al. (2021) en su investigación sobre la influencia de la corrupción y falta de educación en la contaminación plástica y crecimiento económico, obteniendo como resultados que el crecimiento económico per cápita explica solo el 11 % de las reducciones de residuos plásticos mal gestionados, así mismo que el mejorar las políticas de control de la corrupción podría reducir los residuos plásticos mal gestionados en un 28 % y aumentar el número de años en la escuela podría reducir los residuos plásticos mal gestionados en un 44 %.

En cuanto a la tercera sección, en torno a la globalización, el estudio de Hao et al. (2022) estudian el impacto potencial del consumo de energía nuclear en la sostenibilidad ambiental en el contexto de la globalización económica utilizando FMOLS, DOLS y pruebas de causalidad de Granger de panel, donde deducen que el crecimiento económico exagera la contaminación ambiental, mientras que la globalización económica y la energía nuclear tienden a mejorar la calidad ambiental, y se verifica la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental en forma de U invertida. Así mismo, Wang et al. (2021) mediante el análisis de la participación en las cadenas de valor mundiales y el impacto de la participación de los países en desarrollo en la verticalización global sobre su progreso tecnológico y el medio ambiente, infieren el agravamiento de la contaminación es inevitable en los países en desarrollo en la globalización de la producción, pero participar en la globalización tiene como resultado efectos de derrame tecnológico que mejoran la tecnología industrial.

De manera contraria, Deng et al. (2022) al trabajar sobre los impactos de la globalización social, las entradas de inversión extranjera directa y el desarrollo financiero sobre la contaminación ambiental en el contexto de una muestra representativa a nivel mundial de

107 países, concluyen que en los países de ingresos medianos bajos, las entradas de inversión extranjera directa provocan una mayor contaminación ambiental antes y después del umbral, y en cuanto al desarrollo financiero, antes y después de los niveles de umbral aumenta y disminuye la contaminación ambiental y la globalización social incrementa la contaminación ambiental en los países seleccionados. En consecuencia, Huynh et al. (2023) estudian el impacto del libre mercado (FM) con diferentes dimensiones, la calidad de la gobernanza (QG) y su interacción en la contaminación del aire para una muestra global de 149 países durante 2000-2020, donde señalan que FM aumenta la contaminación del aire mientras que QG la disminuye para la muestra global. Sorprendentemente, la interacción de FM y QG muestra que FM aumenta la contaminación del aire hasta un umbral de QG, luego, por encima de este nivel, FM reduce la contaminación del aire.

Igualmente en esta parte se incluyó la renta de los recursos naturales, donde Mesagan y Vo (2023) analizan el vínculo entre la renta de recursos y los patrones de consumo en la contaminación de África que abarca desde 1990 hasta 2019, utilizando la técnica del grupo de medias de efectos correlacionados comunes (CCEMG), llegando a inferir que el consumo tiene un efecto causal sobre la contaminación, la renta de los recursos naturales aumenta la contaminación en África, el consumo aumenta positiva e insignificamente la contaminación de la región y por último la interacción entre el consumo y la renta de los recursos naturales empeora la contaminación de África. De igual modo, Fu et al. (2023) mediante el estudio de los determinantes de la sostenibilidad ambiental, considerando las políticas macroeconómicas, la renta de los recursos naturales, el consumo de energía renovable y el crecimiento económico de las economías BRICS, aplicando el Método de Regresión por Cuantiles de Momento (MMQR), concluyen que la renta de los recursos naturales, la expansión de la política fiscal y el crecimiento económico son fuentes del aumento de las emisiones en la región BRICS. El efecto de estas variables crece en los cuantiles más bajos y disminuye en los cuantiles más altos.

Por otra parte, Ulucak y Baloch (2023) en su investigación sobre el nexo entre la renta de los recursos naturales, la incertidumbre de la política económica, el crecimiento económico, la globalización, las tecnologías relacionadas con el medio ambiente y el CO₂ en los Estados Unidos entre 1985 y 2020, empleando simulación dinámica de retraso distributivo autorregresivo (ARDL) y técnicas de mínimos cuadrados regularizados (KRLS) basadas en kernel, logran concluir que a largo plazo validan que las tecnologías

relacionadas con el medio ambiente son útiles para reducir la contaminación y mejorar significativamente la calidad ambiental . No obstante, el aumento de la globalización tiende a conducir a la degradación ambiental. Además, los resultados revelan que el aumento de la renta de los recursos naturales contribuye a las emisiones de carbono, lo que sugiere que una dependencia excesiva de la renta de los recursos naturales perturba la sostenibilidad ecológica en los Estados Unidos.

A continuación, Ibrahim y Ajide (2021) analizan los impactos dinámicos de la energía no renovable desagregada, la apertura comercial, las rentas totales de recursos naturales, el desarrollo financiero y la calidad regulatoria en la calidad ambiental de las economías BRICS desde 1996 hasta 2018, basándose en pruebas preliminares, que comprenden estadística descriptiva , pruebas de normalidad, prueba de dependencia transversal y prueba de heterogeneidad de pendiente, concluyendo que el carbón y el combustible desde ambos ángulos de producción y consumo y la producción de gas inducen emisiones de carbono per cápita (co2pc), mientras que el consumo de gas resulta ser una reducción de co2pc. En segundo lugar, los impactos ambientales provocados por el comercio no son compatibles. En tercer lugar, se encuentra que las rentas totales de recursos naturales, el desarrollo financiero y la calidad regulatoria contribuyen positivamente al aumento de co2pc.

Por otro lado, Balsalobre-Lorente et al. (2023) examinan el efecto a largo plazo del ingreso per cápita, el turismo, las rentas de los recursos naturales, la urbanización y las TIC en la sostenibilidad ambiental en 36 economías de la OCDE desde 2000 hasta 2018, usando un grupo medio aumentado (AMG) y GMM de dos pasos, así pues, muestran la contribución positiva de la urbanización, los recursos naturales y el turismo a las emisiones de CO₂, mientras que las TIC reducen las emisiones. Además, también se valida una curva EKC invertida para economías seleccionadas. Además, el efecto moderado de las TIC sobre la urbanización, los recursos naturales y el turismo muestra una disminución significativa de las emisiones de CO₂.

Para concluir, Fu y Liu (2023) estudiando la influencia de las rentas de los recursos naturales en el desarrollo sostenible global, utilizando enfoques paramétricos, como el mínimo cuadrado ordinario totalmente modificado, el mínimo cuadrado ordinario dinámico y la regresión de cointegración canónica, se logra inferir que los recursos naturales influyen asimétricamente en el desarrollo sostenible, donde las rentas minerales

y las rentas del gas natural afectan positivamente y las rentas forestales afectan negativamente el desarrollo sostenible.

En síntesis, la literatura empírica cubierta en toda esta subsección demuestra diversos panoramas. Por un lado, existen autores que destacan la importancia del crecimiento económico para alcanzar el desarrollo y la disminución de la degradación ambiental basando sus supuestos en ideas no tan actuales de la economía neoclásica, y por otro lado, los autores que contradicen dicha relación, lo cierto es que el ritmo de producción que ha presentado el sistema global conlleva a que cada vez se consuma más de la cuota permisible de recursos naturales, lo que deslegitima la hipótesis que el crecimiento económico conllevaría a una mejora ambiental.

Existe mucha literatura referente a la contaminación ambiental, es por ello que en los últimos años han aparecido varias teorías sobre este tema, una de las teorías pioneras en este sentido es el modelo de Kuznets (1972); Grossman y Krueger (1991), se centró en la relación entre crecimiento económico y contaminación ambiental. Este supuesto deduce que cualquier actividad que conduzca a un aumento del PIB (comercio) conducirá a un aumento de la contaminación. Este trabajo de investigación se diferencia de los demás puesto que está enfocado específicamente en Ecuador, aquí se va a estudiar variables como el comercio, la corrupción y la globalización influyen radicalmente en la contaminación ambiental, puesto que actualmente existe un gran impacto ecológico que a la vez acelera significativamente el consumo de los recursos naturales, así pues, el mal comportamiento ambiental debe ser abordado porque cuanto peor es, mayor es nuestro impacto en el planeta y el medio ambiente, por lo que no tendremos las mismas condiciones de vida en el futuro y nuestro legado para las generaciones futuras.

5. Metodología

El presente estudio es de carácter descriptivo en el sentido de que se va a investigar los efectos del comercio en torno a los gases de efecto invernadero utilizando diversos gráficos de correlación y evolución, para comprender el comportamiento y la relación entre las dos variables, con el fin de responder las interrogantes planteadas en la investigación. Seguidamente, es analítica, ya que las variables utilizadas en el estudio son medibles, lo que nos permite identificar tendencias y hacer predicciones mediante la recopilación y el análisis de datos y el uso de herramientas estadísticas y matemáticas para derivar resultados cuantificables para poder comprobar o refutar las hipótesis establecidas inicialmente. Además, la investigación es correlacional debido a que se establece una relación simultánea entre el comercio y los gases de efecto invernadero para examinar la relación estadística y la intensidad entre las mismas. Por último, la investigación es de índole explicativa, ya que una vez se haya cumplido con el proceso de recolección y generación del respectivo modelo econométrico, se espera conocer el impacto del comercio en los gases de efecto invernadero para el Ecuador, de esta forma, se podrá aplicar las políticas correspondientes diseñadas para tratar de solucionar este problema de alguna manera.

5.1. Tratamiento de Datos

Las variables utilizadas en el estudio tienen carácter de series de tiempo, por lo que estas comprenden un periodo de 1980 – 2020, para Ecuador, tal cual como se puede observar en la Tabla 1. Los datos empleados en la investigación se obtuvieron de diferentes fuentes en las que podemos mencionar los World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial (2023), la base de datos de emisiones para la investigación atmosférica global (EDGAR, 2023) y la base de datos del Instituto para la calidad del Gobierno (QoG, 2023). Por consiguiente, dentro de las variables que integran el modelo econométrico tenemos como variable dependiente a los gases de efecto invernadero, medido por medio de Kilo toneladas; seguido, está la variable independiente comercio, medida como porcentaje del PIB en función del comercio, debido a que Wang et al. (2019) sostiene que los flujos de comercio inciden de manera significativa en el incremento de la contaminación.

De igual forma, se utiliza variables de control como la renta de los recursos naturales, puesto que, dicha renta aumenta la contaminación (Mesagan y Vo, 2023); la globalización, ya que, se cree que genera un gran número de efectos negativos para el

medio ambiente (Deng et al., 2022), esta se encuentra medida mediante el índice de globalización; y la corrupción, puesto que interviene en el manejo de recursos y políticas disminuye la eficiencia y el efecto de las mismas (Wu et al., 2021), se encuentra medida mediante el índice de percepción de la corrupción, cuantificadas por tasas de crecimiento.

Tabla 1.

Descripción de las variables

<i>Tipo de variable</i>	<i>Variable</i>	<i>Simbología</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fuente de datos</i>
Dependiente	Emisiones de gases de efecto invernadero	GEI	Kilotoneladas	Es la emisión de gases de efecto invernadero para cada país y gas de Kioto. Los datos del subsector para Energía, Procesos Industriales y Agricultura están disponibles para CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O, sin incluir la contaminación por uso de la tierra.	Emisiones para la investigación atmosférica global (EDGAR, 2023).
Independiente	Comercio	C	% del PIB en función del comercio.	Es la actividad con fines de lucro que consiste en el intercambio de bienes o servicios entre un productor u ofertante y un consumidor o demandante.	World Development Indicators (WDI, 2023).
Control	Renta Recursos Naturales	RRN	Dólares	La renta de recursos naturales representa el valor económico de dichos recursos, sean cobre, oro, petróleo o carbón, el cual sirve para administrar su escasez.	World Development Indicators (WDI, 2023).
	Corrupción	IPC	Índice	Transparencia internacional “uso indebido del poder público para beneficio privado”.	Instituto para la calidad del Gobierno (QoG, 2023).
	Globalización	G	Índice	Es una combinación de intercambios de grandes empresas y flujos de inversión de diferentes países.	World Development Indicators (WDI, 2023).

Posteriormente, en la Tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables de estudio. Se muestra resultados como la media, la desviación estándar, los valores

mínimos y máximos y el número de observaciones. Haciendo hincapié en las dos variables consideradas como primordiales en este trabajo de investigación, se puede observar que la media de los gases de efecto invernadero es de 2.62; es decir, que en promedio hay 2.62 kt de GEI al año, mientras que la desviación estándar es de 0.45 con respecto a la media y su valor mínimo y máximo es de 1.86 y 3.48 respectivamente. Por su parte, el comercio tiene una media de 56.58 y una desviación estándar de 20.33 con respecto a la media y posee un valor mínimo de 28.92 y un máximo de 78.68, por lo que se puede observar, la desviación estándar tanto en los GEI como en el comercio varía ya que, a mayor comercio mayores van a ser las emisiones de GEI. Seguidamente, tenemos la globalización, donde su media es 40.30, y su valor estándar de 4.67, en relación de la media su valor mínimo es de 31.74 y el máximo de 53.35, lo cual, se puede evidenciar en la desviación estándar y la globalización tienen valores bajos, por lo tanto, la mayor parte de los datos se agrupan cerca de la media.

Una de las variables de control que refleja un dato importante es el índice de percepción de la corrupción, si se observa que tiene un valor positivo, dado que el valor mínimo es de 22.50 y su valor máximo de 59.64, lo que refleja en ciertos periodos de tiempo que este problema ha estado presente en el país. Finalmente, la renta de los recursos naturales, donde su media es 9.83, y la desviación estándar es de 4.03, con respecto al valor mínimo es de 3.72 y el máximo 18.86. Se puede observar que la desviación estándar en las emisiones de GEI como en la globalización y renta de los recursos naturales es baja, lo que significa que la mayor parte de los datos se concentran cerca de la media, mientras que la desviación estándar de la variable independiente del comercio como de la corrupción es alta, por ende, la mayor parte de los datos se concentran lejos de la media. Por último, esta investigación cuenta con 42 observaciones de cada variable durante 41 años para el Ecuador, los cuales permitirán el desarrollo de este trabajo de investigación.

Tabla 2.

Estadísticos descriptivos

	<i>Gases de efecto invernadero</i>	<i>Comercio</i>	<i>Globalización</i>	<i>Corrupción</i>	<i>Renta recursos naturales</i>
Media	2.62	56.58	40.30	43.19	9.83
Mediana	2.47	61.06	39.72	44.48	8.66
Máximo	3.48	78.68	53.35	59.64	18.86
Mínimo	1.86	28.92	31.74	22.50	3.72
Des. Estad.	0.45	20.33	4.67	12.29	4.03
Skewness	0.66	-0.05	0.58	-0.21	0.79
Kurtosis	2.21	1.08	3.69	1.57	2.75

Jarque-Bera	0.18	1.70	2.48	1.57	1.82
Probabilidad	(0.91)	(0.43)	(0.29)	(0.46)	(0.40)
Observaciones	42	42	42	42	42

5.2. Estrategia econométrica

Una vez presentado y detallado el apartado descriptivo de las variables utilizadas, en esta parte del trabajo de investigación se explica la construcción de la estrategia econométrica que permite dar respuesta a las hipótesis de investigación expresada a través de los tres objetivos específicos planteados anteriormente. Dicho esto, se procede a explicar al lector de manera simplificada y ordenada el procedimiento a seguir para cada objetivo.

5.2.1. Objetivo específico 1

Analizar la evolución y comportamiento del comercio, la globalización, la corrupción y los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, mediante un análisis gráfico y estadístico, para conocer los factores que determinaron el comportamiento temporal de las variables.

Para responder al primer objetivo de este trabajo investigativo, se realiza en primer lugar un análisis de la evolución y correlación entre el comercio y los gases de efecto invernadero en Ecuador, durante el periodo de 1980 – 2019, con la finalidad de determinar el comportamiento de las variables principales en el transcurso del tiempo. Por consiguiente, se dio paso a la generación de gráficas de evolución, para posteriormente proceder un análisis descriptivo de la tendencia del comercio y los gases de efecto invernadero que representa el nivel de contaminación ambiental; de modo que, se logre describir las diferentes fluctuaciones y tendencias que presentan estas variables a lo largo del tiempo.

Además, con el fin de verificar los resultados obtenidos por el método gráfico, también se utilizó la prueba de Pearson (1897), que mide la correlación parcial de coeficientes entre dos o más variables, en este caso el comercio en los gases de efecto invernadero durante el periodo de estudio de 1980 – 2020, representado en las ecuaciones (1) y (2).

$$r = \frac{\sigma_{x*y}}{\sigma_x * \sigma_y} \quad (1)$$

$$r = \frac{\sigma_{com*GEI}}{\sigma_{com} * \sigma_{GEI}} \quad (2)$$

Donde, r es el coeficiente de producto-momento de correlación, σ_{xy} es la varianza del comercio y los gases de efecto invernadero, σ_x es la desviación de comercio, σ_y es la desviación de los gases de efecto invernadero.

5.2.2. Objetivo específico 2

Estudiar la relación de corto y largo plazo entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, usando modelos de cointegración, con el fin de proponer estrategias de reducción del deterioro ambiental en el largo plazo.

Teniendo como meta el cumplimiento del segundo objetivo, se plantean las ecuaciones (3) y (4), como ecuaciones bases; como punto de partida para determinar la relación de corto y largo plazo de la variable de comercio sobre los gases de efecto invernadero, también se integran 3 variables de control (social, institucional y ambiental) para examinar el efecto que presentan en los GEI.

$$GEI_t = f(C_t) \quad (3)$$

$$GEI_t = \beta_0 PIB + \beta_2 RRN_t + \beta_3 IPC_t + \beta_4 G_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

Donde, GEI_t es la variable dependiente, representa las emisiones de gases de efecto invernadero toneladas métricas per cápita en el periodo (t); β_0 es el intercepto en el tiempo; $\beta_1 C_t$ es el PIB que representa al comercio; $\beta_2 RRN$ es la renta de los recursos naturales; $\beta_3 IPC$ índice de percepción de la corrupción; $\beta_4 G_t$ es la globalización, todas estas son variables de control para un mejor análisis del problema y finalmente ε_t es el termino de error.

El método del factor de inflación de la varianza (FIV) se utilizará para detectar la multicolinealidad, Esto demuestra que, si la FIV es inferior a 10, no hay problema con la multicolinealidad. Luego, para determinar la existencia de relaciones de largo y corto plazo entre las variables, se utiliza modelos Maki (2012) y Hatemi-J (2008) para el análisis de corto plazo, y VEC para el análisis de largo plazo. No obstante, para estimar estos modelos se deben cumplir ciertas características: las variables deben tener al menos un vector cointegrante y el mismo orden de integración; con esto podemos seguir evaluando estos modelos. Así que, mediante las pruebas de raíces unitarias LM (Lagrange Multiplier) y RALS-LM (Residual Augmented Least Squares Lagrange Multiplier) se determina la existencia de convergencia estocástica en los gases de efecto invernadero, comercio, globalización corrupción y renta de los recursos naturales. El principal objetivo

de estas pruebas es identificar y determinar los cambios de tendencia y utilizan información sobre errores no normales para mejorar aún más la potencia de la prueba (Payne et al., 2017). Se parte del procedimiento LM de Schimid y Phillips (1990) como modelo de regresión de línea base con el fin de obtener pruebas válidas libres de parámetros molestos, así entonces, se presenta mediante la ecuación (5).

$$\begin{aligned} \Delta y_t & \\ &= \delta \cdot \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1}^* + \sum_{j=1}^k d_j \Delta \tilde{S}_{t-j} + \hat{w}_t' \gamma + u_t, \end{aligned} \quad (5)$$

Donde, $\delta \cdot \Delta Z_t$ es la primera diferencia de un conjunto de variables exógenas, $\phi \tilde{S}_{t-1}^*$ es la tendencia sin tendencia de serie, $\hat{w}_t' \gamma$ es el término residual aumentado que captura el momento y u_t , son los términos aumentados rezagados.

Por otra parte, las pruebas de cointegración de Maki (2012) y Hatemi-J (2008) pueden utilizarse para confirmar la existencia de vectores de cointegración, ya que las pruebas tradicionales no tienen en cuenta los quiebres estructurales en las relaciones de largo plazo y asumen que la cointegración los vectores no siguen los cambios en el tiempo; Bai y Perron (1998) fueron pioneros en la formulación de modelos lineales con múltiples cambios estructurales. En este sentido, Maki (2012) y Hatemi-J (2008) son formas más apropiadas de considerar las discontinuidades en las estructuras de datos, dada la aplicación de raíz unitaria desarrollada por Narayan y Popp (2010). Para probar la hipótesis nula de no cointegración en la prueba de Hatemi-J (2008), se calculará las estadísticas de prueba para ADF, Z_t y Z_a ; si la estimación de la prueba supera los valores críticos al 5% y 10% de significación absoluta, se rechaza la hipótesis nula de no cointegración, en caso contrario se acepta.

En la ecuación (6) se encuentra representado el modelo de Hatemi-J (2008).

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1t} + \alpha_2 D_{2t} + \beta_0 x_t + \beta_1 D_{1t} x_t + \beta_2 D_{2t} x_t + u_t \quad (6)$$

Donde, D_{1t} y D_{2t} son variables ficticias definidas en las ecuaciones (7) y (8).

$$D_{1t} = \begin{cases} 0 & \text{if } t \leq |\eta \tau_1| \\ 1 & \text{if } t > |\eta \tau_1| \end{cases} \quad (7)$$

$$D_{2t} = \begin{cases} 0 & \text{if } t \leq |\eta \tau_2| \\ 1 & \text{if } t > |\eta \tau_2| \end{cases} \quad (8)$$

Donde, los parámetros desconocidos $\tau_1 \in (0,1)$ y $\tau_2 \in (0,1)$ significan el tiempo relativo del punto de cambio de régimen y el paréntesis indica la parte entera. Para probar la hipótesis nula de no cointegración, se calculan los estadísticos de prueba ADF, Z_t y Z_α .

Para probar la cointegración que permite múltiples rupturas, se pueden considerar los siguientes modelos de regresión; la ecuación (9) presenta el modelo con cambios de nivel, la ecuación (10) muestra el modelo con cambios de nivel con tendencia, la ecuación (11) exhibe el modelo de cambios de régimen, y la ecuación (12) presenta un modelo con tendencia y régimen.

$$Y_t = \rho + \sum_{i=1}^k \rho_i D_{i,t} + \theta' Z_t + \epsilon_t \quad (9)$$

$$Y_t = \rho + \sum_{i=1}^k \rho_i D_{i,t} + \theta' Z_t + \sum_{i=1}^k \theta' Z_t D_{i,t} + \epsilon_t \quad (10)$$

$$Y_t = \rho + \sum_{i=1}^k \rho_i D_{i,t} + \theta' Z_t + \sigma t + \sum_{i=1}^k \theta' Z_t D_{i,t} + \epsilon_t \quad (11)$$

$$Y_t = \rho + \sum_{i=1}^k \rho_i D_{i,t} + \theta' Z_t + \sigma t + \sum_{i=1}^k \sigma' D_{i,t} + \sum_{i=1}^k \theta' Z_t D_{i,t} + \epsilon_t \quad (12)$$

El subíndice t indica tiempo, Y_t denota variables dependientes; Z_t denota variables independientes y ϵ_t denota término de error.

De este modo. El presente estudio también empleó varias técnicas econométricas, como evaluación de robustez, se aplicó la prueba FMOLS propuesta por Hansen y Phillips (1990), la prueba DOLS propuesta por Stock y Watson (1993), y la prueba CCR propuesta por Park (1992) para examinar los efectos dinámicos del comercio, la corrupción, la globalización y la renta de los recursos naturales en las emisiones de GEI en Ecuador.

Amarawickrama y Hunt (2007) infieren que el método FMOLS corrige eficazmente los problemas de inferencia de los métodos de cointegración EG tradicionales para que las estadísticas t estimadas sean válidas para la estimación a largo plazo. Siguiendo a Adom et al. (2015) el estimador FMOLS se puede obtener mediante la siguiente Ecuación (13).

$$\hat{\theta}_{FME} = \left(\sum_{t=1}^T Z_t Z_t' \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T Z_t Y_t^+ - T \begin{bmatrix} \Lambda^+ \\ 0 \end{bmatrix} \right) \quad (13)$$

El DOLS (Stock y Watson, 1993) utiliza un enfoque paramétrico para estimar las condiciones operativas en modelos en los que las variables se integran en un orden diferente pero aún están cointegradas (Masih y Masih, 1996). El modelo elimina simultáneamente los valores atípicos y los pequeños sesgos de muestreo al incluir adelantos y retrasos. (Kurozumi y Hayakawa, 2009). En la ecuación (14) se puede evidenciar la elasticidad a largo plazo.

$$y_t = a + bX_t + \sum_{i=-k}^{i=k} \phi_i \Delta X_{t+1} + \epsilon_t \quad (14)$$

Park (1992) introdujo otro método, llamado CCR. Este método también se puede utilizar para probar vectores de cointegración en modelos con procedimientos de conjunto.; Además, CCR es una regresión de una sola ecuación donde la regresión múltiple también se puede usar sin modificación y pérdida de eficiencia (Park, 1992). Así pues, Adom et al. (2015) deduce que el estimador CCR se obtiene como en la ecuación (15).

$$\hat{\theta}_{CCR} = \left(\sum_{t=1}^T Z_t^* Z_t^{*1} \right)^{-1} \sum_{t=1}^T Z_t^* Y_t^* \quad (15)$$

A continuación, se requiere determinar la cantidad óptima de rezagos para la generación del VEC. Esto se logra mediante el uso de cuatro criterios de información en las variables incluidas en el modelo en la primera diferencia. Estos criterios son: el de Hannan y Quinn [HQIC] (1979), el error de predicción final (FPE), el Criterio Bayesiano de Schwarz [SBIC] (1978) y el Criterio de Akaike [AIC] (1974). Además, para corroborar la presencia de vectores de cointegración en el modelo, se emplea la prueba de cointegración de Johansen (1988). Esta prueba nos proporciona información sobre el número de vectores de cointegración a través de los estadísticos de Traza (Trace Statistic) y la prueba de Máximo Valor Propio (Maximum Eigenvalue test).

Ya con esto se genera un modelo de Vectores de Corrección de Error [VEC], con el fin de precisar la presencia de un equilibrio de corto plazo entre los gases de efecto invernadero (GEI), el comercio (C), el índice de percepción de la corrupción (IPC), la globalización (G) y la renta de los recursos naturales (RRN). En consecuencia, la significancia estadística del parámetro asociado con el error de equilibrio incorporado en el ϵ_{t-1} expone el mecanismo de corrección que devuelve a las variables de equilibrio en

el corto plazo. Por lo tanto, el sistema de ecuaciones del modelo VEC se puede apreciar de la ecuación (16) a la (20).

$$\begin{aligned}\Delta\text{PIB}_t = & \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=1}^n \Delta\text{XP}_{t-1} + \alpha_2 \sum_{i=1}^n \Delta\text{GE}_{t-1} + \alpha_3 \sum_{i=1}^n \Delta\text{CH}_{t-1} \\ & + \alpha_4 \sum_{i=1}^n \Delta\text{CF}_{t-1} + \alpha_5 \sum_{i=1}^n \Delta\text{PIB}_{t-1} + \alpha_6 \varepsilon_{t-1} + u_t\end{aligned}\quad (16)$$

$$\begin{aligned}\Delta\text{XP}_t = & \alpha_7 + \alpha_8 \sum_{i=1}^n \Delta\text{PIB}_{t-1} + \alpha_9 \sum_{i=1}^n \Delta\text{GE}_{t-1} + \alpha_{10} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CH}_{t-1} \\ & + \alpha_{11} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CF}_{t-1} + \alpha_{12} \sum_{i=1}^n \Delta\text{XP}_{t-1} + \alpha_{13} \varepsilon_{t-1} + u_t\end{aligned}\quad (17)$$

$$\begin{aligned}\Delta\text{GE}_t = & \alpha_{14} + \alpha_{15} \sum_{i=1}^n \Delta\text{PIB}_{t-1} + \alpha_{16} \sum_{i=1}^n \Delta\text{XP}_{t-1} + \alpha_{17} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CH}_{t-1} \\ & + \alpha_{18} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CF}_{t-1} + \alpha_{19} \sum_{i=1}^n \Delta\text{GE}_{t-1} + \alpha_{20} \varepsilon_{t-1} + u_t\end{aligned}\quad (18)$$

$$\begin{aligned}\Delta\text{CH}_t = & \alpha_{21} + \alpha_{22} \sum_{i=1}^n \Delta\text{PIB}_{t-1} + \alpha_{23} \sum_{i=1}^n \Delta\text{XP}_{t-1} + \alpha_{24} \sum_{i=1}^n \Delta\text{GE}_{t-1} \\ & + \alpha_{25} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CF}_{t-1} + \alpha_{26} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CH}_{t-1} + \alpha_{27} \varepsilon_{t-1} + u_t\end{aligned}\quad (19)$$

$$\begin{aligned}\Delta\text{CF}_t = & \alpha_{28} + \alpha_{29} \sum_{i=1}^n \Delta\text{PIB}_{t-1} + \alpha_{30} \sum_{i=1}^n \Delta\text{XP}_{t-1} + \alpha_{31} \sum_{i=1}^n \Delta\text{GE}_{t-1} \\ & + \alpha_{32} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CH}_{t-1} + \alpha_{33} \sum_{i=1}^n \Delta\text{CF}_{t-1} + \alpha_{34} \varepsilon_{t-1} + u_t\end{aligned}\quad (20)$$

5.2.3. Objetivo específico 3

Estimar la causalidad entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980–2021, mediante un modelo de causalidad, con el fin de proponer mecanismos estructurales contra la degradación ambiental en el largo plazo.

Para responder al tercer objetivo, se utiliza un modelo de causalidad de para probar la significancia de la relación causal entre variables, también permite comprobar si el efecto

de una variable se puede utilizar para predecir otra variable, es decir, si las variables que integran el modelo tienen cierta relación directa y causal con los gases de efecto invernadero.

Este enfoque proporciona una interpretación selecta de la causalidad de Granger como una descomposición de la interdependencia espectral y puede explicarse en la ecuación (21).

$$Z_t = [F_t \ S_t]' \quad (21)$$

Siendo un vector bidimensional de series temporales y tiene una representación VAR de orden finito de la forma $Z_t = \theta(L)Z_t$ donde $\theta(L)$ es un polinomio de rezago. Suponiendo que el sistema es estacionario, la representación del sistema es de la forma que se presenta en la ecuación (22) y (23).

$$Z_t = \phi(L)\varepsilon_t = \begin{bmatrix} \phi_{11}(L) & \phi_{12}(L) \\ \phi_{21}(L) & \phi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (22)$$

$$= \Psi(L)\eta_t = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & \Psi_{12}(L) \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{bmatrix} \quad (23)$$

Donde $\phi(L) = \phi(L)^{-1}$ y $\Psi(L) = \phi(L)G^{-1}$. Cuya representación de la densidad espectral de F_t se muestra en la ecuación (24).

$$f_{Ft}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \{ |\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2 + |\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2 \} \quad (24)$$

El modelo planteado por Geweke (1982) se define en la ecuación (25) y (26).

$$M_{St \rightarrow Ft}(\omega) = \log \left[\frac{2\pi f_x(\omega)}{|\Psi_{11}(e^{i-\omega})|^2} \right] \quad (25)$$

$$= \log \left| 1 + \frac{|\Psi_{12}(e^{-i\omega})|}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|} \right| \quad (26)$$

Donde, si $|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2 = 0$ la medida de Granger no causará F_t en la frecuencia ω .

Para el caso estacionario, la medida de causalidad resultante se expresa en la ecuación (27) y la hipótesis nula para comprobar de que S_t no causa F_t a la frecuencia ω se muestra en la ecuación (28).

$$M_{S_t \rightarrow F_t}(\omega) = \log \left| 1 + \frac{|\tilde{\Psi}_{12}(e^{-i\omega})|}{|\tilde{\Psi}_{11}(e^{-i\omega})|} \right| \quad (27)$$

$$M_{S_t \rightarrow F_t}(\omega) = 0 \quad (28)$$

Breitung y Candelon (2006) presentan la prueba reformulando la relación ente F_t y S_t en la ecuación VAR (29).

$$F_t = a_t F_{t-1} + \dots + a_p F_{t-p} + \beta_1 S_{t-1} + \dots + \beta_p S_{t-p} + \varepsilon_{1t} \quad (29)$$

6. Resultados

6.1. Objetivo específico 1

Analizar la evolución y comportamiento del comercio, la globalización, la corrupción y los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, mediante un análisis gráfico y estadístico, para conocer los factores que determinaron el comportamiento temporal de las variables.

Figura 1, presenta la evolución de los gases de efecto invernadero por kilo toneladas en Ecuador entre los años de 1980 y 2021. Se observa que las emisiones de los GEI muestran una tendencia constante a lo largo de los años. No obstante, se puede observar tuvo una disminución significativa de 2.57 en 1991, y siguió reduciéndose a 1.86 para 1993. Las emisiones de GEI en Ecuador para el 1993 fue mucho más baja que en 1980, puesto que, en 1989, la contaminación ambiental fue causada por petróleo crudo y también el resultado de derrames durante las fases de producción y transporte, especialmente en el caso del Oleoducto Transecuatoriano. Según el Gobierno de Ecuador, hasta 1989 se habían registrado 30 fugas en el oleoducto, lo que resultó en la liberación de un total de 16.800 millones de galones de crudo. Desde entonces, ha habido varios derrames importantes y roturas en los oleoductos secundarios, lo que ha causado aún más descargas en el medio ambiente. Además, se informa que existen fugas periódicas de entre 1.000 y 2.000 galones de petróleo de las tuberías que conectan los pozos con las estaciones (OEA,1997).

Por otro lado, en 1992, luego de la salida de Texaco de Ecuador, el gobierno realizó una auditoría ambiental para evaluar la situación derivada de las operaciones de la empresa. Después de que se obtuvieron los resultados del proceso, el Gobierno y Texaco llegaron a una serie de acuerdos a fines de 1994 y 1995, en los cuales la empresa se comprometió a llevar a cabo ciertas actividades para remediar los daños ambientales causados por sus operaciones en la región oriental. Estas actividades incluyeron tareas de limpieza, planes de reforestación y la creación de un fondo de un millón de dólares para proyectos aprobados por una federación indígena específica, en coordinación con la Texaco y el Ministerio de Energía y Minas (OEA,1997). La tendencia ha sido continua desde 1997, y aunque la cantidad de kilo toneladas disminuyó de 2.69 a 2.20 para el año 2010, en 2019 esta cifra volvió a aumentar a una tasa de 2.66. Este aumento se atribuye principalmente

a la inestabilidad económica, social y ambiental causada por la pandemia. Sin embargo, para los años 2020 y 2021 se observa una disminución nuevamente.

De igual manera, se muestra el comportamiento del comercio en los últimos 41 años, este presenta una tendencia positiva y con varias fluctuaciones en el periodo de análisis. A finales de la década de los noventa, debido a la caída acelerada del valor de sucre, Ecuador vivió la peor crisis de su historia, que se desató en el congelamiento de los depósitos y el quiebre de varios bancos; el PIB per cápita decreció un 8% (BBC News Mundo, 2020). Después de la adopción del dólar como moneda oficial, la economía comenzó un proceso de recuperación y para año 2008 hubo crecimiento importante, ya que en este periodo se dio un incremento en el precio del petróleo, además de una fuerte inversión pública (Banco Central del Ecuador, 2010). Para el año 2011, el comercio llegó a 78.68% con respecto al año anterior, como resultado de la recaudación tributaria, la formación bruta de capital y las exportaciones. En el año 2014 se dio un decrecimiento de 75.14%, de modo que para el año 2015 este creció tan solo un 0.79% y esta desaceleración está ligada a la caída del precio del petróleo (CEPAL, 2015). En 2020, este decrecimiento aumentó en gran medida por razones internacionales, como fue la crisis sanitaria del COVID-19 y la inestabilidad económica por la que estaba atravesando el país. El aumento del comercio en 1996 llevó a cabo a un aumento en la actividad industrial en Ecuador, lo que a su vez puede haber resultado en un aumento en las emisiones de GEI. La producción de bienes y el transporte de productos requiere energía, lo que a menudo se genera a partir de combustibles fósiles que emiten GEI.

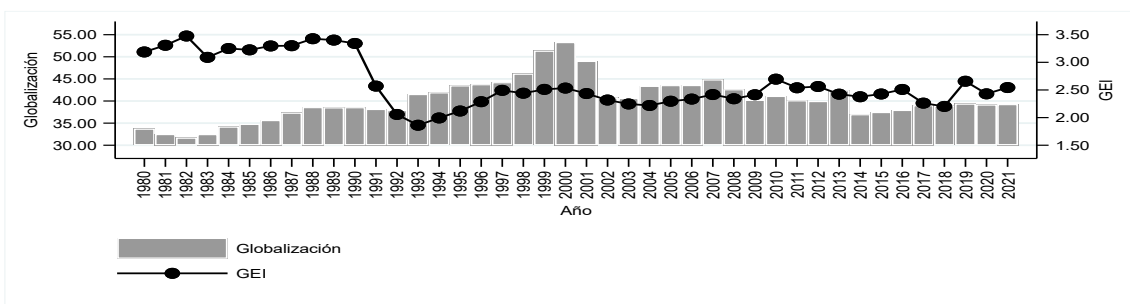
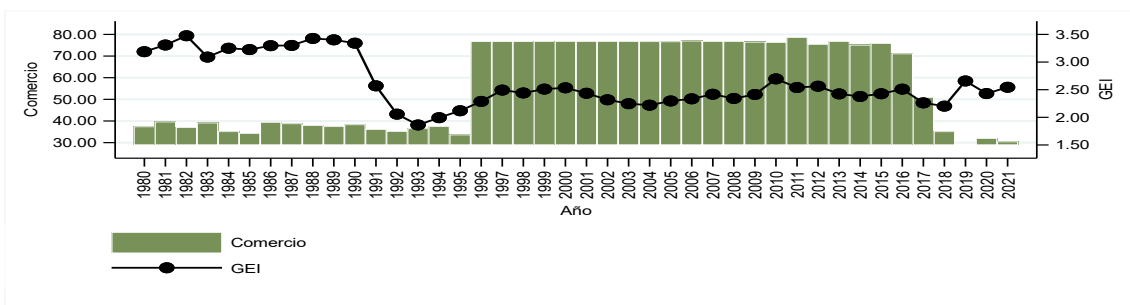
En la Figura 1, el gráfico inferior muestra el comportamiento de una variable de control, la globalización con respecto a las emisiones de GEI en los últimos 41 años, donde se puede evidenciar una tendencia irregular, de manera que en la década de los 90 la globalización en Ecuador era relativamente baja debido a una serie de factores. En primer lugar, la economía ecuatoriana estaba altamente protegida y regulada por el Estado, lo que limitaba la participación del país en el comercio internacional y la inversión extranjera. Además, Ecuador en ese momento tenía una estructura productiva muy concentrada en la exportación de materias primas, como petróleo, banano y flores, lo que limitaba su diversificación y su capacidad para participar en cadenas globales de valor. Otro factor que limitaba la globalización en Ecuador antes de los 2000 era la inestabilidad política y económica que enfrentaba el país, lo que desalentaba la inversión extranjera y la confianza de los mercados internacionales. Además, la falta de infraestructura y la baja

productividad también eran obstáculos para la integración de Ecuador a la economía global. (Bebbington y Humphreys, 2010).

Mientras que en el año 2000 existe un crecimiento significativo de la globalización debido a que durante el gobierno de Mahuad, Ecuador se convirtió en el primer país latinoamericano en adoptar la dolarización de su economía, lo que trajo consigo beneficios como el aumento del precio del petróleo, precios favorables para las exportaciones y un aumento en las transferencias de divisas gracias a la emigración masiva hacia España, Estados Unidos e Italia. Las remesas se convirtieron en la segunda fuente de divisas después de las exportaciones de petróleo, pasando de 200 millones de dólares en 1993 a 1.539 millones de dólares en 2003 (Larrea, 2009). Después, a lo largo de los años Ecuador continuó participando en la economía global a través de acuerdos comerciales con otros países y regiones, y también se benefició de la creciente demanda global por productos como el petróleo y los productos agrícolas. En 1993 el comercio internacional aumento en Ecuador, de tal manera la globalización implica un aumento en el comercio internacional, lo que a menudo implica el transporte de bienes a larga distancia. Este transporte suele realizarse mediante combustibles fósiles, lo que hizo que aumenten radicalmente las emisiones de GEI.

Figura 1.

Evolución del comercio y globalización en los gases de efecto invernadero en Ecuador, periodo 1980-2021.

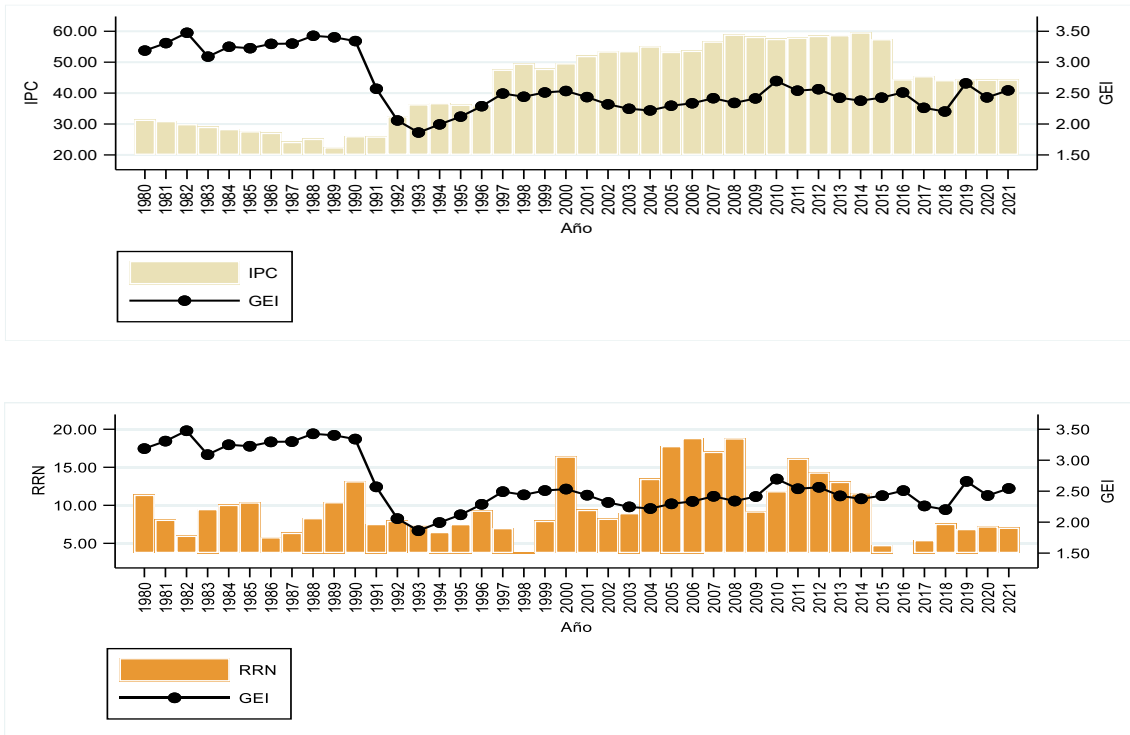


Así mismo, en la Figura 2 se presenta el comportamiento de las variables de control, en el periodo de estudio 1980 – 2021, el índice de la percepción de la corrupción, ubicado en la parte superior, oscila entre 30 y 35 entre los años 1990 y 1996, a finales de siglo XX y a inicios del XXI, Ecuador fue testigo de una elevada corrupción perpetrada por grupos políticos y económicos e impulsado por la vieja burguesía y las organizaciones populistas; para el 2000, el feriado bancario confisco más de millones de depósitos de los ecuatorianos para dar paso a la dolarización lo que desencadenó un drama social, en donde hubo suicidios por partes de los depositantes y más de dos millones de ecuatorianos migraron en busca de trabajo (Villarroel, 2015). A partir de este periodo de inestabilidad, en el año 2007, se puso fin a los momentos turbulentos, sin embargo, los actos de corrupción no cesaron en los siguientes 10 años, yendo desde las coimas, soborno, malversación de fondos, el tráfico de influencias, el abuso de funciones hasta el fraude electoral. La falta de regulaciones y cumplimiento en la década de los 90, la corrupción a menudo va de la mano con la falta de regulaciones y cumplimiento. Como las empresas en Ecuador no cumplían con las regulaciones ambientales, esto ya sea sobornando a los inspectores o funcionarios encargados de hacer cumplir las regulaciones, provocó un aumento significativo en las emisiones de GEI.

Por su parte, la renta de los recursos naturales muestra cambios significativos en el tiempo, puesto que los datos tienen cambios volátiles, esto se debe a varios factores. Uno de los factores más importantes es la fluctuación de los precios de los productos básicos en los mercados internacionales, especialmente en el caso de los recursos naturales no renovables, como el petróleo. Los precios del petróleo y otros recursos pueden variar significativamente en función de factores como la demanda global, la oferta, la producción de otros países, la política energética y las condiciones geopolíticas. Además, la renta de los recursos naturales también puede verse afectada por factores internos, como cambios en las políticas gubernamentales, la inversión en infraestructura, la exploración y la producción de nuevos recursos, y la implementación de programas de conservación ambiental. Sin embargo, la renta de los recursos naturales en Ecuador, especialmente la renta petrolera, subió en el año 2000 debido a la adopción de la dolarización de la economía, la mayor estabilidad macroeconómica y la eficiencia en la gestión de los recursos naturales, así como al aumento del precio del petróleo en el mercado internacional.

Figura 2.

Evolución de la corrupción y la renta de los recursos naturales en los gases de efecto invernadero en Ecuador, periodo 1980-2021.



Los resultados de la Tabla 3, expresan el nivel de correlación entre el logaritmo de las emisiones de gases de efecto invernadero, el comercio, la globalización, la corrupción y la renta de los recursos naturales en Ecuador durante 1980-2021. De tal manera, que entre los GEI y el comercio existe una correlación positiva fuerte (0.62), lo cual implica que a medida que el comercio aumenta, las emisiones de gases de efecto invernadero también incrementan, esto se debe, a que al aumentar el comercio lleva a un aumento en la producción de bienes, lo que a su vez puede aumentar las emisiones de GEI relacionadas con la producción, como el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂) emitidos durante la fabricación, el procesamiento y la eliminación de residuos, así también el aumento del comercio también lleva a un aumento en el consumo de energía, lo que puede aumentar las emisiones de GEI relacionadas con la producción de energía, como el CO₂ emitido por la quema de combustibles fósiles. El aumento del comercio puede tener un impacto significativo en las emisiones de GEI, pero esto puede mitigarse mediante la adopción de prácticas comerciales y tecnologías más sostenibles, como la producción y el transporte

eficientes en términos de energía, la utilización de fuentes de energía renovable y el fomento del comercio justo y responsable.

Seguidamente, las emisiones de gases de efecto invernadero y la corrupción mantienen una correlación positiva moderada (0.43), en el caso específico de Ecuador, si la corrupción aumenta, esto podría tener un impacto negativo en la capacidad del gobierno para implementar políticas y medidas efectivas para reducir las emisiones de GEI y abordar el cambio climático. Por ejemplo, los fondos destinados a proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático podrían desviarse a través de prácticas corruptas, lo que podría limitar la capacidad del país para implementar medidas efectivas para reducir las emisiones de GEI. Además, la corrupción también puede tener un impacto en la capacidad de las empresas para implementar prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Si las empresas están involucradas en prácticas corruptas, es menos probable que adopten prácticas sostenibles y se centren en maximizar las ganancias a corto plazo, lo que podría aumentar las emisiones de GEI a largo plazo.

Por otra parte, se identifica una correlación positiva débil (0.07) entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la renta de los recursos naturales, esto se debe a que en Ecuador se implementan medidas adecuadas para mitigar el impacto ambiental de la explotación de recursos naturales, como la implementación de prácticas sostenibles y la inversión en energías renovables, y por ende se minimiza el impacto en las emisiones de GEI. Además, se utiliza la renta de los recursos naturales para financiar proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático, esto tiene un impacto positivo en la reducción de las emisiones de GEI. El aumento de la renta de los recursos naturales no necesariamente conduce a un aumento en las emisiones de GEI en Ecuador, pero depende de cómo se gestionen y utilicen esos recursos.

Del mismo modo, se visualiza la existencia de una correlación positiva media (0.56) entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la globalización, puesto que, la globalización lleva a un aumento en el comercio internacional, lo que provoca el aumento de la necesidad de transporte de mercancías a través de aviones, barcos y camiones, lo que a su vez puede aumentar las emisiones de GEI relacionadas con el transporte, como el dióxido de carbono (CO₂) y el óxido nitroso (N₂O), sin embargo, esto puede mitigarse mediante la adopción de prácticas comerciales y tecnologías más sostenibles, así como mediante acuerdos internacionales y políticas nacionales para abordar el cambio climático.

Tabla 3.*Coefficiente de correlación de Pearson.*

	<i>Gases de efecto invernadero</i>	<i>Comercio</i>	<i>Corrupción</i>	<i>Renta de los recursos naturales</i>	<i>Globalización</i>
Gases de efecto invernadero	1.0000				
Comercio	0.6200	1.0000			
Corrupción	0.4287	0.8182	1.0000		
Renta de los recursos naturales	0.0764	0.4308	0.4042	1.0000	
Globalización	0.5577	0.5923	0.5125	0.2995	1.0000

6.2.Objetivo específico 2

Estudiar la relación de corto y largo plazo entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, usando modelos de cointegración, con el fin de proponer estrategias de reducción del deterioro ambiental en el largo plazo.

Con el fin de cumplir el segundo objetivo específico, para la obtención de datos confiables se procederá emplear pruebas de diagnóstico de multicolinealidad y normalidad. Con el fin de detectar la multicolinealidad se aplicará el método de Factor de Inflación de la Varianza (VIF), el cual establece que, si VIF es menor a 10, no existe el problema de multicolinealidad. Así mismo se llevan a cabo estimaciones de modelos basados en raíces unitarias, tomando en cuenta los trabajos previos de Meng et al. (2013), Mishra y Smyth (2017) y Payne et al. (2017), con el propósito de determinar la existencia de equilibrio a corto y largo plazo, así como para identificar y analizar cambios en las tendencias. Además, se aprovecha la información sobre errores no normales para aumentar la precisión y capacidad de la prueba, tal como lo sugiere Payne et al. (2017). Para medir el nivel de cointegración entre las variables, se utilizan los modelos de Hatemi-J (2008) y Maki (2012).

En la Tabla 4 se muestra la prueba de del Factor de Inflación de Varianza o Factor de Aumento de Varianza (VIF), donde los resultados arrojan una media de 2.35; lo cual nos confirma que se acepta la hipótesis nula de no multicolinealidad, debido a que el valor es inferior a 10, caso contrario de rechaza la hipótesis nula. Al descartar este problema

estadístico, se concluye que las variables son óptimas para la modelación econométrica. Se habla colinealidad si el valor calculado del Factor de Inflación sobrepasa el límite de 5, y existe multicolinealidad severa cuando el valor sobrepasa el límite de 10.

Tabla 4.

Estadísticos de multicolinealidad

<i>Variable</i>	<i>VIF</i>	<i>SQRT VIF</i>	<i>Tolerancia</i>	<i>Squared</i>
Comercio	3.54	1.88	0.28	0.72
Globalización	1.55	1.25	0.64	0.36
Corrupción	3.06	1.75	0.32	0.67
Renta recursos naturales	1.24	1.12	0.80	0.20
<i>Mean VIF</i>	2.35			

Nota. En la Tabla 4, las hipótesis nulas y alternativas pueden ser representadas respectivamente como $H_0: \alpha_1 = \alpha_2$ y $H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2$

En la Tabla 5 podemos observar los puntos de quiebre que se presentan según la prueba de raíz unitaria de LM y RALS-LM con un quiebre. Dando énfasis a las variables consideradas como primordiales en este trabajo de investigación decimos que el LM en los emisiones de gases de efecto invernadero podemos observar que existe un quiebre en el año 1991 y el valor t es de 5.94 por lo que podemos decir que es estadísticamente significativa y en RALS-LM también presente un quiebre en el año 1991, con un valor t de 6.37 por lo que es estadísticamente significativa, además, presenta un ρ^2 de 0.83 el cual es cercano a 1 por lo que si explica la varianza; en cuanto al comercio observamos que en el LM presenta un quiebre en el año 2017 y el valor t es de 6.13 por lo que podemos decir que es estadísticamente significativa, mientras que en RALS-LM presenta un quiebre en el año 2015, con un valor t de 14.41 por lo que es estadísticamente significativa, además, presenta un ρ^2 de 0.16 el cual es lejano a 1 por lo que no explica la varianza; por otro lado, en la globalización podemos observar que en el LM existe un quiebre en el año 2001 y el valor t es de 6.71 por lo que podemos decir que es estadísticamente significativa y en RALS-LM presente un quiebre en el año 2001, con un valor t de 6.82 por lo que es estadísticamente significativa, además, presenta un ρ^2 de 0.73 el cual es cercano a 1 por lo que si explica la varianza.

Tabla 5.

Resultados de raíces unitarias LM de una rotura y RALS-LM

	<i>LM</i>		<i>RALS-LM</i>		
	τ	Quiebre	τ	ρ^2	Quiebre
Gases de efecto invernadero	-5.94****	1991	-6.37***	0.83	1991
Comercio	-6.13***	2017	-14.41***	0.16	2015
Globalización	-6.71***	2001	-6.82***	0.73	2001
Corrupción	-5.98***	2008	-9.69***	0.40	2008
Renta recursos naturales	-6.23***	2004	-5.87***	0.92	2004

Nota. Rechazar la hipótesis nula de una raíz unitaria al nivel del 1%.

En la Tabla 6 podemos observar los puntos de quiebre que se presentan según la prueba de raíz unitaria de LM y RALS-LM con dos quiebres, poniendo el foco en las variables prioritarias en este estudio observamos que en el LM de las emisiones de gases de efecto invernadero existe quiebres en el año 1991 y el año 2004, y el valor t es de 6.11 por lo que podemos decir que es estadísticamente significativa y según el RALS-LM presenta quiebre en el año 1991 y el año 2004, con un valor t de 6.43 por lo que es estadísticamente significativa, además, presenta un ρ^2 de 0.85 el cual es muy cercano a 1 por lo que si explica la varianza; en el comercio podemos observar que en el LM existe quiebres en los años 2015 y 2017, y el valor t es de 6.63 por lo que podemos decir que es estadísticamente significativa y según el RALS-LM presenta quiebre en los años 2015 y 2017, con un valor t de 16.81 por lo que es estadísticamente significativa, además, presenta un ρ^2 de 0.12 el cual es muy cercano a 1 por lo que no explica la varianza; finalmente en la globalización podemos observar en el LM que existe quiebres en el año 2000 y el año 2003, y el valor t es de 7.33 por lo que podemos decir que es estadísticamente significativa y según el RALS-LM presenta quiebre en el año 2000 y el año 2003, con un valor t de 6.20 por lo que es estadísticamente significativa, además, presenta un ρ^2 de 0.91 el cual es muy cercano a 1 por lo que si explica la varianza.

Tabla 6.

Resultados de raíces unitarias LM de dos roturas y RALS-LM

	<i>LM</i>		<i>RALS-LM</i>			
	τ	Quiebre	τ	ρ^2	Quiebre	
Gases de efecto invernadero	-6.11***	1991 2004	-6.43***	0.85	1991	2004
Comercio	-6.63***	2015 2017	-16.81***	0.12	2015	2017
Globalización	-7.33***	2000 2003	-6.20***	0.91	2000	2003
Corrupción	-6.43***	2004 2014	-8.93***	0.47	2004	2014
Renta recursos naturales	-6.60***	2006 2010	-5.85***	1.00	2006	2010

Nota. Rechazar la hipótesis nula de una raíz unitaria al nivel del 1%.

Una vez estacionarizadas las variables, se procede a verificar la cointegración usando la prueba de Hatemi-J (2008) que considera las rupturas estructurales dentro de su análisis. En la Tabla 7 se presenta los resultados del test representado en las ecuaciones (6), (7) y (8); en donde podemos observar que el valor absoluto estimado en la prueba avanzada de Dickey-Fuller (ADF) y el test Z_t es mayor que el valor crítico en un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, se rechaza finalmente la hipótesis nula de no cointegración, en otras

palabras, los GEI, el comercio, la globalización, la corrupción y la renta de los recursos naturales tienen una relación de equilibrio a largo plazo. Para ser más específicos, las variables presentan un movimiento conjunto a través del tiempo. Lo que quiere decir que los programas y proyectos de desarrollo orientados a mejorar la educación, salud y en general el bienestar de la población han tenido efecto en las emisiones de GEI.

Adicionalmente, se puede ver las rupturas seleccionadas por este método que son en los años de 1993, 1996 y 2013. A partir del año 1992, el entonces presidente Sixto Durán-Ballén inició la implementación de reformas neoliberales que se centraron en la apertura comercial, la reducción del tamaño del Estado, la flexibilización financiera y la privatización. Estos cambios incluyeron medidas como la flotación de las tasas de interés, la apertura de fronteras y la libre circulación, lo que provocó una disminución de la inversión en actividades productivas que requerían financiación a largo plazo (López, 2006).

Por otro lado, el año 2013 fue un año importante para Ecuador, ya que se llevaron a cabo elecciones presidenciales y se registró una desaceleración en la actividad económica, con un crecimiento del 3.8%. Además, en agosto de ese mismo año, se decretó la liquidación de los fideicomisos de la iniciativa Yasuní-ITT y se anunció la explotación del 1% de la reserva nacional (CEPAL, 2013).

Tabla 7.

Los resultados de la prueba de cointegración Hatemi-J

	<i>Test Stat.</i>	<i>Valores críticos</i>			<i>Año de quiebre</i>	
		1%	5%	10%	Primero	Segundo
ADF	-9.07***	-8.35	-7.90	-7.71	1993	2013
Zt	-15.19***	-6.35	-7.90	-7.71	1996	2013
Za	-68.46	-140.14	-	-	1996	2013
			123.87	116.17		

Nota. - Resultados de la prueba ADF: Rechazar la hipótesis nula de no cointegración al nivel del 1%.

- Resultados de la prueba Zt: Rechazar la hipótesis nula de no cointegración al nivel del 1%.

- Resultados de la prueba Za: No se puede rechazar la hipótesis nula de no cointegración.

Con el fin de tener un segundo criterio acerca de la cointegración a largo plazo, se realizó la prueba de cointegración de Maki (2012) mencionada en las ecuaciones (9), (10) (11) y (12). En la Tabla 8 se ven los resultados, los cuatro modelos presentan un nivel de significancia del 10%, lo que nos indica que los gases de efecto invernadero, el comercio, la globalización, la corrupción y la renta de los recursos naturales tienen una relación de cointegración a largo plazo, no obstante, presenta diferentes años de rupturas. En el

modelo 0 que incluye nivel de cambio, presenta tres quiebres estructurales en 1986, 1996 y 2004. En cuanto al modelo 1 de cambio de nivel y tendencia, muestra rupturas en 1987, 1996 y 2004. Por su parte, el modelo 2 constituye el cambio de régimen, manifiesta ruptura en 1988, 1994 y 2015. Y finalmente, el modelo 3 que toma en cuenta los cambios de tendencia y de régimen, tiene rupturas estructurales en 2003, 2007 y 2015.

En este punto, El test de Maki (2012) es capaz de detectar la crisis del feriado bancario que afectó al Ecuador a finales de los años 90, la cual fue resultado de una combinación de varios factores que se venían gestando desde 1994, cuando se aprobó la Ley General de Instituciones Financieras. Dicha ley disminuyó las regulaciones en la otorgación de créditos vinculados, lo cual generó una serie de abusos por parte de los bancos. Al año siguiente, el conflicto bélico con el Perú agravó aún más la economía ecuatoriana, y años más tarde, la crisis del Sudeste Asiático provocó la quiebra de algunos bancos privados. Además, el devastador fenómeno del niño y el bajo precio del petróleo ocasionaron importantes pérdidas para el país. Todos estos factores contribuyeron al colapso de la economía ecuatoriana (Basantes, 2022).

Tabla 8.

Los resultados de la prueba de cointegración Maki

	Modelos	Estadístico de prueba	Año del punto de quiebre		
			Primero	Segundo	Tercero
GEI=f (C + G +IPC + RRN)	Modelo 0	-6.37***	1986	1996	2004
GEI=f (C + G +IPC + RRN)	Modelo 1	-6.97***	1987	1996	2004
GEI=f (C + G +IPC + RRN)	Modelo 2	-8.63***	1988	1994	2015
GEI=f (C + G +IPC + RRN)	Modelo 3	-8.40***	2003	2007	2015

Nota. Tenga en cuenta que *, ** y *** representan un nivel de 1%, 5% y 10% si es significativo.

Modelo 0: cambio de nivel

Modelo 1: cambio de nivel con tendencia

Modelo 2: cambios de régimen

Modelo 3: cambios de tendencia y régimen

Para comprobar la consistencia de los resultados, este estudio empleó el modelo de Regresión Canónica Cointegradora (CCR), FMOLS y DOLS como técnica de estimación robusta. Los resultados de la regresión canónica de cointegración se presentan en la Tabla 9. Muestran que los estimadores del modelo CCR no son consistentes con los métodos de estimación FMOLS y DOLS; es decir, los valores de los coeficientes varían, así como su grado de significancia. Considerado la variable dependiente a las emisiones de gases de efecto invernadero e independiente al comercio; y como variables de control la globalización, la corrupción y la renta de los recursos naturales.

Se observa, en el caso del comercio, que el coeficiente es positivamente significativo en las estimaciones de DOLS; en otras palabras, en un aumento del 1% en el comercio tiende a aumentar las emisiones de GEI en un 0.02%, de igual manera, en el estimador CCR y FMOLS el comercio es positivamente significativo, donde un aumento del 1% incrementa las emisiones de GEI en 0.02% y 0.03% respectivamente. En otras palabras, decimos que las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan cuando hay un incremento en el comercio. La apertura al comercio aumentará la actividad económica y por lo tanto el consumo de energía. Un aumento en la escala de la actividad económica y el consumo de energía, en igualdad de condiciones, aumentará las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, la globalización también representa una pieza clave al largo plazo, esto se refleja en nivel de significancia que muestra en los tres modelos, sin embargo, según el estimador CCR y FMOLS señalan que un aumento de la globalización, reduce las emisiones de GEI en -0.08% y -0.12%, sin embargo, en el modelo DOLS se encuentra un resultado contrario, puesto indica que la globalización tiene una relación positiva, en otras palabras, un aumento del 1% en la globalización aumenta las emisiones de GEI en 0.04%. En cuanto al coeficiente de la corrupción, en los tres estimadores presenta un impacto negativo a las emisiones de GEI, de tal forma en el modelo CCR establece que un aumento del 1% en el índice de la percepción de la corrupción, disminuye las emisiones de GEI en -0.002%. De manera contraria, la renta de los recursos naturales indica que un aumento provoca un incremento en las emisiones de GEI en los tres estimadores empleados, así pues, se puede evidenciar en los dos últimos estimadores DOLS y CCR, es decir, que un aumento de un 1% de la renta de los recursos naturales aumenta en 0.05 y 0.07 respectivamente en las emisiones de GEI.

Tabla 9.

Regresión de cointegración de FMOLS, DOLS y CCR.

	<i>FMOLS</i>	<i>DOLS</i>	<i>CCR</i>
Comercio	0.03*** (7.59)	0.02*** (8.31)	0.02*** (5.89)
Globalización	-0.12*** (-8.53)	0.04*** (5.51)	-0.08*** (-7.19)
Corrupción	-0.01 (-1.28)	-0.05*** (-8.05)	-0.002 (-0.21)
Renta recursos naturales	0.14*** (15.64)	0.05*** (7.23)	0.07*** (10.99)
Lineal	0.01* (2.00)	0.01*** (8.38)	0.004 (1.48)
Const.	-0.10	-0.16***	-0.08

	(-1.56)	(-8.08)	(-1.29)
Observaciones	40	38	40

Nota. *, ** y *** representan un nivel de significación del 1 %, 5 % y 10 %

Posteriormente, a la determinación del rezago presentado en el Anexo 2, se procedió a plantear el modelo VEC con la finalidad de identificar si existe una relación de equilibrio a corto plazo entre las variables de las emisiones de GEI, comercio, globalización, índice de percepción de corrupción y la renta de los recursos naturales descrito en las ecuaciones (16), (17), (18), (19) y (20). Se puede apreciar que, el estadístico “cell” reúne la información de los errores rezagados de cada una de las variables del modelo.

En la Tabla 10, se comprueba que el modelo conjuntamente si tiene relación a corto plazo, en donde este error rezago (cell) es estadísticamente significativo e implica un equilibrio en el corto plazo. Hasta cierto punto, en el corto plazo, el patrón de crecimiento del comercio tiene consecuencias positivas sobre las emisiones de GEI. En este caso, el modelo VEC indica que medida que aumenta el comercio en 1%, las emisiones de GEI aumentan en 0.20%, esto puede deberse a que en el corto plazo están relacionados con la dependencia de los recursos naturales, la industrialización, el transporte y la falta de regulación ambiental adecuada. La extracción y exportación de recursos naturales tienen un impacto negativo en el medio ambiente, y el aumento de la producción y el transporte de bienes y servicios aumenta la cantidad de desechos y contaminación generados por las industrias. La falta de regulación ambiental adecuada permite que las empresas no cumplan con los estándares ambientales, lo que puede aumentar la contaminación del aire, agua y suelo.

Por otro lado, a medida que el índice de percepción aumenta en 1%, las emisiones de GEI decrecen en -1.24%; con respecto a la globalización, cuando se incrementa en 1%, las emisiones de GEI aumentan en 1.35%. En caso de la renta de los recursos naturales, el corto plazo presenta un efecto positivo, es decir que si aumenta la renta de los recursos naturales también lo hace las emisiones de GEI, se especula que este se debe a la dependencia de la exportación de recursos naturales y la falta de diversificación económica que tiene Ecuador como tal. La extracción de petróleo y otros recursos naturales a menudo requiere la eliminación de grandes cantidades de desechos y la emisión de gases tóxicos al medio ambiente, lo que puede causar daños significativos a la salud humana y al ecosistema.

Tabla 10.

Modelo VEC a corto plazo

Beta	Coficiente	Erro Estad.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
_cel						
D1 GEI	1	.	.	.	.	.
D1 Comercio	.2036564	.1443354	1.41	0.000	-.0792357	.4865486
D1 Globalización	1.346459	.4867351	2.77	0.006	.3924754	2.300442
D1 Corrupción	-1.243937	.343416	-3.62	0.000	-1.91702	-.5708545
D1 RRN	1.822854	.4422231	4.12	0.000	.9561124	2.689595
_cons	.605911	.	.	.	.	.

6.3.Objetivo específico 3

Estimar la causalidad entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980–2021, mediante un modelo de causalidad, con el fin de proponer mecanismos estructurales contra la degradación ambiental en el largo plazo.

La Figura 3 ilustra la transformada de Wavelet de la siguiente manera: la línea fina y negra representa el cono de influencia (COI), que divide la trama en áreas confiables (colores completos) y no confiables (colores pálidos), indicando las regiones afectadas por los efectos de borde. La barra de color en la parte derecha de los resultados muestra el gradiente de potencia de los contornos significativos. Las áreas con colores más cálidos indican interrelaciones fuertes, mientras que las áreas con colores más fríos tienen una correlación e interrelación temporal y frecuencial más baja. El color azul indica la potencia más baja (sin correlación), mientras que el color rojo representa la potencia más alta (altamente correlacionada), distribuida en intervalos de frecuencia específicos. El cono de influencia, que tiene una forma cónica descendente y está revestido en negro, se refiere a los límites de significación y los efectos esenciales en los bordes en ambos lados. En la esquina superior izquierda se presenta un gráfico que ilustra la relación entre las variables GEI y comercio. En el gráfico, hay grupos de flechas pequeñas que indican la dirección de la asociación entre las variables. Se observan pequeñas flechas que apuntan hacia la izquierda dentro del círculo, las cuales no son muy notables en la base y tienen un color rojo en el interior. Estas flechas indican una asociación negativa (coherencia fuera de fase) entre los GEI y el comercio en la banda de frecuencia de 1 periodo, específicamente durante el período de 1985 a 1986. Se puede observar otra pequeña región en la que las flechas apuntan hacia la derecha, lo que sugiere una asociación

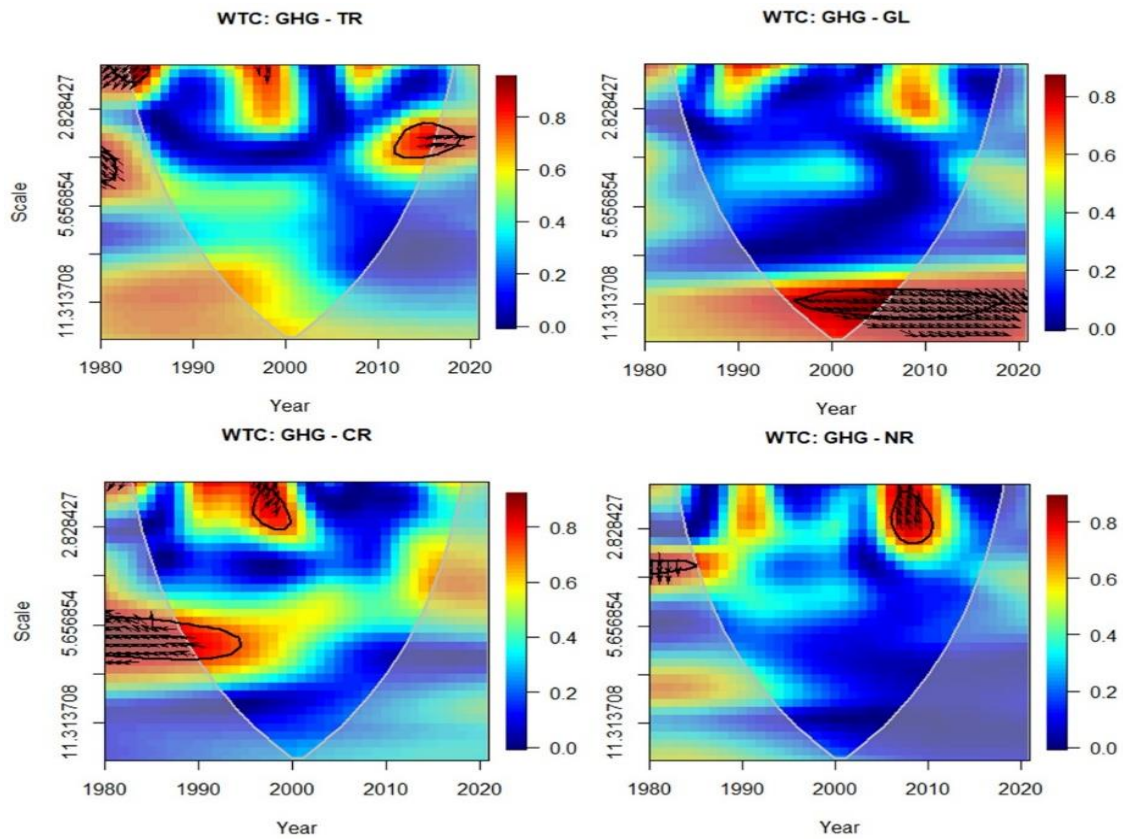
positiva entre las variables en la banda de frecuencia de 3 a 4, a partir del año 2012. El color rojo oscuro dentro del círculo indica una asociación que supera el valor de 0.80. En general, la asociación entre estas dos variables presenta una combinación de tendencias. En la parte superior derecha se presenta la transformada Wavelet de las variables de las emisiones de GEI y la globalización. Dentro del círculo se puede observar una gran región en la que las flechas apuntan hacia la derecha, lo que sugiere una asociación positiva entre las variables en la banda de frecuencia de 10 a 13, a partir del año 1996 en adelante. La presencia de color rojo oscuro dentro del círculo indica una correlación de 0.80, lo cual representa una asociación fuerte.

En la parte inferior izquierda de la Figura 3 se encuentra la transformada de Wavelet de los GEI y la corrupción. En el gráfico, se observan pequeñas flechas que apuntan hacia la izquierda dentro del círculo en mínima cuantía, las cuales no son tan notables en la base y tienen un color rojo en el interior. Estas flechas indican una asociación negativa (coherencia fuera de fase) entre los GEI y la corrupción en la banda de frecuencia de 6 periodo, específicamente durante el año de 1990. Además, se puede observar que las flechas apuntan hacia la derecha dentro del círculo y del cono de influencia. El color rojo en el interior del círculo indica una correlación superior a 0.80, lo cual representa una asociación fuerte en el rango de frecuencia de 0 a 2.82 durante los años 1995 a 1999.

Terminando, en la parte inferior derecha de la Figura 3 se muestra la transformada Wavelet de las emisiones de GEI y la renta de los recursos naturales. Se puede observar que las flechas dentro del círculo rojo, en el cono de influencia, apuntan hacia la izquierda, lo cual indica una asociación negativa en el rango de frecuencia de 0 a 3 durante el período de 2005 a 2009. Además, la tonalidad del color rojo dentro del círculo indica una correlación superior a 0.80, lo que denota una fuerte asociación entre los GEI y la renta de los recursos naturales.

Figura 3.

Transformada Wavelet los GEI, comercio, globalización, corrupción y renta de los recursos naturales en Ecuador, periodo 1970-2021.

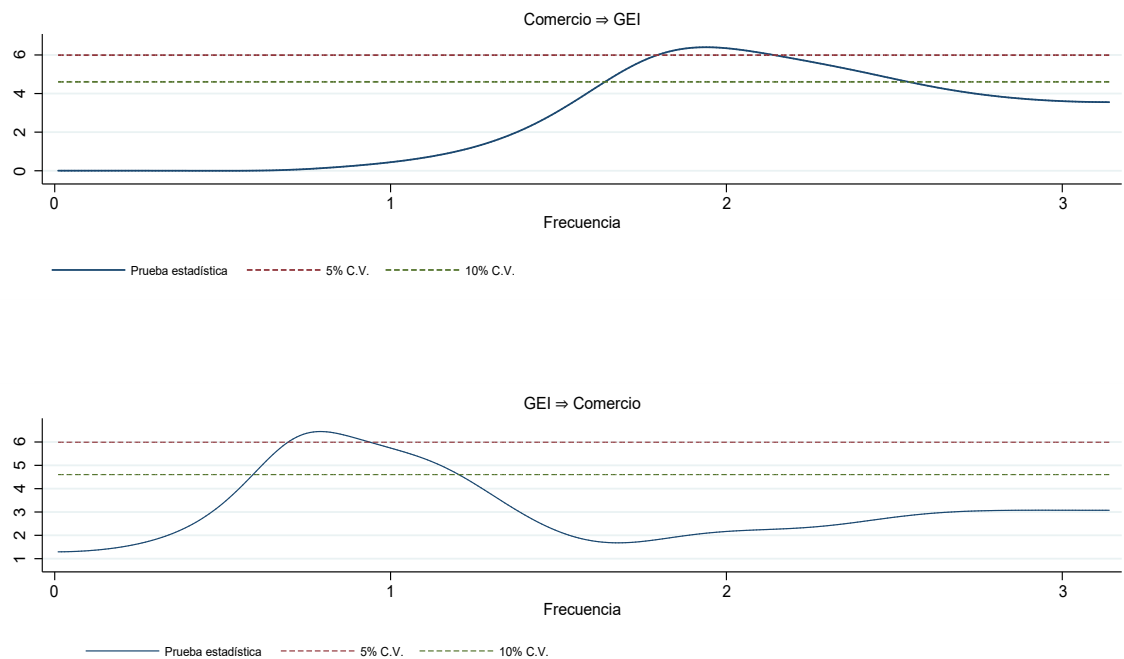


Al observar la Figura 4, se puede concluir que se presenta una relación causal bidireccional, es decir que una variable puede explicar la otra, es decir, que va del comercio a las emisiones de GEI y viceversa. En la Figura 4 superior, se puede concluir existe evidencia de causalidad entre el comercio y las emisiones de GEI en el mediano plazo (2,2), con un coeficiente de variación del 5 y 10%, donde indica que la relación entre las dos variables es bastante estable y consistente. Esto sugiere que el comercio tiene un impacto significativo en las emisiones de GEI.

Así también, en la Figura inferior se observa que existe evidencia de causalidad entre las GEI y el comercio en el corto plazo (1,1), con un coeficiente de variación del 5 y 10%, mientras que no se encontró evidencia de causalidad en el mediano ni largo plazo. Esto sugiere que, en el corto plazo, el comercio puede tener un impacto significativo en las emisiones de GEI. Es posible que esto se deba a un aumento en el transporte y la producción de bienes durante períodos de comercio intenso.

Figura 4.

Gráfico de causalidad entre el comercio y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.

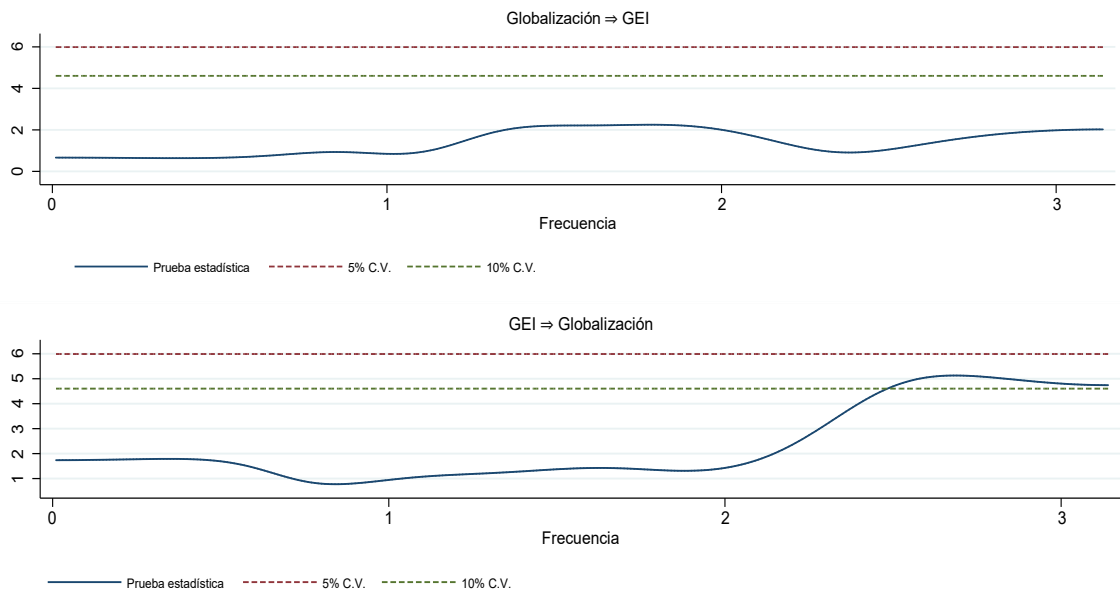


Al examinar la Figura 5 superior, se puede concluir que no se encontró evidencia de causalidad entre la globalización y las emisiones de gases de efecto invernadero en ningún plazo, ya sea corto, mediano o largo plazo. Esto sugiere que la globalización por sí sola no es suficiente para explicar las emisiones de gases de efecto invernadero y que otros factores, como la tecnología y las políticas ambientales, pueden tener un impacto significativo en las emisiones de GEI.

Por otro lado, en la Figura 5 inferior se observa que existe evidencia de causalidad entre los GEI y la globalización en el largo plazo (3,3), con un coeficiente de variación del 10%. Esto sugiere que, a largo plazo, la globalización puede tener un impacto significativo en las emisiones de GEI. Es posible que esto se deba a un aumento en la producción y el consumo de bienes y servicios a nivel mundial, lo que a su vez puede aumentar las emisiones de GEI relacionadas con la producción y el transporte de estos bienes y servicios.

Figura 5.

Gráfico de causalidad entre la globalización y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.



Al examinar la Figura 6 superior, se puede concluir que existe evidencia de causalidad entre la corrupción y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el largo plazo (3,3), con un coeficiente de variación del 10%. Esto sugiere que a largo plazo, la corrupción puede tener un impacto significativo en las emisiones de GEI. Es posible que esto se deba a que la corrupción puede afectar negativamente la implementación de políticas ambientales y la adopción de tecnologías más limpias y eficientes.

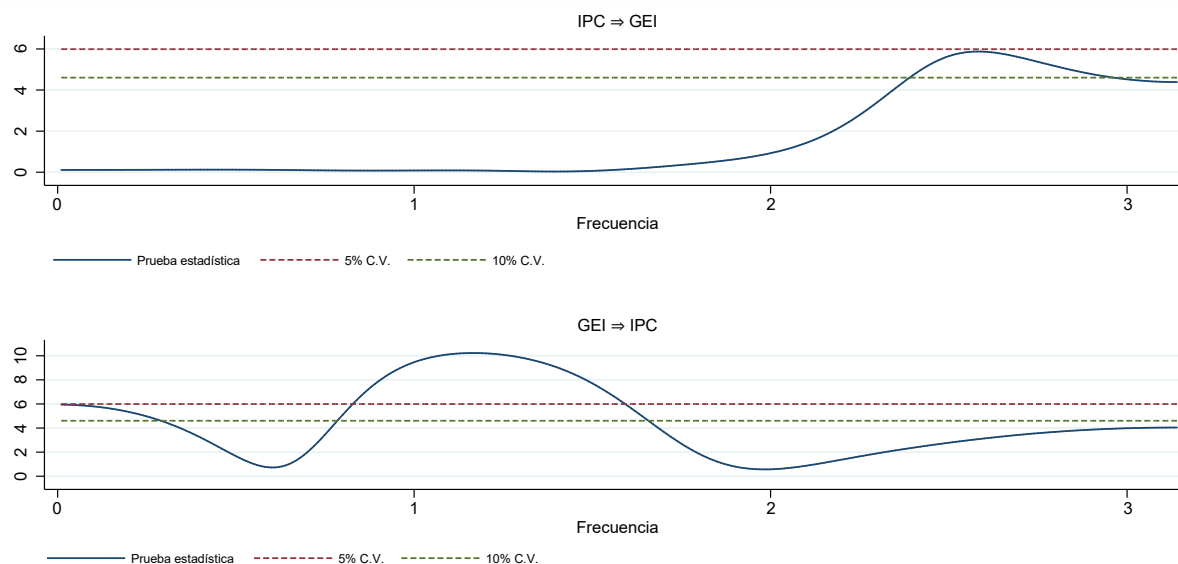
Por otro lado, en la Figura 6 inferior se observa que existe evidencia de causalidad entre los GEI y la corrupción en el corto plazo (1,1), con un coeficiente de variación del 5 y 10%. Esto sugiere que, en el corto plazo, la corrupción puede tener un impacto significativo en las emisiones de GEI. Es posible que esto se deba a que la corrupción puede aumentar la ineficiencia en la gestión de recursos y la falta de cumplimiento de las regulaciones ambientales.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la causalidad observada en la Figura 6 inferior puede estar influenciada por otros factores que no se han considerado en el análisis. Por lo tanto, se deben realizar más investigaciones para determinar la verdadera naturaleza de la relación entre la corrupción y las emisiones de gases de efecto invernadero en el corto plazo. Además, es importante tener en cuenta que el impacto de

la corrupción en las emisiones de GEI puede depender de las políticas ambientales y la tecnología utilizada en la producción y el transporte de bienes.

Figura 6.

Gráfico de causalidad entre la corrupción y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021.

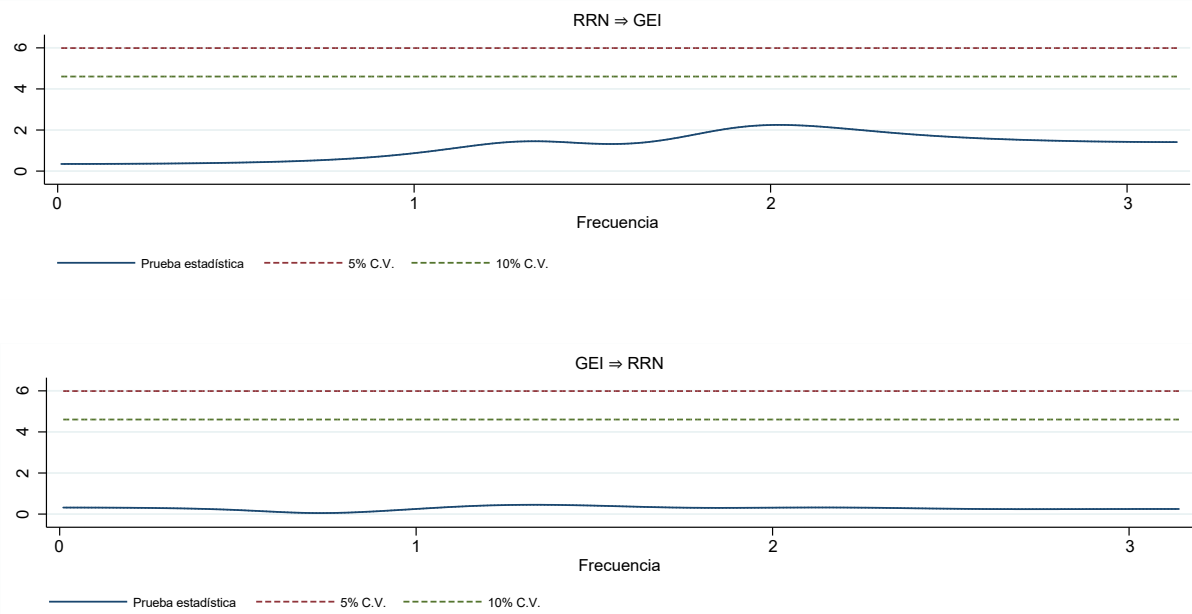


Al examinar la Figura 7 superior, se puede concluir que no se encontró evidencia de causalidad entre la renta de los recursos naturales y las emisiones GEI en ningún plazo, ya sea corto, mediano o largo plazo. Esto sugiere que la renta de los recursos naturales por sí sola no es suficiente para explicar las emisiones de GEI y que otros factores, como la tecnología y las políticas ambientales, pueden tener un impacto significativo en las emisiones de GEI.

De igual forma, en la Figura 7 inferior se observa que no se encuentra evidencia de causalidad entre la renta de los GEI y la renta de los recursos naturales en ningún plazo, ya sea corto, mediano o largo plazo. Esto sugiere que la relación entre la renta de los recursos naturales y las emisiones de GEI no es significativa y que otros factores, como la tecnología y las políticas ambientales, pueden ser más importantes para explicar las emisiones de GEI.

Figura 7.

Gráfico de causalidad entre la renta de los recursos naturales y los GEI en Ecuador, periodo 1980-2021



7. Discusión

7.1. Objetivo específico 1

Analizar la evolución y comportamiento del comercio, la globalización, la corrupción y los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, mediante un análisis gráfico y estadístico, para conocer los factores que determinaron el comportamiento temporal de las variables.

Como se pudo apreciar en la sección anterior, la evolución en el tiempo de la contaminación ambiental demuestra Ecuador mantiene una tendencia en forma de U en el año de 1980 y 1997, es decir los niveles de contaminación parecen aumentar desde 1980 a 1990, pero disminuyen en el largo plazo considerando el periodo 1991 a 2021. A lo largo de la serie temporal, se puede notar que los sectores que tienen una mayor influencia en las emisiones totales del país son los de Energía y USCUS (Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura), en donde cabe recalcar que, así como se ha controlado más el sector USCUS reduciendo sus emisiones con un 60,18% desde 1994, con una variación intertemporal promedio del 20%, las emisiones totales del sector energía ascienden radicalmente desde 1994 hasta el 2012 con un 37.594,03 Gg de CO₂-eq. En este sector la categoría Quema de combustibles aporta con el 97,95% del total del sector y la categoría Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles con el 2,05%. Los GEI considerados en este sector son CO₂, CH₄ y N₂O (MAE, 2016). A partir de la información proporcionada, se puede inferir que el sector de la energía ha sido el principal contribuyente a la producción de gases de efecto invernadero en Ecuador, esto sugiere que la actividad industrial puede requerir grandes cantidades de energía, la cual frecuentemente se obtiene a partir de combustibles fósiles, como el petróleo y el gas natural. La quema de estos combustibles fósiles es una de las principales fuentes de emisiones de GEI, lo que indica que un aumento en la actividad industrial puede llevar a un aumento en las emisiones de GEI.

La razón para que Ecuador haya experimentado bajas tasas de contaminación, se debe a cambios en la matriz energética, donde se observa una mayor participación de energía renovable y una disminución en la dependencia de combustibles fósiles. La generación de energía hidroeléctrica, solar y eólica ha aumentado en las últimas décadas; El gobierno ecuatoriano ha implementado varias políticas y programas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo incentivos para la adopción de tecnologías más

limpias, la promoción de la movilidad sostenible y la eficiencia energética en edificios y viviendas; ha implementado prácticas agrícolas más sostenibles, como la agricultura orgánica y la agroforestería, y ha promovido la movilidad sostenible a través de la inversión en transporte público y la promoción del uso de bicicletas y vehículos eléctricos. (MAE & PNUD, 2019).

En cuanto al comportamiento del comercio en Ecuador ha sido históricamente volátil debido a su papel como proveedor de materias primas y la naturaleza cíclica de su economía. El país se ha identificado como un exportador de productos como el cacao, banano y petróleo, lo que ha llevado a una serie de booms en las exportaciones de estos productos. Aunque estas exportaciones han sido una fuente importante de ingresos para el país, también han sido una fuente de inestabilidad económica debido a la dependencia del país en un número limitado de productos. El Banco Central del Ecuador (BCE) (2010) ha informado que el PIB del país representó el 0.16% del PIB mundial en 2009. El período entre 1990 y 2009 fue particularmente volátil debido a las fluctuaciones en el precio del petróleo, que fueron causadas por factores como fenómenos climáticos, variaciones en el valor del dólar y factores especulativos. Estas fluctuaciones han afectado significativamente la economía del país, lo que ha llevado a períodos de crecimiento y recesión. Es importante destacar que la dependencia de Ecuador en las exportaciones de materias primas ha sido un obstáculo para la diversificación de su economía y la creación de empleos de calidad. La falta de diversificación económica ha llevado a una economía vulnerable a las fluctuaciones en los precios de los productos básicos, lo que ha llevado a una volatilidad económica y a la falta de estabilidad en el país.

Sin embargo, los resultados obtenidos muestran un aumento constante en el desarrollo económico de Ecuador a partir de los años 2000 hasta 2014, seguido de un descenso a partir de entonces. Según el BCE (2010), este aumento se debió a los precios del crudo nacional, que oscilaron entre 20 y 30 dólares por barril en estos años, pero que superaron los 100 dólares en 2008. Durante los años 2004 y 2008, se produjo un mayor crecimiento del comercio y, por lo tanto, un mayor desarrollo económico. Estos resultados coinciden con lo expuesto por el BCE, ya que los precios fluctuantes de los principales productos de exportación, en especial el crudo ecuatoriano, afectan significativamente al desarrollo económico del país. La dependencia de Ecuador en los precios del petróleo ha sido un obstáculo para la diversificación de su economía y la creación de empleos de calidad.

Se puede evidenciar que desde 1994 a medida que el comercio aumenta los GEI también incrementaron relativamente, se deduce que el aumento del comercio en 1996 en Ecuador tuvo un impacto significativo en la actividad industrial del país, lo que a su vez dio como resultado un aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Seguidamente, los resultados obtenidos indican que las variables principales mantienen una correlación positiva, es decir, que en Ecuador el incremento del comercio incide positivamente en las emisiones de gases de efecto invernadero. Es decir que, un mayor comercio significa que hay una mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, especialmente si se utilizan medios de transporte que no son amigables con el medio ambiente. En Ecuador, la exportación de materias primas, especialmente petróleo, ha sido una de las principales fuentes de ingresos para el país, pero también ha tenido un impacto negativo en el medio ambiente. La explotación de petróleo ha causado la contaminación de ríos, suelos y ecosistemas naturales, lo que ha afectado la salud de las comunidades locales y la biodiversidad del país. Esta relación coincide con lo manifestado por según el estudio realizado por Dong y Zhang (2023) con su estudio realizado en China; la apertura del China Railway Express ha contribuido a la contaminación ambiental en las ciudades chinas. Además, otro estudio basado en la heterogeneidad regional ha mostrado que la apertura del China Railway Express ha tenido un impacto negativo e insignificante en la calidad ambiental en el este de China, pero ha aumentado significativamente la contaminación ambiental en las regiones central y occidental. Así mismo, Furkan et al. (2023), en su artículo de investigación sobre Emisiones de gases de efecto invernadero, PIB, educación terciaria y estado de derecho, concluyen que, en los países de ingresos bajos y medios, las emisiones de gases de efecto invernadero están altamente relacionadas con el PIB, y que el coeficiente negativo para la educación terciaria indica que su presencia se asocia con una reducción de las emisiones. En contraste, en los países de ingresos altos, las altas tasas de ingresos y educación se relacionan con un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso de la corrupción y la globalización, han mostraron grado de relación mediana alta con las emisiones de gases de efecto invernadero. Se pudo apreciar que entre la corrupción y los GEI mantienen una correlación positiva moderada (0.43); igualmente, entre la globalización y los GEI se visualiza la existencia de una correlación positiva media (0.56). Esto empatiza con lo expuesto por Ganda (2020) quien menciona que los

dos indicadores de corrupción muestran armoniosamente que la corrupción Granger provoca el estado actual de sostenibilidad ambiental en las economías del sur de África, y viceversa. Así mismo, Wu et al. (2021) enfatizaron que el análisis de heterogeneidad regional muestra que existe un impacto positivo significativo de la contaminación ambiental en la tasa de delincuencia en las regiones oriental y occidental de China.

7.2. Objetivo específico 2

Estudiar la relación de corto y largo plazo entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980-2021, usando modelos de cointegración, con el fin de proponer estrategias de reducción del deterioro ambiental en el largo plazo.

En los resultados obtenidos en la prueba de cointegración de Hatemi-J (2008) y Maki (2012) se obtuvo que existe cointegración a largo plazo entre las variables de emisiones de gases de efecto invernadero, comercio, corrupción, globalización y renta de los recursos naturales. Tomando en cuenta los resultados obtenidos, el comercio tiene un impacto positivo a largo plazo, pero negativo en el corto plazo, esto está en congruencia con lo encontrado por Liu et al. (2022), ya que, en su estimación para Pakistán, tomando un periodo de tiempo de 1980 a 2017, utilizando las pruebas de Bayer y Hanck indican que el comercio, el uso de energía y la contaminación ambiental tienen cointegración a largo plazo. Datos similares a los extraídos por Zhang et al. (2017) afirman que el comercio internacional está contribuyendo a la globalización de las emisiones y la contaminación a largo. En esta misma línea, Wang et al. (2019) también encontraron que las emisiones netas de carbono incorporadas en el comercio chino-alemán tuvieron un incremento significativo de contaminación tras el acuerdo de China con la Organización Mundial del Comercio.

Contrario a esto Güven y Özdilek (2023), no encontraron la existencia de vectores de cointegración entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el comercio, es decir, no existe una relación a largo plazo entre las variables. En cambio, Karasoy y Akçay (2019) argumentan que el crecimiento económico impulsado por el comercio genera una mayor demanda de calidad ambiental, ya que ésta se considera un bien normal. Asimismo, destacan que el comercio también podría promover la adopción de tecnologías eficientes y respetuosas con el medio ambiente mediante la transferencia de tecnología. Igualmente, Shen et al. (2023) examinaron los datos de varias ciudades chinas a nivel de prefectura

desde 2003 hasta 2018 para evaluar los efectos reales de la reducción de emisiones del sistema de comercio de emisiones en las ciudades mineras utilizando el método de diferencias en diferencias. Los resultados indican que el sistema de comercio de emisiones tuvo éxito en la reducción de las emisiones contaminantes en las ciudades mineras, principalmente a través de la comercialización e innovación tecnológica.

Seguidamente, la globalización presenta cointegración tanto a corto como largo plazo, esto va en concordancia con lo obtenido por Deng et al. (2022) concluyen que en los países de ingresos medianos bajos, las entradas de inversión extranjera directa provocan una mayor contaminación ambiental antes y después del umbral, y en cuanto al desarrollo financiero, antes y después de los niveles de umbral aumenta y disminuye la contaminación ambiental y la globalización social incrementa la contaminación ambiental en los países seleccionados. Al contrario, Ulucak y Baloch (2023) expresaron que, en largo plazo, validan que las tecnologías relacionadas con el medio ambiente son útiles para reducir la contaminación y mejorar significativamente la calidad ambiental. De igual forma, Hao et al. (2022) utilizando FMOLS, DOLS y pruebas de causalidad de Granger de panel, señalan que el crecimiento económico exacerba la contaminación ambiental, mientras que la globalización económica y la energía nuclear tienden a mejorar la calidad ambiental, y se verifica la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental en forma de U invertida.

Por otro lado, el IPC, que indica que 0 es altamente corrupto y 100 es muy transparente, también es un elemento fundamental que incide en el nivel de violencia de un país, en el caso de este estudio se obtuvo una cointegración a largo y corto plazo con un impacto positivo, es decir un aumento en el IPC, resulta en un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Ganda (2020), presentan una postura similar, ya que su estudio para 16 países de la región sur de África, en el cual, usaron datos del periodo de 2010 – 2017, encontrando que los dos indicadores de corrupción están relacionados con el estado actual de la sostenibilidad ambiental en las economías del sur de África, y que la corrupción puede afectar negativamente la sostenibilidad ambiental en el corto plazo. Además, se encontró una relación bidireccional entre la corrupción y la sostenibilidad ambiental, sugiriendo que la mejora de la sostenibilidad ambiental puede ayudar a reducir la corrupción en la región. Wu et al. (2021) concuerda con este resultado, ya muestra que existe un impacto positivo significativo de la contaminación ambiental en la tasa de delincuencia en las regiones oriental y occidental de China, pero no en la región central.

Si bien esto es cierto, una buena gobernanza y eficiencia en el actuar del Estado es primordial para la implementación de medidas que contrarresten las emisiones de gases de efecto invernadero, en este caso los resultados han mostrado una relación negativa y estadísticamente significativa al corto y largo plazo. Este resultado es coherente con los obtenidos por Cordier et al. (2021), quienes establecieron una conexión entre una gobernanza efectiva y la contaminación ambiental. Demostraron que una mejora en las políticas de control de la corrupción podría disminuir el manejo inadecuado de residuos plásticos en un 28%, mientras que un aumento en el número de años de educación podría reducir el manejo inadecuado de residuos plásticos en un 44%.

Tras realizar una discusión académica exhaustiva sobre el problema planteado al inicio de la investigación, se confirma que la hipótesis planteada es válida. Por lo tanto, se ha demostrado que el comercio tiene un efecto significativo tanto a corto como a largo plazo sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador. Como resultado, se rechaza la hipótesis de no cointegración y se acepta la hipótesis alternativa de la existencia de cointegración.

7.3. Objetivo específico 3

Estimar la causalidad entre el comercio, la globalización y la corrupción con los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980–2021, mediante un modelo de causalidad, con el fin de proponer mecanismos estructurales contra la degradación ambiental en el largo plazo.

Según los hallazgos de la investigación, se pudo concluir que el comercio es una variable que tiene un efecto significativo en el aumento o disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país durante el periodo analizado. Además, se encontró que las emisiones de gases de efecto invernadero también tienen un impacto en los cambios que se presentan en el comercio ecuatoriano.

Entonces el comercio si es una variable que causa el aumento o descenso de las emisiones de gases de efecto invernadero del país durante el periodo de análisis, ya que el aumento del comercio tiene un impacto significativo en la contaminación, especialmente en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de residuos. El transporte de bienes por carretera, ferrocarril, mar o aire es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero, que contribuyen al cambio climático. Además,

los productos que se comercian a menudo requieren empaquetado, lo que puede generar grandes cantidades de residuos difíciles de reciclar y que pueden terminar en vertederos o en el medio ambiente. La agricultura, una industria clave en Ecuador, también puede contribuir a la contaminación debido al uso de pesticidas y fertilizantes químicos, que pueden contaminar suelos y cuerpos de agua. En este marco, Campo (2018) encontró que el comercio internacional ha promovido la degradación de los ambientes urbanos y ha afectado la seguridad ambiental, lo que a su vez implica una amenaza a la seguridad humana. En las últimas décadas, este tipo de intercambio comercial ha aumentado significativamente debido a la accesibilidad, los acuerdos comerciales y las nuevas tecnologías.

Por otro lado, las emisiones de gases de efecto invernadero influyen en los cambios en el comercio ecuatoriano, de igual forma se presenta una relación causal a largo plazo de las emisiones de GEI hacia la globalización. En este sentido, se refleja que las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la industria y el transporte en Ecuador están contribuyendo al cambio climático, lo que a su vez puede afectar la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. El cambio climático afecta la disponibilidad de recursos naturales, como agua y tierra cultivable, lo que puede tener un impacto en la producción agrícola y en el comercio de productos agrícolas. También hay efectos indirectos, como el aumento de los precios de la energía y la disminución de la productividad, que afectan el comercio.

Encontrando una relación causal bidireccional en dichas variables, se contrasta con las siguientes investigaciones, los resultados de la causalidad de Oryani et al. (2022) usando la prueba de causalidad espectral de Granger de Breitung-Candelon, mostraron que el déficit ecológico está relacionado con pobreza energética (EPI), desarrollo financiero (FD) y PIB real per cápita (RGDP)pc a corto y largo plazo. Por otro lado, Sarkodie (2022) utilizando la prueba de causalidad espectral de Granger de Breitung-Candelon para 96 modelos, donde los resultados empíricos encontraron una relación a corto plazo entre las energías renovables y el crecimiento económico, lo que sugiere un fuerte efecto de la riqueza en el consumo de energía renovable. Se confirmó una fuerte huella de metal controlado por carbón metalúrgico a largo plazo a través de la fabricación de acero y una estructura económica basada en la energía impulsada por el carbón y hubo evidencia de que el consumo de minerales metálicos predice el crecimiento económico, el nivel de ingresos y el consumo de energía renovable, mientras que causa contaminación del aire

ambiental. Además, usando un experimento basado en Redes Neuronales Artificiales y la prueba de causalidad espectral de Granger de Breitung-Candelon, Magazzino et al. (2021) hallaron un resultado similar, pues, encuentran resultados que implican cómo el crecimiento económico, identificable por cambios en el PIB per cápita, afecta la aceleración y la velocidad de la señal neuronal con emisiones de desechos.

En contraste, el estudio presentó los resultados donde se detectó la relación causal entre las emisiones de GEI y la globalización, los mismos que se asemejan al estudio de Deng et al. (2022), utilizando pruebas de causalidad de Granger (1969), mostraron relaciones causales entre las variables de interés, es decir, identifica que la globalización social incrementa la contaminación ambiental en los países seleccionados del estudio. De igual forma, los resultados de la de la causalidad de Hao et al. (2022) usando el método de Granger, mostraron una relación causal unidireccional entre la globalización económica y la energía nuclear con las emisiones de CO₂.

Analizando la causalidad bidireccional entre la corrupción y las emisiones de GEI, encontramos el estudio realizado por Rahman y Alam (2022) en países asiáticos, aplicando la causalidad de Granger por pares, encontraron que la corrupción, la innovación tecnológica, la globalización y el PIB aumentan, mientras que la energía renovable y el cuadrado del PIB reducen las emisiones de CO₂ en las áreas de estudio. Asimismo, Balsalobre-Lorente et al. (2023) encontraron relaciones de causalidad bidireccionales entre la huella ecológica y el desarrollo financiero, políticas ambientales estrictas, corrupción, fuentes de energía renovables, inversión extranjera directa y apertura comercial.

Finalmente, el estudio no detectó ninguna relación causal entre la renta de los recursos naturales y las emisiones de GEI, contrario a los resultados obtenidos por Mesagan y Vo (2023) quienes emplearon la técnica del grupo de medias de efectos correlacionados comunes (CCEMG), se confirma que la renta de los recursos naturales aumenta la contaminación en África. Hassan et al. (2022) también encuentran un efecto similar, haciendo uso del modelo de corrección de equilibrio de conmutación de Markov para la estimación a largo plazo y el enfoque de aprendizaje automático de mínimos cuadrados regularizados basado en kernel, para establecer la dirección de causalidad para las variables en este estudio, encontraron que aunque los recursos naturales y la incertidumbre política económica respaldan el crecimiento económico, son perjudiciales para la calidad ambiental. En estudios más recientes se encontraron resultados similares,

donde Chukwunonso et al. (2023) al aplicar la prueba de causalidad de Granger, descomposición de la varianza y técnicas de respuesta de impulso, tomando en cuenta el efecto a largo plazo de las rentas de los recursos naturales, el desarrollo económico y el consumo de energía en las emisiones de carbono y sus interacciones en el panel global de 159 países divididos en seis continentes de 2000 a 2019, se encontró que la renta de los recursos naturales promueve la contaminación ambiental en Asia.

8. Conclusiones

Posterior al cumplimiento de los objetivos y dar validez a cada una de las hipótesis planteadas en este estudio de investigación, se desglosan las siguientes conclusiones.

En análisis del comportamiento y evolución de las emisiones de GEI en el Ecuador, durante el periodo de 1980 al 2021, muestra que, las emisiones de GEI han disminuido significativamente en algunos momentos, como en 1991 y 1993, debido a la reducción de la contaminación ambiental causada por el petróleo crudo y los derrames durante las fases de producción y transporte. También se observa que la globalización, el comercio y la adopción del dólar como moneda oficial han sido factores importantes en el crecimiento económico de Ecuador, pero también han llevado a un aumento en las emisiones de GEI debido al transporte de bienes a larga distancia y el uso de combustibles fósiles. Por último, se destaca que la pandemia del COVID-19 y la inestabilidad económica han afectado negativamente el comercio y la economía ecuatoriana, pero también han llevado a una disminución en las emisiones de GEI en los años 2020 y 2021. En cuanto a la correlación entre las variables, se encontró un fuerte grado de asociación entre comercio y las emisiones de GEI para Ecuador en el periodo de análisis, sin embargo, se corrobora que el IPC y la globalización tienen un moderado grado de asociación con un nivel de significancia del 5%. Es decir, la adopción implementar políticas y medidas efectivas y sostenibles por parte del gobierno, influye en las emisiones de GEI. Conforme a lo mencionado con anterioridad, se acepta la hipótesis de la existencia de correlación entre las emisiones de GEI y el comercio.

Haciendo referencia a la relación de corto, se encontró que el rezago (cell) es estadísticamente significativo, lo que implica la existencia de un equilibrio a corto plazo entre las series temporales. Considerando que, hasta cierto punto, en el corto plazo, el patrón de crecimiento del comercio tiene consecuencias positivas sobre la contaminación ambiental. Sin embargo, en este caso el modelo VEC indica que medida que aumenta el comercio en 1%, las emisiones de GEI aumentan en 0.20%, esto puede deberse a que la dependencia de los recursos naturales, la industrialización, el transporte y la falta de regulación ambiental adecuada surten efecto a largo plazo. Para detección de la relación del largo plazo se lo hizo por medio de la aplicación de las pruebas de cointegración de Maki y Hatemi-J, se determinó la existencia de cointegración a largo plazo entre el comercio y las emisiones de GEI durante el periodo de 1980 a 2021, y esta relación es estadísticamente significativa, es decir que el incremento o disminución del comercio

afecta al comportamiento de las emisiones de GEI. Además, se han presenciado rupturas estructurales en los años 2007, 2009, y 2015, en los dos primeros años se debe a que hubo un cambio de régimen y con ello una nueva postura política, mientras que, en el año 2015, está relacionado con la baja del precio del petróleo, que continuaría en los siguientes años. En lo que se refiere a lo mencionado, se puede aceptar la hipótesis de cointegración entre las emisiones de GEI y el comercio. Por lo que resulta de vital importancia la implementación de políticas encaminadas a mitigar y corregir estos problemas en el corto y largo plazo.

Además, tenemos el análisis de causalidad en donde se aplicó la prueba de Breitung y Candelon en donde se indica que en Ecuador la causalidad se genera del comercio hacia las emisiones de GEI y viceversa, es decir es bidireccional, este comportamiento es el que se espera que suceda, ya que el comercio es esencial para el funcionamiento de la economía mundial y puede ser un motor importante de crecimiento económico, no obstante, también tiene impactos negativos en el medio ambiente, de modo que si se incrementa el comercio en el país, se entiende que la producción de bienes incrementaría, y de esta manera puede generar contaminación en forma de residuos y emisiones de gases tóxicos, especialmente en sectores como la minería y la producción de petróleo, de igual manera el transporte de mercancías implica el uso de vehículos que emiten contaminantes, y la importación de bienes desde otros países puede generar aún más contaminación y el aumento del comercio puede aumentar también la demanda de bienes y servicios que generan contaminación, como alimentos procesados y envasados que generan más residuos y envases plásticos.

Finalmente, se concluye que durante el periodo de estudio se pudo comprobar que el comercio, la corrupción y la globalización tienen un efecto positivo sobre los gases de efecto invernadero. De tal forma, Ecuador pese a ser una economía en desarrollo presenta manifestaciones bastante alentadoras de contaminación ambiental, pues, al aumentar la demanda global de materias primas, ha provocado una expansión del comercio y la industria extractiva en Ecuador, añadiéndole a esto la mala gestión de los recursos naturales y la falta de aplicación de las leyes ambientales por parte del gobierno, repercute directamente en la degradación ambiental, cambio climático, y por ende también en la salud pública. Esto podría incluir la implementación de regulaciones más rigurosas para la gestión de los recursos naturales y la prevención de la contaminación ambiental, así como la promoción de prácticas sostenibles en la extracción de recursos naturales.

9. Recomendaciones

Después de la realización del trabajo de investigación se formula las siguientes recomendaciones de acuerdo a las conclusiones planteadas.

La contaminación ambiental es un problema que afecta no solo al crecimiento económico, sino también al desarrollo de una nación, ya que tiene un impacto negativo en la salud de las personas, la vida silvestre y el medio ambiente en general. Por tanto, se recomienda que el gobierno ecuatoriano tome medidas efectivas y sostenibles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el país, especialmente en sectores como la producción y transporte de petróleo crudo y otros recursos, así como en el transporte de bienes a larga distancia. Es necesario buscar alternativas más sostenibles para el crecimiento económico, como el desarrollo de fuentes de energía renovable y la promoción de prácticas comerciales más sostenibles, como la producción y el transporte de bienes con menor impacto ambiental, a través de incentivos y regulaciones que promuevan la sostenibilidad de la cadena de suministro. Además, se debe seguir promocionando la investigación y desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles en el país, a través de incentivos y financiamiento para empresas y universidades.

En el corto plazo, es esencial que el gobierno fortalezca la regulación y aplicación de la ley ambiental para asegurar que las empresas y las personas actúen de manera responsable con el medio ambiente, asignando recursos adecuados y personal capacitado para la aplicación de la ley, estableciendo mecanismos efectivos para monitorear y hacer cumplir las regulaciones ambientales, imponiendo sanciones adecuadas a las empresas que violen las regulaciones y promoviendo la transparencia y participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales. Además, tanto el gobierno como las empresas deben promover prácticas sostenibles en todos los sectores, desde la agricultura y la industria hasta el transporte y la construcción, mediante la adopción de tecnologías más limpias, la reducción del consumo de energía y la gestión adecuada de los residuos. Asimismo, es crucial fomentar la educación y la conciencia ambiental en la sociedad a través de campañas de sensibilización y programas educativos en las escuelas y universidades. Por último, el gobierno puede invertir en transporte sostenible, incluyendo la promoción del transporte público, la construcción de infraestructura para bicicletas y peatones, y el fomento de vehículos eléctricos y de combustible limpio, lo que contribuiría a reducir la contaminación del aire y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales.

Mientras que en el largo plazo, es fundamental que el gobierno promueva una transición hacia una economía verde que fomente el desarrollo sostenible y el crecimiento económico a través de prácticas sostenibles, mediante la implementación de políticas que fomenten la innovación y la adopción de tecnologías más limpias, la promoción de prácticas sostenibles en la agricultura y la industria, y la inversión en energías renovables. Asimismo, el gobierno debe establecer objetivos ambiciosos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y desarrollar políticas para alcanzarlos, promoviendo tecnologías más limpias y mejorando la eficiencia energética en todos los sectores, así como la energía renovable y la movilidad sostenible. Además, es vital que el gobierno tome medidas para proteger la biodiversidad y los ecosistemas naturales del país, creando áreas protegidas, promoviendo prácticas sostenibles en la agricultura y la pesca, y evitando la contaminación de los ríos y océanos.

Finalmente, para abordar la problemática de la contaminación ambiental en Ecuador, es fundamental establecer una regulación adecuada que permita controlar las emisiones de gases tóxicos y residuos generados por la producción y el transporte de bienes, especialmente en sectores como la minería y la producción de petróleo. En este sentido, el gobierno podría establecer un sistema de seguimiento y monitoreo de la calidad del aire y agua en las zonas donde se lleva a cabo la explotación de recursos naturales, con el fin de detectar y prevenir la contaminación ambiental. También, se deben promover políticas que reduzcan la dependencia de los combustibles fósiles y se fomente la adopción de prácticas comerciales más sostenibles, mediante la promoción de prácticas como el reciclaje, la reutilización y la reducción de residuos, con el fin de disminuir la cantidad de basura que se genera y reducir el impacto ambiental. Además, es necesario fomentar la educación y concientización de la sociedad sobre la importancia de la sostenibilidad y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, esto puede lograrse mediante la promoción de prácticas más sostenibles en la vida cotidiana, como la adopción de hábitos más sostenibles en la alimentación y el consumo de bienes, mediante la adopción de una dieta equilibrada, basada en alimentos de origen vegetal, reduciendo el consumo de carne y productos lácteos, que tienen un alto impacto ambiental.

10. Bibliografía

- Adom, P. K., Amakye, K., Barnor, C., & Quartey, G. (2015). The long-run impact of idiosyncratic and common shocks on industry output in Ghana. *OPEC Energy Review*, 39(1), 17-52.
- Alvarado, R., Tillaguango, B., Dagar, V., Ahmad, M., Işık, C., Méndez, P., & Toledo, E. (2021). Ecological footprint, economic complexity and natural resources rents in Latin America: Empirical evidence using quantile regressions. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128585.
- Amarawickrama, H. A., & Hunt, L. C. (2007). Electricity demand for Sri Lanka: A time series analysis. *Surrey Energy Economics Discussion Paper Series, No.118*.
- Appiah, K., Worae, T. A., Yeboah, B., & Yeboah, M. (2022). The causal nexus between trade openness and environmental pollution in selected emerging economies. *Ecological indicators*, 138, 108872.
- Asako, K. (1979). Environmental pollution in an open economy. *Economic record*, 55(4), 359-367.
- Bacha, E. L. (1979). *The Kuznets curve and beyond: Growth and changes in inequalities* (pp. 52-88). Palgrave Macmillan UK.
- Balsalobre-Lorente, D., Abbas, J., He, C., Pilař, L., & Shah, S. A. R. (2023). Tourism, urbanization and natural resources rents matter for environmental sustainability: The leading role of AI and ICT on sustainable development goals in the digital era. *Resources Policy*, 82, 103445.
- Balsalobre-Lorente, D., Topaloglu, E. E., Nur, T., & Evcimen, C. (2023). Exploring the linkage between financial development and ecological footprint in APEC countries: A novel view under corruption perception and environmental policy stringency. *Journal of Cleaner Production*, 137686.
- Bárcena, A., Samaniego, J., Núñez, W. P., & Alatorre, J. E. (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿ seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?. United Nations.

- Bebbington, A., & Humphreys Bebbington, D. (2010). An Andean Avatar: Post-neoliberal and neoliberal strategies for promoting extractive industries. *Available at SSRN 1684540*.
- Bekhet, H. A., & Yasmin, T. (1990). Disclosing the relationship among CO2 emissions, energy consumption, economic growth and bilateral trade between Singapore and Malaysia: An econometric analysis. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 7(9), 2529-2534.
- Campo, C. C. (2018). Relación entre los procesos de urbanización, el comercio internacional y su incidencia en la sostenibilidad urbana. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 11(22), 1-29.
- Chukwunonso, B. P., Li, S., Ampofo, G. K. M., & Sangare, I. (2023). A continental and global assessment of the role of energy consumption, total natural resource rent, and economic growth as determinants of carbon emissions. *Science of The Total Environment*, 164592.
- Coase, R. (1960). The Journal of LAW c. *Journal of Law and Economics*, 3, 1-44.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). Urbanización, redistribución espacial de la población y transformaciones socioeconómicas en América Latina. CEPAL. ISBN: 9213220758
- Cordier, M., Uehara, T., Baztan, J., Jorgensen, B., & Yan, H. (2021). Plastic pollution and economic growth: The influence of corruption and lack of education. *Ecological economics*, 182, 106930.
- Deng, Q. S., Alvarado, R., Cuesta, L., Tillaguango, B., Murshed, M., Rehman, A., & López-Sánchez, M. (2022). Asymmetric impacts of foreign direct investment inflows, financial development, and social globalization on environmental pollution. *Economic Analysis and Policy*, 76, 236-251.
- Dong, W. Y., & Zhang, Z. B. (2023). Is China's international trade exacerbating urban environmental pollution? A quasi-natural experiment based on the opening of the CHINA RAILWAY Express. *Journal of Cleaner Production*, 406, 137159.
- Essien, A. (1980). An empirical analysis of energy consumption, CO2 emissions and economic growth: The Nigerian case: 1980-2009. *CO2 Emissions and Economic Growth: The Nigerian Case, 2009*.

- Evans, O., & Mesagan, E. P. (2022). ICT-trade and pollution in Africa: Do governance and regulation matter?. *Journal of Policy Modeling*, 44(3), 511-531.
- Fourier, J. B. J. (1824). *Théorie du mouvement de la chaleur dans les corps solides*.
- Fujiwara, E. O. (2010). Energía y medio ambiente. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, (9), 51-65.
- Fu, H., Guo, W., Sun, Z., & Xia, T. (2023). Asymmetric impact of natural resources rent, monetary and fiscal policies on environmental sustainability in BRICS countries. *Resources Policy*, 82, 103444.
- Fu, R., & Liu, J. (2023). Revenue sources of natural resources rents and its impact on sustainable development: Evidence from global data. *Resources Policy*, 80, 103226.
- Furkan, H. B., Hasan, K. M. R., & Uddin, M. J. (2023). Greenhouse gas emission, GDP, tertiary education, and rule of law: A comparative study between high-income and lower-middle income countries. *Heliyon*, 9(6).
- Ganda, F. (2020). The influence of corruption on environmental sustainability in the developing economies of Southern Africa. *Heliyon*, 6(7), e04387.
- Goodland, R., & Ledec, G. (1987). Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological modelling*, 38(1-2), 19-46.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement.
- Güven, G., & Özdilek, E. (2023). The analysis of trade liberalization on open-access shared renewable resources with pollution: A small open economy case. *Journal of Cleaner Production*, 401, 136761.
- Hao, Y., Chen, P., & Li, X. (2022). Testing the environmental kuznets curve hypothesis: The dynamic impact of nuclear energy on environmental sustainability in the context of economic globalization. *Energy Strategy Reviews*, 44, 100970.
- Hassan, S. T., Batool, B., Sadiq, M., & Zhu, B. (2022). How do green energy investment, economic policy uncertainty, and natural resources affect greenhouse gas emissions? A Markov-switching equilibrium approach. *Environmental Impact Assessment Review*, 97, 106887.

- Huetting, R. (1987). Economic aspects of environmental accounting. *Journal of Interdisciplinary Economics*, 2(1), 55-71.
- Huynh, C. M., Le, Q. N., & Lam, T. H. T. (2023). Is air pollution a government failure or a market failure? Global evidence from a multi-dimensional analysis. *Energy Policy*, 173, 113384.
- Hwang, Y. K. (1990). The Impacts of Economic Growth, Renewable Energy Consumption, Trade Openness and Gross Fixed Capital Formation on Environmental Degradation: Verification of the EKC and the RKC in Latin American Countries during 1990-2014. *Renewable Energy Consumption, Trade Openness and Gross Fixed Capital Formation on Environmental Degradation: Verification of the EKC and the RKC in Latin American Countries during, 2014*.
- Ibrahim, R. L., & Ajide, K. B. (2021). The dynamic heterogeneous impacts of nonrenewable energy, trade openness, total natural resource rents, financial development and regulatory quality on environmental quality: Evidence from BRICS economies. *Resources Policy*, 74, 102251.
- Kaldor, N. (1966). *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom: an inaugural lecture*. London: Cambridge UP.
- Karasoy, A., & Akçay, S. (2019). Effects of renewable energy consumption and trade on environmental pollution: The Turkish case. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30(2), 437-455.
- Keese, JR (2001). ONG internacionales y desarrollo agrícola sostenible: un análisis metodológico con ejemplos del altiplano ecuatoriano. *Estudios Ecuatorianos/Estudios Ecuatorianos*, 1 .
- Kurozumi, E., & Hayakawa, K. (2009). Asymptotic properties of the efficient estimators for cointegrating regression models with serially dependent errors. *Journal of Econometrics*, 149(2), 118-135.
- Kuznets, S. (1972). Innovations and adjustments in economic growth. *The Swedish Journal of Economics*, 74(4), 431-451.
- Larrea, C. (2009). Crisis, dolarización y pobreza en el Ecuador. *Retos para la integración social de los pobres en América Latina*, 1.

- Liu, Y., & Dong, F. (2021). Haze pollution and corruption: A perspective of mediating and moderating roles. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123550.
- Liu, Y., Sadiq, F., Ali, W., & Kumail, T. (2022). Does tourism development, energy consumption, trade openness and economic growth matters for ecological footprint: Testing the Environmental Kuznets Curve and pollution haven hypothesis for Pakistan. *Energy*, 245, 123208.
- MAE y PNUD (2019). Informe "Ecuador's Greenhouse Gas Inventory and Mitigation Analysis".
- Magazzino, C., Mele, M., Schneider, N., & Sarkodie, S. A. (2021). Waste generation, wealth and GHG emissions from the waste sector: Is Denmark on the path towards circular economy?. *Science of the Total Environment*, 755, 142510.
- Malthus, T. (1798). An Essay on the Principle of Population. An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers. *St. Paul's church-yard*.
- Masih, R., & Masih, A. M. (1996). Stock-Watson dynamic OLS (DOLS) and error-correction modelling approaches to estimating long-and short-run elasticities in a demand function: new evidence and methodological implications from an application to the demand for coal in mainland China. *Energy Economics*, 18(4), 315-334.
- Mesagan, E. P., & Vo, X. V. (2023). Does natural resource rent and consumption interplay worsen Africa's pollution? Heterogeneous panel approach with cross-sectional dependence. *Resources Policy*, 82, 103562.
- Mesagan, E. P., & Vo, X. V. (2023). Does natural resource rent and consumption interplay worsen Africa's pollution? Heterogeneous panel approach with cross-sectional dependence. *Resources Policy*, 82, 103562.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador. Serie temporal 1994-2012. Quito, Ecuador.
- Munksgaard, J., & Pedersen, K. A. (2001). CO2 accounts for open economies: producer or consumer responsibility?. *Energy policy*, 29(4), 327-334.

- Oita, A., Malik, A., Kanemoto, K., Geschke, A., Nishijima, S., & Lenzen, M. (2016). Substantial nitrogen pollution embedded in international trade. *Nature Geoscience*, 9(2), 111-115.
- Oryani, B., Moridian, A., Han, C. S., Rezania, S., Kasyoka, K. K., Darajeh, N., ... & Shahzad, U. (2022). Modeling the environmental impact of energy poverty in South Korea: Do environment-related technologies matter?. *Fuel*, 329, 125394.
- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 119-143.
- Payne, J. E., Vizek, M., & Lee, J. (2017). Is there convergence in per capita renewable energy consumption across US States? Evidence from LM and RALS-LM unit root tests with breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 715-728.
- Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Phillips, P. C., & Schmidt, P. (1989). Testing for a Unit Root in the Presence of Deterministic Trends.
- Pigou, A. C. (1924). *The economics of welfare*. Macmillan.
- Rahman, M. M., & Alam, K. (2022). Effects of corruption, technological innovation, globalisation, and renewable energy on carbon emissions in asian countries. *Utilities Policy*, 79, 101448.
- Sapkota, P., & Bastola, U. (2017). Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: Panel data analysis of Latin America. *Energy Economics*, 64, 206-212.
- Sarkodie, S. A. (2020). Causal effect of environmental factors, economic indicators and domestic material consumption using frequency domain causality test. *Science of the Total Environment*, 736, 139602.
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?. *Journal of Environmental Economics and management*, 27(2), 147-162.

- Shen, J., Tang, P., Zeng, H., Cheng, J., & Liu, X. (2023). Does emission trading system reduce mining cities' pollution emissions? A quasi-natural experiment based on Chinese prefecture-level cities. *Resources Policy*, *81*, 103293.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 783-820.
- Sultana, N., Rahman, M. M., Khanam, R., & Kabir, Z. (2022). Environmental quality and its nexus with informal economy, corruption control, energy use, and socioeconomic aspects: the perspective of emerging economies. *Heliyon*, *8*(6), e09569.
- Tarazkar, M. H., Kargar Dehbidi, N., Ansari, R. A., & Pourghasemi, H. R. (2021). Factors affecting methane emissions in OPEC member countries: does the agricultural production matter?. *Environment, Development and Sustainability*, *23*, 6734-6748.
- Tyndall, J. (1861). XXIII. On the absorption and radiation of heat by gases and vapours, and on the physical connexion of radiation, absorption, and conduction.—The bakerian lecture. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, *22*(146), 169-194.
- Ulucak, R., & Baloch, M. A. (2023). An empirical approach to the nexus between natural resources and environmental pollution: Do economic policy and environmental-related technologies make any difference?. *Resources Policy*, *81*, 103361.
- Wang, S., He, Y., & Song, M. (2021). Global value chains, technological progress, and environmental pollution: Inequality towards developing countries. *Journal of Environmental Management*, *277*, 110999.
- Wu, H., Xia, Y., Yang, X., Hao, Y., & Ren, S. (2021). Does environmental pollution promote China's crime rate? A new perspective through government official corruption. *Structural Change and Economic Dynamics*, *57*, 292-307.
- Zhang, Q., Jiang, X., Tong, D., Davis, S. J., Zhao, H., Geng, G., ... & Guan, D. (2017). Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade. *Nature*, *543*(7647), 705-709.

11. Anexos

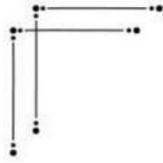
Anexo 1.

Determinación de rezagos para el modelo VEC.

Lag	Parms	LL	Valor Propio (VP)	Estadística de seguimiento (ES)	1% valor crítico
0	80	- 365.88712	.	86.6946	76.07
1	89	- 346.22498	0.65452	47.3703*	54.46
2	96	- 333.48468	0.49775	21.8897	35.65
3	101	- 327.18806	0.28848	9.2965	20.04
4	104	- 323.86866	0.16425	2.6577	6.65
5	105	- 322.53982	0.06931		

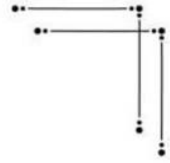
Anexo 2.

Certificación del Abstract



unl

Universidad
Nacional
de Loja



Loja, 30 de enero de 2024

Lic. Marlon Armijos Ramírez Mgs.
**DOCENTE DE PEDAGOGIA DE LOS IDIOMAS
NACIONALES Y EXTRANJEROS – UNL**

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular: **“Análisis de la incidencia del comercio, la globalización y la corrupción sobre los gases de efecto invernadero en Ecuador durante 1980 – 2021”**, autoría de Nelson Javier Ortega Ordóñez con CI: 1900865427 de la carrera de Economía de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autorizo a la parte interesada hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Atentamente,



MARLON RICHARD
ARMIJOS RAMIREZ

MARLON ARMIJOS RAMÍREZ
DOCENTE DE LA CARRERA PINE-UNL
1031-12-1131340
1031-2017-1905329



Educamos para Transformar

