



1859

UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja
Facultad Jurídica, Social y Administrativa.

Carrera de Economía

“Impacto de la agricultura en la contaminación ambiental para América Latina, periodo 1990-2020”.

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Economista.

AUTORA:

Lizzeth Stefania Guamán Guamán

DIRECTORA:

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Loja, 06 de septiembre de 2022

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo Titulación: **“IMPACTO DE LA AGRICULTURA EN LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL PARA AMÉRICA LATINA, PERIODO 1990-2020”**, previo a la obtención del título de **Economista**, de la autoría de la estudiante **Lizzeth Stefania Guamán Guamán**, con **cédula de identidad Nro. 1150311205** 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 su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
KAREN
GABRIELA
INIGUEZ CUEVA

Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva, Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Lizzeth Stefania Guamán Guamán**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación, y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1150311205

Fecha: 16-01-2023

Correo electrónico: lizzeth.guaman@unl.edu.ec

Teléfono: 0994764953

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Lizzeth Stefania Guamán Guamán** declaro ser autora del Trabajo de Titulación, denominado: **“Impacto de la agricultura en la contaminación ambiental para América Latina, periodo 1990-2020”**, como requisito para optar el título de **Economista** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre al mundo 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 Titulación que realice un tercero.

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

Firma:

Autor: Lizzeth Stefania Guamán Guamán

Número de cédula: 1150311205

Dirección: Loja

Correo electrónico: lizzeth.guaman@unl.edu.ec

Teléfono/Celular: 0994764953

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Econ. Karen Gabriela Iñiguez Cueva.

Tribunal de grado: Econ. Pablo Vicente Ponce Ochoa, Mg. Sc. **Presidente**

Econ. Johanna Magaly Alvarado Espejo, Mg. Sc. **Vocal**

Econ. Michelle Faviola López Sánchez Mg. Sc. **Vocal**

Dedicatoria

A mis apreciados padres, quienes fueron el pilar fundamental en mis estudios, con su apoyo incondicional, amor y confianza, me ayudaron a cumplir una más de mis metas.

A mis hermanas/os por ser mi motivación y apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A toda mi familia que ha colaborado conmigo con fines progresivos para mi futuro.

Lizzeth Stefania Guamán Guamán.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, por brindarme su infinita sabiduría y por guiarme a tomar decisiones importantes, para poder conseguir mis metas planteadas.

A la Universidad Nacional de Loja, su cuerpo docente y todos los que la integran, porque me han permitido llevar a cabo mi preparación académica durante todos estos años.

A los docentes de la carrera de Economía por su paciencia, apoyo y por impartirme sus conocimientos durante mi vida académica.

A mis amigas/os de la Carrera de Economía, que compartieron conmigo cada una de sus enseñanzas y por brindarme su amistad, cariño y paciencia.

Lizzeth Stefania Guamán Guamán.

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	viii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	viii
Índice de anexos	viii
1. Título:	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco teórico.....	6
4.1. Antecedentes.....	6
4.2. Evidencia Empírica.....	9
5. Metodología.....	14
5.1. Tratamiento de Datos	14
5.2. Estrategia Econométrica	16
6. Resultados.....	20
7. Discusión	35
8. Conclusiones.....	46
9. Recomendaciones	48
10. Bibliografía.....	49

11. Anexos.....	59
-----------------	----

Índice de tablas

Tabla 1.Descripción de variables.....	15
Tabla 2.Estadísticos descriptivos.....	16
Tabla 3.Test de Hausman	28
Tabla 4.Regresión básica entre la agricultura y las emisiones de CO2.....	29
Tabla 5.Regresión básica con la inclusión de variables de control	30
Tabla 6.Prueba de raíces unitarias con segundas diferencias	32
Tabla 7.Prueba de cointegración de Westerlund	32
Tabla 8.Prueba de causalidad	34

Índice de figuras

Figura 1.Evolución de la emisiones de CO2 en América Latina, período 1990-2020 ...	21
Figura 2.Evolución de la agricultura en América Latina, período 1990-2020	24
Figura 3.Evolución de las variables de control, período 1990-2020	25
Figura 4.Correlación entre la agricultura y las emisiones de CO2, período 1990-2020	26
Figura 5.Correlación entre las variables de control con las emisiones de CO2	27

Índice de anexos

Anexo 1. Test de Hausman y multicolinealidad.....	74
Anexo 2. Prueba de Autocorrelación y heterocedasticidad.....	75
Anexo 3. Certificado.....	76

1. Título

“Impacto de la agricultura en la contaminación ambiental para América Latina, periodo 1990-2020”.

2. Resumen

La agricultura ha desempeñado un papel importante en la economía y representa entre el 5% y el 18% del PIB en 20 países de América Latina y el Caribe durante el 2020, sin embargo, ha contribuido a un mayor nivel de contaminación ambiental. En este contexto, la presente investigación analiza el impacto de la agricultura en la contaminación ambiental para América Latina, periodo 1990-2020. Los datos fueron tomados del Banco Mundial (2020). Utilizando como variable dependiente las emisiones de CO₂; la variable independiente es la agricultura, y las variables de control: población urbana e inversión extranjera directa. La metodología utilizada comprende un modelo GLS con datos panel y se emplea la prueba de cointegración de Westerlund (2007) para identificar una relación a largo plazo. Además, mediante las pruebas de Dumitrescu y Hurlin (2012) se verifica la dirección de causalidad entre las series analizadas. Los resultados revelan que la agricultura, la población urbana y la inversión extranjera directa influyen positivamente sobre las emisiones de CO₂. Así mismo, se confirman que existe una relación de equilibrio a largo plazo y se constata la existencia de causalidad bidireccional, a excepción de la inversión extranjera directa con la emisión de CO₂ que tiene una causalidad unidireccional. Para la aplicación de políticas públicas se sugiere que exista un compromiso por parte de los países de América Latina en cuanto a la adquisición de mayor tecnologías y maquinarias respetuosas con el medio ambiente, ya que, se debe tener en cuenta si la funcionalidad de la tecnología aplica en la zona.

Palabras Clave: Emisiones de CO₂; Modelo GLS; Datos panel; Westerlund; Causalidad.

Clasificación JEL: C33; Q1; Q55.

2.1 Abstract

Agriculture has played an important role in the economy and represents between 5% and 18% of GDP in 20 countries in Latin America and the Caribbean during 2020, however, it has contributed to a higher level of environmental pollution. In this context, this research analyzes the impact of agriculture on environmental pollution for Latin America, period 1990-2020. The data were taken from the World Bank (2020). Using CO₂ emissions as the dependent variable; the independent variable is agriculture, and the control variables: urban population and foreign direct investment. The methodology used comprises a GLS model with panel data and Westerlund's (2007) cointegration test is employed to identify a long-term relationship. In addition, using the Dumitrescu and Hurlin (2012) tests, the direction of causality between the analyzed series was verified. The results revealed that agriculture, urban population and foreign direct investment positively influence CO₂ emissions. Likewise, it is confirmed that there is a long-term equilibrium relationship and the existence of bidirectional causality is found, with the exception of foreign direct investment with CO₂ emission, which has unidirectional causality. For the application of public policies, it is suggested that there should be a commitment on the part of Latin American countries regarding the acquisition of more environmentally friendly technologies and machinery, since, it should be taken into account if the functionality of the technology applies in the area.

Keywords: CO₂ emissions; GLS model; Panel data; Westerlund; Causality

JEL codes: C33; Q1; Q55.

3. Introducción

El ser humano ha dependido permanentemente de los recursos ambientales para cubrir sus necesidades y poder subsistir, por ello, ha realizado actividades como la extracción, el transporte, la fabricación y consumo de productos que realizan cambios al estado de los recursos naturales, conllevando a un deterioro del medio ambiente (Mohapatra y Giri, 2009). En este contexto, se asume que la producción del sector agrícola tiene efectos significativos sobre el medio ambiente, así lo señala El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 2020), quienes señalan que se está perdiendo rápidamente las zonas cultivables y, cerca del 89% de poblaciones de especies de animales y plantas han disminuido y que el 20% de la Amazonía ha desaparecido en solo 50 años. Asimismo, el Banco Mundial (2020) muestra que la agricultura es importante y representa el 4.3% a nivel mundial y a nivel de las economías de América Latina, representa entre el 5 y el 18 por ciento del PIB en 20 países de América Latina y el Caribe hasta el 2020.

Por otra parte, según la CEPAL (2018) los sectores productivos que generan mayor contaminación por medio de emisiones de gases de efecto no es el agroalimentario, sino, el sector de la energía no renovable, ya que el consumo de combustibles fósiles y producción de cemento; son sectores de cambio por ejemplo, el uso de suelo y silvicultura con una emisión de 1524 megatoneladas de CO₂ en 1990 y 753 megatoneladas de CO₂ para el 2020 ha disminuido significativamente porque se concientizó la cantidad de emisiones de dióxido de carbono, son responsables de emitir cerca del 8% a nivel de América Latina y a nivel mundial representa alrededor de un 7%. De esta manera, Gómez et al. (2011) mencionan que antes de analizarse la problemática del medio ambiente se debe estudiar el crecimiento económico de las regiones debido a que existen países de América Latina que ya adoptan medidas que regulan las emisiones de dióxido de carbono.

De esta forma, se plantea como teoría base la economía de los recursos naturales planteado por Randall (1985) quien enfatiza que la contaminación ambiental se produce a partir del crecimiento económico, donde las economías con poco desarrollo económico limitan la asignación de sus recursos para atender determinados inconvenientes ambientales. Por ello, en referencia a la teoría base, algunos estudios coinciden con la relación entre la agricultura y las emisiones de CO₂ por ejemplo, según Bárcena et al. (2020) la contaminación ambiental de América Latina representa el 8,3% de las emisiones mundiales, lo que determina que la región es muy vulnerable al impacto de los cambios climáticos. De manera similar, Alcántara y Padilla

(2005); Armijos y Lozano (2021) evidencian que la población y la inversión extranjera directa impactan de forma directa en la contaminación ambiental.

En lo que respecta a las hipótesis de esta investigación, se plantean de la siguiente manera: primero, la agricultura y las emisiones de CO₂ han evolucionado de manera positiva en los países de América Latina; segundo, existe una relación de largo plazo entre la agricultura y las emisiones de CO₂; y tercero, existe relación de causalidad bidireccional entre la agricultura y las emisiones de CO₂ en los países de América Latina. Así mismo, los objetivos específicos en las que se sustenta la presente investigación son: 1) Analizar la evolución y correlación entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020; 2) Estimar la relación de largo plazo entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020; 3) Determinar la relación de causalidad entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.

La estructura formal de la investigación, presenta los siguientes componentes: el apartado 4, corresponde al marco teórico conformado por los antecedentes y la evidencia empírica relacionada con el tema planteado; en el apartado 5, se describe la metodología donde se da a conocer el tratamiento de datos y las estrategias econométricas que se utiliza para la investigación; en el apartado 6, se analiza e interpreta los resultados obtenidos en cada una de las tablas y figuras acorde a cada objetivo específico; en el apartado 7, se muestra la discusión donde comparamos los resultados con la evidencia empírica anteriormente obtenida; en el apartado 8, se muestran las conclusiones basándose en los resultados; en el apartado 9, se presenta las recomendaciones, en la que se establece alternativas de solución al problema planteado; en el apartado 10, se presenta la bibliografía desarrollada en la presente investigación; finalmente, los anexos en el apartado 11, que fueron utilizaron como información adicional referente a la presente investigación.

4. Marco teórico

4.1 Antecedentes

Las principales teorías relacionadas con el impacto de la agricultura en la contaminación ambiental han sido publicadas a lo largo del tiempo por reconocidos exponentes de la economía, también, muchos autores han planteado teorías a partir de enfoques generales e investigaciones previamente desarrolladas, por ende, han considerado la inclusión de factores fundamentales para el planteamiento de sus respectivas teorías. De esta manera, ante la variedad de teorías desarrolladas que aguardan gran relación con este trabajo, se menciona que esta investigación se compone por dos secciones, la primera sección presenta las teorías relacionadas con la contaminación ambiental, y la segunda indica, en cambio, las teorías relacionadas con la agricultura. Además, en primera instancia, la teoría base de este trabajo propuesta por Randall (1985) enfatiza que la contaminación ambiental se produce a partir del crecimiento económico, ya que, las economías con poco desarrollo económico limitan la asignación de sus recursos para atender determinados inconvenientes ambientales.

En este sentido, la primera sección aborda las teorías relacionadas con la contaminación ambiental, la cuales hoy en día han cobrado gran relevancia, y se hacen hincapié en la pérdida de los recursos naturales. Por ejemplo, Tyndall (1859) identifica que la radiación emite gases aislantes como el dióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua (H_2O), el metano (CH_4) y el vapor de agua (H_2O) los cuales son los responsables del efecto invernadero, años más tarde se descubriría que este efecto produce la degradación del medio ambiente (De Elvira, 2007) así los corroboró el científico Arrhenius (1896) quien destaca la actividad industrial como la principal fuente de entrada de CO_2 a la atmósfera y explica que una concentración doble de gases de CO_2 provocaría un aumento de la temperatura entre 5 y 6 grados centígrado, esto implica la degradación del ambiente y la escasez de recursos naturales, además se destaca que el hombre es el principal responsable y como tal es necesario la implementación de políticas ambientales y organismos que controlen el consumo y las producciones masivas que requieren del uso de recursos naturales.

Más tarde, Chamberlin (1899) en su hipótesis sobre los glaciales, enfatiza que las emisiones de dióxido de carbono que se encuentran en la atmósfera y son la causa principal del descongelamiento de los glaciales, donde el ser humano influye considerablemente en el deterioro ambiental y plantea la considera técnicas masivas de siembra y cosecha, que conlleva a la contaminación del ambiente, esto ocurre debido a las extensas plantaciones de productos agrícolas que requieren de implementos para sus respectivos procesos de producción. De

manera similar, Keeling (1960) resaltó que la implementación de tecnología produce emisiones de dióxido de carbono, esto implica que el aumento de la concentración atmosférica provoca una disminución de las temperaturas, es decir, si las personas no toman cartas en el asunto podría provocar un enfriamiento global.

Por consiguiente, Manabe y Wetherald (1975) establecen que la temperatura en la atmósfera se ve afectada por el aumento en las emisiones de dióxido de carbono, y que estos cambios de temperatura son lo suficientemente grandes como para tener un impacto importante en la sociedad y en otras partes de la biosfera, además, esto podría traer problemas a las personas en el largo plazo. Asimismo, Ramanathan (1988) plantea que el cambio climático es un problema causado por la actividad humana que altera la composición de la atmósfera, por lo tanto, la emisión de CO₂ no es el único gas atmosférico de efecto invernadero, sino también se debe incluir otros gases químicos que atrapan mil veces más calor. En consecuencia, Hansen et al. (1988) plantean que teniendo en cuenta la inclusión de otros gases que afectan a la atmósfera de nuestro planeta, es necesario disminuir las emisiones de CO₂ a través de la creación de tecnología amigable con el ambiente.

Por otro lado, Selden y Song (1994) en su estudio sobre la curva medioambiental de Kuznets, demostraron que a medida que se incrementa el consumo de recursos naturales, el crecimiento económico de los países mejora hasta cierto punto porque, la degradación del ambiente no permite un crecimiento económico constante. Asimismo, Grossman y Krueger (1995) a partir de la teoría ambiental de la curva de Kuznets resaltan que la calidad ambiental en sus primeras etapas de desarrollo empeora, pero luego de cierto nivel de ingreso esta mejora. Finalmente, Rodríguez (2017) plantea que actualmente los países desarrollados mejoran sus ingresos y políticas ambientales como consecuencia de la valoración del medio ambiente como un recurso indispensable para existencia de las personas.

Seguidamente, la segunda sección presenta las teorías relacionadas con la agricultura que resaltan en gran medida el efecto de la producción agrícola por ejemplo Quesnay (1758) señala que la agricultura es una fuerza productiva que condiciona la totalidad de la sociedad e incide en el crecimiento económico, esto hace que las industrias sean menos importantes, debido a que los agricultores pueden acumular más riqueza para las futuras inversiones y beneficia en gran magnitud al Estado, no obstante, la agricultura a gran escala genera efectos devastadores para el medio ambiente, principalmente en los países en vías de desarrollo, ya que, al incrementar su nivel de ingresos dejan de lado las políticas que pueden proteger al medio ambiente. De igual manera, Smith (1776) recalca que la riqueza de toda sociedad se fundamenta

en los valores de cambio de las mercancías producido por el sector agrícola y gracias a la generación del excedente económico satisface las necesidades y deseos de los individuos.

Por otra parte, Malthus (1820) plantea la preocupación por el abastecimiento de alimentos y subestima la posibilidad de expandir la producción agrícola, debido a que no existe herramientas tecnológicas para aumentar la producción, además, señala que el crecimiento de la población es geométrico, mientras que la capacidad de la tierra para producir alimento es aritmética, es decir, si no se controlaba los nacimientos, la aglomeración de la población produciría un exceso de demanda de alimentos que la capacidad de la tierra no sería capaz de satisfacer. Más tarde, Say (1821) indica que la tierra y la producción agrícola son elementos fundamentales que alcanzan normalmente altas tasas de crecimiento económico y reducen la pobreza, por lo tanto, la alta demanda ayuda a incentivar la producción y comercialización, permitiendo que los productores se desarrollen en los mercados locales, sin embargo, se estableció que la actividad industrial y la agricultura, causan pérdida de los recursos naturales por la mala práctica agrícola.

Asimismo, Mill (1857) manifiesta que la producción agrícola consiste en crear utilidad y riqueza, y que las tierras dan renta y ayuda a mejorar las condiciones de vida de las personas, no obstante, no todos los países explotan las tierras, algunas regiones cuentan con tierras infértiles que no ayuda a generar ingreso a los agricultores, en definitiva, un cambio tecnológico en los factores de la producción soluciona los problemas de rendimientos decrecientes, y esto ayuda a mejorar la calidad de vida de los trabajadores. Por otro lado, Marx (1867) plantea que se debe competir en el mercado ofertando a un mejor precio los productos agrícolas, para obtener ganancias y de esa forma se puede ayudar al dueño de las tierras a retener toda la riqueza de su producción. También, Pigou (1920) mediante la teoría de la internalización de las externalidades plantea que la agricultura rinde beneficios económicos, pero en el largo plazo se genera la degradación de los recursos naturales.

De forma similar, Chayanov (1925) menciona que la economía campesina, donde el trabajo doméstico pertenece a una organización económica fundamentalmente diferente de las empresas capitalistas, permite que las familias o empleados proporcionen su capacidad de trabajo en la agricultura para satisfacer la demanda de un país y a medida que se expande la producción agrícola, surgen consecuencias negativas en la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Además, Prebisch (1949) plantea que los países de América Latina deben enfocarse en un modelo de desarrollo agrícola creado a partir de sus propias características, debido a su atraso en desventaja frente a los países desarrollados, existen signos de deterioro

del comercio agrícola entre estos grupos de países, además de que conduce a la degradación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Al contrario, Lewis (1954) menciona que la economía subdesarrollada consta de dos sectores: el sector agrícola y de subsistencia que se identifican por tener una producción marginal del trabajo nula, por otro lado, el sector moderno se centra en la mano de obra del sector rural al industrial, que generan el crecimiento de los productos manufactureros y son los responsables del progreso económico, pero esto produce un aumento de la cantidad de contaminantes emitidos por las industrias. Cuatro años después, Hirschman (1958) menciona que la industrialización se ha convertido en una fuerza impulsora del crecimiento económico, la importancia del aumento de la productividad agrícola en los países industrializados era lento como mecanismo para la creación de mercados, dichas industrias emitían sustancias nocivas, que son la causa principal de la contaminación ambiental.

Posteriormente, Johnston y Mellor (1961) tienen como función básica aumentar la oferta de alimentos para el consumo doméstico, a través del cultivo de las tierras, permitiendo generar un aumento de las exportaciones de productos agrícolas, sin embargo, los productores agrícolas emiten gran cantidad de contaminación que es perjudicial para las personas y a la vez promuevan el dinamismo industria. Finalmente, Kautsky (1974) hace énfasis en que los avances tecnológicos son indispensables para que los agricultores porque permiten una mayor producción, mejores cultivos y ayudado a erradicar los riesgos de la falta de alientos, todos estos avances permitieron que los agrícolas tengan una fuente de trabajo para poder mejorar sus ingresos económicos, sin embargo, todavía existe la explotación agraria donde las regiones sociales impiden que los agricultores logren su grado de perfección.

4.2 Evidencia Empírica

En este apartado se muestra las investigaciones empíricas y significativas que aguardan relación con la contaminación ambiental, la agricultura, la población urbana y la inversión extranjera directa. De esta manera, en esta investigación se evidencia la relación, la metodología y los principales resultados de cada estudio empírico; por ende, se ha clasificado en tres partes: la primera parte considera los estudios de alcance mundial, la segunda muestra los estudios de América Latina y la tercera parte presenta la evidencia empírica desarrollada a nivel local. De esta forma, se resalta que no existe suficiente evidencia empírica que se relacione directamente con la investigación de este trabajo, por lo cual, se aclara que este estudio aporta a futuras investigaciones.

Dando inicio con la primera parte se indica la evidencia empírica desarrollada a nivel mundial, Castillo et al. (2020); relacionan la contaminación ambiental y la agricultura a través de una metodología descriptiva y coinciden en que la producción agrícola está destinada a producir alimentos para el consumo masivo, esto implica que los agricultores en el campo emplean pesticidas que ayudan a mejorar el rendimiento y la productividad de los cultivos, pero a la larga estos pesticidas se dispersan en la atmósfera y contaminan directamente el medio ambiente, por lo tanto, se da la mala calidad de aire. Por consiguiente, Lobell y Burney (2021) relacionaron estadísticamente los rendimientos de cultivos y monitores de calidad del aire utilizando modelos de regresión de panel, donde, demostraron que las estimaciones de contaminación ambiental promedio a lo largo de los años incrementan, pero afecta de forma directa a los recursos naturales e indirectamente a las personas.

Asimismo, Ullah et al. (2018) establece una relación causal entre las emisiones de CO₂ y el ecosistema agrícola de los países europeos durante 1972 al 2014, donde los resultados nos muestran que existe una relación significativa a largo plazo que representa un aumento del 1 % en los residuos de cultivos quemados a partir de biomasa, los cuales son equivalentes a las emisiones de fertilizantes sintéticos, asimismo, dichos hallazgos sugieren que existe un vínculo causal bidireccional entre las emisiones de CO₂ y la agricultura. Por otro lado, Fernández y Bojollo (2008) señalan que el medio ambiente se ve afectado por el sector agrícola a través de la erosión del suelo y liberación de gases, ya que, los sistemas agrícolas tradicionales, la quema de rastrojos y la agricultura intensiva producen emisiones adicionales de dióxido de carbono en la atmósfera.

Por otro lado, Zhang et al. (2019); Yang et al. (2022) analizan la relación entre las emisiones de CO₂ y la ecoeficiencia agrícola en China mediante un análisis de datos de panel, donde los resultados coinciden en que las emisiones de CO₂ han disminuido continuamente después de 2015, principalmente en las principales áreas productoras de granos debido a que, la mejora de la infraestructura agrícola y el capital humano esto a contribuido positivamente al crecimiento de la eficiencia agrícola respaldando la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets aplicado al sector agrícola y encontrando una relación tanto a corto y largo plazo entre las emisiones de carbono y el crecimiento económico agrícola.

De igual manera, López y Fernández (2012); Jebli y Youssef (2017); Campos (2018); Fonseca et al. (2019); Pérez y Nogales (2020); Adedoyin et al. (2021) mediante un análisis descriptivo y estadístico encuentran una relación positiva entre la agricultura y la contaminación

ambiental, y coinciden en que diversas actividades humanas como: una mala gestión de la tierra y los efectos del cambio climático aceleran la erosión y degradan el suelo, por ello, los agricultores emplean elementos químicos para mejorar sus cultivos y poder generar ingresos para sus familias, también, analizan que en un futuro la facilidad con la que ahora contamos para producir y obtener recursos naturales puede verse limitada, desencadenando un significativo problema para la población.

En la segunda parte se presenta la evidencia empírica de Latinoamérica, por ejemplo, Calvin et al. (2016); Rodríguez (2007) informan acerca de los altos niveles de contaminación de plaguicidas que han repercutido en los cultivos agrícolas, pues el continuo uso de agroquímicos evidencia que casi el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero en América Latina corresponden a la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra. También, Bárcena et al. (2020) empleando una metodología de datos panel demuestra que las emisiones totales de América Latina representan el 8,3% de las emisiones mundiales, este porcentaje es similar al de su participación en su población y del producto interno bruto (PIB) del mundo, lo que determina que la región es muy vulnerable al impacto de los cambios climáticos.

No obstante, Solórzano y Moreira (2017); Sapkota y Bastola (2017); Trallero- Palacín (2018) mediante un análisis de datos de panel para 14 países de América Latina durante el período 1980-2010 muestran que el comercio de los productos agrícolas difundido internacionalmente influye positivamente a la emisión de CO₂, ya que, son países con políticas de adaptación y mitigación dirigidas hacia la ralentización de los efectos del cambio climático presentan un repunte en el crecimiento económico además, establecen una relación entre el IED y las emisiones de CO₂, lo cual implica que el aumento de un 1% en los flujos de IED representa el incremento de 0.04% en las emisiones de CO₂, esta implicación debe ser contrarrestada con el uso de políticas de atracción de industrias limpias y energéticamente eficientes.

Según Alcántara y Padilla (2005); Arias et al. (2006); Silva y Madeira (2015); Opoku et al. (2021); Bárcena et al. (2020) demuestran una correlación positiva entre las emisiones de CO₂ y la IED en América Latina representa el 8,3% de las emisiones mundiales, por ende, concluyen que la región es muy vulnerable al impacto de los cambios climáticos y el grado de corruptibilidad de los gobiernos locales que influye en el resultado ambiental es decir, las economías que permiten el libre ingreso de la IED atraen el potencial de mejorar la salud ambiental y al mismo tiempo aumentan el crecimiento económico en América Latina, también evidencian que la IED en la agricultura de 1993 a 2003 muestra una alta volatilidad, alcanzando

una tendencia negativa de hasta US\$ 9,5 millones en 1998, debido a que la IED en aquellos no tenía gran apertura en América Latina.

Finalmente, en la tercera parte se evidencia los estudios recopilados a nivel local por ejemplo, Umaña y Pulgarín (2013); Ortega (2018); Chimarro Imbaquingo (2021) demuestran que las emisiones de CO₂ producen daños directos a la flora y fauna, porque, se utiliza pesticidas en un promedio del 71%, en sus hallazgos muestran también, que la producción agrícola medida bajo un sistema de monocultivo agrícola y la utilización de fertilizantes incrementan las emisiones de CO₂ en la atmósfera además, la implantación de sistemas agroforestales en la zona genera mayor importancia por la remoción de la contaminación atmosférica, lo que representa un valor agregado para los agricultores de la zona y para las futuras generaciones por ende, cuanta mayor cantidad de fertilizantes se aplique para la producción de alimentos mayor será la liberación de CO₂.

Por otra parte, Parks (2006); Epaphra y Mwakalasya (2017); Armijos y Lozano (2021) estimaron la interacción entre la inversión extranjera directa, la agricultura y las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial, es decir, el incremento de industrias o empresas dentro de una región incrementa el nivel de emisiones debido al desgaste de los recursos naturales y de los desechos que esta crea, mediante las pruebas realizadas verificaron que los países de ingresos bajos y medios altos existe una causalidad unidireccional entre la IED y las emisiones de gases contaminantes per cápita, por ende, esta debe promover la protección ambiental y aumenten la transferencia tecnologías, para reducir el daño ambiental.

De manera similar, Nadal et al. (2015) asocian las emisiones de CO₂ con el crecimiento demográfico, urbanización, la distribución desigual de las tierras, la reducción de las dimensiones de las explotaciones y el constante empobrecimiento de los agricultores, todo esto ha contribuido a reducir la producción tradicional de alimentos y se presenta una explotación excesiva de los recursos naturales, también, el incremento de la demanda de alimentos al estar lejos de la zona rural de producción agroalimentaria, la distribución y el consumo de alimentos en las zonas urbanas se ven afectados por un mayor costo económico, ambiental y social, que a su vez genera un acceso más complejo y limitado para las familias más vulnerables, amenazadas por la crisis de inseguridad alimentaria y por la exclusión social

Análogamente, Ramos y Jumbo (2018) argumentan que el aumento de las emisiones de CO₂ corresponden a otros factores como el crecimiento poblacional, dado que el incremento de la urbanización en las economías modernas y en economías en desarrollo, condiciona un desplazamiento de la población hacia las ciudades y desencadenan el aumento de recursos

energéticos y concentración de industrias e instituciones contaminantes que la población rural busca principalmente para satisfacer su situación económica y social. Mientras, Soto (2015) menciona que las tendencias crecientes de la población urbana son inherentes a la formación y evolución de las ciudades, generando ciudades modernas con escasa planificación en su proceso de crecimiento y concentrando actividades económicas que afectan a los recursos naturales y contribuyen a la desaparición de ríos y biodiversidad.

5. Metodología

5.1 Tratamiento de Datos

En la presente investigación, se utilizan datos que han sido recopilados en su totalidad de la base de World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial (2020). De acuerdo con la disponibilidad de datos, la investigación se realiza para un periodo de 31 años que va desde 1990 al 2020, además está delimitada para un total de 15 países pertenecientes a América Latina que son; Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, y Uruguay. Sin embargo, se deja por fuera al restante de países, debido a la falta de información existente¹.

En ese sentido, la presente investigación propone como variable dependiente a las emisiones de CO₂; y como variable independiente a la agricultura. Se toma la variable agricultura dado que las actividades agrícolas generan valor agregado y tiene un fuerte impacto ambiental. De acuerdo a la revisión de literatura, García et al. (2006) plantean que la agricultura representa la mayor proporción de uso de tierra por el hombre y es una fuente importante de emisiones de gases. Además, el sector agrícola, genera impactos al medio ambiente como erosión del suelo, contaminación de suelos y aguas y liberación de gases (CO₂, CH₄ y NO₂) cuyas consecuencias, además de las ambientales, traen problemas económicos y sociales.

Asimismo, en el modelo se emplean dos variables de control, las cuales nos permite medir de mejor manera el impacto que generan en las emisiones de CO₂. La primera variable que se utiliza es la población urbana, dado que el crecimiento y el desplazamiento de la población a las zonas urbanas. (Ferraro et al., 2013); (Aburto y Samaniego, 2019); (Vaca y Cartuche, 2018) estudios han demostrado que la urbanización está positivamente correlacionada con presiones ambientales y las emisiones de CO₂. También se ha evidenciado que la correlación es más pronunciada en las zonas pobres y en vías desarrollo, como es el caso de varias ciudades latinoamericanas que se han transformado dramáticamente debido a procesos rápidos e informales de urbanización, caracterizados por un deterioro del ambiente y desigualdad social.

¹ Los países excluidos son: Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Cuba, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela.

La segunda variable está representada por la inversión extranjera directa que constituye la entrada neta de capital, esta se emplea porque la actividad industrial genera gran cantidad de residuos en sus procesos de producción, contribuyendo a mayores niveles de emisiones de CO₂. La manera en que los países desarrollados transmiten la contaminación se da por dos canales: el primero es la IED, estas economías invierten en industrias intensivas en contaminación y bienes del sector primario en los países subdesarrollados. El segundo es el comercio, a partir de la importación de bienes contaminantes (Freire-Vinueza et al., 2021). Armijos y Lozano (2021) afirman la existencia de causalidad bidireccional que va de la IED a las emisiones de CO₂. Es así que en la Tabla 1, se detallan las variables usadas dentro del modelo econométrico.

Tabla 1

Descripción de Variables

Variable	Notación	Unidad de medida	Descripción	Fuente de datos
Emisiones de CO ₂ Variable Dependiente	Log EMIS	Porcentaje	Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas.	Banco Mundial (2020)
Agricultura Variable Independiente	Log AGRIC	Dólares	Corresponde a la producción neta menos la resta de los insumos intermedios de los sectores tales como: la silvicultura, la caza y la pesca, además del cultivo de cosechas y la cría de animales	Banco Mundial (2020)
Población Urbana	Log URB	Porcentaje	Población urbana se refiere a las personas que viven en zonas urbanas según la definición de la oficina nacional de estadísticas.	Banco Mundial (2020)
Inversión extranjera directa.	Log IED	Porcentaje	La inversión extranjera directa constituye la entrada neta de inversiones para obtener un control de gestión duradero de una empresa que funciona en un país que no es el del inversionista.	Banco Mundial (2020)

Nota. Adaptado a partir de los datos de las bases recolectadas del Banco Mundial (2020).

En la Tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos de cada una de las variables del modelo econométrico, donde se detalla el valor promedio, la desviación estándar, los valores máximos, mínimos y el número de observaciones. Es así que, en el presente modelo, se muestran 465 observaciones, de las cuales son 15 secciones transversales y 31 secciones temporales que comprenden el periodo de 1990 a 2020. La agricultura presenta mayor variabilidad entre países

(1.18); que dentro de los países (0.28); las emisiones de CO₂ presenta mayor variabilidad entre países (0.55); que dentro de los países (0.21); por su parte, la población urbana presenta mayor variabilidad entre países (0.20); que dentro de los países (0.06); y la inversión extranjera directa presenta mayor variabilidad dentro de los países entre países (0.81); que entre países (0.54). Esto implica que, en todas las variables, existen diferencia sistémica entre los 15 países de Latinoamérica porque la estructura y los procesos de cada uno difieren entre sí.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos de los países de América Latina

Variable		Media	Desviación Estándar.	Mínimo	Máximo	Observaciones
Agricultura	En general	22.4038	1.183387	20.58496	25.19531	N = 465
	Entre		1.188994	21.00385	24.71898	n = 15
	Dentro		.2794656	21.70224	23.08945	T = 31
Emisiones de CO ₂	En general	.4528989	.5729313	-.8359054	1.554286	N = 465
	Entre		.5530088	-.3418149	1.334808	n = 15
	Dentro		.2054369	-.303233	.9762383	T = 31
Población Urbana	En general	4.223805	.2064541	3.737479	4.559283	N = 465
	Entre		.202159	3.845336	4.531571	n = 15
	Dentro		.0663126	3.963807	4.443342	T = 31
Inversión Extranjera Directa	En general	.8739823	.9689967	-3.893028	2.78683	N = 465
	Entre		.53804	.0825796	1.831936	n = 15
	Dentro		.8174943	-3.987284	2.922718	T = 31

Nota. Adaptado a partir de los datos de las bases recolectadas del Banco Mundial (2020).

5.2 Estrategia Econométrica

El presente trabajo se basa en los siguientes tipos de investigación: descriptiva, correlacional, explicativo. A continuación, se describe cada uno de los tipos que se mencionaron. Es de tipo descriptiva, dado que analiza, identifica y describe aspectos generales referentes al comportamiento de la agricultura en las emisiones de CO₂ en el periodo 1990-2020, para 15 países de América Latina. De igual forma, la investigación es de tipo correlacional, dado que mide y determinar el grado de asociación entre la agricultura en las emisiones de CO₂ en el periodo 1990-2020. Asimismo, la investigación es explicativa, pues que, realiza la búsqueda de información necesaria para la evidencia empírica que nos ayuda a

contrastar y explicar los principales resultados, también nos ayuda en la búsqueda de datos e información estadística de las variables estudiadas.

Considerando las características de los datos, la presente investigación se desarrolla mediante la técnica econométrica de datos panel, con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo general de determinar el impacto de la agricultura en la contaminación ambiental para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020. A continuación, planteamos las estrategias econométricas y estadísticas de la investigación:

Objetivo 1: *Analizar la evolución y correlación entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

Primeramente, para poder cumplir con el primer objetivo específico, se realiza un análisis descriptivo de la evolución de la agricultura y las emisiones de CO₂ del modelo a nivel global. Además, se desarrolla diagramas de dispersión para determinar el nivel de correlación de las variables, y para ello, se calcula los valores promedio de la serie histórica de todos los países.

Para un entendimiento más completo del tema se procede a determinar la fórmula de correlación, que plantea el coeficiente de correlación de “r” Pearson (1896), donde se presupone un valor entre -1 y +1. Dicha relación se plantea en la ecuación, donde r es el coeficiente de correlación, mientras, Cov_{xy} es la covarianza dividida entre el producto de la desviación estándar $S_x S_y$ para las variables independiente y dependiente. Dicho cálculo es una tarea mecánica, puede tomar valores de -1 (perfecta negativa), 1 (perfecta positiva) y cero (no hay asociación lineal) esto es representado en las gráficas de correlación (1).

$$r = \frac{COV_{xy}}{S_x S_y} \quad (1)$$

Objetivo 2: *Estimar la relación de largo plazo entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

Seguidamente, se estimó un modelo de regresión básica de datos panel, la cual permite estimar la relación entre la agricultura y las emisiones de CO₂. Para su efecto se plantea un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) expuesto en la ecuación (2).

$$\text{Log}(EMIS_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(AGRIC_{it}) + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde $\text{Log}(EMIS_{it})$ representa las emisiones de CO₂, mientras que $\text{Log}(\text{AGRIC})$ mide el efecto de la agricultura en las emisiones de CO₂. Finalmente, ε_t es el término de error en el tiempo. Lo cual, nos permite comprobar el grado de asociación y la dirección de la relación entre las variables teóricas del modelo.

Cabe destacar, que la variable dependiente, independiente, y las de control de esta investigación se miden en logaritmos para estandarizar las variables con una distribución simétrica, es decir, lo más cercana a una distribución normal. Por consiguiente, se incluye las variables de control, tales como, población urbana ($\text{Log}URB_{it}$), y la inversión extranjera directa ($\text{Log}IED_{it}$), para presentar un mayor ajuste del modelo, expresadas en la ecuación (3).

$$\text{log}(EMIS_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \text{log}(\text{AGRIC}_{it}) + \beta_2 \text{log}(URB_{it}) + \beta_3 \text{log}(IED_{it}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

Luego, se realiza la elección entre el modelo de efectos fijos o efectos aleatorios mediante el test de Hausman (1978) para determinar si las diferencias entre dos regresiones son sistemáticas o significativas. Es decir, se debe tener en cuenta, que si el p-value es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta el modelo de efectos fijos, lo que implica que los comportamientos individuales influyen en la variable independiente. Por el contrario, si el p-value es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula y se realiza una estimación por efectos aleatorios, lo que implica que los efectos individuales no influyen en la variable independiente, por tanto, el estimador es eficiente y consistente.

Consecutivamente, se procede aplicar prueba de Wooldridge (2002) para detectar si existe o no autocorrelación, considerando que si la $\text{Prob} > \text{Chi}^2$ es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el modelo presenta el problema de autocorrelación. Asimismo, se aplica la prueba de Breusch-Pagan (1979) para detectar si hay o no heterocedasticidad, donde si la $\text{Prob} > \text{Chi}^2$ es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad y se concluye que el modelo presenta heterocedasticidad. Posteriormente, para corregir el sesgo en los estimadores causados por la autocorrelación y heterocedasticidad, estima el modelo de mínimos cuadrados ordinarios generalizados (GLS), que permite estimar la relación entre la agricultura y las emisiones de CO₂.

Posteriormente, con la finalidad de verificar que la serie no presente posible problemas de raíces unitarias, se utilizaron las pruebas de segunda generación, tales como: Phillips y Perron (1988); Breitung (2001); Levine et ál. (2002); Im, et ál. (2003), se determina usando criterios de Información de Akaike (1974). Consecuentemente, se realiza la estrategia de cointegración con el fin de determinar la existencia de una relación de equilibrio en el largo

plazo entre las variables del modelo, se lo comprobó mediante el modelo para estimar la corrección de error de Westerlund (2007) esta prueba permite revisar los estadísticos de cuatro pruebas, de las cuales, dos pruebas (Gt y Ga) indican que al menos un país está cointegrado y las otras dos pruebas (Pt y Pa), revelan que todo el panel está cointegrado. La ecuación expresa la corrección de error que enseña la velocidad de corrección hacia el equilibrio (5).

$$\Delta y_{i,t} = \delta d_t + \varepsilon_i (y_{i,t-1} - \beta_i x_{i,t-1}) + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Donde, $t = 1, 2 \dots, T$; $i = 1, 2 \dots, N$ y d_t expresan los componentes determinísticos; ε_i representa es el término constante; p_i y q_i denotan las órdenes de atraso y adelanto de cada país.

Objetivo 3: *Determinar la relación de causalidad entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

Finalmente, para dar cumplimiento al tercer objetivo específico se desarrolla la prueba de causalidad tipo Granger (1988) de panel de Dumitrescu y Hurlin (2012), misma que se emplea para determinar la existencia de causalidad entre las variables y cuál es su dirección, las mismas pueden ser de tipo unidireccional, en donde una variable causa a otra y no se produce el mismo efecto desde la otra variable hacia la primera, o también puede ser de tipo bidireccional, cuando las dos variables se causan mutuamente. Las siguientes ecuaciones muestra la relación de causalidad (6) y (7):

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \gamma_i^k Y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^k \gamma_i^k \text{LogEMIS}_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\text{Log EMIS}_{it=\alpha_i + \sum_{k=1}^k \text{LogEMIS } \gamma_i^k y_{it-k} + \sum_{k=1}^k \text{LogAGRIC } \beta_i^k x_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

El término α_i muestra la intersección de la pendiente, está fijo en la dimensión del tiempo; k nos da a conocer los órdenes de retraso en todas las unidades donde se asume que el panel está equilibrado; $\gamma_{i(k)}$ y $\beta_{i(k)}$ representan los parámetros de retraso y pendiente que se diferencian entre grupos, de igual manera, supone parámetros contantes en el tiempo y ε_{it} implica todos los parámetros constantes en el tiempo. La hipótesis nula para comprobar la falta de inexistencia de causalidad entre las variables del periodo de estudio en el panel, $H_0: \beta_i=0$.

6. Resultados

Objetivo Específico 1: *Analizar la evolución y correlación entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

Teniendo en cuenta, que el presente trabajo de investigación analiza el impacto la agricultura en la contaminación ambiental para América Latina durante el periodo 1990-2020, se resalta que la estructura del primer objetivo es la siguiente: primero se muestra el análisis de la evolución de las emisiones de CO₂, por consiguiente, se presenta el análisis de la agricultura y finalmente se analiza la evolución de las variables de control las cuales corresponden a la población urbana y la inversión extranjera directa.

De esta forma, se indica que la Figura 1 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ en América Latina durante el período 1990-2020. Por ejemplo, Bolivia, Brasil, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Perú y Paraguay indican una tendencia levemente creciente de las emisiones de CO₂, esto demuestra que la actividad humana cada vez ejerce mayor presión sobre el planeta durante los periodos analizados. Mientras que, los países como; Colombia, Argentina, Chile, México, Panamá y Uruguay presentan una tendencia positiva. Además, en el transcurso de los años cada país presenta significativos comportamientos, es decir, América Latina y el Caribe son responsables de 4.000 millones de toneladas de emisiones de CO₂ anualmente, esto se traduce en cerca del 8 % de las emisiones de CO₂ en el mundo (CEPAL, 2016).

En el período de 1990-2000 hay dos tendencias encontradas en América Latina y el Caribe con respecto a las emisiones de CO₂, la primera relacionada con la tendencia alcista que es proveniente por el consumo de energía y cemento; la segunda relacionada fundamentalmente al cambio de uso del suelo (Galindo y Samaniego, 2010). Cabe mencionar que las emisiones totales de carbono se concentran principalmente en Brasil, México, Perú, Argentina y Colombia. Según CEPAL (2018) el promedio de crecimiento anual de las emisiones totales en América Latina durante el período de 1995 fue de 1,4% y durante el año 1997 el crecimiento promedio anual fue de 1.5%, teniendo al sector de la energía y el sector de cambio de uso de suelo y silvicultura como los causantes de este aumento.

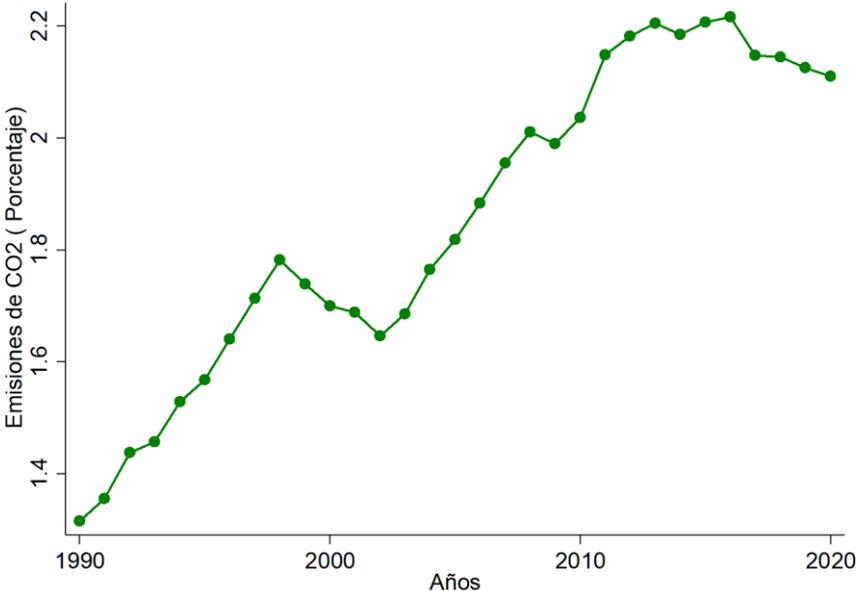
En 1998 se produjo un aumento de las emisiones de CO₂ debido al problema que se presenta en ciudades de diversas escalas y tamaños, teniendo gran relevancia para la comunidad. Los factores que incluyen en el nivel de emisiones de CO₂ son el desarrollo

económico, cambio tecnológico, crecimiento demográfico, dotaciones de recursos, comercio internacional, etc. Durante los años 2000 al 2015, América Latina incrementó los niveles de emisiones debido en gran parte del sector de energía, produciendo el 45% del total de emisiones, seguido de la agricultura y ganadería en un 23% y 19% correspondiente al cambio de uso del suelo (Alcántara & Padilla, 2005).

Para el año 2016, las emisiones de CO₂ de América Latina corresponden a 6.6 toneladas per cápita, ubicándose a la par de la media mundial de 6.7 toneladas per cápita, ya que los niveles de emisiones de CO₂ incrementaron de forma significativa debido al cambio de uso del suelo (CEPAL, 2020). Con respecto a los últimos años, en el 2019 la enfermedad del covid-19 no atrasó el avance cambio climático, es decir, las emisiones de CO₂ van en aumento de nuevo rápidamente luego de una disminución temporal debida a la desaceleración de la economía y no se acercan en absoluto a las metas de reducción (UNEP, 2021).

Figura 1

Evolución de las emisiones de CO2 en América Latina, período 1990-2020



Nota. Elaboración propia a partir de la base de datos del Banco Mundial (2020).

En la Figura 2 se muestra la evolución de la agricultura en los 15 países de América Latina en el período 1990-2020, se puede observar que la agricultura ha mantenido una tendencia creciente en países como: Brasil, Argentina y México, casi todo el periodo de estudio, sin embargo, en ciertos años de su trayectoria presenta algunas fluctuaciones. Entre los años de 1990 al 2006, la agricultura en América Latina tiene una tendencia creciente positiva, esto es

resultado de la expansión agrícola relacionada con las exportaciones agrícolas, correspondientes al crecimiento o expansión del comercio internacional durante esos periodos. Por parte de la demanda, existe un crecimiento de la demanda interna de productos con mayor elasticidad como carnes y lácteos; y por el lado de la oferta, se considera el aumento de las áreas total de producción, en gran medida correspondiente a la soja y en menor grado en praderas para ganadería en el caso de Argentina, Brasil y Paraguay (Valdés et al., 2010).

Asimismo, la CEPAL (2008) menciona que en el período de 1990-2005 el valor agregado agropecuario se incrementó en un 47.7%, aumentando de, 64593.4 millones de dólares en el año a 10218.9 millones de dólares para el año 2000, este crecimiento se atribuye a la dinámica de expansión de actividades productivas orientadas a mercados externos y segmentos con mayores ingresos en mercados internos; entre los principales está la caña de azúcar, la soja, frutas tropicales y frutas de zonas templadas.

Durante el 2007 la influencia de la globalización sobre la agricultura en América Latina se reflejó en la desaceleración de la expansión, que coincide con la crisis económica de estos años, dichas variaciones porcentuales en las exportaciones agrícolas de América Latina, no presentaron grandes cambios, únicamente el sector de preparaciones alimenticias que decreció un 20%. En el 2008 la expansión de las áreas de cultivo y pastureras es diferenciada al uso de la tierra, es decir, no hay un uso de la totalidad de las tierras.

Consecuentemente, en el 2009 se presenta un incremento en los costos de producción debido a la crisis de los precios y a su vez, hay una carencia de asistencia técnica y mercados formales que produjo una reducción a la producción agrícola de consumo interno, dando paso a la reducción de los rendimientos de la productividad de los factores de producción, asimismo, experimentó una reducción significativa en las exportaciones agrícolas, con un registro de reducción del más del 9% y los productos causantes de tal disminución en América Latina fueron los cereales (Escobar, 2016).

En el 2010, las exportaciones agrícolas tuvieron una fuerte recuperación en los principales grupos de productos, aunque su crecimiento fue a ritmos significativamente inferiores al promedio 2007-2008, con la excepción del tabaco, que no tuvo una pronta recuperación (CEPAL, FAO, & IICA, 2013). De igual manera, en ese año se hace notorio los primeros signos de recuperación económica del sector agrícola en América Latina, con incrementos relevantes en el comercio internacional como las exportaciones de materias primas

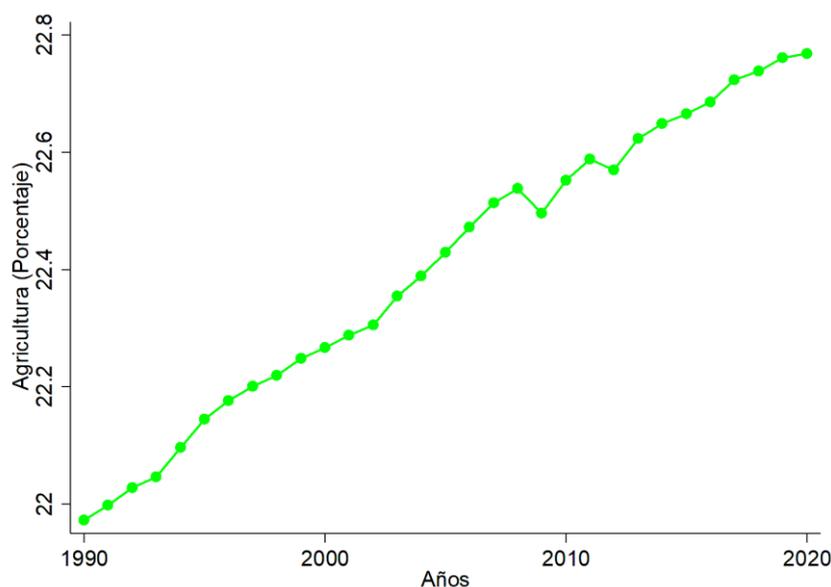
en la mayoría de los países de la región, estos fueron de la mano con políticas contracíclicas que fueron aplicadas, logrando una recuperación en los precios y establecer una buena perspectiva de crecimiento (CEPAL, 2010).

En el año 2012 el impacto climatológico deja huellas en la agricultura que son reflejadas en pérdidas contabilizadas principalmente en productos como cereales, el café, el cacao, la caña, el banano y los tubérculos (IICA, 2014). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012) las consecuencias para las regiones de América Latina son diversas; en México la pérdida de granos por las heladas provocó una pérdida del 80% de la producción de frijol y 50% de maíz para el mes de enero; en Chile la oleada de incendios agrava los efectos de la sequía, donde hubo una reducción del 44,7% del promedio de lluvias a lo habitual; en Ecuador la producción de arroz es afectado por las inundaciones y deja numerosas pérdidas para el sector agropecuario.

Del mismo modo, en el 2016 se dieron varios problemas económicos para las regiones de América Latina, entre las principales está Brasil, que tuvo un impacto directo en la producción agrícola y en las exportaciones de café, a tal punto que se registra un decrecimiento casi del 20% en comparación con el 2014 y México que registro exportaciones con una reducción del 25% en la producción de café (CEPAL, FAO, IICA, 2017). Finalmente, durante el período de 2017-2020, tras la recuperación, la agricultura crece a un ritmo desacelerado con respecto a los años anteriores, producto de la pandemia por Covid-19, que ha impactado de una manera negativa al conjunto de exportaciones agrícolas de la región, registrando una caída de las exportaciones de mercancías en un 9,1%, la producción agrícola como el comercio agropecuario se enfrenta a una incertidumbre generada por la pandemia de Covid-19 y su impacto ante posible nuevos rebrotes (CEPAL, FAO, IICA, 2022).

Figura 2

Evolución de la agricultura en América Latina, período 1990-2020



Nota. Elaboración propia a partir de la base de datos, del Banco Mundial (2020).

En la figura 3 la población urbana tiene un comportamiento creciente paulatino marcando una tendencia positiva en el período de estudio, en 1990 hay un crecimiento poblacional urbano del 71% que aumentó hasta llegar a un 81% de crecimiento poblacional urbano para el año 2020. Este crecimiento está fundamentado principalmente por tendencias de migración interna de los movimientos rurales-urbanos, los cuales en gran parte son resultados de la industrialización que ha contribuido a que las sociedades latinoamericanas se desplacen a las urbes por requerimientos de mano de obra por parte de las empresas o por búsqueda de un mejor desarrollo económico y social (Cunha & Rodríguez, 2009). Según la CEPAL (2011) las previsiones para la región seguirán al alza, pero con cambios o ritmos decrecientes; desde este modo, la población urbana entra en foco de interés como oportunidad para el desarrollo sostenible, pero con el constante crecimiento presenta controversias tanto teóricas, políticas, como metodológicas, además de poseer efectos territoriales complejos.

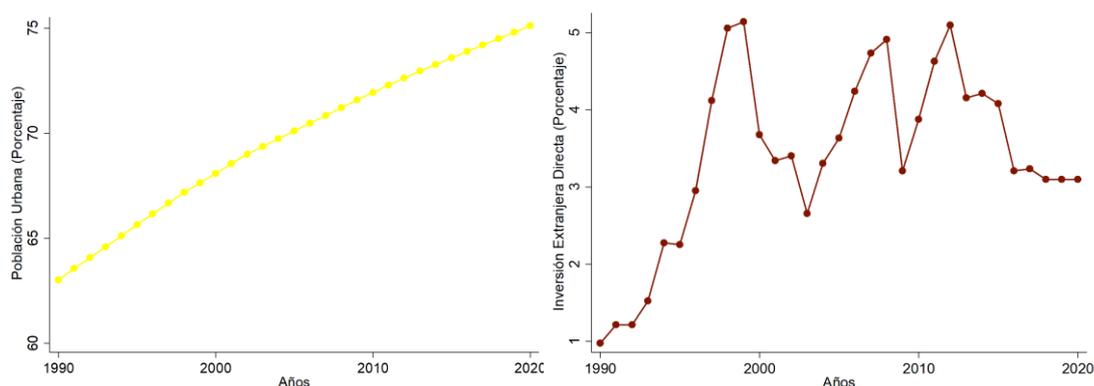
En el caso de la Inversión Extranjera Directa (IED), presenta un comportamiento fluctuante, es decir, presenta una tendencia variable durante el periodo de 1990 a 2020, indicando una relación positiva como resultado de la expansión de la economía global. En el período de 1994-1997 la IED se triplicó con el impacto en las economías asociadas con la crisis asiática, de esta manera en 1998 la IED se incrementó 6,7% con un monto de 64.465 millones de dólares con respecto al año anterior e incluso en 1999 aumentó este valor a 75.420 millones

de dólares (CEPAL, 2000). En el año 2003, por cuarto año consecutivo, se registró una caída en los valores de la IED en América Latina, estimando una reducción del 19% correspondiente a una reducción de 36.466 millones de dólares (CEPAL, 2004).

Posteriormente, para el año 2008 el precio se recuperó a valores presentados en 1998 y para el 2009 la crisis internacional revirtió la tendencia ascendente de la IED en América Latina y el Caribe, la región recibió un valor de 76.681 millones de dólares en IED y la cual representa un 42% inferior con respecto año anterior que registró un monto de 131.938 millones de dólares (CEPAL, 2009). Por último, para el año 2020, por concepto de la crisis internacional generada por el covid-19, los flujos de la IED registraron una fuerte caída de un 35%, reduciendo el monto ingresado de IED aproximadamente 1.0 billones de dólares, monto que es registrado como el más bajo desde el año 2005 (CEPAL, 2021).

Figura 3

Evolución de las variables de control, período 1990-2020

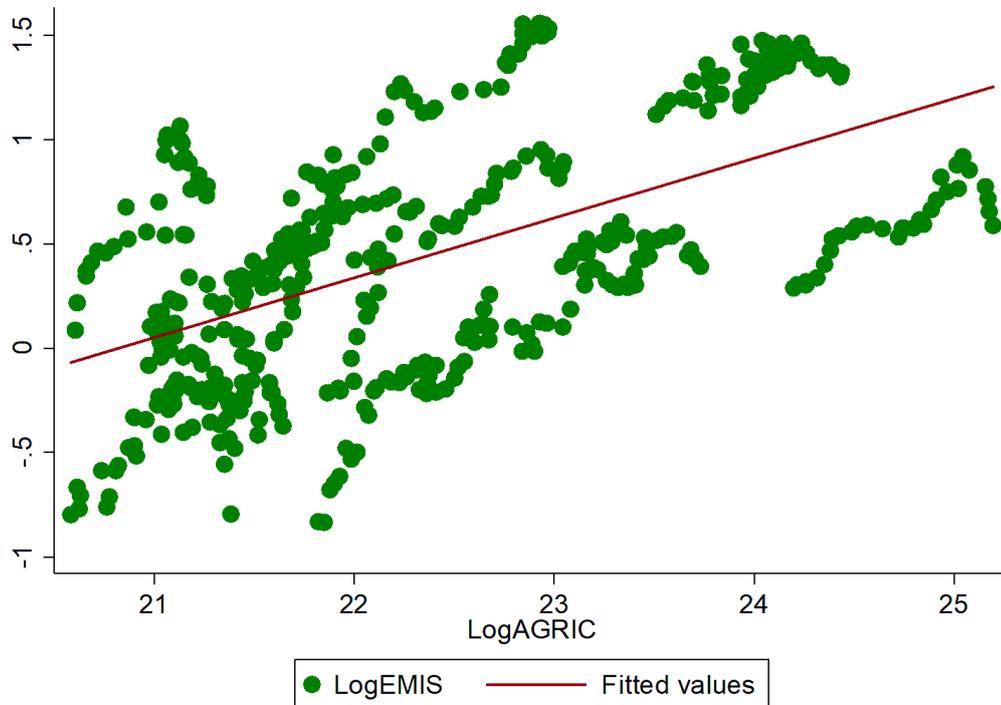


Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2020).

Por otro lado, en la figura 4 se presenta el respectivo diagrama de dispersión de la contaminación ambiental que se encuentra medida a través de las emisiones de CO₂ y la agricultura, para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020. Se puede observar que de manera global existe una correlación fuerte positiva entre las variables: los datos se encuentran cerca de la línea de tendencia, indica que a medida que se incrementa la agricultura también lo hace las emisiones de CO₂, esto significa que en los 15 países de América Latina la agricultura genera mayores emisiones de CO₂. Desde una perspectiva económica, la dispersión de las variables sigue una misma línea de tendencia. Por lo tanto, si los efectos de las actividades agrícolas son significativos, se pueden contrarrestar reduciendo la fertilidad y productividad de los suelos cultivados (Saynes et al., 2016).

Figura 4

Correlación entre la agricultura y las emisiones de CO₂, período 1990-2020

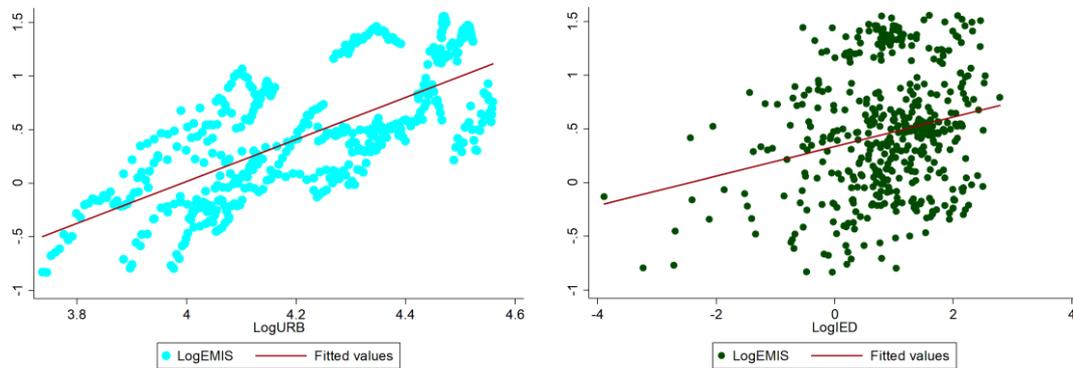


Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2020).

En la Figura 5 se presentan los respectivos diagramas de dispersión entre la población urbana, la inversión extranjera directa y las emisiones de CO₂. Se puede observar existe una correlación estadísticamente positiva entre la población urbana y la inversión extranjera directa en los países de América Latina. Por el lado de la población urbana, nos indica que a medida que aumenta la población urbana, las emisiones de CO₂ también lo hace, es decir, el crecimiento demográfico, ha provocado a una explotación excesiva de los recursos naturales, al aumento de la contaminación. Por otra parte, la inversión extranjera directa tiene una correlación positiva con las emisiones de CO₂, lo cual implica que a medida que la inversión extranjera directa aumenta, las emisiones de CO₂ también incrementan, esto se debe, a que las economías de América Latina son en gran medida dependientes del comercio y especialmente de las exportaciones de materias primas, dicha producción requiere de inversiones para ser eficaz y esto conlleva a un aumento de la contaminación ambiental.

Figura 5

Correlación entre las variables de control con las emisiones de CO₂



Nota.

Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2020).

Objetivo Específico 2: *Estimar la relación de largo plazo entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

En el segundo objetivo se enfatiza los resultados de las estimaciones realizadas para conocer la relación de largo plazo entre la agricultura y las emisiones de CO₂. Antes de aplicar las estimaciones del modelo de datos panel, se aplicó el test de Hausman (1978) para verificar si el modelo presenta efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE). De acuerdo a Gutierrez (2020) un modelo de efectos fijos es recomendable tener todos los datos de una población, en cambio, si la población es demasiado grande y solo tenemos una muestra, entonces, es mejor la aplicación de un modelo de efectos aleatorios y esto nos ahorra grados de libertad.

Por ende, como se puede observar en la Tabla 3 se presenta los resultados del test de Hausman e indica que la $\text{prob} > \chi^2$ es de 0,0102 (menor a 0.05), esto nos permite rechaza la hipótesis nula, y decir los efectos individuales están correlacionados con las variables explicativas, y se procede a aplicar el modelo de efectos fijos que se adapta de mejor forma a los datos. Seguidamente, para determinar la autocorrelación se aplica la prueba de Wooldridge (2002) y para detectar la presencia de heterocedasticidad se utiliza la prueba de Breusch y Pagan (1980), cuyos resultados se pueden verificar en el Anexo 1. De esta manera, los sesgos en los estimadores causados por dichos problemas se los corrigió mediante el modelo regresivo de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS).

Tabla 3*Test de Hausman*

	Coeficientes			sqr(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) Fixed	(B) Rando m	(b-B) Differen ce	
Log AGRIC	.5483907	.53554 41	.012846 6	.0050022
	chi2(1) =	(b-B)' [V_b-V_B]^(-1)](b-B)		
	=	6.60		
	Prob>chi			
	2=	0.0102		

De esta manera, ante la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación se procede a estimar el modelo regresivo de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS). La estimación de las regresiones primero se dio con un modelo básico entre la agricultura y emisiones de CO₂. En segunda instancia, se estimó el modelo de línea base con la incorporación de variables de control, las mismas que tienen capacidad explicativa las emisiones de CO₂.

La Tabla 4 muestra los resultados del modelo GLS de las principales variables del modelo entre la agricultura (Log AGRIC) y las emisiones de CO₂ (Log EMIS), durante el período 1990-2020. Se comprueba que la agricultura es estadísticamente significativa y tiene un efecto positivo en las emisiones de CO₂, es decir, un incremento del 1% en promedio en la agricultura implica que las emisiones de CO₂ crezcan en 0.31% aproximadamente, si el efecto de las demás variables de estudio se mantiene constante. Estos resultados muestran que existe una gran influencia de la agricultura en las emisiones de CO₂ de América Latina. Podemos constatar que existe un incremento de la producción agrícola a lo largo del tiempo, debido a las industrias que realizan su proceso de fabricación, generando un crecimiento constante en el sector; sin embargo, esto genera emisiones de CO₂ debido al uso excesivo y descontrolado de químicos en los procesos de fabricación que conllevan a la contribución del incremento en la contaminación ambiental en el largo plazo.

Teniendo en cuenta, que la relación principal de este trabajo se establece entre la agricultura y las emisiones de dióxido de carbono, se determina económicamente una relación significativa, dado que, el impacto negativo de la agricultura ocurre de forma directa mediante el efecto invernadero, es decir, la actividad agrícola libera grandes cantidades de

dióxido de carbono y metano a través de la combustión de biomasa, principalmente en zonas de deforestación y de pastos, por tanto, el efecto invernadero se considera un importante factor a corto plazo que produce el calentamiento global. Además, los países de América Latina y el Caribe en los últimos años han aumentado la producción agrícola y la competitividad internacional como efecto de la progresiva liberalización de los mercados agropecuarios mundiales, lo que implica un beneficio a corto plazo; sin embargo, los países dedicados a la producción agrícola en el largo presentan alta vulnerabilidad ante la volatilidad de los productos agrícolas.

Tabla 4

Regresión básica entre la agricultura y las emisiones de CO2

	GLOBAL
LogAGRC	0.31*** (20.06)
Constant	-6.37*** (-18.78)
Test de autocorrelación serial	0.0000
Prueba de heteroscedasticidad	0.0000
Observations Adjusted R^2	465

Nota. t statistics in parentheses* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Posteriormente, con la finalidad de obtener un análisis más profundo y resultados más robustos, en la Tabla 5 se incluyen al modelo variables de control como: la población urbana e inversión extranjera directa, donde se pueden observar que existe una relación positiva y estadísticamente significativa de forma global. No obstante, al observar la variable agricultura, esta también resulta significativa e indica que un aumento del 1% en promedio de la agricultura provoca un aumento del 0,19% aproximadamente, en las emisiones de CO2, si el efecto de las demás variables de estudio se mantiene constante. Esto implica que la agricultura contamina a través del proceso de cultivo, ya que, los agroquímicos que se aplican contienen concentrados de sustancias químicas para la agricultura que estimulan el crecimiento productivo e intensifican la agricultura; no obstante, inducen a la pérdida de hábitat y la degradación de la calidad ambiental.

Asimismo, se puede observar en la Tabla 5 que cuando la población urbana se incrementa en 1% las emisiones de CO₂ presenta un incremento de 1.41% aproximadamente, si el efecto de las demás variables se mantiene constante. Por ende, el hecho de que la población urbana tenga un efecto positivo en las emisiones de CO₂ se da porque, cuando existe mayor población urbana que dispone de más recursos, se genera a su vez una mayor producción, esta implica una sobreexplotación de los recursos naturales. También, se tiene en cuenta que el desarrollo de las ciudades requiere de procesos de intercambio material y energético, es decir, las zonas urbanas como resultado del consumo o transformación de bienes y servicios generan significativas cantidades de residuos sólidos y líquidos, que afectan los ecosistemas locales y distantes. Además, el modelo de crecimiento económico que emplea Latinoamérica busca beneficios a corto plazo, por lo tanto, los ciclos de cultivo agrícola requieren de un estricto control y conlleva a que se establecen zonas de cultivo cerca de la población urbana.

Consecutivamente, se determina también que la variable inversión extranjera directa es estadísticamente significativa y genera un incremento de 1% en la inversión extranjera directa, en promedio influirá que las emisiones de CO₂ aumente en 0,09% aproximadamente, si el efecto de las demás variables se mantiene constante. Esto se justifica, bajo el hecho, de que la liberalización de la IED en América Latina acelera el libre comercio en conjunto con la globalización debido a la necesidad de mejorar la competitividad en costes de producción, provoca un movimiento de migración y de concentración de actividades productivas sensibles, desde el punto de vista ambiental los países con leyes ambientales menos rigurosas o menos eficaces incentivan a gobiernos locales tanto en economías desarrolladas como en desarrollo a adoptar políticas ambientales estratégicas menos rigurosas.

Tabla 5*Regresión básica con la inclusión de variables de control*

	GLOBAL
LogAGRIC	0.19*** (12.95)
LogURB	1.41*** (21.79)
LogIED	0.09*** (7.00)
Constant	-9.77*** (-30.73)
Observations Adjusted R^2	465

Nota. *t* statistics in parentheses * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Seguidamente, se realiza diversas pruebas de raíces unitarias de primera generación para determinar estacionariedad en la serie de datos panel. Para ello se utilizan las pruebas de Phillips y Perron (1988); Im et ál. (1997); Breitung (2000); y Levin et ál. (2002), expuestos en la Tabla 6. Los resultados de las pruebas aplicadas indicaron estacionariedad en todas las variables empleadas, por ello, para corregir la estacionariedad se aplica segunda diferencias. De esta manera, las estimaciones con segundas diferencias evidenciaron el rechazo de la hipótesis nula y se concluye que no existe la presencia de raíces unitarias, de esta manera, los resultados demuestran una alta consistencia de que las series en segundas diferencias no tienen problemas de raíz unitaria y se confirman que las series no son estacionarias y cuyo orden de integración es significativa al 1%.

Tabla 6*Pruebas de raíces unitarias con segundas diferencias*

Variable	Sin Primeras Diferencias				Con Segunda Diferencias			
	LLC	B	IPS	PP	LLC	B	IPS	PP
Log EMIS	-3.74***	-2.14***	54.69***	69.93***	-15.90***	-14.82***	236.63***	247.90***
Log AGRIC	-2.03***	1.76	21,81	45.91***	-5.22***	-7.71***	-17.70***	317.28***
Log URB	-5.73***	-5.48***	-93.69***	288.46***	-34.66***	-6.21***	-19.13***	408.54***
Log IED	-6.04***	-6.65***	106.75 ***	125.27***	-9.15***	-3.46***	-13.59***	243.51***

Nota. ***, **, y * denotan el nivel de significancia al 1%, 5%, y 10%, con datos del BM (2021) y GFN

Con el fin de comprobar la relación de equilibrio a largo plazo, se emplea un modelo de error vectorial con datos de panel (VECM) desarrollado por Westerlund (2007), en la Tabla 7 se muestra que existe equilibrio de largo plazo, debido a que sus valores son estadísticamente significativos ($p\text{-value} < 0,05$) como muestran los cuatro estadísticos aplicados (Gt, Ga, Pt y Pa) rechazando así la hipótesis nula que no existen cointegración y aceptan la hipótesis alternativa de cointegración entre las series analizadas. Por tanto, con base en los resultados estimados, se demuestra que la agricultura presenta una relación a largo plazo con las emisiones de CO₂ de América Latina y tiene una significancia estadística del 1%, de la agricultura implica una alta demanda de recursos, ya sea de reservas regionales, globales de capital natural o también vertederos para depositar sus desperdicios, que terminan incrementado las emisiones de CO₂.

De manera similar, se comprueba que también existe una relación a largo plazo entre las variables población urbana e inversión extranjera, es decir, existe una relación a largo plazo entre las emisiones de CO₂ y la población urbana debido al consumo masivo de alimentos y líquidos ante el constante crecimiento poblacional en las zonas urbanas incrementa la demanda de productos agrícolas, como consecuencia los residuos sólidos y líquidos contribuyen a la degradación del medio ambiente. En cambio, la relación a largo plazo entre las emisiones de CO₂ y la IED se justifica bajo el hecho de que las economías de América Latina tienen un alto nivel de producción agrícola, por ende, la libre de la IED permite la diversificación de los procesos de productos de los productos agrícolas, pero el impacto ambiental se denota a lo largo

del tiempo y los recursos naturales se degradan por la aplicación de técnicas de cultivo agresivas.

Tabla 7

Resultados de la prueba de cointegración de Westerlund

Estadístico	Valor	Valor z	Valor p
Gt	-3.274	-5.016	0,000
Ga	-14.686	-4.263	0,000
Pt	-12.654	-5.763	0,000
Pa	-15.645	-6.976	0,000

Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2020)

Objetivo específico 3: *Determinar la relación de causalidad entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

Continuando con el análisis se determina la existencia de una relación causal entre las variables del modelo, a través de la prueba de Dumitrescu y Hurlin (2012). Para este modelo, las relaciones de causalidad de las mayorías de las variables demuestran ser bidireccionales; sin embargo, la relación de una variable resulta ser unidireccional, por tanto, estos resultados indican si solo una variable causa a la otra o las dos variables se causan recíprocamente.

Seguidamente, se presenta los resultados de la Tabla 8 muestran que existe una causalidad bidireccional entre la agricultura y las emisiones de CO₂ en los países de América Latina durante el periodo 1990-2020 debido a que los cambios generados en la agricultura permiten predecir los cambios que se produzcan en las emisiones de CO₂. Según, el valor porcentual arrojado por la prueba de causalidad se refleja una relación bidireccional, es decir, la agricultura y las emisiones de CO₂ causan recíprocamente un aumento de producción y así mismo un alto nivel de gases generados por las empresas debido al desarrollo de cada una de sus actividades. Esta relación bidireccional se justifica que la degradación de los recursos naturales que se genera a partir de los procesos de cultivo que, demandan de estrategias e implementos que resultan agresivos con la tierra que es el principal recurso natural para el cultivo de productos agrícolas.

Consecutivamente, el crecimiento de la población urbana tiene una relación bidireccional con respecto a las emisiones de CO₂, esto ocurre debido a que un incremento en la sociedad provoca un mayor desgaste de los recursos naturales que producen las empresas,

debido a la falta de concientización, responsabilidad y carencia de aplicación de políticas medioambientales en cada una de las entidades de gran escala y el enfoque principal de las empresas es satisfacer la alta demanda de productos agrícolas y obtener ganancias significativas de esta manera, las emisiones de CO₂ incrementan. Por otra parte, la población consume productos agrícolas como parte de su alimentación cotidiana, que conlleva al apareamiento de residuos sólidos y líquidos que generan un deterioro climático.

Por último, la inversión extranjera directa refleja una causalidad unidireccional con respecto a las emisiones de CO₂, es decir, la IED no causa las emisiones de CO₂ de forma directa por ejemplo, las empresas extranjeras o multinacionales son causantes del aumento de emisiones de CO₂, sus procesos de producción proveen la aceleración de los procesos de cultivos y en muchos países no solamente se mejoran los procesos de cultivo con técnicas y estrategias, sino también, se incluye un proceso tecnológico directo para obtener bienes elaborados y estos a su vez, son exportados para un consumo directo por ende, se justifica, en cambio, que si existe causalidad entre las emisiones de CO₂ y la IED porque el proceso de producción que utilicen las empresas generan contaminación y como efecto contribuyen al apareamiento continuo de fenómenos naturales como el fenómeno de El Niño, las sequías e inundaciones.

Tabla 8

Pruebas de causalidad

Dirección de causalidad	W-bar	Z-bar	Valor p	Conclusión
AGRIC – EMIS	8.3092	2.5817	0.0098	Existe causalidad
EMIS-AGRIC	10.2817	4.7871	0.0000	Existe causalidad
URBN –EMIS	13.5314	8.4204	0.0000	Existe causalidad
EMIS-URBN	10.6809	5.2334	0.0000	Existe causalidad
IED-EMIS	2.53454	0.57157	0.5676	No existe causalidad
EMIS-IED	2.80686	1.01285	0.0011	Existe causalidad

Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2020).

7. Discusión

Objetivo específico 1: *Analizar la evolución y correlación entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

Primeramente, teniendo en cuenta los resultados de la Figura 1, 2 y 3 que muestran la evolución de las emisiones de CO₂, la agricultura, la población urbana y la IED en América Latina, evidencian un comportamiento tendencial creciente en la mayoría de los países. Esto implica que una tendencia creciente es proveniente del consumo de materias primas, el excesivo uso del suelo, el desarrollo económico, el cambio tecnológico, el crecimiento demográfico y el comercio internacional, todos estos factores generan significativas emisiones totales de carbono y se concentran principalmente en Brasil, México, Perú, Argentina y Colombia. Este crecimiento se atribuye a la dinámica de expansión de actividades productivas orientadas a mercados externos y segmentos con mayores ingresos en mercados internos.

Además, el crecimiento poblacional ha incrementado, este crecimiento está fundamentado principalmente por tendencias de migración interna de los movimientos rurales-urbanos, los cuales en gran parte son resultados de la industrialización que ha contribuido a que las sociedades latinoamericanas se desplacen a las urbes por requerimientos de mano de obra por parte de las empresas o por búsqueda de un mejor desarrollo económico y social también, en el caso evolutivo de la IED las economías de América Latina son en gran medida dependientes del comercio y especialmente de las exportaciones de materias primas, dicha producción requiere de inversiones para ser eficaz y esto conlleva a un aumento de la contaminación ambiental por ende, la liberalización de la IED trae consigo la llegada de industrias y empresas multinacionales que generan emisiones de dióxido de carbono.

Por lo tanto, en concordancia con los resultados encontrados en esta investigación, Solórzano et al. (2017), Lobell y Burney (2021) argumentan que las emisiones de CO₂ son consecuencia de las actividades industriales, la deforestación, el transporte y malas prácticas de los ciudadanos, además, mencionan que para disminuir el nivel de emisiones de CO₂ se debe aplicar políticas ambientales que se concentren en el lograr mejorar la eficiencia en el sector industrial y en la disminución de la intensidad energética. Asimismo, estos resultados son similar con los obtenidos por Bárcena et al. (2020), Fernández y Bojollo (2008) quienes en su investigación mencionan que en América Latina las emisiones de CO₂ van en constante aumento, es decir, la agricultura emite dióxido de carbono en un 45% y la ganadería un 23%.

Por otro lado, Ramos y Jumbo (2018) argumentan que el aumento de las emisiones de CO₂ corresponden a otros factores como el crecimiento poblacional, dado que al incrementar la urbanización en las economías modernas y en economías en desarrollo, condiciona un desplazamiento de la población hacia las ciudades y desencadenan el aumento de recursos energéticos y concentración de industrias e instituciones contaminantes que la población rural busca principalmente para satisfacer su situación económica y social. Asimismo, Soto (2015) apoya mencionando que las tendencias crecientes de la población urbana son inherentes a la formación y evolución de las ciudades, generando ciudades modernas con escasa planificación en su proceso de crecimiento y concentrando actividades económicas que afectan a los recursos naturales y contribuyen a la desaparición de ríos y biodiversidad.

Otros resultados coincidentes de la evolución positiva de la agricultura es la de Duff y Padilla (2015) donde determinan que las exportaciones agrícolas presentan un crecimiento anual promedio de 6% en los últimos dos años y confirman que América Latina tiene un proceso intenso y acelerado de liberalización y privatización de la tierra con la finalidad de mejorar su producción agrícola. Asimismo, este crecimiento de la agricultura también es respaldado por la CEPAL (2015) donde afirma que el sector agrícola históricamente ha desempeñado un papel amortiguador en tiempos de crisis económicas, pero es notorio el desequilibrio ambiental con respecto al uso del suelo de esta manera, América Latina es vulnerable, dado que es una de las actividades económicas que tienen un alto riesgo debido a la exposición de diversos peligros de carácter sanitario y ambiental debido al exceso de emisiones contaminantes que generan daños a los sistemas productivos.

Según la CEPAL (2002) afirma que el urbanismo es un fenómeno global donde su proceso y evolución no se desarrolla de forma eficiente y equilibrada sobre el territorio, sino que termina de polarizarse en determinados puntos, además, los efectos espaciales de la tendencia creciente de la urbanización actual desencadenan una progresiva concentración de la población que crean un escenario de crecimiento acelerado de las actividades económicas, y esto no es controlado. En ese sentido, Hoyos (2009) destaca que la característica más destacada la sociedad latinoamericana es su acelerado crecimiento de la urbanización, presentando retos en el contexto de políticas demográficas y de salud, además presenta retos para la gobernabilidad, la democracia y sectores de actividad de forma que este fenómeno puede explicar varios de los principales problemas de las regiones.

Asimismo, Vélez (2016) en una investigación determina que el crecimiento de la población, aumenta significativamente el PIB per cápita y que los países desarrollados tienden a enfocar su desarrollo económico en la especialización del sector de los servicios y los países en vías de desarrollo. De igual manera, el estudio de Pinto (2016) menciona que, las tasas de crecimiento poblacional y las futuras generaciones podrían enfrentarse a problemas de dificultad ambiental y de subsistencia, además es necesario el cambio de perspectiva y ya no considerar erróneamente que son infinitos los recursos naturales y la capacidad del mundo para soportar o recibir desechos contaminantes. Por otro lado, la CEPAL (2017) sostiene que la inversión extranjera directa es afectada por la crisis financiera, en el 2009 la gran recesión llevó a muchas empresas cerrar por falta de liquidez y se crea una desaceleración en los flujos de inversión de las extracciones de recursos naturales.

Por consiguiente, se destaca que los resultados obtenidos de las Figuras 4 y 5 presentan una correlación positiva para todas las variables del modelo, esto significa que, en el caso de las variables principales, como es la agricultura y las emisiones de CO₂ demuestran que a medida que incrementa la agricultura, las emisiones de CO₂ también incrementan. Es decir, América Latina es conocida por su inmensa riqueza en materia de recursos naturales y la rápida transformación agrícola que ocurre; sin embargo, es eminente el significativo desequilibrio ambiental que trae consigo ante el constante cultivo de materias primas. Además, la población urbana aumenta el grado de contaminación y está solo se revierte si el crecimiento poblacional es acompañado con otros factores como la educación y el desarrollo tecnológico.

Coincidentemente, Pérez Nogales (2020) exponen que la correlación existente entre la agricultura y las emisiones de CO₂ es significativa, en la actualidad los procesos de cultivos y obtener recursos naturales se han visto limitados, desencadenando un significativo problema para la población de Latinoamérica, presenta una alta dependencia comercial de productos agrícolas. No obstante, existen economías de América Latina como Chile y Perú que de manera voluntaria sus empresas han empezado a contabilizar las huellas de carbono (CO₂) en sus cadenas productivas y eso ha conllevado a la modificación de sistemas de gestión y a nuevas inversiones en procesos, maquinarias y tecnologías más limpias (CEPAL, 2010).

En el mismo sentido, otros posibles impactos del medio ambiente en América Latina son corroborados por la CEPAL (2017) donde menciona que es la segunda región que emite más cantidad de gases de efecto invernadero y a pesar de que han incrementado las actividades económicas y los ecosistemas su vulnerabilidad ha aumentado, asimismo, la temperatura,

eventos climáticos extremos, sequías, inundaciones, alzas del nivel de mar, se han presentado de forma más agresiva en los últimos años. Asimismo, Alvarado et al. (2018) demuestra que el crecimiento poblacional junto con los actuales hábitos y prácticas de producción crearon escenarios con problemas ambientales y escasez de bienes comunes y no comunes, por lo que, ausencia de información con el uso del combustible o consumo energético y la falta de consideración de los efectos de las economías de escala contribuyen a una más rápida degradación del medio ambiente.

En el mismo sentido, el estudio de Carreño (2018) analiza la relación entre el proceso de urbanización, el comercio internacional y el crecimiento económico de ciudades latinoamericanas, encontrando que existen una relación positiva entre el incremento del comercio internacional y la urbanización y en el incremento de consumo de bienes, desarrollando el metabolismo del crecimiento de las ciudades y afectando negativamente la calidad ambiental por sus residuos y emisiones. Sin embargo, Rafiq et al. (2016), argumenta que el urbanismo es un factor insignificante en el impacto de las emisiones de CO₂, pero parece ser un factor importante detrás del aumento de la intensidad energética, que está a su vez, aumenta las emisiones de CO₂.

Por otro lado, Armijos y Lozano (2021) han logrado identificar una correlación positiva entre la IED y las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial, es decir, el incremento de industrias o empresas dentro de Cauna región incrementa el nivel de emisiones debido al desgaste de los recursos naturales y de los desechos que esta crea. De igual manera, Silva y Madeira (2015) demuestran también, que, si existe una correlación positiva entre la IED y las emisiones de CO₂, y que incluso otros factores juegan un papel fundamental como es el grado de corruptibilidad de gobiernos locales; el origen de la IED como factor determinante de su calidad ambiental y la influencia de características socioeconómicas locales sobre el resultado ambiental de la IED.

Objetivo específico 2: *Estimar la relación de largo plazo entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020.*

En referencia a los resultados del objetivo específico 2 se aclara que la estimación del modelo GLS (Tabla 3) demuestra una relación significativa a largo plazo entre la producción agropecuaria y las emisiones de CO₂ en América Latina, esto implica la existencia de un impacto significativo de la producción agrícola en las emisiones de CO₂ para las regiones de

América Latina, es decir, casi el 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero en América Latina corresponden a la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra. Por consiguiente, la inclusión de las variables de control denota en los resultados que, un incremento en la población urbana y en el IED generan un aumento de la emisión de CO₂. Además, para el efecto de largo plazo se aplicó el test de Westerlund donde la mayoría de las variables también demostraron significancia, además, factores como el crecimiento poblacional, la aplicación de técnicas de cultivo contaminantes y la alta dependencia de la agricultura generan contaminación.

Los resultados anteriores coinciden parcialmente con los presentados Ullah et al. (2018) en sus estudios para países europeos sobre la relación causal entre el ecosistema agrícola y las emisiones de CO₂ nos muestran que existe una relación significativa a largo plazo entre los ecosistemas agrícolas y las emisiones de CO₂, la relación a largo plazo muestra que con un aumento del 1 % en los residuos de cultivos quemados a partir de biomasa, los óxidos de nitrógeno (N₂O) son equivalentes a las emisiones de fertilizantes sintéticos, ganado, maquinaria agrícola. Al respecto, el estudio de, Ortiz & Gómez (2021) nos muestra una relación de largo plazo entre las variables Agricultura y emisiones de CO₂, además, los resultados indican que el sector agrícola de China es un determinante significativo de las emisiones de CO₂.

Sin embargo, Raihan y Tuspekova (2022) en un estudio tomando las variables crecimiento económico, el uso de energía de combustibles fósiles, el uso de energía renovable y la productividad agrícola en las emisiones de CO₂ en Nepal en el período 1990 a 2019, los hallazgos determinaron que el aumento del 1% en el uso de energías renovables y la productividad agrícola puede dar lugar a una reducción de las emisiones de CO₂ del 3,65 % y del 0,41 % a largo plazo. Mientras, Segrelles (2001) realiza un análisis a los países de América Latina para mejorar la productividad y la competitividad internacional de la producción agrícola y ganadera, donde en el largo plazo esto conllevan la degradación de los ecosistemas y un severo desequilibrio ecológico.

En el caso del urbanismo se detecta que su influencia aumenta las emisiones de CO₂, donde el efecto es significativo en el sentido econométrico. En los estudios de Romieu et al. (2012); Hafeez et al. (2020) quienes determinan, que la población urbana se ha transformado en un problema creciente en la región y es la causa principal de la rápida expansión del tamaño de la población urbana, conjuntamente el aumento en la cantidad de vehículos, la utilización de

energía y procesos industriales son las principales fuentes de emisiones de CO₂ en las ciudades de América Latina, mediante el test de Westerlund determinan una relación a largo plazo entre la demanda de energía, la agricultura, las finanzas, los bosques y la degradación ambiental en las economías que poseen la iniciativa, encontrando que un aumento de un 1% en la agricultura y la demanda de energía |incrementará la emisión de CO₂ en 0.113% y 0.07% de esta forma, se confirma que la degradación ambiental aumenta por el incremento de la agricultura, finanzas y demanda de energía.

Por otro lado, China que es actualmente el mayor emisor de carbono del mundo, se halla una relación fuerte entre la producción agropecuaria, las industrias con las emisiones de CO₂ principalmente provocadas en las principales áreas productoras de cereales durante el período 1996-2015, respaldando la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets aplicado al sector agrícola y encontrando una relación tanto a corto y largo plazo entre las emisiones de carbono agrícola y el crecimiento económico agrícola, y a su vez da recomendaciones de cómo promover el desarrollo sostenible para las principales áreas productoras de cereales del país (Zhang et al. 2019). Además, Campos (2018), Rodríguez (2007), Rizo et al. (2016), Chimarro Imbaquingo (2021) en sus estudios examinan que, los agroquímicos son productos que influyen en el proceso de la agricultura que contienen altos niveles de toxicidad en distintas áreas, entre ellas, el ambiente.

En el mismo sentido, Okorie y Lin (2022), Adedoyin et al. (2021) analizan las relaciones entre las emisiones de gases de efecto invernadero agrícolas, la producción per cápita y el total de emisiones de CO₂ en Nigeria en el período de 1990-2019 y los resultados conllevan a determinar que la intensidad de las emisiones agrícolas de efecto invernadero y la producción per cápita son los principales impulsores del nivel total de emisiones agrícolas en Nigeria. Por otro lado, en el estudio de Yang et al. (2022) analizan la relación entre la reducción de las emisiones de CO₂ y la eco eficiencia agrícola en China en el período 2001-2018 mediante un análisis de datos de panel, encontrando que las emisiones de CO₂ pasó de aumentar a disminuir continuamente después de 2015, principalmente en función de la contribución de las principales áreas productoras de granos y que la mejora de la infraestructura agrícola y el capital humano contribuyeron positivamente al crecimiento de la coeficiencia agrícola.

Asimismo, los estudios de Wu et al. (2016) que analizan el factor urbanización y su relación con la intensidad del consumo de energía, el crecimiento de la población, las tasas de

urbanización, el PIB per cápita urbano y rural y el volumen de emisiones de carbono; concluyendo que altas tasas de urbanización, de emisión de carbono energético y de intensidad energética conducirán a un aumento de las emisiones de carbono. En el mismo sentido, el estudio de Ding y Li (2017) explican los efectos de la urbanización y la industrialización aumentan las emisiones de dióxido de carbono en las regiones de China desde el año 2000 hasta el 2013, evidencia una vez más que el proceso de urbanización, los cambios de energía, de transporte y comercios urbanos han contribuido a que las emisiones regionales de CO₂.

Con respecto a los resultados que muestran una relación positiva entre la inversión extranjera directa y la emisión de CO₂, guardan relación con la investigación de Sapkota y Bastola (2017) que mediante un análisis de datos de panel para 14 países de América Latina durante el período 1980-2010 encontraron la validez de la hipótesis del refugio de contaminación y de la curva medioambiental de Kuznets, que en este estudio establece la relación entre el IED y las emisiones de CO₂, estimando que el aumento de un 1% en los flujos de IED desembocaría en el incremento de 0.04% en las emisiones de CO₂ resultando nocivo para el medio ambiente, implicación que debe ser contrarrestada con el uso de políticas de atracción de industrias limpias y energéticamente eficientes, dado que, la IED posee el potencial de mejorar la salud ambiental y al mismo tiempo, aumentar el crecimiento económico en América Latina.

Igualmente, el estudio de Baek y Choi (2017) en su estudio de la relación entre los efectos de la IED, los ingresos y el consumo de energía en las emisiones de CO₂, los resultados muestran que el incremento de los ingresos parece aumentar las emisiones de CO₂ de manera monótona y lo mismo ocurre con las entradas de IED, evidencia que respalda la hipótesis del paraíso de la contaminación. Sin embargo, al dividir los datos por grupos de niveles de ingreso, se encontró que la IED solo afecta a las emisiones de CO₂ en los países de ingresos altos. Es decir, en cambio, las economías de alto ingreso en América Latina deben centrarse en atraer industrias limpias y de eficiencia energética mediante el IED para mitigar el calentamiento global. Mientras, Demena & Afesorgbor (2020) mediante un metanálisis de 65 estudios acerca del efecto que tiene la IED en las emisiones de CO₂ en el medio ambiente, demuestra que la IED reduce significativamente las emisiones ambientales e incluso al momento de dividir los datos por grupos de países con diferentes niveles de desarrollo y con diferentes contaminantes los resultados siguen siendo sólidos.

Del mismo modo, el estudio de Nguyen et al. (2021) correspondiente al uso de datos de panel de 89 países en el período de 1995-2012, examinando los efectos de la riqueza, la IED, la intensidad energética, el valor agregado de la agricultura y la integración económica en las emisiones agrícolas, hallando una cointegración a largo plazo entre las variables y encontrando que los aumentos en la entrada IED y la apertura comercial, tienen efectos significativamente negativos en las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura a largo plazo. En contraposición, Behera y Dash (2017) encuentran evidencia que afirma que la urbanización, la IED y las emisiones de CO₂ se encuentran cointegradas a largo plazo en regiones, independientemente de sus niveles de ingreso nacional per cápita.

Para el contexto de la población urbana, Ramos y Jumbo (2018) mediante la corrección de error de Westerlund (2007) para las variables tasas de crecimiento de las emisiones de CO₂, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano de 114 países a nivel mundial en el período 1986-2016, evidenciaron que existe una relación de equilibrio tanto a corto plazo y largo entre las variables objeto de estudio tanto para el análisis de países de manera individual como el grupo de países. Del mismo modo, Wang et al.(2018); Adom et al. (2018) encontraron en sus investigaciones una relación a largo plazo entre los índices demográficos, urbanización, crecimiento económico, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ exponiendo que existe una relación positiva estadísticamente significativa, aportando evidencias que respaldan la importancia del nivel de ingresos y de las etapas de desarrollo de una economía para la toma de decisiones correctas por parte de la política gubernamental relacionadas con la reducción de las emisiones de CO₂.

Finalmente, con respecto a la IED, los resultados se asemejan a una investigación en Turquía realizada por Kılıçarslan y Dumrul (2017); Djellouli et al. (2022) se analiza el impacto ambiental de la inversión extranjera directa y las emisiones de CO₂ entre 1974 y 2013, encontrando que en el largo plazo la IED afecta positivamente las emisiones de dióxido de carbono, es decir, la IED contribuye a un creciente nivel de emisiones en Turquía; además, la prueba de cointegración determina que un aumento del 1 % en la inversión extranjera conlleva a un aumento del 0,22 % en las emisiones de CO₂ en Turquía.

Objetivo específico 3: *Determinar la relación de causalidad entre la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020*

En este objetivo se evidencia que la prueba de causalidad muestra una relación bidireccional entre las variables agricultura y la población urbana con las emisiones de CO₂; mientras que, la relación entre las variables IED y emisiones de CO₂ indican una relación unidireccional. La bidireccionalidad ocurre por el hecho de que la agricultura contamina a través del proceso de cultivo, ya que, en los últimos años, se ha incrementado la actividad agrícola por parte de las economías de América Latina; no obstante, la pérdida de hábitat y la degradación de la calidad ambiental es inminente. En el caso de la bidireccionalidad que ocurre entre la población urbana y las emisiones de CO₂ se justifica bajo el hecho de que, a medida que existe mayor población urbana, estos requieren de más recursos, por ende, se genera a su vez una mayor producción y mayor consumo, lo cual implica una sobreexplotación de los recursos naturales.

En el mismo sentido, los resultados expresados en esta investigación indicaron unidireccionalidad entre las emisiones de CO₂ y la IED de América Latina esto ocurre, debido a que la liberalización de la IED en América Latina acelera el libre comercio en conjunto con la globalización y la necesidad de mejorar la competitividad en costes de producción provoca un movimiento de migración y de concentración de actividades productivas sensibles por lo cual, desde el punto de vista ambiental los países con leyes ambientales menos rigurosas o menos eficaces incentivan a gobiernos locales tanto en economías desarrolladas como en desarrollo a adoptar políticas ambientales estratégicas menos rigurosas; no obstante, la IED no causa las emisiones de CO₂ según los resultados de esta investigación esto se justifica bajo el hecho de que las empresas en algún punto comienzan a emplear medidas y técnicas amigables con el ambiente para reducir las emisiones de CO₂.

Estos resultados de la causalidad bidireccional entre las variables agricultura con las emisiones de CO₂ concuerdan con el estudio realizado por Jebli y Youssef (2017) obtienen como resultados la existencia de una relación bidireccional entre la agricultura y las emisiones de CO₂ a largo plazo justifican esta bidireccionalidad bajo la idea de que la agricultura en América Latina degrada los recursos naturales empleados para la cultivación. De modo similar, el estudio de Hafeez et al. (2020) con las variables de finanzas, agricultura, demanda de energía y degradación ambiental muestra resultados de causalidad similares, concluyendo que hay

causalidad bidireccional entre la degradación ambiental, las finanzas, la agricultura y la demanda de energía, respectivamente. Por el contrario, Yangari et al. (2018) muestran la existencia de una causalidad unidireccional que va desde el valor agregado bruto (agricultura, servicios e industria) a las emisiones de CO₂.

Con relación a la causalidad bidireccional entre la población urbana y las emisiones de CO₂ se asemejan mucho al estudio de Rahman (2017) quien evidencia la causalidad bidireccional a largo plazo entre la densidad de la población, uso de energía, crecimiento económico, exportaciones y emisiones de CO₂ y sostiene que las exportaciones de productos agrícolas de América Latina incrementan de acuerdo al incremento de la demanda poblacional, por lo tanto, el consumo incrementa y el nivel de contaminación crece continuamente debido a los desechos sólidos y líquidos. Sin embargo, Ramos y Jumbo (2018) en las pruebas de causalidad entre las variables urbanización y emisiones de CO₂, determinaron que solamente existe causalidades unidireccionales entre a urbanización y las emisiones de CO₂, y causalidad unidireccional entre el capital humano y las emisiones de CO₂ porque la contaminación ambiental solamente la produce el ser humano con sus actividades cotidianas.

Con respecto a la causalidad unidireccional entre la IED y las emisiones de CO₂, Armijos y Lozano (2021) presentan una similitud en los resultados de estudio al investigar la IED y sus posibles consecuencias para el medio ambiente, encontrando que en países de ingresos bajos y medios altos existe una causalidad unidireccional entre la IED y las emisiones de gases contaminantes per cápita, de hecho, las economías que mejoran su tecnología e implementan medidas que reducen la contaminación son las economías desarrolladas. Así mismo, los resultados del estudio de Zakarya et al. (2015) enfocado en el análisis de las interacciones de entre el consumo de energía, la IED, el crecimiento económico y la emisión de CO₂ cuyos resultados indican, la existencia de una causalidad unidireccional dado que, el nivel de consumo de la población incrementa constantemente y a su vez el nivel de contaminación.

Por último, las investigaciones desarrolladas por Pao y Tsa (2011); Kamaci et al. (2021) demuestran una causalidad unidireccional entre las emisiones de CO₂, la IED y la apertura comercial apoyando la hipótesis del paraíso de la contaminación y los efectos de halo es decir, a simple vista se determina que las emisiones de dióxido de carbono lo producen las industrias y empresas que tienen procesos de elaboración que emiten gases contaminantes; no obstante,

las empresas pueden tomar medidas y estrategias para mejorar su tecnología y que esta deje de ser contaminante, pero es inevitable la degradación del medio ambiente a medida que pasa el tiempo existen procesos naturales que contaminan el medio ambiente.

8. Conclusiones

De acuerdo a los resultados encontrados en esta investigación se plantea las respectivas conclusiones para cada objetivo específico.

Teniendo en cuenta que las emisiones de CO₂ en América Latina a través de los años han incrementado, para el primer objetivo se concluye que se acepta la hipótesis acerca de que la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina, durante el periodo 1990-2020 presentan un comportamiento significativo, esto se debe a que la demanda de los recursos primarios, el crecimiento económico y la actividad humana de los países latinoamericanos ponen en riesgo la biodiversidad y calidad de vida además, existe un incremento en los niveles de emisiones de CO₂ para las regiones de América Latina, este incremento se estabiliza a largo plazo, para después presentar una pequeña reducción de las emisiones, es decir, dicha disminución evidencia que los países se vuelven más eficientes en la producción, con mejores técnicas productivas y menos contaminantes.

En el caso de la correlación de las variables de esta investigación también aporta al cumplimiento del primer objetivo, todas resultaron positivas, por lo tanto, se concluye que los efectos de las actividades agrícolas son significativos porque, reducen la fertilidad y productividad de los suelos cultivados asimismo, la población urbana a medida que aumenta la las emisiones de CO₂ también lo hacen dado que, el crecimiento demográfico, ha provocado a una explotación excesiva de los recursos naturales también, en el caso de la inversión extranjera directa su tendencia creciente implica que a medida que la inversión extranjera directa aumenta, las emisiones de CO₂ también incrementan, debido a que las economías de América Latina son en gran medida dependientes del comercio y en especial de las exportaciones de materias primas, dicha producción requiere de inversiones para ser eficaz y esto conlleva a un aumento de la contaminación ambiental.

Con respecto al segundo objetivo específico se concluye que mediante el modelo econométrico GLS la relación positiva y significativa que presentaron las variables del modelo para los países de América Latina evidenciaron que la agricultura contamina a través del proceso de cultivo, ya que, los agroquímicos que se aplican contienen concentrados de sustancias químicas para la agricultura que estimulan el crecimiento productivo e intensifican la agricultura; no obstante, inducen a la pérdida de hábitat y la degradación de la calidad ambiental, por otra parte, la población urbana presenta un efecto positivo en las emisiones de CO₂ de América Latina donde una mayor producción es evidente la sobreexplotación de los

recursos naturales. También, la variable inversión extranjera directa en América Latina permite el libre comercio, lo cual, provoca un movimiento de migración y de concentración de actividades productivas que impactan el ambiente.

Por consiguiente, de acuerdo con los resultados de la prueba de Westerlund (2007) la relación de equilibrio a largo plazo que se determina entre la agricultura y las emisiones de CO₂, cumplen la segunda hipótesis planteada que consiste en que la agricultura y las emisiones de CO₂ para los países de América Latina presenta una relación a largo plazo durante el periodo 1990-2020 esto ocurre debido a que la productividad y el crecimiento del sector agrícola en América Latinas se ha ido incrementando con el tiempo por lo que la grave consecuencia es que genera variabilidad climática, emisiones de CO₂, alterando directamente el rendimiento de las cosechas de los productos que más comercializa la región e incluso afecta a otros sectores de la economía y desencadena una escasez de productos en los países que conforman la sociedad latinoamericana.

Seguidamente, en cumplimiento del tercer objetivo, se encontró una causalidad bidireccional entre las emisiones de CO₂ y la producción agrícola con valor agregado a nivel global en los países de América Latina, dando cumplimiento de esta manera a la tercera hipótesis planteada esta bidireccionalidad implica que las emisiones de CO₂ perjudican a las actividades económicas debido a que dañan de forma irreversible las bases de recursos naturales disponibles y a su vez, crearían fenómenos naturales que afectan la seguridad alimentaria, aumentan parcialmente la pobreza y disminuyen el crecimiento económico de las regiones en conjunto. Sin embargo, la relación unidireccional entre la IED y las emisiones de CO₂, comprueba que las industrias altamente contaminantes que entran a las economías por medio de la IED crean un escenario propicio para que exista un colapso ambiental que a largo plazo perjudicaría a la sociedad latinoamericana.

Finalmente, la investigación presenta limitaciones en la sección de discusión de resultados en la vinculación de los resultados obtenidos con otras investigaciones con relación a la variable agricultura, esto debido a que no existen documentos actuales que abarquen tanto la relación de estas variables como de las técnicas actuales utilizadas. Por consiguiente, los hallazgos en la investigación resultan relevantes para el aporte de la literatura actual y a la escasa evidencia empírica en materia de contaminación ambiental, de los factores determinantes que implican su crecimiento y de los objetivos planteados que se han cubierto por completo.

9. Recomendaciones

En referencia a las conclusiones planteadas se realizan recomendaciones con el fin de solventar la problemática de esta investigación.

Primero, considerando el efecto positivo de la agricultura y las emisiones de CO₂ de los países de América Latina, es necesario crear alianzas con países desarrollados y empresas extranjeras que oferten tecnología amigable con el ambiente, es decir, en el caso de las empresas extranjeras deben presentar un plan ecológico de producción para poder permitir su funcionamiento y en el caso de las economías desarrolladas, sería conveniente crear alianzas y adoptar medidas ecoamigables que compartan en capacitaciones por ende, también es necesario que exista un compromiso por parte de los países de América Latina en cuanto a la adquisición de tecnologías y maquinarias respetuosas con el medio ambiente, ya que, se debe tener en cuenta si la funcionalidad de la tecnología aplica en la zona.

Así mismo, los gobiernos de los países de América Latina, deberían incentivar a los productores agrícolas mediante incentivos fiscales y créditos para promover el uso de energías limpias, y eficientes, que sean amigables con el medio ambiente. También, se debería poner sanciones y realizar un seguimiento más eficiente a las prácticas contaminantes que se generen en gran magnitud en la Latinoamérica a través de controles rutinarios y constantes a las empresas, además, se debe aplicar medidas estrictas para otorgar un número adecuado de licencias de producción y evitar concederlas a empresas o industrias altamente contaminantes como las fabricantes de carbón, cemento, y fundiciones.

Se recomienda que la población urbana reduzca su nivel de contaminación a través de incentivos para reciclar, es decir, la creación campañas para clasificar los desechos sólidos y reutilizar envases y productos que sean altamente contaminantes se debe contrarrestar el consumo desmedido de las poblaciones urbanas. Los incentivos por parte de la administración gubernamental podría ser el otorgamiento de créditos con un interés bajo al actual en el sistema bancario, disminuir los costos de exportación de los productos agrícolas, disminuir los impuestos relacionados con la adquisición de productos agroquímicos y de maquinaria para el uso del suelo.

10. Bibliografía

- Aburto, M., & Samaniego, H. (2019). Observación espacial y análisis de la relación entre las emisiones atmosféricas de CO₂ y el tamaño de la ciudad en Chile. Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada, 73-92.
- Adedoyin, F., Bein, M., Gyamfi, B., & Bekun, F. (2021). Does agricultural development induce environmental pollution in E7? A myth or reality. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Adom, P., Kwakwa, P., & Amankwaa, A. (2018). The long-run effects of economic, demographic, and political indices on actual and potential CO₂ emissions. *Journal of Environmental Management*, 2018, 516-526. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29709820/>
- Alcántara, V., & Padilla, E. (2005). Análisis de las emisiones de CO₂ y sus factores explicativos en las diferentes partes del mundo. *Revista de Economía Crítica*(4), 17-37.
- Alvarado, R., Posso, M., & López, M. (2018). El crecimiento poblacional y los bienes de propiedad común. *Revista Economía*, 70(112), 71-86. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/ECONOMIA/article/view/2047/1911>
- Arias, D., Arias, R., & Gurria, M. (2006). Inversión Extranjera Directa en el sector Agropecuario de Centroamérica: *El caso de Honduras*. Banco Interamericano de Desarrollo, 2-37.
- Armijos, J., & Lozano, E. (2021). Efectos de la inversión extranjera directa y el desarrollo financiero en las emisiones de CO₂ a nivel global y por grupos de países. *Revista Económica*, 9(1). Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/1145/803>
- Arrhenius, S. (1896). On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science*, 237-276.
- Baek, J., & Choi, Y. (2017). Does Foreign Direct Investment Harm the Environment in Developing Countries? Dynamic Panel Analysis of Latin American Countries. *Economies Journal*. doi:<https://doi.org/10.3390/economies5040039>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (21 de Enero de 2019). El sector agropecuario de América Latina necesita más y mejores datos. Obtenido de <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/01/el-sector-agropecuario-de-america-latina-necesita-mas-y-mejores-datos/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2002). *Inversión extranjera directa en América Latina: El papel de los inversores europeos*. Washington, D .C.: BID. Obtenido de:<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Inversi%C3%B3n-extranjera-directa-en-Am%C3%A9rica-Latina-El-papel-de-los-inversores-europeos.pdf>
- Banco Mundial. (12 de Noviembre de 2020). Los sistemas agropecuarios y alimentarios de América Latina y el Caribe están listos para una profunda transformación. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/pressrelease/2020/11/12/agriculture-food-systems-latin-america-caribbean-changes>

- Bárcena, A., Samaniego, J., Peres, W., & Alatorre, J. E. (2020). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? *CEPAL*, 22-350.
- Barrantes, R., Berdegué, J., Alain de Janvry, Díaz-Bonilla, E., Elizondo, D., Gordillo, G., . . . Yúnez-Naude, A. (2013). Agricultura y Desarrollo en América Latina: Gobernanza y políticas públicas. *PIADAL*, 16-191.
- Behera, S., & Dash, D. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96-106. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.201>
- Calvin, K., Beach, R., Gurgel, A., Labriet, M., & Loboguerrero, A. (2016). Agriculture, forestry, and other land-use emissions in Latin America. *Energy Economics*, 56, 615-624. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.03.020>
- Cardona, M., Barrero, Y., Gaviria, C., Álvarez, E., y Muñoz, J. (2007). Aportes teóricos al debate de la agricultura desde la economía.
- Carreño, 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). Obtenido de [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CVU/11-22%20\(2018-2\)/151555951003/151555951003_visor_jats.pdf](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CVU/11-22%20(2018-2)/151555951003/151555951003_visor_jats.pdf)
- Campos, M. A. (2018). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Revista Enfermería la Vanguardia*, 6(2), 40-47.
- Castillo, B., Ruiz, J., Manrique, M., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Revista Espacios*, 11
- CEPAL. (2000). La inversión extranjera en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1154/S9980531_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CEPAL. (2003). *La Inversión Extranjera en América Latina y el Caribe 2002*. Chile: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1124/S0212944_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CEPAL. (2004). La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/1126>
- CEPAL. (2008). Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: resultados, tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Santiago: Naciones Unidas. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3611-agricultura-desarrollo-rural-tierra-sequia-desertificacion-resultados-tendencias>
- CEPAL. (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña*. Publicación de las Naciones Unidas: Publicación de las Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3640/1/S2009028_es.pdf

- CEPAL. (2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf
- CEPAL. (27 de Abril de 2010). *Producción agrícola se recuperará en gran parte de la región en 2010*. Obtenido de cepal.org/es/comunicados/produccion-agricola-se-recuperara-gran-parte-la-region-2010
- CEPAL. (2011). *Agricultura y cambio climático: Del diagnóstico a la práctica*. Santiago: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7043/1/S1200799_es.pdf
- CEPAL. (2011). *Notas de la CEPAL*. Obtenido de La urbanización presenta oportunidades y desafíos para avanzar hacia el desarrollo sostenible: <https://www.cepal.org/notas/73/Titulares2#:~:text=Am%C3%A9rica%20Latina%20es%20la%20regi%C3%B3n,alza%2C%20pero%20a%20ritmos%20decrecientes>.
- CEPAL. (Octubre de 2015). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39023>
- CEPAL. (2016). Obtenido de <https://cods.uniandes.edu.co/como-llegar-a-cero-emisiones-de-carbono-en-america-latina-y-el-caribe/>
- CEPAL. (2017). *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe*. Santiago: Unidad de Inversiones y Estrategias Empresariales de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica.
- CEPAL. (2018). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42228/4/S1701215A_es.pdf
- CEPAL. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Santiago: Naciones Unidas.
- CEPAL. (2021). *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47147>
- CEPAL, FAO, & IICA. (2013). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: 2013 una mirada hacia América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL, FAO, IICA. (2017). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2017-2018*. CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42281/1/PerspAgricultura2017-2018_es.pdf
- CEPAL, FAO, IICA. (2022). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022*. CEPAL. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/18609/BVE21088362e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Chamberlin, T. (1899). An Attempt to Frame a Working Hypothesis of the Causes of Glacial periods on an Atmospheric basis. *Journal of Geology*, 545-584.
- Chayanov, A. V. (1925). La organización de la unidad económica campesinut.
- Chimarro Imbaquingo, J. (2021). Evaluación del impacto ambiental en el suelo causado por pesticidas aplicados en cultivos transitorios en la parroquia pimampiro-imbabura. imbabura: universidad técnica del norte facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales.
- Correa, F. (2004). Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la. *Semestre Económico*, 7(14), 73-104. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1131>
- Correa, F., Vasco, A., & Pérez, C. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia grupo de economía ambiental (GEA). *Semestre Económico*, 8(15), 13-30. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013659001.pdf>
- Cruz, I. (2016). Emisiones de CO2 en hogares urbanos. El caso del Distrito Federal. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 31(1), 115-142. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v31n1/0186-7210-educm-31-01-00115.pdf>
- Cunha, J., & Rodríguez, J. (2009). Crecimiento urbano y movilidad en América Latina. *Revista Latinoamericana de Población*, 3(4-5), 27-64. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3238/323827368003/html/>
- Demena, B., & Afesorgbor, S. (2020). The effect of FDI on environmental emissions: Evidence from a meta-analysis. *Energy Policy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111192>
- De Elvira, A. (Septiembre de 2007). Los Científicos y el cambio climático actual. Obtenido de <https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Cient%C3%ADficos-CC-actual.pdf>
- De Salvo, C. (30 de Abril de 2018). BID. Obtenido de ¿Pueden las políticas agrícolas influir en las emisiones de gases de efecto invernadero?.
- Ding, Y., & Li, F. (2017). Examining the effects of urbanization and industrialization on carbon dioxide emission: Evidence from China's provincial regions. *Energy*, 125, 533-542. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.156>
- Djellouli, N., Abdelli, L., Elheddad, M., Ahmed, R., & Mahmood, H. (2022). The effects of non-renewable energy, renewable energy, economic growth, and foreign direct investment on the sustainability of African countries. *Renewable Energy*, 183, 676-686. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.066>
- Dogan, N. (2018). El impacto de la agricultura en las emisiones de CO2 en China. *Panaeconomicus*, 66(2), 257-271. <https://doi.org/10.2298/PAN160504030D>.
- Dominguez-Manjarrez, C. A., Bravo-Alvarez, H., & Sosa-Echeverria, Rodolfo. (2014). Ingeniería, investigación y tecnología. *Scielo*, 15(4), 549-560.
- Duff, A., & Padilla, A. (2015). Latin America: agricultural perspectives. *Rabobank*. doi:<https://economics.rabobank.com/publications/2015/september/latin-america-agricultural-perspectives/>
- Epaphra, M., & Mwakalasya, A. H. (2017). Analysis of Foreign Direct Investment, Agricultural Sector and Economic Growth in Tanzania. *Modern Economy*, 08(01), 111-140.

<https://doi.org/10.4236/me.2017.81008>.

- Escobar, G. (2016). La relevancia de la agricultura en América Latina y el Caribe. *Friedrich Ebert Stiftung*.
- FAO. (31 de 01 de 2012). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/509146/>
- FAO. (2015). *Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm#TopOfPage>
- FAO. (22 de Junio de 2019). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta. Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Fernández, R., & Bojollo, R. (2008). Influencia de la climatología y el manejo del suelo en las emisiones de CO2 en un suelo arcilloso de la Vega de Carmona. *Dialnet*, 2339-2354.
- Ferraro, R., Gareis, M., & Zulaica, L. (2013). Aportes para la estimación de la huella de carbono en los grandes asentamientos urbanos de Argentina. *Revista Colombiana de Geografía*, 87-106.
- Fonseca, A., Madrigal, H., Núñez, C., Calderón, H., Moraga, G., & Gómez, A. (2019). Evaluación de la amenaza de contaminación al agua subterránea y a áreas de protección a manantiales en las subcuencas Maravilla-Chiz y Quebrada Honda, Cartago, Costa Rica. *Uniciencia*, 33(2), 76-97.
- Galindo, L., & Samaniego, J. (2010). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunos hechos estilizados. *Revista CEPAL*, 69-96. Obtenido de https://www.euroclima.org/images/Publicaciones/Economia/LAC_La_eco_del_cc_en_LAC_algunos_hechos_estilizados.pdf
- García, A., Laurín, M., Llosá, M., González, V., Sanz, M., & Porcuna, J. (2006). Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático en comparación con la agricultura convencional. *Agroecología* 1, 75-88.
- Gómez, C., Barrón, K., & Moreno, L. (2011). Crecimiento económico y medio ambiente en México. *El Trimestre Económico*, 78(311), 547-582. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2011000300547
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics*, 110(2), 353-377.
- Gutierrez, J. (8 de 11 de 2020). *El modelo de datos panel*. Obtenido de <https://todoeconometria.com/paneldata1/>
- Hafeez, M., Yuan, C., Cha, W., Tariq, M., Li, X., & Iqbal, y. (2020). Evaluating the relationship among agriculture, energy demand, finance and environmental degradation in one belt and one road economies. *Carbon Management*, 139-154. doi:<https://doi.org/10.1080/17583004.2020.1721974>
- Hansen, J., Fung, I., Lacis, A., Rind, D., Lebedeff, S., Ruedy, R., & Russell, G. (1988). Global climate changes as forecast by Goddard Institute for Space Studies three-dimensional model. *Journal of Geophysical Research*, 93(D8), 9341-9364.

- Hirschman, A. (1958). *The Strategy Economic Development*.
- Hoyos, G. (2009). El cambio urbano. Concentración, difusión descentrada y desarticulación. *Quivera*, 11(1), 103-124. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/401/40113194008.pdf>
- IICA. (2014). *El fenómeno de El Niño y la agricultura latinoamericana*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2992/BVE17068910e.pdf;jsessionid=39FDC883C2D72EEBCBCA4D6FA2E45D33?sequence=1>
- Jebli, M., & Youssef, S. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological Indicators*, 74, 295-301. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.032>
- Johnston, B., y Mellor, J. (1961). El papel de la agricultura en el desarrollo económico. *El trimestre económico*, 29(114), 279-307
- Kamaci, A., Gul, E., & Torusdag, M. (2021). Foreign direct investments, trade openness and co2 emissions relationship: the case of 1995-2019 EU countries. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 33(2), 56-73. Obtenido de <https://ojs.uniquindio.edu.co/ojs/index.php/riuq/article/view/637/660>
- Kautsky, K. (1974). *La cuestión agraria: estudios de las tendencias de la agricultura moderna y de la política agraria de la socialdemocracia*.
- Keeling, C. (1960). The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. *Elsevier*, 277-298.
- Lewis, W. (1954). *Desarrollo económico con oferta ilimitada de mano de obra*
- Licona, Á., & Ramírez, E. (2014). China y Estado Unidos, compromisos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. *Revista CIMEXUS*, 9(1), 91-104.
- Lobell, D., & Burney, J. (2021). Cleaner air has contributed one-fifth of US maize and soybean yield gains since 1999. *Environmental Research Letters*, 1-10.
- López, F., & Fernández, M. (junio de 2012). *Agricultura y Medio Ambiente: Equilibrio Territorial*.
- Manabe, S., & Wetherald, R. (1975). The effects of doubling the CO2 concentration on the climate of a general circulation model. *Journal of the atmospheric sciences*, 32(1), 3-15.
- Marx, K. (1867). *El capital* (1867 libro I, 1885 libro II, 1894 libro III). Siglo XXI, 8, 1975-1981.
- Meza, L. (2014). La agricultura familiar y el cambio climático. En FAO, *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Políticas*. (págs. 79-100). Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf>.
- Mill, J. (1857). *Principles of economics*. London: Parker.
- Mohapatra, G., & Giri, A. (2009). Economic development and environmental quality: an. *Management of Environmental Quality An International*, 20(2), 175-191. doi:<https://doi.org/10.1108/14777830910939480>

- Nadal, A., Cerón , I., Cuerva, E., Alejandro Josa, X., Pons, O., Oriol Pons , J., & Sanyè-Mengual , E. (2015). Agricultura urbana en el marco de un urbanismo sostenible. *Temas de Disseny* , 92-103.
- Nguyen, C., Le, T.-H., & Su, T. (2021). Determinants of agricultural emissions: panel data evidence from a global sample. *Environment and Development Economics*, 109 - 130. Obtenido de <https://www.cambridge.org/core/journals/environment-and-development-economics/article/abs/determinants-of-agricultural-emissions-panel-data-evidence-from-a-global-sample/F1A7200B58EC9BE835568E3812BBD376>
- Okorie, D., & Lin, B. (2022). Emissions in agricultural-based developing economies: A case of Nigeria. *Journal of Cleaner Production*, 337. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130570>
- Opoku, E., Adams, S., & Aluko, O. (2021). The foreign direct investment-environment nexus: Does emission disaggregation matter? *Energy Reports*, 7, 778-787. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.01.035>
- Ortíz, C., & Gómez, M. (2021). Crecimiento económico y calidad ambiental en América Latina, perspectiva desde Kuznets, 1970-2016. *Economía Teórica y Práctica*, 29(55), 17-36. doi:<http://dx.doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/552021/Ortiz>
- Pao, H., & Tsai, C. (2011). Multivariate Granger causality between CO2 emissions, energy consumption, FDI (foreign direct investment) and GDP (gross domestic product): Evidence from a panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) countries. *Energy*, 36(1), 685-693. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210005207>
- Parks, C. W. (2006). An Afrocentric Perspective to Food Preferences and Obesity Within the African American Communities. *PsycCRITIQUES*, 51(51), 59–72. <https://doi.org/10.1037/a0004468>.
- Pascual , F. (2003). La agricultura latinoamericana en la era de la globalización y de las políticas neoliberales: Un primer balance. *Revista de Geografía* , 9-36.
- Pérez Nogales, J. (Marzo de 2020). *Análisis estadístico de las emisiones de CO2 equivalente del sector agrícola español*. Obtenido de <https://oa.upm.es/65051/>
- Pimentel, I. T. (2021). *Relaciones internacionales y estudios políticos*. Bogota: Universidad militar nueva granada. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38422/DiazPimentelIngriTatiana2021pdf.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Pigou, A. (1920). *The Economics of Welfare*. London: Macmillan and Co.
- Pinto, G. (2016). El bono demográfico en América Latina: El efecto económico de los cambios en la estructura por edad de una población. *Población y Salud en Mesoamérica*, 13(2), 1-17. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/446/44643207010.pdf>
- Prebisch. (1949). El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. *El trimestre económico*, 16(63), 347-431
- Quesnay, F. (1758). La tabla económica. Máximas generales del gobierno económico de un reino agrícola.

- Rafiq, S., Salim, R., & Nielsen, I. (2016). Urbanization, openness, emissions, and energy intensity: A study of increasingly urbanized emerging economies. *Energy Economics*, 56, 20-28. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.02.007>
- Rahman, M. (2017). Do population density, economic growth, energy use and exports adversely. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 506-514. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.041>
- Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Nexus between economic growth, energy use, agricultural productivity, and carbon dioxide emissions: new evidence from Nepal. *Energy Nexus*, 7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100113>
- Ramanathan, V. (1988). The greenhouse theory of climate change: a test by an inadvertent global experiment. *Science*(240), 293-299
- Ramos, A., & Jumbo, B. (2018). Emisiones de CO₂, urbanización, consumo de energía eléctrica y capital humano, un análisis de cointegración para datos de panel nivel mundial período 1986 - 2016. *Revista Económica*, 5(1). Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/776/620>
- Randall, A. (1985). Economía de los recursos naturales y política ambiental. *Estudios Económicos*, 9(69), 21-22. doi:<https://doi.org/10.52292/j.estudecon.1993.490>
- Rizo, O. D., Rieumont, S. O., Rudnikas, A. G., Rodríguez, K. D., Cazorla, L. L., Céspedes, D. G., . . . Artilles, M. M. (2016). Estudios de contaminación ambiental en La Habana mediante técnicas nucleares y conexas. *In STECUH*(66), 1-8.
- Rodríguez S, L. (2007). Protocolo de kyoto: debate sobre ambiente y desarrollo en las discusiones sobre cambio climático. *Gestión y Ambiente*, 119-128.
- Rodríguez, A. G. (2017). Contaminación del Agua y Bioacumulación en el Ser Humano de Plaguicidas Organoclorados en el Estado de Yucatán, México. *Revista de la Universidad Marista de Mérida, México*(1), 1-9.
- Rofiuddin, M., Aditya, T., & Sbm, N. (2017). Economic Activity and Pollution: The Case of Indonesia 1967-2013. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 18(2), 239-244. doi:<https://dx.doi.org/10.23917/jep.v18i2.5312>
- Romieu, I., Weitzenfeld, H., & Finkelman, J. (2012). Urban Air Pollution in Latin America and the Caribbean. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 43(9). doi:<https://doi.org/10.1080/10473289.1991.10466910>
- Saldiva, R. H., Argüello, B. M., Villarreal, G. D., & Reyes, I. V. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta Universitaria*, 2(28), 9-24.
- Sánchez, L., & Caballero, K. (2019). La curva de Kuznets ambiental y su relación con el cambio climático en América Latina y el Caribe: un análisis de cointegración con panel, 1980-2015. *Revista de Economía del Rosario*, 22(1), 101-142. doi:<http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.7769>
- 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. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.04.001>

- Say, J. (1821). Tratado de Economía Política o Exposición sencilla del modo con que se forman, se distribuyen y conservan las riquezas (Cuarta ed.).
- Saynes, V., Etchevers, J., Paz, F., & Alvarado, L. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*, 34, 83-96. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n1/2395-8030-tl-34-01-00083.pdf>
- Segrelles, J. A. (Julio de 2001). Problemas ambientales, Agrícolas y globalización en América Latina. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 741-90.
- Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental quality and development: Is there a kuznets curve for air pollution emissions? In *Journal of Environmental Economics and Management* (Vol. 27, Issue 2, pp. 147–162). <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>
- Silva, M., & Madeira, J. (2015). Inversión extranjera directa y medio ambiente: estado del arte en la investigación. *Economía*, XL(39), 11-36. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195648436002>
- Smith, A. (1776). Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones.
- Solórzano, G. F., & Moreira, J. I. (2017). Relación de la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo en la contaminación de CO₂ eq. en el cantón junín. manabí: escuela superior politécnica agropecuaria de manabi manuel felix lopez.
- Soto, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico*, 7(1), 127-149.
- Suanes, M., & Roca, O. (2015). Inversión extranjera directa, crecimiento económico y desigualdad en América Latina. *El trimestre económico*, 3(327), 675-706. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v82n327/2448-718X-ete-82-327-00675.pdf>
- Trallero Palacín, P. M. (2018). Curva de Kuznets Ambiental: Estudio del impacto de la Inversión Extranjera Directa y el Comercio en las emisiones de CO₂ en el sudeste asiático. España: Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/76612>
- Ullah, A., Khan, D., Khan, I., & Zheng, S. (2018). Does agricultural ecosystem cause environmental pollution in Pakistan? Promise and menace. *Environmental Science and Pollution Research*.
- UNEP. (16 de Septiembre de 2021). *La COVID-19 causó solo una reducción temporal de las emisiones de carbono — nuevo informe de agencias de la ONU*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-covid-19-causo-solo-una-reduccion-temporal-de-las>
- Vaca, P., & Cartuche, I. (2018). Relación entre las emisiones de CO₂ y el grado de urbanización anivel global y entre grupos de países: un enfoque usando técnicas econométricas avanzadas de datos de panel. *Revista Económica*, 5(1). Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/775/619>
- Valdés, A., Foster, W., Pérez, R., & Rivera, R. (2010). Evolución y distribución del ingreso agrícola en América Latina: evidencia a partir de cuentas nacionales y encuestas de hogares. *CEPAL*. Obtenido de

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3794/S2010606_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Vélez, K. (2016). Urbanización, especialización y crecimiento económico en los países de la Comunidad Andina. *Revista Económica*, 74-88. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/441/355>
- Vinueza, C. F., Meneses, K., & Cuesta, G. (2021). América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? *Revista Ciencias Ambientales*, 2(55), 1-18.
- Wang, S., Li, G., & Fang, C. (2018). Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from countries with different income levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2), 2144-2159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.025>
- Wu, Y., Shen, J., Zhang, X., Skitmore, M., & Lu, W. (2016). The impact of urbanization on carbon emissions in developing countries: a Chinese study based on the U-Kaya method. *Journal of Cleaner Production*, 135(1), 589-603. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.121>
- WWF. (2020). Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen. Fondo Mundial Para La Naturaleza, 130.
- Yangari, G., Mendez, P., & Rocano, J. (2018). Relación entre las emisiones de Co2, comercio y valor agregado bruto para países con diferentes niveles de ingresos. *Revista Económica*, 104-113.
- Yang, Y., & Cai, Z. (2020). Ecological security assessment of the Guanzhong Plain urban agglomeration based on an adapted ecological footprint model. *Journal of Cleaner Production*, 260, 120973. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120973>
- Yang, H., Wang, X., & Bin, P. (2022). Agriculture carbon-emission reduction and changing factors behind agricultural eco-efficiency growth in China. *Journal of Cleaner Production*, 334. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130193>
- Zakarya, G., Mostefa, B., Abbes, S., & Seghir, G. (2015). Factors Affecting CO2 Emissions in the BRICS Countries: A Panel Data Analysis. *Procedia Economics and Finance*, 26, 114-125. doi:[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00890-4](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00890-4)
- Zhang, L., Pang, J., Chen, X., & Lu, Z. (2019). Carbon emissions, energy consumption and economic growth: Evidence from the agricultural sector of China's main grain-producing areas. *Science of The Total Environment*, 665(15), 1017-1025. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.162>

11. Anexos

Anexo 1

Test de hausman, a nivel global

	Coefficients			
	(b) fe	(B) re	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
LogAGRIC	.5483907	.5355441	.0128466	.0042986

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(1) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
 = 8.93
 Prob>chi2 = 0.0028

Dado que Prob>chi2 = 0,0028 (menor a 0.05) se rechaza la hipótesis nula Ho, lo que señala que los efectos individuales están correlacionados con las variables explicativas, por lo tanto, la prueba de Hausman indica que se debe utilizar un modelo de efectos fijos.

Matriz de multicolinealidad

	CO2	AGRIC	URBN	IED
CO2	1,00			
AGRIC	0,59	1,00		
URBN	0,71	0,58	1,00	
IED	0,23	-0,03	0,14	1,00

Nota. Elaboración propia con datos de del Banco Mundial (2020).

Anexo 2

Test de autocorrelación y de heterocedasticidad

Test de autocorrelación de Wooldridge en datos panel	
F(1, 15)	133.704
Prob > F	0,0000

Dado que $\text{Prob}>F = 0,0000$ es menor a $0,05$ se rechaza la hipótesis nula H_0 , por lo tanto, se concluye que en el modelo existe el problema de autocorrelación a nivel global.

Test de Heterocedasticidad en datos panel

Chi2	913.45
Prob>chi2	0,0000

Nota. Elaboración propia con datos de del Banco Mundial (2020).

Dado que $\text{Prob}>\text{chi}2 = 0,0000$ es menor a $0,05$ se rechaza H_0 , lo que señala que no hay heterocedasticidad, por lo tanto, se concluye que el modelo existe el problema de heterocedasticidad a nivel global.

Anexo 3

Certificación de traducción del resumen

Mgs. Mónica Jimbo Galarza
C E R T I F I C O:

Haber realizado la traducción de Español – Inglés del resumen del Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Economista titulado **“IMPACTO DE LA AGRICULTURA EN LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL PARA AMÉRICA LATINA, PERIODO 1990-2020”** de autoría de Lizzeth Stefania Guamán Guamán con CI: 1150311205.

Se autoriza a la interesada hacer uso de la misma para los trámites que crea conveniente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Emitida en Loja, a los 10 días del mes de enero 2023.



Firmado electrónicamente por:
**MONICA
CECILIA
JIMBOGALARZA**

Mgs. Mónica Jimbo Galarza

MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA

REGISTRO EN LA SENECYT N° 1021-2018-1999861