

07

UV Universidad  
Verdad 84

# EL EFECTO DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO, USO ENERGÉTICO, APERTURA COMERCIAL Y DESARROLLO FINANCIERO, SOBRE LAS EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

*The effect of economic growth, energy use, trade openness, and financial development on carbon dioxide emissions in Latin America and the caribbean*

 **Viviana Alexandra Arce Jara**, Universidad del Azuay (Ecuador)  
(arcevivi@hotmail.es) (<https://orcid.org/0009-0000-9047-2092>)

 **Valeria Alejandra Garcia Barros**, Universidad del Azuay (Ecuador)  
(valeria27.garciabarros@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0003-6901-6983>)

 **Luis Gabriel Pinos Luzuriaga**, Universidad del Azuay (Ecuador)  
(lpinos@uazuay.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-3894-8652>)

## Resumen

La presente investigación evalúa las relaciones entre el crecimiento económico, uso energético, apertura comercial y desarrollo financiero, sobre las emisiones de dióxido de carbono en 19 países de Latinoamérica y el Caribe, entre 1990 y 2014, mediante un modelo de primeras diferencias de Arellano-Bond. Según el estudio, el PIB, el consumo energético y el comercio conforman desencadenantes significativos para el incremento del CO<sub>2</sub>. Asimismo, se comprueba el impacto negativo del PIB a largo plazo, es decir, la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, mientras que, el desarrollo financiero no demuestra incidencia en la contaminación del ambiente.

## Abstract

The present research evaluates the relationships between economic growth, energy use, trade openness, and financial development on carbon dioxide emissions in 19 Latin American and Caribbean countries between 1990 and 2014, using a first-differences model by Arellano-Bond. According to the study, Gross Domestic Product (GDP), energy consumption, and trade are significant drivers of CO<sub>2</sub> increase. Additionally, the long-term negative impact of GDP is confirmed, supporting the Environmental Kuznets Curve hypothesis, while financial development does not significantly influence environmental pollution

## Palabras clave

Curva de Kuznets Ambiental, crecimiento económico, dióxido de carbono, economía verde, modelo de panel.

## Keywords

Environmental Kuznets Curve, carbon dioxide, economic growth, green economy, panel data model.

## 1.

### Introducción

La comunidad científica concuerda en que el cambio climático es causado en gran parte por las actividades humanas que aumentan la concentración de gases de efecto invernadero, como la quema de combustibles fósiles y el cambio en el uso del suelo, con fines económicos y productivos (Bárcena et al., 2020). Entre los principales gases producidos mediante la actividad humana está el dióxido de carbono, el cual es responsable de intensificar el cambio de la temperatura del planeta, cuyas emisiones se espera que presenten una tendencia creciente en los siguientes años, lo cual significa peligros para el desarrollo económico y para la humanidad (Guamán y Torres, 2021).

Conocer los determinantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> permite a los países evaluar una política ambiental dirigida a la reducción en la emisión de este gas, a través de estrategias asociadas al uso energético, fuentes de obtención de energía, urbanización y producción (Adedoyin y Zakari, 2020). En el caso de las economías desarrolladas, esta política tendría también un enfoque hacia la mejora de la calidad de vida de la población; mientras que, en los países emergentes, se reflejaría en alcanzar un crecimiento económico que vaya de la mano del desarrollo sustentable (Anwar et al., 2022). Por ello, y ante la falta de estudios dentro de Latinoamérica que analicen un conjunto de determinantes más amplio, se vuelve preponderante una revisión del comportamiento de estas variables, teniendo en cuenta que las

características de los países latinoamericanos difieren de aquellas encontradas a nivel internacional.

En la literatura se ha encontrado una fuerte relación entre el crecimiento económico y la contaminación del ambiente, la misma que se ha determinado como una de las más importantes en el campo de la economía ecológica (Jardón et al., 2017). A su vez, se ha establecido que, de forma gráfica el efecto de la variación del PIB, con respecto a la emisión de carbono, tiene un comportamiento de U invertida, ocasionando mayor impacto ambiental en la fase inicial, seguido de un equilibrio y finalmente una disminución, lo cual se denomina hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) (Sánchez y Caballero, 2019).

Sin embargo, el crecimiento económico no es un determinante exclusivo de la emisión de CO<sub>2</sub>, por lo que se han llevado a cabo investigaciones que incluyen variables como el uso energético (Adams et al., 2020; Ang, 2007; Gao et al., 2019; Kasman y Duman, 2015), comercio exterior (Jalil y Mahmud, 2009; OzturkyAcaravci, 2013), desarrollo financiero (Ozturk y Acaravci, 2013), entre otras.

Dentro de este marco, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar las relaciones entre el crecimiento económico, uso energético, apertura comercial y desarrollo financiero, sobre las emisiones de dióxido de carbono en América Latina y el Caribe, en el periodo 1990-2014. Con este fin, el artículo se divide en cinco apartados, los cuales siguen un orden de contextualización de estudios previos que se presenta en la revisión de literatura, explicación del marco metodológico, exhibición de los resultados con base en los objetivos planteados, discusión de los mismos y, finalmente, conclusiones.

#### 1.1 Revisión de literatura

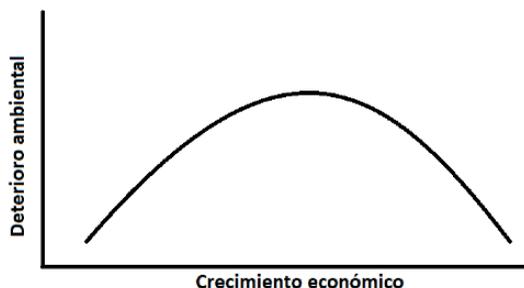
Durante las últimas décadas, el análisis del volumen de emisiones contaminantes ha cobrado importancia en el contexto económico, pues se considera que factores como el crecimiento de las economías y del estilo de vida de los países tienen incidencia en el ambiente. Por su parte, a lo largo de la historia se ha llevado el estudio del

crecimiento económico y el éxito de los países mediante la variable del Producto Interno Bruto. Sin embargo, este indicador únicamente considera el desempeño económico y no toma en cuenta la salud y la sostenibilidad del ecosistema (Sidjabat y Apsari, 2020), a diferencia del Índice de Desarrollo Humano, el cual es considerado una medida más amplia de bienestar (Naciones Unidas, 2020).

Dentro del análisis de la relación entre el crecimiento económico y la emisión, destaca la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). De acuerdo con Khan y Ozturk (2021), en una fase inicial, la degradación ambiental se ve incrementada ante mayor PIB, esto debido a la explotación de recursos naturales y uso desmedido de energía contaminante; a pesar de ello, a partir de cierto nivel de ingreso, las economías realizan transiciones hacia energías renovables y por tanto, mejoran la calidad del ambiente, con lo que la relación se revierte, generando así una función en forma de U invertida. La figura 1 muestra la representación gráfica de esta teoría.

**Figura 1.**

*Curva de Kuznets Ambiental.*



Fuente: Elaboración propia con base en (Arostegui & Baltodano, 2020).

En el marco mundial, Ang (2007) buscó determinar relaciones causales entre las emisiones de CO<sub>2</sub> con el consumo de energía y el PIB en Francia, a través de un modelo de corrección del vector de error (MCVE). De forma similar Jalil y Mahmud (2009), replican este estudio en China, añadiendo la variable de comercio exterior a través de un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos (ARDL). Con lo cual, los autores hallan una relación positiva, a largo plazo, de la contaminación ambiental con el uso de energía y el crecimiento de la producción, así

como un comportamiento inverso en la producción elevada al cuadrado, es decir, una relación cuadrática que confirma la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), lo cual indica que, a largo plazo, el crecimiento económico genera una disminución de la degradación ambiental.

En cuanto al comercio exterior, medido en los siguientes estudios como la suma de exportaciones e importaciones como porcentaje del PIB, Jalil y Mahmud (2009) señalan que el incremento del comercio exterior ocasiona una disminución en las emisiones de carbono, aunque este efecto es mínimo durante el periodo estudiado, pues los autores mencionan que el comercio tiene una repercusión leve. Con este estudio como premisa, en 2019 se reproduce una investigación semejante, con el objetivo de indagar el papel de la apertura comercial sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. Dicho estudio apunta a una relación inversa en economías emergentes, a nivel mundial, por medio MCVE. Con lo que concluye que una mayor apertura conduce a economías que busquen implementar tecnologías verdes y mejorar la calidad del ambiente (Zafar et al., 2019). No obstante, Saidi y Hammami (2017) y Kasman y Duman (2015) en países de la Unión Europea, obtienen resultados contrarios, pues la magnitud del comercio demuestra tener un impacto positivo sobre la emisión de CO<sub>2</sub>, pues a mayor comercio internacional existe mayor necesidad de transporte y por lo tanto se produce más emisión. A más de eso, Guamán y Torres (2021) establecen que el efecto de este factor varía según el nivel de ingreso de los países, así, determinan que en los países con ingresos altos la asociación es positiva, mientras que en los países con ingresos bajos y extremadamente bajos la asociación es negativa, pero no significativa.

En lo referente al consumo energético, Acheampong (2018), Gao et al. (2019), y Cai et al. (2021), con el propósito de establecer los determinantes de la emisión de CO<sub>2</sub>, obtienen una relación positiva entre el consumo de energía no renovable, como kilogramos de equivalente de petróleo per cápita, y la contaminación ambiental. Dichos estudios se realizaron mediante el uso de autorregresión vectorial de panel (PVAR), FMOLS, y ARDL. Dentro del análisis, destacan los resultados de Gao et al. (2019), ya que establecen esta causalidad exclusivamente para la región mediterránea, explícitamente en países del sur de Europa y Asia occidental.

Una variable complementaria, cuyo uso ha cobrado importancia en los últimos años, es el desarrollo financiero, con respecto a este Ozturk y Acaravci (2013) y Tsauroi (2019) realizan modelos de análisis de cointegración autorregresiva distribuida y mínimos cuadrados ordinarios combinados, correspondientemente. Con el objetivo de evaluar el impacto del desarrollo financiero en la contaminación ambiental, Ozturk y Acaravci (2013) hacen uso de la proxy crédito interno otorgado al sector privado como porcentaje del PIB, mientras que Tsauroi (2019) lleva a cabo tres modelos con diferentes mediciones del desarrollo financiero: crédito interno proporcionado por el sector financiero, crédito interno de los bancos al sector privado, y oferta monetaria, todos como porcentajes del PIB. De esta manera, ambos estudios deducen un vínculo indirecto entre la variable, medida como crédito interno otorgado al sector privado, y las emisiones de carbono, aunque este resulte no significativo.

Sin embargo, Acheampong et al. (2020) mediante el método GMM determinan una relación positiva y significativa para distintos países a nivel mundial con economías financieras desarrolladas, emergentes, fronterizas e independientes. A su vez, Shahbaz et al. (2021) encuentran relaciones a largo plazo entre las mencionadas variables que alcanzan picos y declives, con diferentes formas en función del país estudiado, pues se incluyen los países G-7 y estos se encuentran en diferentes continentes.

De forma adicional, se han incluido una serie de indicadores como en el caso de Menyah y Wolde (2010) y Apergis et al. (2010), quienes condujeron investigaciones que evaluaron el papel del crecimiento económico, el consumo energético y otras variables, como la formación bruta de capital fijo (FBKF), empleo, consumo de electricidad renovable y nuclear, sobre las emisiones de dióxido de carbono, mediante el modelo de rezagos distribuidos y un panel con el método de corrección de errores respectivamente. De esta forma, demuestran un impacto positivo en las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte del consumo de energía renovable y la FBKF en el corto plazo, así como un efecto negativo por parte del empleo y consumo de energía nuclear.

En Latinoamérica se ha profundizado sobre el estudio del crecimiento económico y su impacto a corto y largo plazo en las emisiones de dióxido de carbono.

Jardón et al. (2017), Pinilla et al. (2018), Quinde et al. (2019) y Vergara et al. (2018) mediante modelos econométricos como FMOLS, panel de cointegración, modelo de vectores autorregresivos (VAR) y MCO, coinciden con los resultados internacionales, al obtener un vínculo con tendencia positiva entre el PIB y CO<sub>2</sub>, al igual que una relación inversa entre el cuadrado del crecimiento y el volumen de contaminación (Sánchez y Caballero, 2019). No obstante, este efecto no se cumple para la totalidad de países en América Latina; lo que demuestra que la hipótesis de la CKA no se aplica a todas las economías, debido a que los países latinoamericanos experimentan diferentes características en lo que concierne a la iniciativa gubernamental para reducir la contaminación, la innovación de tecnología verde y la estabilidad política y democrática (Pinilla et al., 2018).

Valencia-Herrera et al. (2020) examinan dos variables de consumo de energía, equivalente de petróleo y eléctrica, en su modelo de corrección del vector error (MCVE), dentro de países de Latinoamérica; de esta forma, encuentran que las emisiones de carbono aumentan ante el incremento del uso de energía no renovable y disminuyen frente a la elevación de consumo de energía eléctrica. Al contrario, Cerquera et al. (2021) señalan, con un panel de datos aplicado en Colombia, que tanto el consumo de energía derivada de fósiles como el de energía eléctrica provocan crecimientos significativos en la propagación de CO<sub>2</sub>.

Desde el análisis de la apertura comercial en Latinoamérica, Ben Jebli et al. (2019) y Olivera y Segarra (2021) sostienen, a través de los patrones obtenidos con MCVE y FMOLS, que el comercio contribuye positivamente a la magnitud de contaminación. En la misma línea, Sun et al. (2019) perciben tanto efectos negativos como positivos en la emisión de carbono, a partir del incremento en el intercambio internacional, los cuales dependen del grupo de países estudiado, específicamente para economías emergentes se observa una relación directa significativa. Sin embargo, Moleró et al. (2021) con el modelo ARDL, sugieren que en el caso del Ecuador, se halla que un aumento del 1% en el nivel de comercio reduce la contaminación en un 0.46%, con lo que concluye en que la mejora en la responsabilidad ambiental nacional depende de políticas que promuevan la apertura económica.

Por último, en lo que concierne al desarrollo financiero, en un modelo FMOLS, Adebayo et al. (2021) indican que dicha variable tiene un efecto negativo insignificante en las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual se explica porque las naciones emergentes de América Latina se encuentran en una transición estructural temprana del sector financiero. De forma similar, Khan y Ozturk (2021) aplican un modelo GMM que establece esta relación negativa, aunque significativa, lo que supone que el desarrollo del sistema financiero contrarresta las secuelas sobre la contaminación ambiental. En contraste, Armijos y Lozano (2021) analizan a los países de ingresos medios-altos, medios-bajos, bajos y extremadamente bajos, y obtienen una asociación positiva y significativa en su panel de datos, además de una causalidad bidireccional en los países de ingreso medio-bajo.

## 2.

### Métodos

Con el objetivo de analizar los efectos del crecimiento económico, uso energético, apertura comercial y desarrollo financiero sobre las emisiones de carbono, esta investigación descriptiva, la cual se clasifica dentro de un enfoque cuantitativo, se lleva a cabo en 19 países<sup>1</sup> pertenecientes a la región de América Latina y el Caribe, para el periodo comprendido entre 1990 y 2014. Para lo cual se utiliza una metodología econométrica para datos de panel balanceado, al igual que una serie de investigaciones (Adebayo et al., 2021; Armijos y Lozano, 2021; Ben Jebli et al., 2019; Cerquera et al., 2021; García, 2018; Gómez-Segura et al., 2021; Sun et al., 2019; Valencia-Herrera et al., 2020).

El periodo seleccionado para el estudio se debe a dos principales convenios ambientales a nivel internacional. Por su parte, el Protocolo de Kyoto buscó reducir las emisiones de gases contaminantes en países industrializados para el periodo 2008-

2012, comparando estas con las emisiones de 1990 (Rodríguez, 2007). Mientras que, décadas más tarde, 193 países deciden firmar el Acuerdo de París en diciembre de 2015, en el que se acordó disminuir los gases de efecto invernadero, para así evitar el progresivo calentamiento global, así como revisar periódicamente los compromisos y ofrecer financiamiento para facilitar la transición a economías más ecológicas (Naciones Unidas, 2015). Ante este pacto internacional, se asume una variación en la magnitud de emisiones de CO<sub>2</sub>, justificando el año límite de estudio.

En cuanto a la especificación econométrica del panel de datos, su ecuación viene dada por:

$$Y_{it} = \eta_i + \beta_i X_{it} + U_{it} \quad (1)$$

En primer lugar, respecto al MCO Agrupado, este es un método que utiliza Mínimos Cuadrados Ordinarios para hallar una regresión matemática que contenga la recta de mejor ajuste entre los datos (Singh y Bagga, 2019). Así, al igual que en MCO, dicha recta obtiene una misma constante y pendiente para todos los individuos a lo largo del tiempo. Es por esto que adquiere la siguiente fórmula:

$$Y_{it} = \eta + \beta X_{it} + U_{it} \quad (2)$$

La ecuación indica que tanto las variables independientes como la dependiente y el término de error están en función del individuo y el periodo de tiempo, sin embargo, el modelo asume homogeneidad en el efecto que ejercen las cualidades de los individuos, no observadas en el modelo ( $\eta$ ) (Moral y Pérez, 2018).

En segundo lugar, la técnica de efectos fijos (EF) hace referencia a un método de estimación muy habitual de panel estático que, de forma similar, usa MCO para eliminar el efecto de la heterogeneidad no observable, al igual que cualquier variable independiente invariante en el tiempo (Wooldridge, 2010). La frase “efectos fijos” describe que la heterogeneidad está determinada por las características de cada individuo, mas no por el tiempo del periodo (Gujarati y Porter, 2010).

1. Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay.

Con el objetivo de eliminar dicha heterogeneidad, el estimador de EF mide el promedio de la especificación clásica para datos de panel, para cada individuo, lo que da como resultado:

$$\bar{Y}_i = \eta_i + \beta_i \bar{X}_i + \bar{U}_i \quad (3)$$

Lo cual se resta a la ecuación inicial para datos de panel de la siguiente forma:

$$(Y_{it} - \bar{Y}_i) = (\eta_i - \bar{\eta}_i) + \beta(X_{it} - \bar{X}_i) + (U_{it} - \bar{U}_i) \quad (4)$$

Entonces, el resultado final de la ecuación para datos de panel con efectos fijos se manifiesta como:

$$\tilde{Y}_{it} = \beta \tilde{X}_{it} + \tilde{U}_{it} \quad (5)$$

Este modelo asume que existe exogeneidad estricta de los regresores, es decir, que las variables independientes no están correlacionadas con la perturbación aleatoria del modelo; además se contempla una posible correlación entre las variables explicativas y la heterogeneidad no observada, esperanza del error igual a cero, ausencia de autocorrelación y heterocedasticidad, e independencia de sección cruzada entre los individuos del panel. Sin embargo, en caso de incluir variables no estrictamente exógenas el método EF no obtendrá estimaciones consistentes. (Moral y Pérez, 2018).

A diferencia del método de efectos fijos, los efectos aleatorios (EA) o también denominados Mínimos Cuadrados Generalizados, consideran la posibilidad de que la heterogeneidad no esté correlacionada con las variables explicativas en todos los periodos, por lo que, eliminar la heterogeneidad no observada produciría estimadores ineficientes. Fuera de este cambio en el segundo supuesto, todos los demás supuestos de EF permanecen iguales en efectos aleatorios (Wooldridge, 2010).

$$Y_{it} = \beta X_{it} + V_{it} \quad (6)$$

Donde,  $\eta_i$  pasa a formar parte del componente de error,

$$V_i = \eta_i + U_i \quad (7)$$

Finalmente, en relación con los modelos de panel dinámicos, autores como García (2018) y Acheampong (2018) consideran que la aplicación de modelos dinámicos resuelve la correlación entre las variables con retardos y la perturbación, cuando se usa MCO en datos de panel. Estos modelos corrigen el problema mencionado, pues se incluyen variables instrumentales, las cuales hacen referencia a indicadores que están altamente correlacionados con aquellas variables que presentan endogeneidad, pero no se relacionan con el término de error, y reemplazan a dichas variables independientes.

Entre los modelos dinámicos se destaca el uso del método de Arellano y Bond (1991) para crear estimadores eficientes y consistentes. Moral y Pérez (2018) mencionan que el estimador de diferencias de Arellano Bond con variables explicativas determinadas supone una solución al método de Anderson-Hsiao, cuando T es mayor a 3; dicho estimador adopta la siguiente forma:

$$Y_{it} = \eta_i + \alpha Y_{i,t-1} + \beta X_{it} + U_{it} \quad (8)$$

Dentro del cual, se supone una esperanza cero del error, no correlación serial de la perturbación y ausencia de correlación entre el error y la heterogeneidad no observada, y se permite que shocks pasados afecten a las variables independientes, aunque no shocks presentes ni futuros. El problema de la heterogeneidad no observada se soluciona con la primera diferencia del modelo.

Partiendo del modelo de panel de datos, primeramente, se especifica la tabla 1 con las variables que serán utilizadas con sus respectivos conceptos y su forma de medición, así como en la ecuación 9, la especificación econométrica, la ecuación para la estimación en el software R Studio.

**Tabla 1.**

*Variables del estudio.*

Variable	Nomenclatura	Unidad de medida
Emisiones de dióxido de carbono	CO2	Toneladas métricas per cápita
Producto interno bruto per cápita	PIB	Dólares a precios constantes
Uso Energético	UE	kilogramos de equivalente de petróleo per cápita
Apertura Comercial	AP	Exportaciones + Importaciones / PIB
Desarrollo Financiero	DF	Financial Institutions Depth Index <sup>2</sup> )

Fuente: Elaboración propia

La especificación econométrica es:

$$\ln CO2_{it} = \eta_i + \beta_1 \ln(PIB)_{it} + \beta_2 \ln(PIB)_{it}^2 + \beta_3 \ln(UE)_{it} + \beta_4 \ln(AC)_{it} + \beta_5 \ln(DF)_{it} + U_{it} \quad (9)$$

Donde:

Uit = Término de error

i = País

t = Año

Las emisiones de CO2, el PIB, el uso energético y la apertura comercial se obtuvieron de las bases de datos del Banco Mundial; mientras que la variable del desarrollo financiero se consiguió del Fondo Monetario Internacional.

### 3.

## Resultados

Se inicia el apartado de resultados con los datos estadísticos descriptivos de las variables por país, expuestos en la tabla 2, y promedios por año de todos los individuos, presentados en la tabla 3.

2. Compila datos del crédito interno otorgado al sector privado, activos de los fondos de pensiones, activos de fondos mutuos y primas de seguros, como porcentajes del PIB.

Tabla 2.

Datos estadísticos descriptivos por países.

País	Estadístico	CO2	PIB	UE	AC	DF
Argentina	Media	3,67	11227,28	1703,10	0,28	0,15
	Desv. Est.	0,41	1800,92	189,64	0,10	0,02
Bolivia	Media	1,30	2140,41	553,43	0,61	0,20
	Desv. Est.	0,28	333,00	110,96	0,15	0,06
Brasil	Media	1,78	7281,44	1146,96	0,22	0,41
	Desv. Est.	0,32	1072,26	169,97	0,05	0,11
Chile	Media	3,39	9369,27	1613,39	0,63	0,51
	Desv. Est.	0,74	2417,04	325,89	0,08	0,08
Colombia	Media	1,49	4515,35	691,71	0,36	0,18
	Desv. Est.	0,12	712,51	48,36	0,02	0,06
Costa Rica	Media	1,40	8300,86	812,06	0,79	0,18
	Desv. Est.	0,21	1657,79	172,64	0,09	0,04
Ecuador	Media	2,00	4409,67	707,02	0,52	0,09
	Desv. Est.	0,33	1107,52	78,16	0,08	0,02
El Salvador	Media	0,96	4809,60	649,19	0,66	0,20
	Desv. Est.	0,20	628,96	82,61	0,10	0,09
Guatemala	Media	0,74	3269,08	608,05	0,56	0,08
	Desv. Est.	0,16	345,41	101,97	0,11	0,01
Haití	Media	0,18	1882,71	295,22	0,37	0,05
	Desv. Est.	0,06	201,40	77,45	0,06	0,02
Honduras	Media	0,84	1356,25	522,58	1,13	0,12
	Desv. Est.	0,21	92,98	49,47	0,19	0,04
Jamaica	Media	3,40	5062,63	1242,62	0,93	0,31
	Desv. Est.	0,55	217,22	170,49	0,12	0,07
México	Media	3,79	8654,07	1557,81	0,51	0,14
	Desv. Est.	0,30	594,96	70,56	0,10	0,04
Nicaragua	Media	0,70	1482,44	510,99	0,75	0,07
	Desv. Est.	0,13	239,57	28,20	0,22	0,03
Panamá	Media	1,94	8075,73	855,49	1,41	0,22
	Desv. Est.	0,49	2344,87	130,68	0,15	0,03
Paraguay	Media	0,71	3882,59	750,04	0,87	0,07
	Desv. Est.	0,11	1084,18	50,97	0,15	0,02

Perú	Media	1,19	4478,10	504,62	0,40	0,14
	Desv. Est.	0,27	530,49	103,75	0,10	0,06
República Dominicana	Media	1,90	3039,85	736,09	0,69	0,10
	Desv. Est.	0,39	383,49	86,54	0,10	0,02
Uruguay	Media	1,75	10756,72	975,36	0,47	0,16
	Desv. Est.	0,36	2286,19	221,57	0,10	0,04

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial, 2014, 2019, 2021a, 2021b; Fondo Monetario Internacional, 2022.

Con respecto a la emisión de dióxido de carbono, se puede evidenciar que las economías con mayor tonelaje por habitante son México, Argentina, Jamaica y Chile, con promedios que oscilan alrededor de las 3 toneladas por habitante. Esto se debe a que, como explica Langner (2016), México y Chile tuvieron altas tasas de crecimiento de uso de automóviles, además del crecimiento poblacional, que impulsó el uso de energía y la explotación de recursos naturales. De la misma manera, Londoño y Baena (2017) ubican dentro de los países con mayor emisión a México, Argentina y Chile.

Al igual que en la emisión de CO<sub>2</sub>, los países con mayor uso energético son Argentina, Chile, México y Jamaica, los cuales presentan promedios entre 1200 y 2133 kilogramos de equivalente de petróleo *per cápita*. Sohr (2015) afirma que el elevado consumo energético argentino puede deberse a las bajas tarifas del precio de la energía, además del crecimiento económico, pues induce a mayores niveles de consumo.

Por otro lado, se obtienen índices de apertura comercial de mayor grado en Panamá y Honduras, cuya suma entre importaciones y exportaciones supera el valor de su producción total. A estos países le siguen Jamaica y Paraguay, con valores de 93% y 86% del producto interno bruto, respectivamente. En lo referente a Panamá, su nivel de apertura comercial es, indudablemente, el más alto de la región debido al denominado Canal de Panamá, su *hub* logístico y la Zona Libre de Colón, que convierten al país en un centro bancario internacional (Vela, 2022).

Por último, en el caso del desarrollo financiero se manifiesta mayor nivel de estabilidad y crecimiento en el sistema financiero de Chile, Brasil y Jamaica, con valores entre el 50% y 31% del PIB. De acuerdo con el Banco Central de Chile, este país experimentó, a partir de la década de los 80, un desarrollo tanto de mercados accionarios, como de bonos corporativos, a partir del año 2000. Del mismo modo, se menciona el incremento en la industria de fondos mutuos, en número y en tipos; mientras que los fondos de pensiones mostraron un aumento desde 1980, hasta alcanzar el 60% del PIB, con una gran diversificación (Hernández y Parro, 2004).

Tabla 3.

Promedios por año.

Año	CO2	PIB	UE	AC	DF
1990	1,33	4177,28	710,60	0,56	0,12
1991	1,36	4274,37	722,22	0,57	0,12
1992	1,44	4418,53	748,78	0,58	0,14
1993	1,45	4562,72	742,20	0,58	0,16
1994	1,50	4696,84	761,39	0,59	0,16
1995	1,55	4727,39	784,76	0,61	0,15
1996	1,61	4829,08	806,42	0,61	0,14
1997	1,69	5024,75	832,39	0,62	0,15
1998	1,76	5126,90	850,21	0,62	0,15
1999	1,74	5074,15	850,66	0,59	0,16
2000	1,71	5111,69	856,67	0,61	0,17
2001	1,71	5063,51	841,67	0,60	0,18
2002	1,69	5003,85	832,65	0,61	0,19
2003	1,71	5107,81	844,92	0,64	0,19
2004	1,77	5309,76	867,15	0,67	0,18
2005	1,81	5519,88	891,34	0,69	0,18
2006	1,90	5776,91	928,22	0,72	0,19
2007	1,95	6068,13	935,87	0,72	0,20
2008	1,95	6284,16	938,55	0,76	0,20
2009	1,89	6166,91	926,56	0,63	0,21
2010	1,93	6473,61	944,21	0,68	0,22
2011	2,02	6754,04	976,18	0,72	0,22
2012	2,04	6925,25	1001,70	0,70	0,23
2013	2,06	7120,85	1009,56	0,67	0,23
2014	2,04	7235,90	1021,03	0,66	0,25

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial, 2014, 2019, 2021a, 2021b; Fondo Monetario Internacional, 2022.

Con lo propuesto anteriormente es evidente la posible presencia de heterogeneidad entre países y a lo largo del tiempo.

Se realizaron diferentes metodologías para datos de panel, entre ellas, MCO Agrupado, Efectos Fijos, Efectos Aleatorios y el modelo dinámico de Arrellano Bond de primeras diferencias (ver tabla 4). Los modelos 1, 2 y 3 reflejan las distintas ecuaciones que contienen todas las variables independientes, mientras que los modelos 4, 5 y 6 revelan los resultados con la exclusión de la variable de apertura comercial, debido a su insignificancia. Por último, el modelo 7 muestra el modelo dinámico de primeras diferencias propuesto por Arellano y Bond (1991), donde el logaritmo de desarrollo financiero fue descartado, dada su insignificancia.

**Tabla 4.**

*Modelos estáticos.*

	Modelos con AC			Modelos sin AC		
	MCO agrupado (1)	Efectos Fijos (2)	Efectos Aleatorios (3)	MCO Agrupado (4)	Efectos Fijos (5)	Efectos Aleatorios (6)
Intercepto	-20,623***		-11,994***	-20,308***		-12,062***
logPIB	2,963***	1,279*	1,352*	2,880***	1,285*	1,343*
logPIB2	-0,181***	-0,066*	-0,070*	-0,179***	-0,066*	-0,070*
logUE	1,394***	0,898***	0,919***	1,409***	0,919***	0,939***
logAC	0,079*	0,062	0,058			
logDF	0,148***	0,067*	0,069**	0,160***	0,084***	0,086***
R2 ajustado	0,80277	0,6045	0,6285	0,8007	0,6031	0,6279

Fuente: Elaboración propia.

\*Códigos de significancia: • 0,05; \*0,01; \*\*0,001; \*\*\*0.

**Tabla 5.**

*Pruebas efectuadas en modelos estáticos con AC y sin AC.*

	Prueba F para efectos individuales	Multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan	Test de Hausman
p-valor de las pruebas con Apertura Comercial	0,0000	0,0000	0,4631
p-valor de las pruebas sin Apertura Comercial	0,0000	0,0000	0,3367

Fuente: Elaboración propia.

De entre los tres modelos de panel estáticos y una vez verificado con diversas pruebas de hipótesis (F, Multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan y de Hausman) se demostró que Efectos Aleatorios sobresale como metodología.

En consecuencia, se seleccionó los modelos de Efectos Aleatorios (3) y (6) para examinar si estos experimentan dependencia croseccional, autocorrelación y/o heterocedasticidad. En el caso de la dependencia croseccional se realizaron las pruebas del Multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan y la de Pesaran para dependencia croseccional en paneles. Ambos test arrojaron valores p menores al nivel de significancia con lo que señalan dependencia. Con respecto a la autocorrelación, se aplicó la prueba Breush-Godfrey/Wooldridge para correlación serial en panel, con lo que se dedujo que existe autocorrelación en los modelos (3) y (6). Finalmente, en cuanto a la heterocedasticidad se desarrolló el test de Breusch-Pagan, que mostró la presencia del problema.

Posteriormente, se desarrolló un modelo dinámico de primeras diferencias, propuesto por Arellano-Bond (1991) (7), con el objetivo de mejorar los problemas de autocorrelación y endogeneidad de los indicadores, presentados en la tabla 6. Para ello, se usó las variables instrumentales del logaritmo de CO<sub>2</sub>, logaritmo de PIB per cápita real y logaritmo de desarrollo financiero.

Tabla 6.

Modelo dinámico.

	Primeras Diferencias (7)
lag (logCO <sub>2</sub> , 1)	0,432***
logPIB	1,499*
logPIB <sub>2</sub>	-0,199*
logUE	0,649***
logAC	0,059 •
AR(1)	0,1573
AR(2)	0,2135
Test Sargan	0.87

Fuente: Elaboración propia.

\*Códigos de significancia: • 0,05; \*0,01; \*\*0,001; \*\*\*0.

Dicho modelo se evalúa según las pruebas de autocorrelación AR (1) y (2), las cuales manifiestan valores p mayores al nivel de significancia del 0,05 por lo que se asume que no existe autocorrelación en el modelo dinámico. A más de ello, se examina el grado de validez de las variables instrumentales mediante la prueba Sargan cuyo p valor es igual a 0.87, con lo que se dice que los instrumentos en su totalidad son válidos, y, a su vez, no están correlacionados con el término de error (Gujarati y Porter, 2010).

En relación al crecimiento económico, uso energético y apertura comercial, se constata que aumentos del 1% de estos indicadores originan un impacto en el dióxido de carbono del 1,50%, 0,65% y 0,06%, respectivamente. En contraste, como indica la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, se registra que un incremento a largo plazo del PIB de alrededor de un punto porcentual provoca una disminución del 0,20%. Las variables estudiadas resultaron significativas al nivel de significancia del 5%, exceptuando el desarrollo financiero, razón por la cual fue excluido del modelo.

#### 4.

### Discusión

Como primer acercamiento a la discusión de resultados del presente estudio con la literatura revisada, se destaca una similitud entre las estadísticas obtenidas, principalmente de la emisión de dióxido de carbono, crecimiento económico y uso energético. Al igual que en los resultados de la tabla 1, Valencia-Herrera et al. (2020) señalan que los indicadores de la emisión de CO<sub>2</sub>, el PIB *per cápita* y el uso energético presentan una tendencia positiva entre los años 1990 y 2014, y especialmente un crecimiento acelerado desde 2003 en los

dos últimos. De manera adicional, los resultados presentados coinciden con Jardón et al. (2017), Cerquera et al. (2021) y Olivera y Segarra (2021), que demuestran que entre los países con mayor impacto en la contaminación ambiental y con mayor crecimiento del PIB *per cápita* están Argentina, México y Chile, mientras que la menor contribución a dicho impacto y un PIB reducido corresponden a países como Haití, Nicaragua, Paraguay y Guatemala. Sin embargo, autores como Adebayo et al. (2021), Gómez-Segura et al. (2021) y Vergara et al. (2018) pasan directamente a la exploración de los modelos econométricos planteados, omitiendo el análisis descriptivo de los datos.

Por otra parte, en las últimas décadas, para el estudio de la contaminación ambiental conjuntamente con sus posibles determinantes, se han usado diversas metodologías, tanto para datos de panel, como para series de tiempo. Cabe recalcar que dentro de dichas series temporales, la indagación sobre el dióxido de carbono se ha llevado a cabo con datos de una sola economía, sobre todo aquellas pertenecientes a América Latina, lo que ha dado paso al uso de diferentes métodos relacionados con vectores autorregresivos como PVAR y ARDL (Molero et al., 2021; Quinde et al., 2019; Valencia-Herrera et al., 2020). A diferencia de estas investigaciones, en este artículo se trabajó con una base de datos longitudinales, por esta razón, se exploró los enfoques de paneles de datos, métodos estáticos y dinámicos. Por su parte, entre los modelos estáticos, en la temática estudiada destacan los MCO Agrupados (Adams et al., 2020), Efectos Fijos (Gómez-Segura et al., 2021; Guamán y Torres, 2021; Olivera y Segarra, 2021) y Efectos Aleatorios (Cerquera et al., 2021; Yangari et al., 2018). Sin embargo, ante las problemáticas encontradas asociadas a la endogeneidad de las variables explicativas y la autocorrelación, estos modelos no resultaron adecuados.

En consecuencia, el estudio coincide con el modelo GMM de primeras diferencias, planteado por Arellano y Bond, también realizado por los autores Acheampong et al. (2020), García (2018) y Khan y Ozturk (2021). Aunque, para modelos dinámicos también se encuentra en la literatura métodos como FMOLS y DOLS (Armijos y Lozano, 2021; Ben Jebli et al., 2019; Cai et al., 2021), y System GMM de Blundell y Bond (1998) empleado por Acheampong (2018) y Khan y Ozturk (2021).

En cuanto a la selección de las variables que se debían investigar, algunos estudios previos evidencian el impacto de diferentes factores sobre las emisiones de carbono, como el producto interno bruto, la apertura comercial y el desarrollo financiero, pues al igual que otros estudios se considera que se debe profundizar el análisis de aquellos determinantes ante los cambios que se han experimentado en Latinoamérica debido a la globalización y al desarrollo de los mercados financieros. Esta lógica coincide con García (2018) y Khan y Ozturk (2021). Asimismo, el presente estudio al igual que Acheampong (2018), Gao et al. (2019), Cai et al. (2021), entre otros, incluye al uso energético. Pese a ello, se han incorporado al análisis variables adicionales como en el caso de Menyah y Wolde (2010) y Apergis et al. (2010), las cuales no se contemplaron en el artículo en cuestión, por una significancia ambigua.

Además de lo anterior, es importante realizar una comparación entre las relaciones encontradas con su respaldo bibliográfico. Para las variables del crecimiento económico y uso energético se obtuvo una influencia positiva sobre la emisión de CO<sub>2</sub>, que además probó ser significativa, resultados que coinciden con un gran número de autores, entre los cuales están Tsaurai (2019), Valencia-Herrera et al. (2020), Cerquera et al. (2021) y Cai et al. (2021).

Por su parte, el comercio internacional ha demostrado vaguedad en el sentido de su relación con el CO<sub>2</sub>. De esta forma, Jalil y Mahmud (2009), Molero et al. (2021) y Zafar et al. (2019) concluyen que los incrementos en la apertura comercial conducen a una disminución de la contaminación ambiental, explicado por la tendencia de los países a adoptar tecnologías verdes y mejorar la calidad del ambiente. Sin embargo, el modelo elaborado no puede ajustarse a este planteamiento como respaldan Ben Jebli et al. (2019) y Olivera y Segarra (2021), debido a que se encontró una asociación positiva causada por la tendencia de los países latinos a ignorar la innovación tecnológica verde y la resistencia ante políticas consistentes con el cuidado ambiental (Pinilla et al., 2018).

Respecto al desarrollo financiero, esta variable fue excluida del modelo final (7) ya que no resultó ser significativa, como ocurre en los artículos de Ozturk y Acaravci (2013), Tsauroi (2019) y Adebayo et al. (2021), y perjudicó la eficiencia de la estimación. No obstante, en el modelo de efectos aleatorios el indicador demostró tener un efecto positivo y significativo sobre la magnitud de dióxido de carbono, lo cual es congruente con los resultados de Acheampong et al. (2020) y Armijos y Lozano (2021). Esto se justifica porque ciertas economías latinoamericanas han tenido mayor nivel de estabilidad y crecimiento en el sistema financiero, en los últimos años, razonamiento que implica un mayor efecto de la variable en la contaminación. Por lo tanto, se discrepa con los hallazgos de Ozturk y Acaravci (2013), Tsauroi (2019) y Khan y Ozturk (2021), que apuntan a un vínculo inverso con el CO<sub>2</sub>.

Finalmente, el análisis de la Curva de Kuznets Ambiental demostró una relación negativa, lo que prueba que existe un punto de inflexión en 0,20%, en el cual el efecto del PIB sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> se revierte. El sentido de dicha relación se asemeja a los hallazgos de Cerquera et al., (2021) y Jardón et al. (2017), quienes llevaron a cabo estudios únicamente en América Latina y el Caribe, y con Khan y Ozturk (2021) que consideraron economías emergentes, dentro de las cuales se incluían los países latinoamericanos.

Los artículos mencionados prueban la hipótesis de la CKA y la explican, debido a que durante el desarrollo inicial de los países, estos tendrán mayor impacto ambiental, hasta llegar a un punto de inflexión, a partir del cual las emisiones disminuyen, ante mayor ingreso *per cápita* (Cerquera et al., 2021). Adicionalmente, Sánchez y Caballero (2019) justifican este suceso mediante el efecto tecnología y el efecto composición, los cuales hacen referencia a que los avances tecnológicos reducen, de forma marginal, el impacto ambiental de aquellos sectores con mayores ingresos y costos, y que las economías se desplazan de modelos industriales a economías enfocadas en servicios, hecho que disminuye la emisión.

No obstante, ciertas investigaciones encuentran que la CKA no es aplicable en la totalidad de economías analizadas de Sudamérica y Centroamérica como las de Pinilla et al. (2018), Vergara et al. (2018) y Olivera y Segarra (2021), puesto que, como mencionan Pinilla et al. (2018), los países con alto ingreso manifiestan un crecimiento económico leve a largo plazo, lo que brinda estabilidad a su volumen de contaminación; mientras que las economías con ingresos bajos pueden demostrar altas tasas de crecimiento, lo que provoca un deterioro ambiental más fuerte. El presente artículo se diferencia de los autores mencionados, pues el enfoque principal recae sobre el agregado de América Latina y el Caribe, mas no el efecto individual de cada país; es por esto que los resultados obtenidos varían, como consecuencia de diferentes individuos estudiados y metodologías utilizadas (Olivera y Segarra, 2021).

## 5.

### Conclusiones

El presente artículo contó con distintos apartados y persiguió dos objetivos fundamentales: (1) examinar las relaciones entre el crecimiento económico, el uso energético, la apertura comercial y el desarrollo financiero sobre las emisiones de dióxido de carbono en América Latina y el Caribe, para el periodo 1990-2014, y (2) comprobar la existencia de la Curva de Kuznets Ambiental. Para ello se usó un modelo dinámico de primeras diferencias de Arellano-Bond, y así, se obtuvo como principales hallazgos que el desarrollo financiero no es un determinante de la emisión de CO<sub>2</sub> y se confirma la CKA en economías latinas. En una última sección se aborda la importancia del estudio, sus limitaciones y recomendaciones a las futuras líneas investigativas.

En cuanto al procedimiento econométrico, se trabajó con una data conformada por múltiples variables observadas en 19 países de América Latina y el Caribe. A continuación, se probaron diferentes metodologías, empezando por modelos estáticos de

efectos fijos y aleatorios que reflejaron problemas de autocorrelación, dependencia croseccional, y, sobre todo, endogeneidad. Por lo tanto, la mejor alternativa para el análisis fue el modelo dinámico propuesto por Arellano-Bond (1991), puesto que este corrigió las problemáticas.

De este modo, los resultados reflejan que los determinantes del deterioro ambiental en Latinoamérica son el PIB *per cápita*, siendo el de mayor importancia, seguido del consumo de energía y el grado de apertura comercial. Adicionalmente, se encontró que el desarrollo financiero no es un factor significativo en las emisiones del conjunto de países analizado, lo cual puede ser explicado ya que no todas las economías latinas cuentan con la misma estabilidad y crecimiento financiero. A su vez, el efecto que ejercen los determinantes demostró ser positivo, con lo que se dice que con un incremento porcentual del PIB *per cápita*, el uso energético o el comercio conduce a una elevación de la magnitud de CO<sub>2</sub>.

Paralelamente, los resultados empíricos confirman la existencia de la Curva de Kuznets Ambiental para Latinoamérica, con lo que se verifica que, a corto plazo, el ingreso por habitante genera mayor concentración de dióxido de carbono, hasta alcanzar un punto de inflexión, en el que el impacto ambiental disminuye. Por ello, la asociación entre ambas variables es negativa y cuadrática, lo que evidencia que la función adopta una forma de u invertida a largo plazo.

Por otra parte, el principal aporte de la presente investigación recae en el estudio de un conjunto de determinantes poco común para los países de Latinoamérica, pues se incorporó de manera simultánea la apertura comercial y el desarrollo financiero a los indicadores con mayor exploración, crecimiento económico y uso energético. La variable “desarrollo financiero” fue incluida debido a que en el marco internacional se encuentra que tiene un efecto significativo en el CO<sub>2</sub>, cuando es observado junto a otros factores. Desde un enfoque metodológico, la contribución que realiza el artículo es que se tomó en cuenta la corrección de los problemas como dependencia croseccional, autocorrelación y endogeneidad para la estimación, en contraste con ciertos estudios que asumen la independencia croseccional, lo cual conduce a resultados con sesgo.

Sin embargo, entre las limitaciones está la exploración de un periodo desactualizado, por la inexistencia de datos en el Banco Mundial para los últimos ocho años en algunas de las variables. En futuras investigaciones se propone verificar la relación entre crecimiento económico, uso energético, apertura comercial y desarrollo financiero, sobre las emisiones de dióxido de carbono en América Latina y el Caribe, con información a nivel firma lo que puede fortalecer aún más los resultados de esta investigación.

## Referencias

- Acheampong, A. O. (2018). Economic growth, CO<sub>2</sub> emissions and energy consumption: What causes what and where? *Energy Economics*, 74, pp. 677–692. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.07.022>
- Acheampong, A. O., Amponsah, M., & Boateng, E. (2020). Does financial development mitigate carbon emissions? Evidence from heterogeneous financial economies. *Energy Economics*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104768>
- Adams, S., Adedoyin, F., Olaniran, E., & Bekun, F. (2020). Energy consumption, economic policy uncertainty and carbon emissions; causality evidence from resource rich economies. *Economic Analysis and Policy*, 68, pp.179–190. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.09.012>
- Adebayo, T., Ramzan, M., Iqbal, H., Awosusi, A., & Akinsola, G. (2021). The environmental sustainability effects of financial development and urbanization in Latin American countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 57983–57996. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14580-4>
- Adedoyin, F. F., & Zakari, A. (2020). Energy consumption, economic expansion, and CO<sub>2</sub> emission in the UK: The role of economic policy uncertainty. *Science of the Total Environment*, 738, 140014. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140014>
- Ang, J. (2007). CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772–4778. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.032>
- Anwar, A., Sinha, A., Sharif, A., Siddique, M., Irshad, S., Anwar, W., & Malik, S. (2022). The nexus between urbanization, renewable energy consumption, financial development, and CO<sub>2</sub> emissions: evidence from selected Asian countries. *Environment, Development and Sustainability*, 24(5), 6556–6576. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01716-2>
- Apergis, N., Payne, J., Menyah, K., & Wolde, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255–2260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.014>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some test of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), pp. 277–297.
- Armijos, J., & Lozano, E. (2021). Efectos de la inversión extranjera directa y el desarrollo financiero en las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel global y por grupos de países. *Revista Económica*, 9(1), pp. 19–34. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/1145>
- Arostegui, A., & Baltodano, J. (2020). Evaluación empírica de la Curva Ambiental de Kuznets para e Nicaragua considerando la Ley No. 217, en el período 1980 – 2014. *REICE: Revista Electrónica de Investigación En Ciencias Económicas*, 8(15), pp. 152–176. <https://doi.org/10.5377/reice.v8i15.9951>
- Banco Mundial. (2014). *Uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.PCAP.KG.OE>
- Banco Mundial. (2019). *Emisiones de CO<sub>2</sub> (toneladas métricas per cápita)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>
- Banco Mundial. (2021a). *Comercio (% del PIB)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NE.TRD.GNFS.ZS>
- Banco Mundial. (2021b). *PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD>
- Ben Jebli, M., Ben Youssef, S., & Apergis, N. (2019). The dynamic linkage between renewable energy, tourism, CO<sub>2</sub> emissions, economic growth, foreign direct investment, and trade. *Latin American Economic Review*, 28(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40503-019-0063-7>

- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), pp. 115-143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
- Cai, Y., Xu, J., Ahmad, P., & Anwar, A. (2021). What drives carbon emissions in the long-run? The role of renewable energy and agriculture in achieving the sustainable development goals. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 4603-4624. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.2015613>
- Cerquera, O., Clavijo, M. de los Á., & Vega, C. (2021). INCIDENCIA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO SOBRE EL DETERIORO AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA. *Aglala*, 12(1), pp. 269-288.
- Fondo Monetario Internacional. (2022). *Financial Development Index Database*. <https://data.imf.org/?sk=F8032E80-B36C-43B1-AC26-493C5B1CD33B>
- Gao, J., Xu, W., & Zhang, L. (2019). Tourism, economic growth, and tourism-induced EKC hypothesis: evidence from the Mediterranean region. *Empirical Economics*, 60(3), 1507-1529. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01787-1>
- García, C. M. (2018). Impacto del comercio y el transporte internacional sobre la calidad ambiental: un estudio en países de América Latina y el Caribe. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 18(1), pp. 49-78. <https://doi.org/10.7201/earn.2018.01.03>
- Guamán, J., & Torres, W. (2021). Un análisis de cointegración con datos de panel entre exportaciones, densidad demográfica, crecimiento económico y emisiones de CO<sub>2</sub>. *Revista Económica*, 9(2), pp. 92-108.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría (5th ed.)*. McGraw Hill. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Hernández, L., & Parro, F. (2004). SISTEMA FINANCIERO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN CHILE. *Documentos de Trabajo Banco Central de Chile*, 291, 29.
- Jalil, A., & Mahmud, S. (2009). Environment Kuznets curve for CO<sub>2</sub> emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.044>
- Jardón, A., Kuik, O., & Tol, R. (2017). Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean. *Atmósfera*, 30(2), pp. 87-100. <https://doi.org/10.20937/ATM.2017.30.02.02>
- Kasman, A., & Duman, Y. (2015). CO<sub>2</sub> emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, pp. 97-103. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.10.022>
- Khan, M., & Ozturk, I. (2021). Examining the direct and indirect effects of financial development on CO<sub>2</sub> emissions for 88 developing countries. *Journal of Environmental Management*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112812>
- Langner, A. (2016). *México, de los países en AL con más emisiones de CO<sub>2</sub>*. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/politica/Mexico-de-los-paises-en-AL-con-mas-emisiones-de-CO2-20160519-0128.html>
- Londoño, A., & Baena, J. (2017). Análisis de la relación entre los subsidios al sector energético y algunas variables vinculantes en el desarrollo sostenible en México en el periodo 2004-2010. *Gestión y Política Pública*, 36(2), pp. 491-526. <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v26n2/1405-1079-gpp-26-02-00491.pdf>
- Menyah, K., & Wolde, Y. (2010). Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa. *Energy Economics*, 32(6), 1374-1382. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.002>
- Molero, L., Andino, T., Párraga, M., Álava, H., & Bejarano, H. (2021). Curva de Kuznets Ambiental y determinantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Ecuador: un enfoque de cointegración. *South Florida Journal of Development*, 2(5), 6453-6474. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n5-014>

- Moral, I., & Pérez, C. (2018). *Econometría de datos de panel: Teoría y práctica (1st ed.)*. Garceta Grupo editorial.
- Naciones Unidas. (2015). *El Acuerdo de París*. <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- Olivera, M., & Segarra, V. (2021). Calidad ambiental y crecimiento económico: análisis dinámico para América Latina y el Caribe. *Revista de Economía Del Rosario*, 24(2), pp. 1-40. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.10514>
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, pp. 262-267. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Pinilla, M., Díaz-Rodríguez, C., & Sánchez-Buendía, E. E. (2018). Crecimiento económico y emisiones de CO<sub>2</sub> en América Latina, 1990-2015. *Semestre Económico*, 21(49), pp. 41-55. <https://doi.org/10.22395/seec.v21n49a2>
- Quinde, V., Vaca, G., Quinde, F., & Lazo, L. (2019). Análisis de cointegración entre el crecimiento económico y deterioro medio-ambiental. Un análisis empírico del desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. *Revista de Economía Del Caribe*, 24, 8-25. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14482/ecoca.24.338.98>
- Rodríguez, L. (2007). Protocolo de Kyoto: Debate sobre ambiente y desarrollo en las discusiones sobre Cambio Climático. *Gestión y Ambiente*, 10(2), 119-128.
- 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. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/economia/a.7769>
- Singh, N. P., & Bagga, M. (2019). The Effect of Capital Structure on Profitability: An Empirical Panel Data Study. *Jindal Journal of Business Research*, 8(1), 65-77. <https://doi.org/10.1177/2278682118823312>
- Sohr, O. (2015). CFK: “Un hogar argentino consume cuatro veces más [energía que] Brasil, tres veces más que Chile y Uruguay.” Chequeado. <https://chequeado.com/ultimas-noticias/cfk-un-hogar-argentino-consume-cuatro-veces-mas-energia-que-brasil-tres-veces-mas-que-chile-y-uruguay/>
- Sun, H., Attuquaye, S., Geng, Y., Fang, K., & Kofi, J. (2019). Trade Openness and Carbon Emissions: Evidence from Belt and Road Countries. *Sustainability*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/su11092682>
- Tsaurai, K. (2019). The Impact of Financial Development on Carbon Emissions in Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(3), 144-153. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.7073>
- Valencia-Herrera, H., Santillán-Salgado, R., & Venegas-Martínez, F. (2020). On the Interaction among Economic Growth, Energy-Electricity Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, and Urbanization in Latin America. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 15(4), 745-767. <https://doi.org/10.21919/remef.v15i4.553>
- Vela, S. (2022). Panamá y la reactivación de sus infraestructuras públicas. <https://www.icex.es/es/quienes-somos/donde-estamos/red-exterior-de-comercio/PA/documentos-y-estadisticas/estudios-e-informes/panama-reactivacion#:~:text=Su grado de apertura comercial,los más elevados de Latinoamérica.>
- Vergara, J., Maza, F., & Quesada, V. (2018). Crecimiento económico y emisiones de CO<sub>2</sub>: El caso de los países suramericanos. *Espacios*, 39(13).

- Wooldridge, J. (2010). Introducción a la econometría Un enfoque moderno. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <https://herioscarlanda.files.wordpress.com/2018/10/wooldridge-2009-introduccion-a-la-econometria-un-enfoque-moderno.pdf>
- Yangari, G., Mendez, P., & Rocano, J. (2018). Relación entre las emisiones de Co<sub>2</sub> , comercio y valor agregado bruto para países con diferentes niveles de ingresos. *Revista Económica*, 5, 104–113. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/777>
- Zafar, M., Mirza, F., Haider, S., & Hou, F. (2019). The nexus of renewable and nonrenewable energy consumption, trade openness, and CO<sub>2</sub> emissions in the framework of EKC: evidence from emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15162–15173. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04912-w>