



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,  
Volumen 8, Número 2.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2)

**LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL  
Y EL COVID-19. UN ANÁLISIS DE LAS EMISIONES  
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO  
A TRAVÉS DEL MODELO ARIMA**

**ENVIRONMENTAL POLLUTION AND COVID-19  
AN ANALYSIS OF GREENHOUSE GASES EMISSIONS  
THROUGH ARIMA MODEL**

**Ec. Jonathan Chávez Haro**  
Universidad Agraria del Ecuador

**Ec. Elsy Galarza Alcívar, MSc**  
Universidad Agraria del Ecuador

**Ing. Mayra Garzón Goya, MSc.**  
Universidad Agraria del Ecuador

**Ing. Daira Carvajal Morales, MSc.**  
Universidad Agraria del Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10596](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10596)

## La Contaminación Ambiental y el Covid-19. Un Análisis de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero A Través del Modelo ARIMA

Ec. Jonathan Chávez Haro<sup>1</sup>

[jschavez@uagraria.edu.ec](mailto:jschavez@uagraria.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-0899-8058>

Economista con Mención en Gestión Empresarial

Asistente de Investigación

Centro de Investigación

de Economía Agrícola y Ambiental

Universidad Agraria del Ecuador

Ecuador

Ec. Elsy Galarza Alcívar, MSc.

[egalarza@uagraria.edu.ec](mailto:egalarza@uagraria.edu.ec)

Magíster en Economía Agraria

Economista con Mención en Gestión Empresarial

Docente de la Universidad Agraria del Ecuador

Ecuador

Ing. Mayra Garzón Goya, MSc.

[mgarzon@uagraria.edu.ec](mailto:mgarzon@uagraria.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5069-1370>

Doctorando en Economía y Finanzas

Magíster en Administración de Empresas

con Mención en Calidad y Productividad

Ingeniera en Estadística Informática

Docente de la Universidad Agraria del Ecuador

Ecuador

Ing. Daira Carvajal Morales, MSc.

[dcarvajal@uagraria.edu.ec](mailto:dcarvajal@uagraria.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4312-9440>

Magíster en Tributación y Finanzas

Magíster en Educación Básica

Ingeniera Comercial

Docente de la Universidad Agraria del Ecuador

Ecuador

### RESUMEN

Los gases de efecto invernadero han afectado negativamente a la atmósfera y los ecosistemas en general, lamentablemente las actividades del ser humano son la principal causa de la destrucción ocasionada por los elevados niveles de contaminación. Sin embargo, con la llegada del covid-19 y los largos periodos de confinamiento, muchos estudios indicaron una mejora medioambiental a raíz de la reducción de estas emisiones. Por lo tanto, en la presente investigación se empleó una metodología de tipo empírico-analítica, además de implementar el diseño del modelo auto regresivo integrado de media móvil (ARIMA), para analizar las emisiones anuales desde 1940 de los tres principales gases de efecto invernadero, tales como: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y metano (CH<sub>4</sub>). El objetivo de la investigación es cuantificar y predecir el grado de influencia de la pandemia ocasionada por el virus covid-19 en las emisiones de los mencionados gases contaminantes. Los resultados indicaron que el covid-19 significó una influencia positiva al reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, caso contrario con el N<sub>2</sub>O donde se observó un efecto adverso, y, por último, respecto a las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron obtenidas estimaciones similares a los valores reales. La investigación concluye que el covid-19 fue un alivio temporal para el medio ambiente, sobre todo al considerar que disminuyó considerablemente las emisiones del mayor contaminante como lo es el CO<sub>2</sub> en 2,24 billones de toneladas métricas para el año 2022.

**Palabras claves:** medio ambiente, contaminación, pandemia, atmósfera, dióxido de carbono

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [jschavez@uagraria.edu.ec](mailto:jschavez@uagraria.edu.ec)

# Environmental Pollution and Covid-19. An Analysis of Greenhouse Gases Emissions Through ARIMA model

## ABSTRACT

Greenhouse gases have adversely affected the atmosphere and ecosystems in general, unfortunately human activities are the main cause of destruction caused by high levels of pollution. However, with the arrival of covid-19 and the long periods of confinement, many studies indicated an environmental improvement as a result of the reduction of these emissions. Therefore, in the present research an empirical-analytical methodology was used, in addition to implementing the design of the integrated moving average autoregressive model (ARIMA), to analyze the annual emissions since 1940 of the three main greenhouse gases, such as: carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), and methane (CH<sub>4</sub>). The objective of this research is to quantify and predict the degree of influence of the pandemic caused by the covid-19 virus on the emissions of the aforementioned polluting gases. The results indicated that covid-19 meant a positive influence by reducing CO<sub>2</sub> emissions, contrary to the N<sub>2</sub>O where an adverse effect was observed, and, finally, with respect to CH<sub>4</sub> emissions, estimates similar to the real values were obtained. The research concludes that covid-19 was a temporary relief for the environment, especially considering that it considerably reduced emissions of the largest pollutant such as CO<sub>2</sub> by 2.24 billion metric tons by 2022.

**Keywords:** environment, pollution, pandemic, atmosphere, carbon dioxide

*Artículo recibido 26 febrero 2024  
Aceptado para publicación: 27 marzo 2024*



## INTRODUCCIÓN

La emisión deliberada de gases de efecto invernadero ha sido la causa de un sinnúmero de daños al medio ambiente, siendo este el factor más determinante para que ocurra el calentamiento global, producto de su emisión desmedida y su larga pervivencia en la atmósfera, lo cual ha provocado cambios a los ecosistemas debido a las alteraciones marinas y de las condiciones climáticas favorables.

La pandemia causada por el virus covid-19 ha generado externalidades positivas al medio ambiente, siendo en este último sobre el cual yace la siguiente investigación. Se conoce que una constante en nuestra sociedad ha sido la contaminación ambiental, lo mismo que producto de la actividad humana, y la poca conciencia sobre el daño ocasionado, se ha generado un sinnúmero de interrogantes que han puesto en duda en primer lugar a las industrias. Muchos reportes de diversos países, sobre todo de aquellos desarrollados, coinciden que la llegada del covid-19 significó un considerable decrecimiento principalmente en las actividades de dicho sector (industrial), lo cual evidenció bajos niveles de contaminación aérea.

El trabajo de investigación busca brindar una respuesta a la situación problemática, la cual plantea si la pandemia por covid-19 lejos del malestar ocasionado en el aspecto social y sanitario, significó un bienestar disfrazado para el medioambiente, dada las condiciones que se presentaron producto del aislamiento de las familias, y el descenso en todas aquellas actividades que guardan una relación directa con la contaminación aérea.

El objetivo que se persigue es el de analizar a través del diseño de un modelo econométrico ARIMA, el comportamiento de las emisiones de los principales contaminantes del aire como el dióxido de carbono y azufre, a raíz del surgimiento de la pandemia y todo lo que esta conllevó, y a su vez predecir cuales hubiesen sido los niveles de emisión si este escenario nunca se hubiera dado.

La investigación se presenta en cuatro partes: la primera se conoce como revisión literaria donde se hace referencia a los antecedentes, y sucesos desencadenantes o que guarden una relación directa con la problemática tratada; en la segunda fase se define la metodología, el modelo econométrico a tratar, y el origen de los datos; la tercera fase consiste en desarrollar los resultados mediante el modelo propuesto; y, por último, se exponen las conclusiones obtenidas del análisis econométrico.



## **Antecedentes**

La contaminación del aire comprende un conjunto de partículas y gases que provienen de fuentes naturales y antropogénicas, siendo estas últimas las que presentan un excedente respecto a su contraparte (Donzelli et al., 2021). Entre las fuentes de contaminación aérea de carácter natural se encuentran los incendios forestales, y las tormentas de polvo, entre otros; mientras que las fuentes de contaminación antropogénicas corresponden a la combustión producida por los vehículos, centrales térmicas y eléctricas, las industrias, e incluso las actividades cotidianas del hogar como cocinar, o calentar e iluminar con el uso de energía producto de combustibles contaminantes (Mora-Barrantes et al., 2021).

Durante mucho tiempo el hombre con sus actividades se ha encargado de contaminar los ecosistemas sin considerar las consecuencias irreparables que esta conducta ocasionaría sobre los recursos naturales, e incluso con la implementación de normativas a favor del cuidado medioambiental, no se ha impedido que este hecho disminuya, sino hasta lo ocurrido por la pandemia en el año 2020, donde las personas comenzaron a ser más conscientes (Arias Paullo , 2021). Como respuesta ante el crecimiento exponencial de los contagios provocados por el covid-19, los países adoptaron medidas sanitarias de confinamiento y cuarentena, lo cual provocó una baja actividad humana, y periodos de paralización económica, y quiebra de muchos negocios (Rupani et al., 2020), comportamiento observado también en potencias como China y Estados Unidos (Peirlinck et al., 2020). En contraste con este repentino comportamiento, se hizo evidente la mejora en la calidad del aire alrededor de Europa, India, China y Estados Unidos, siendo estos considerados como los mayores contaminadores del aire a nivel mundial (Alava y Singh, 2022; Dutheil et al., 2020).

Diversos reportes indican que el covid-19 actuó como un benefactor medioambiental, debido a que sectores potencialmente contaminantes, destacados por las altas emisiones de dióxido de carbono, como la transportación, la industria y manufactura se vieron fuertemente afectados por la paralización (Eroğlu, 2021; Sikarwar et al., 2021), como resultado de que la población tenía prohibido movilizarse desde sus respectivos hogares (Scivicco et al., 2022; Khan et al., 2021). Asimismo, la demanda mundial del petróleo decayó drásticamente y disminuyó el consumo de energía, es decir, el covid-19 trajo consigo una serie de efectos negativos para la salud del ser humano y la economía mundial, sin embargo, implicó



una reducción en los niveles de contaminación producto de las limitaciones en las actividades sociales y económicas (Muhammad et al., 2020).

A medida que se incrementaban los periodos de confinamiento, más reducida estaba la movilidad humana por el distanciamiento necesario; mayores dificultades tenían que enfrentar los sectores económicos por el retraso en la reactivación de sus actividades, pero este escenario completamente desfavorable para las economías, se convirtió en un periodo de sanación para el medioambiente (Bashir et al., 2020; Parra-Pedraza, 2020). Cabe mencionar que, aunque en su momento se redujeron las emisiones de CO<sub>2</sub>, uno de las mayores preocupaciones era el aumento de los desechos en los hogares, lo cual también implica en la generación de gases de efecto invernadero que afectan al aire y el medio ambiente en general (Ray et al., 2022).

Los niveles de contaminación aérea en las grandes ciudades disminuyeron en su mayoría, tanto que se podía observar un cielo azul completamente despejado, hubo un incremento en las actividades de la vida marina, lo cual pone en cuestionamiento al ser humano, por el resultado de su accionar ha producido una degeneración del aire, la atmósfera y los ecosistemas en general (Espejo et al., 2020). Pero esta situación de mejora en la calidad del aire difícilmente pudo mantenerse una vez el periodo de confinamiento culminó, por el hecho, de que los sectores retomaron sus actividades, además, siendo más probable que los niveles de emisión de contaminantes vuelvan a ser los mismos previos a la pandemia (López-Feldman et al., 2020; Le Quéré et al., 2020).

Dada la problemática descrita, existen a nivel mundial organismos internacionales como Green Peace o Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) que deberían tener una mayor importancia dado a que promueven la idea del cuidado y preservación del medio ambiente, y de los recursos naturales, además de perseguir la disminución de la contaminación ambiental, costumbres que le hacen mucha falta a la sociedad contemporánea (Diaz Dumont y Ledesma Cuadros, 2021).

## **METODOLOGÍA**

El tipo de metodología empleada es de tipo empírico-analítico, basado en las mediciones y estadísticas existentes de las variables de estudio. Para la elaboración de la revisión literaria fue necesaria la búsqueda de información en artículos de índole científica en repositorios como ResearchGate, Latindex, Elsevier, y Springer, además, los datos referentes a las emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso



y metano fueron obtenidos mediante fuentes secundarias como Statista y Our World in Data, mismos que se encuentran en una frecuencia anual, a una escala de billones de toneladas métricas respectivamente. Considerando que se pretende cuantificar y predecir el grado de influencia de la pandemia ocasionada por el virus covid-19 en las emisiones de los mencionados gases contaminantes del medio ambiente, es necesario emplear el software estadístico y econométrico denominado Eviews, para el tratamiento de los datos a través del modelo econométrico ARIMA.

El modelo ARIMA se constituye de una estructura ARMA definida con un orden de integración I, donde modelo autorregresivo de media móvil se fundamenta en la predicción de valores futuros de una variable partiendo de un comportamiento histórico de la misma, su estructura se compone de una parte referente a valores autorregresivos (AR), y otro relacionado con las medias móviles (MA) (Monge y Gil-Alana, 2022).

Se considera como modelo autorregresivo (AR) porque emplea estimaciones pasadas de la propia variable, es decir, la variable dependiente se regresa a sí misma en periodos t, para predecir los valores que ésta tomará en distintos momentos t en el futuro. La otra parte se compone de un modelo de medias móviles (MA) donde dichos retrocesos se representan mediante procesos aleatorios, es decir, es una autorregresión cuyos regresores corresponden a los términos de error en cada periodo t determinado (Kaur et al., 2023).

El modelo ARIMA se establece a partir de la combinación de los modelos descritos anteriormente, por ende, se expresa de la siguiente manera:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \theta_1 v_{t-1} + \theta_2 v_{t-2} + \dots + \theta_q v_{t-p} + v_t$$

**Tabla 1**

Componentes del modelo ARIMA	Interpretación
Y	Variable dependiente
t	Periodo de tiempo
p	Cantidad de componentes anteriores
q	Cantidad de errores o residuos anteriores
$\Phi$	Peso de cada uno de los componentes
$\Theta$	Peso de cada uno de los residuos
$v_t$	Ruido de la variable en el momento t



Según Vadrevu et al. (2020) el efecto del brote de covid-19 sobre las emisiones de los principales gases de efecto invernadero se mide a partir de una ecuación que considera los distintos periodos de tiempo, y para efectos de la investigación, se estructura lo siguiente:

$$Y_t = R_c - E_c$$

$Y_t$  incluye el valor de la intervención,  $R_c$  corresponde al impacto real del brote de covid-19, mientras que  $E_c$  es la serie temporal estimada sin considerar el brote de covid-19, para al final identificar si la pandemia generó disminuciones significativas en dichas emisiones.

## RESULTADOS

Para cuantificar la influencia del covid-19 en las emisiones de los principales gases de efecto invernadero se realizaron las estimaciones necesarias hasta obtener el mejor modelo ARIMA para cada caso, además del debido proceso de validación, con la finalidad de generar las predicciones óptimas, y que más se ajusten a la situación observada.

**Tabla2.** Estimación de los modelos ARIMA

Emisiones anuales	Serie de tiempo	AR	I	MA
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	1940-2022	10**, 11***	1	12**
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	1940-2021	14***, 36**	1	1***, 3*
Metano (CH <sub>4</sub> )	1940-2021	1*, 7*, 25*	1	1***

Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Eviews 12.0

Fue estimado un modelo ARIMA de primer orden para cada variable dependiente, el primer modelo corresponde a las emisiones anuales de dióxido de carbono cuya serie temporal abarca desde el año 1940 hasta el 2022, donde su estructura óptima está integrada por los autorregresores 10 y 11, con una significancia de 5% y 1% respectivamente, y por el residuo 12 con una significancia de 5%.

El segundo modelo se refiere a las emisiones anuales de óxido nitroso, cuya serie considera los valores presentados entre el año 1940 y 2021, donde su estructura más adecuada se integra por los autorregresores 14 y 36, con una significancia de 1% y 5% respectivamente, y por los residuos 1 y 3 con una significancia de 1% y 10%.

El tercer modelo donde se consideran las emisiones de metano, con una serie temporal que corresponde a los años 1940 hasta el 2021, donde su estructura se conforma por los autorregresores 1, 7 y 25 con una significancia de 10%, y por un residuo 1 con una significancia de 1%.





**Tabla 3.** Validación de los modelos ARIMA

Emisiones anuales	Raíz Unitaria	Normalidad de residuos	Ruido blanco	Heterocedasticidad condicional
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	t= -8,4217 p= 0,00	JB= 5,3342 p= 0,0694	Si	No
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	t= -6,3489 p= 0,00	JB= 0,4985 p= 0,7793	Si	No
Metano (CH <sub>4</sub> )	t= -6,8425 p= 0,00	JB= 5,3245 p= 0,0697	Si	No

Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Eviews 12.0

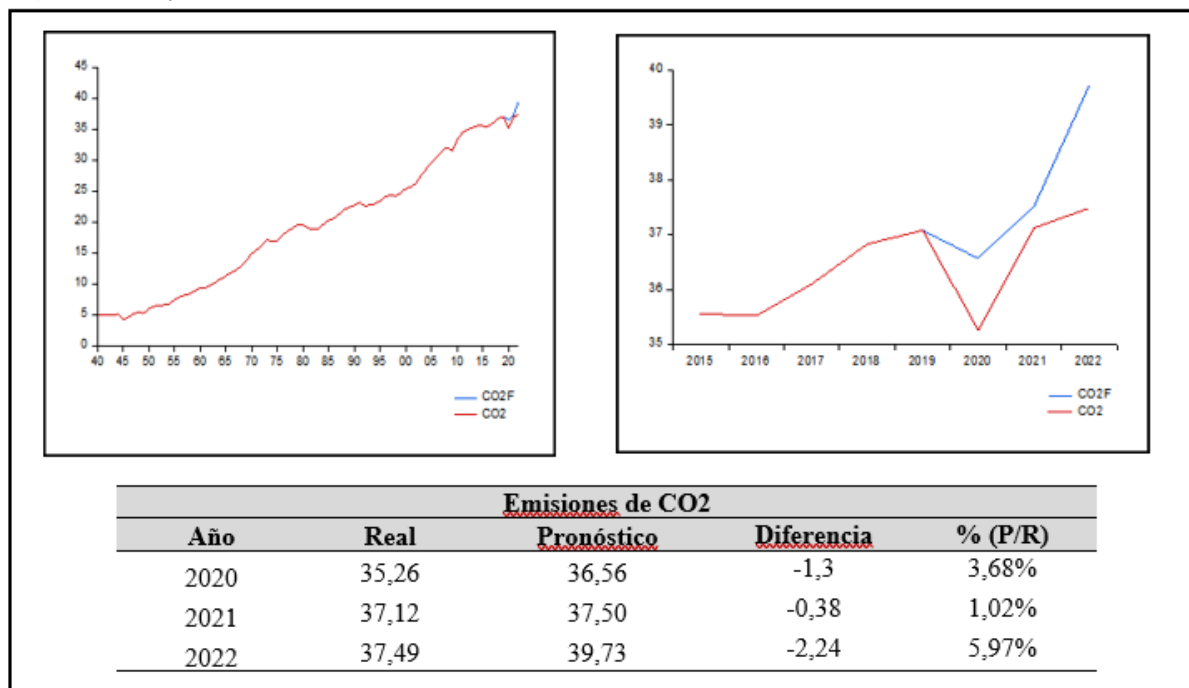
Los modelos fueron sujetos a validación considerando varios aspectos como estacionariedad de la serie, normalidad de residuos, ruido blanco y heterocedasticidad condicional. El contraste de raíz unitaria permite determinar la presencia de una conducta tendencial en la serie, por ende, ayuda a definir si la serie analizada es estacionaria, es decir, presenta dinamismo entre sus observaciones y no está sujeta al azar, para que la serie sea estacionaria, esta debe presentar un valor-p inferior a 0,05, y un valor absoluto de prueba t superior para cada nivel de significancia.

Se empleó la prueba Jarque-Bera la cual consiste en la aplicación de un estadístico que considera a la simetría y curtosis, donde para identificar la existencia de una distribución normal de los residuos el indicador de la prueba debe ser inferior al valor crítico del nivel de significancia de 5% (VC=5,9915), y el valor-p debe ser mayor a 0,05; caso contrario la hipótesis nula se rechaza.

El análisis por ruido blanco se aplica para determinar la existencia o no de una correlación serial, por lo tanto, el valor-p de los datos debe ser superior a 0,05 para indicar la presencia de ruido blanco (serie incorrelada), además de eso se intuye que esta presenta una media cercana a cero y una varianza constante. Por último, se evaluó la heterocedasticidad condicional para indicar si la varianza de los errores es constante a lo largo de la serie, para lo cual, se busca que el valor-p de los datos sea mayor a 0,05, y así indicar que el modelo de regresión es el adecuado.

En términos generales, los tres modelos estimados cumplieron satisfactoriamente con los contrastes empleados, lo cual permite calificarlos como válidos para el proceso de predicción de futuros valores que podrían tomar las series, y a su vez, de permitir inferir respecto a hechos que puedan servir de soporte para los distintos comportamientos.

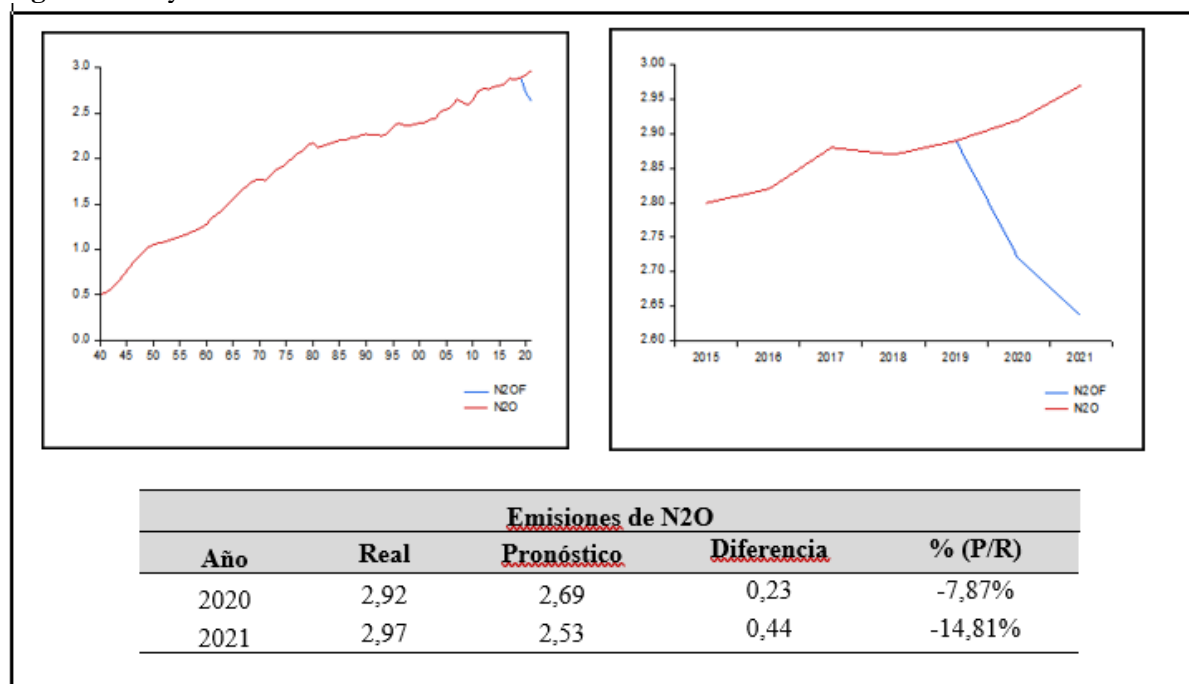
**Figura 1.** Proyección de las emisiones de Dióxido de Carbono



Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Eviews 12.0

Según los registros de las emisiones reales de dióxido de carbono a partir del año 2020, donde la influencia del covid-19 es considerada, se obtuvieron proyecciones cuyos valores superan dichas emisiones reales, lo que implica una reducción de CO<sub>2</sub>, que incluso hasta el año 2022 se emitieron 37,49 billones de ton., indicando una diferencia de 2,24 (5,97 puntos porcentuales) sobre lo que hubiese ocurrido en ausencia del covid-19.

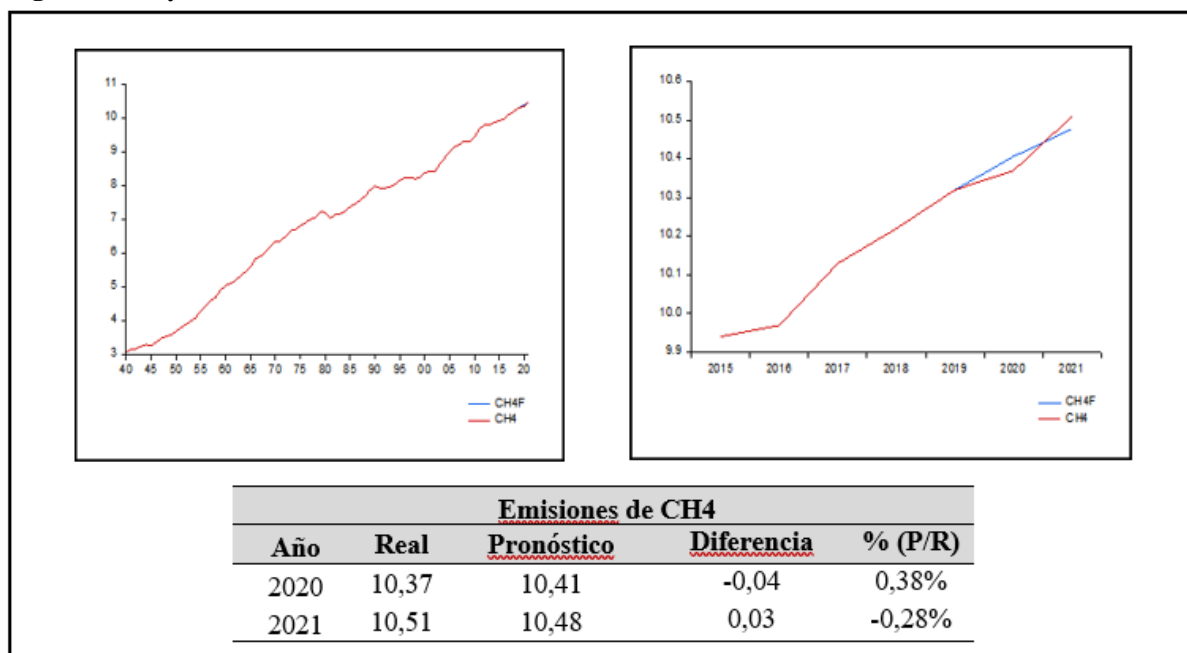
**Figura 2.** Proyección de las emisiones de Óxido Nitroso



Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Eviews 12.0

Los niveles de emisión real de óxido nitroso superaron a los pronosticados, es decir, que el covid-19 no generó un impacto adverso, y, además, este comportamiento puede deberse a la creciente demanda de alimentos producto de la incertidumbre, lo cual, como un tipo de efecto en cadena, provocó un incremento de la producción de la industria alimentaria y el sector primario en general, donde la agricultura y ganadería se ubican entre las actividades que emiten mayor cantidad de N<sub>2</sub>O anualmente, destacando el año 2021, donde el valor real superó al pronosticado por 0,44, es decir, en condiciones normales se hubiese esperado que los valores reales de emisión de este gas estén por debajo del 14,81%.

**Figura 3.** Proyección de las emisiones de Metano



Fuente: Elaboración propia mediante el uso de Eviews 12.0

Las emisiones anuales del gas metano no demostraron un gran cambio respecto a la relación entre valores reales y pronosticados; en el año 2020, se presentó una reducción en las emisiones reales de 40 millones de toneladas métricas, es decir, en condiciones normales, el valor real hubiese sido 0,38 punto porcentual mayor, y asimismo, cabe mencionar que en el año 2021, la tendencia de emisión volvería a sus valores normales crecientes, superando el valor real al pronosticado por 30 millones de toneladas métricas, y de haber mantenido los hábitos adquiridos durante el confinamiento por más tiempo, este valor hubiese sido 0,28 punto porcentual menor.

## CONCLUSIONES

El covid-19 generó un gran impacto afectando al sistema sanitario mundial, pero, aun así, producto de las acciones llevadas a cabo para minimizar su propagación, como la reducción de la movilización, y los periodos de confinamiento, fueron comportamientos que contribuyeron a favor de una mejora medioambiental, aunque cabe recalcar que esta ha sido temporal.

Luego de efectuar el análisis econométrico se consideran tres conclusiones principales, en primer lugar, el covid-19 tuvo una influencia mayor en las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo esto positivo para el medio ambiente. Respecto a las emisiones de N<sub>2</sub>O se presentó un escenario donde se intuye que el periodo de incertidumbre y las crecientes exigencias al sector alimentario, provocaron ese cambio tan pronunciado, y, por último, las emisiones de CH<sub>4</sub> no fueron permanentes, solo temporales y poco significativas, además en los periodos actuales retomó su tendencia creciente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alava, J., & Singh, G. (2022). Changing air pollution and CO<sub>2</sub> emissions during the COVID-19 pandemic: Lesson learned and future equity concerns of post-COVID recovery. *Environmental Science and Policy*, 130, 1-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.006>
- Arias Paullo , L. (2021). Revisión sistemática: educación ambiental en la ciudadanía latinoamericana durante la covid 19. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 8496-8514. doi: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.937](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.937)
- Bashir, M., MA, B., Bilal, Komal, B., Bashir, M., Farooq, T., . . . Bashir, M. (2020). Correlation between environmental pollution indicators and COVID-19 pandemic: A brief study in Californian context. *Environmental Research*, 187. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109652>
- Diaz Dumont, J., & Ledesma Cuadros, M. (2021). Conciencia ambiental en contextos de emergencia sanitaria covid-19. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(93), 432-445.
- Donzelli , G., Cioni, L., Cancellieri, M., Llopis-Morales, A., & Morales-Suárez-Varela , M. (2021). Air Quality during Covid-19 Lockdown. *Encyclopedia*, 1(3), 519-526. doi: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1030043>
- Dutheil, F., Baker, J., & Navel, V. (2020). COVID-19 as a factor influencing air pollution? *Environmental Pollution*, 263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114466>



- Eroğlu, H. (2021). Effects of Covid-19 outbreak on environment and renewable energy sector. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 4782–4790. doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00837-4>
- Espejo, W., Celis, J., Chiang, G., & Bahamonde, P. (2020). Environment and COVID-19: Pollutants, impacts, dissemination, management and recommendations for facing future epidemic threats. *Science of the Total Environment*, 747. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141314>
- European Commission. (2023). Ethical Guidelines on the Use of Artificial Intelligence (AI) and Data in Teaching and Learning for Educators. Available online: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>
- García Pérez , M., & Rodríguez López, C. (2022). Factores Asociados a la Obesidad y su Impacto en la Salud: un Estudio de Factores Dietéticos, de Actividad Física y Sociodemográficos. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 3(2), 01-15. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v3i2.31>
- Kaur, J., Parmar, K., & Singh, S. (2023). Autoregressive models in environmental forecasting time series: a theoretical and application review. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 19617-19641. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25148-9>
- Khan, I., Shah, D., & Shah, S. (2021). COVID-19 pandemic and its positive impacts on environment: an updated review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18, 521–530. doi: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-03021-3>
- Le Quéré, C., Jackson, R., Jones, M., Smith, A., Abernethy, S., Andrew, R., . . . Peters, G. (2020). Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, 10, 647–653. doi: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>
- López-Feldman , A., Chávez, C., Vélez, M., Bejarano, H., Chimeli, A., Féres, J., . . . Viteri, C. (2020). COVID-19: impactos en el medio ambiente y en el cumplimiento de los ODS en América Latina. *Revista Desarrollo Y Sociedad*, 1(86), 104-132. doi:<https://doi.org/10.13043/DYS.86.4>
- Monge, M., & Gil-Alana, L. (2022). Pandemic episodes, CO2 emissions and global temperatures. *Theoretical and Applied Climatology*, 148, 481–489. doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-022-03959-z>



- Mora-Barrantes, J., Sibaja- Brenes, J., & Borbón- Alpizar, H. (2021). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica del agua de lluvia y de niebla. *Tecnología en Marcha*, 34(1), 92-103. doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4806>
- Muhammad, S., Long, X., & Salman, M. (2020). COVID-19 pandemic and environmental pollution: A blessing in disguise? *Science of the Total Environment*, 728. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138820>
- Parra-Pedraza, M. (2020). COVID-19 ¿Un alivio temporal para el ambiente? *CienciAmérica*, 9(2), 299-311. doi: <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.318>
- Peirlinck, M., Linka, K., Costabal, F., & Kuhl, E. (2020). Outbreak dynamics of COVID-19 in China and the United States. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 19, 2179–2193. doi: <https://doi.org/10.1007/s10237-020-01332-5>
- Ray, R., Singh, V., Singh, S., Acharya, B., & He, Y. (2022). What is the impact of COVID-19 pandemic on global carbon emissions? *Science of The Total Environment*, 816. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151503>
- Rupani, P., Nilashi, M., Abumalloh, R., Asadi, S., Samad, S., & Wang, S. (2020). Coronavirus pandemic (COVID-19) and its natural environmental impacts. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17, 4655–4666. doi: <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02910-x>
- Ruíz Ledesma, E. F., Córdova Pérez., C., & Montiel Sánchez, A. S. (2023). Errores comunes en estudiantes universitarios al trabajar con la integral definida. *Emergentes - Revista Científica*, 3(2), 21-31. <https://doi.org/10.60112/erc.v3i2.29>
- Rivera, M., & Pérez, C. (2023). Factores Asociados a la Obesidad y su Impacto en la Salud: Un Estudio de Factores Dietéticos, de Actividad Física y Sociodemográficos. *Sapiencia Revista Científica Y Académica*, 3(2), 145-160. <https://doi.org/10.61598/s.r.c.a.v3i2.59>
- Scivicco, M., Nolasco, A., Esposito, L., Ariano, A., Squillante, J., Esposito, F., . . . Severino, L. (2022). Effects of Covid-19 pandemic lockdown and environmental pollution assessment in Campania



region (Italy) through the analysis of heavy metals in honeybees. *Environmental Pollution*, 307.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119504>

Sikarwar, V., Reichert, A., Jeremias, M., & Manovic, V. (2021). COVID-19 pandemic and global carbon dioxide emissions: A first assessment. *Science of the Total Environment*, 794. doi:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148770>

Silva Herrera , G. A. (2023). La Influencia de las Redes Sociales en el Sistema Judicial. Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica , 2(1), 1-26. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v2i1.7>

Vadrevu, K., Eaturu, A., Biswas, S., Lasko, K., Sahu, S., Garg, J., & Justice, C. (2020). Spatial and temporal variations of air pollution over 41 cities of India during the COVID-19 lockdown period. *Scientific Reports*, 10(16574). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72271-5>

