Sage Sphere Multidisciplinary Studies

ISSN: 3091-1672

Vol. 3 Núm. 1 (2026)

EDITORIAL JOGB

SSMS-Vol.3. N1. 083

Curva ambiental de Kuznets en Ecuador: crecimiento económico, emisiones de CO_2 y dinámica poblacional de 1970 a 2024

Environmental Kuznets curve in Ecuador: economic growth, CO_2 emissions and population dynamics from 1970 to 2024

Autores:

Anggie Katherine Meza Nieto
Universidad Agraria del Ecuador
Milagro – Ecuador
ameza@uagraria.edu.ec
https://orcid.org/0009-0004-9861-4955

Johanna Noemi Ramos Holguin
Universidad Agraria del Ecuador
Milagro – Ecuador
jramos@uagraria.edu.ec
https://orcid.org/0009-0007-7899-6556

Miguel Hugo Wilke Torres
Universidad Agraria del Ecuador
Milagro – Ecuador
mwilke@uagraria.edu.ec
https://orcid.org/0000-0001-9365-3841

Michael Douglas Macias Ochoa
Universidad Agraria del Ecuador
El Triunfo – Ecuador
michael.macias.ochoa@uagraria.edu.ec
https://orcid.org/0009-0001-3359-6985

Autor de correspondencia: *Anggie Katherine Meza Nieto*, ameza@uagraria.edu.ec

Enviado: 15-08-2026 **Revisado:** 30-08-2026
Aceptado: 22-09-2026 **Publicado:** 23-09-2026

Cómo citar este artículo:

Meza Nieto, A. K., Ramos Holguin, J. N., Wilke Torres, M. H., & Macias Ochoa, M. D. (2026). Curva ambiental de Kuznets en Ecuador: crecimiento económico, emisiones de CO_2 y dinámica poblacional de 1970 a 2024. *Sage Sphere Multidisciplinary Studies*, *3*(1), 1-22. https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.

Sage Sphere Multidisciplinary Studies

ISSN: 3091-1672

Vol. 3 Núm. 1 (2026)

RESUMEN

La presente investigación analiza la relación dinámica entre el crecimiento económico, las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y la población en Ecuador durante el período 1970-2024 mediante un modelo autorregresivo vectorial (VAR). Se utilizaron datos anuales de PIB per cápita, emisiones de CO_2 y población, estimándose un modelo VAR(3) seleccionado bajo el principio de parsimonia. Los resultados muestran que la población presenta una dinámica propia y estable, mientras que las emisiones de CO_2 mantienen una elevada persistencia temporal. Asimismo, se identificó una relación negativa entre las emisiones y el PIB per cápita en el primer rezago, la cual alcanza significancia estadística al aplicar correcciones robustas HAC. Sin embargo, no se encontró evidencia suficiente de que el crecimiento económico genere una reducción sostenida de las emisiones. En consecuencia, los resultados no permiten confirmar la existencia de la Curva Ambiental de Kuznets en Ecuador mediante la especificación econométrica empleada. Los hallazgos permiten caracterizar las relaciones dinámicas entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y población, pero no probar directamente la relación en forma de U invertida propuesta por la hipótesis de Kuznets. Además, las posibles explicaciones estructurales del comportamiento de las emisiones deben interpretarse a partir de la evidencia reportada por la literatura especializada y no como resultados directos del presente estudio.

Palabras clave: curva ambiental de Kuznets; crecimiento económico; emisiones de CO_2; PIB per cápita; Ecuador.

ABSTRACT

This study analyzes the dynamic relationship among economic growth, carbon dioxide (CO_2) emissions, and population in Ecuador during the period 1970–2024 through a Vector Autoregressive (VAR) model. Annual data on GDP per capita, CO_2 emissions, and population were used to estimate a VAR(3) model selected under the principle of parsimony. The results show that population exhibits a stable and autonomous dynamic, while CO_2 emissions display high temporal persistence. In addition, a negative relationship between CO_2 emissions and GDP per capita was identified at the first lag, becoming statistically significant after applying robust HAC corrections. However, no sufficient evidence was found to indicate that economic growth generates a sustained reduction in emissions. Consequently, the results do not provide sufficient evidence to confirm the existence of the Environmental Kuznets Curve in Ecuador under the econometric specification employed. The findings characterize the dynamic relationships among economic growth, CO_2 emissions, and population, but do not allow direct testing of the inverted U-shaped relationship proposed by the Kuznets hypothesis. Furthermore, potential structural explanations for the behavior of emissions should be interpreted based on evidence reported in the specialized literature rather than as direct findings of the present study.

Keywords: environmental Kuznets curve; economic growth; CO_2 emissions; GDP per capita; Ecuador.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental ha sido ampliamente estudiada mediante la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), la cual plantea que, durante las primeras etapas del desarrollo, el incremento del ingreso puede estar acompañado por mayores niveles de contaminación; sin embargo, al alcanzar determinados niveles de ingreso, la degradación ambiental podría disminuir como resultado de mejoras tecnológicas, regulaciones ambientales y transformaciones en la estructura productiva (Grossman & Krueger, 1991; Vallejo Mata et al., 2024).

Esta heterogeneidad también ha sido identificada para América del Norte, donde la relación entre crecimiento económico y emisiones presenta diferencias importantes según las características estructurales de cada economía (Mendoza Tinoco et al., 2024).

En Ecuador, diferentes investigaciones han abordado la relación entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y dinámica poblacional. Quishpe Sinailin (2005) analizó la relación entre crecimiento económico y calidad ambiental mediante la Curva de Kuznets Medioambiental, constituyendo uno de los primeros antecedentes nacionales sobre esta problemática. Posteriormente, Vizuete Montero (2023) empleó un modelo VAR para analizar el crecimiento económico, las emisiones de CO_2 y el crecimiento poblacional en Ecuador, encontrando evidencia parcial de la Curva Ambiental de Kuznets. Por su parte, Macas Segovia (2023) examinó la relación entre emisiones de CO_2, crecimiento demográfico y crecimiento económico en países de la Asociación Latinoamericana de Integración, identificando la importancia de la dinámica poblacional sobre las emisiones.

En este contexto, el presente estudio se centra exclusivamente en Ecuador y analiza la interacción entre el PIB per cápita, las emisiones de CO_2 y la población durante el periodo 1970–2024. Para ello, se emplea un modelo VAR(3) con datos anuales, con el propósito de examinar las relaciones dinámicas entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y población en Ecuador mediante un enfoque VAR, sin pretender verificar directamente la forma funcional de la Curva Ambiental de Kuznets. Este enfoque permite identificar las interacciones dinámicas existentes entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y población contribuyendo a la discusión sobre sostenibilidad económica y ambiental, aspecto señalado como prioritario para América Latina por la CEPAL (2024).

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

La relación entre crecimiento económico, dinámica poblacional y emisiones de dióxido de carbono (CO_2) ha sido abordada desde la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (CAK), la cual plantea que el deterioro ambiental puede incrementarse durante las primeras etapas del crecimiento económico y posteriormente disminuir cuando se alcanzan determinados niveles de ingreso, debido a cambios tecnológicos, transformaciones productivas y mayores capacidades para implementar políticas ambientales. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que esta relación puede variar según las características económicas y demográficas de cada país.

Esta heterogeneidad también ha sido identificada para América del Norte, donde la relación entre crecimiento económico y emisiones presenta diferencias importantes según las características estructurales de cada economía (Mendoza Tinoco et al., 2024).

En este contexto, Vizuete Montero (2023) analiza la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental en Ecuador durante el periodo 1973-2021, utilizando un modelo econométrico de vectores autorregresivos (VAR) y datos provenientes del Banco Mundial. El estudio examina principalmente la interacción entre el Producto Interno Bruto (PIB) y las emisiones de CO_2, con el propósito de evaluar el comportamiento de la CAK en el país. Los resultados evidencian que, ante un mayor crecimiento económico, se produce inicialmente un incremento del deterioro ambiental; no obstante, este efecto tiende a reducirse en el largo plazo hasta aproximarse a un efecto nulo. Estos resultados proporcionan evidencia favorable a la hipótesis de la CAK para Ecuador y constituyen un antecedente relevante para analizar la relación dinámica entre crecimiento económico y emisiones de CO_2 mediante modelos de series de tiempo.

Asimismo, Román Collado et al. (2021) analizaron la evolución de la huella de carbono en Ecuador durante el período 2000-2015 mediante un enfoque multirregional de insumo-producto. Los autores identificaron un crecimiento importante de las emisiones asociadas al consumo interno, destacando el peso del transporte y de las actividades productivas en la generación de impactos ambientales. Sus hallazgos sugieren que la estructura económica ecuatoriana continúa manteniendo una elevada dependencia de actividades intensivas en carbono, lo que representa un desafío para avanzar hacia modelos de desarrollo más sostenibles.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

Por otra parte, Macas Segovia (2023) estudia la relación entre las emisiones de CO_2, el crecimiento demográfico y el crecimiento económico en los países miembros de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) durante el periodo 1990-2018. Para ello, emplea técnicas econométricas de datos de panel, incluyendo pruebas de cointegración y el estimador Augmented Mean Group (AMG), con el propósito de identificar relaciones de largo plazo y diferencias entre los países analizados. Los resultados muestran, de manera general, una relación positiva entre el crecimiento económico, el crecimiento poblacional y las emisiones de CO_2, aunque se identifican comportamientos heterogéneos entre los países. El estudio también encuentra evidencia de la existencia de una relación en forma de U invertida en determinadas economías, lo que respalda parcialmente la hipótesis de la CAK. Este antecedente resulta especialmente relevante para la presente investigación debido a que incorpora explícitamente la dinámica poblacional como factor asociado a las emisiones, permitiendo ampliar el análisis más allá de la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental.

Desde una perspectiva regional, la CEPAL (2024) señala que gran parte de las economías latinoamericanas enfrentan dificultades para desvincular el crecimiento económico del incremento de las emisiones contaminantes. De acuerdo con este organismo, factores como la dependencia de combustibles fósiles, la limitada diversificación productiva y los rezagos tecnológicos condicionan la transición hacia modelos de desarrollo sostenibles. Este contexto resulta especialmente relevante para Ecuador debido a la importancia que todavía mantienen las actividades extractivas dentro de su estructura económica.

En la misma línea, el IPCC (2022) advierte que las activiades relacionadas con la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra representan una proporción importante de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, evidenciando la estrecha relación entre actividad económica, uso de recursos naturales y presión ambiental.

En conjunto, ambos estudios evidencian que la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO_2 no presenta un comportamiento uniforme. Mientras Vizuete Montero (2023) aporta evidencia específica para Ecuador mediante un modelo VAR, Macas Segovia (2023) amplía el análisis hacia un conjunto de países latinoamericanos e incorpora el crecimiento demográfico como variable explicativa. Estos antecedentes sustentan la pertinencia de analizar conjuntamente el crecimiento económico, las emisiones de

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

CO_2 y la dinámica poblacional en Ecuador, mediante un enfoque de series de tiempo que permita identificar las relaciones dinámicas entre estas variables.

2. METODOLOGÍA

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, de carácter no experimental y correlacional, basado en el análisis econométrico de series de tiempo. El estudio se concentra exclusivamente en Ecuador durante el periodo 1970–2024, utilizando información anual correspondiente al PIB per cápita, las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) y la población. El diseño no experimental responde a que las variables son observadas en su comportamiento histórico sin manipulación, mientras que el enfoque correlacional permite analizar la interacción dinámica existente entre ellas.

Los datos empleados corresponden a fuentes secundarias y fueron obtenidos de la base de datos del Banco Mundial (2026), seleccionada por proporcionar información estandarizada sobre indicadores económicos, ambientales y demográficos. Para mantener consistencia en las series, se consideró el mismo periodo de análisis para las tres variables. El PIB per cápita, medido en dólares estadounidenses constantes de 2015, constituye la variable asociada al crecimiento económico, las emisiones de CO_2 representan el indicador de deterioro ambiental y la población se incorpora como variable demográfica endógena dentro del sistema VAR.

En la primera etapa se realizó un análisis descriptivo mediante medidas de tendencia central y dispersión, además de representaciones gráficas, con el propósito de identificar la evolución y comportamiento de las variables. El modelo VAR ha sido ampliamente utilizado para estudiar las relaciones dinámicas entre crecimiento económico y emisiones ambientales en Ecuador y otros contextos internacionales (Vizuete Montero, 2023; Ayık & Özer, 2025).

Finalmente, se utilizaron funciones impulso-respuesta y descomposición de varianza (FEVD) para evaluar la magnitud, dirección y persistencia de los efectos entre las variables. Asimismo, se realizaron pruebas de diagnóstico para verificar la consistencia econométrica del modelo, incluyendo pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad y multicolinealidad. Ante los problemas detectados en los residuos, se emplearon errores estándar robustos HAC, con el propósito de obtener inferencias más confiables. Para la evaluación de la significancia estadística se consideraron niveles del 1 %, 5 % y 10 %. Los resultados con valores p

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

inferiores a 0.10 pero superiores a 0.05 fueron interpretados como evidencia marginal y analizados con cautela.

Variables y fuente de datos

Los datos fueron obtenidos de la base World Development Indicators del Banco Mundial. Se utilizaron los siguientes indicadores:

- PIB per cápita (US$ constantes de 2015): indicador NY.GDP.PCAP.KD.
- Emisiones de CO_2 (toneladas métricas per cápita): EN.ATM.CO2E.PC.
- Población total: SP.POP.TOTL.

La información fue descargada el 28 de abril del 2026. No se identificaron valores faltantes para el período analizado. Con el propósito de reducir la heterocedasticidad y facilitar la interpretación econométrica, las variables fueron transformadas a logaritmos naturales previamente a las pruebas de estacionariedad y estimación del modelo VAR.

3. RESULTADOS

Evolución del PIB per Cápita, Emisiones de CO_2 y Población en Ecuador

El primer componente del análisis se concentra en la evolución del PIB per cápita de Ecuador durante el periodo de estudio. Esta variable permite representar el comportamiento del crecimiento económico y analizar su trayectoria en relación con las condiciones ambientales del país.

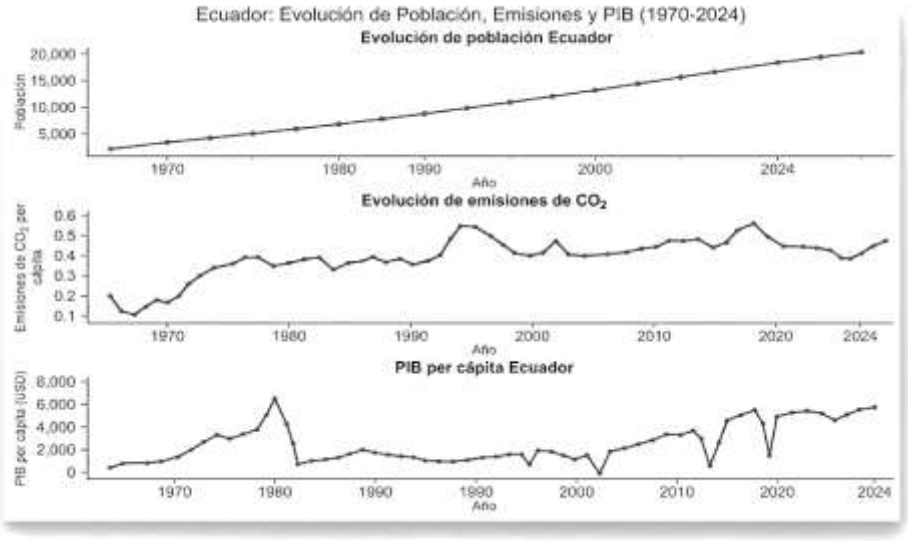
Figura 1

Evolución del PIB per Cápita, Emisiones de CO_2 y población en Ecuador (1970–2024)

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672

Vol. 3 Núm. 1 (2026)



Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2026).

La Figura 1 evidencia que el crecimiento económico, las emisiones de CO_2 y la dinámica poblacional no evolucionan de manera proporcional a lo largo del período analizado. Mientras la población mantiene una expansión relativamente estable, el PIB per cápita presenta episodios de mayor volatilidad y las emisiones muestran una tendencia creciente acompañada de fases de ajuste.

Estas diferencias sugieren que los cambios en la actividad económica no se traducen automáticamente en modificaciones equivalentes de la presión ambiental, lo que justifica examinar empíricamente las interacciones dinámicas entre las variables mediante un modelo VAR.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos y pruebas de Estacionaridad

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	ADF	Valor Crítico 1%	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 10%
Población	12,097,439	12,031,127	6,155,387	18,135,478	-4.219	-3.51	-2.89	-2.58
Emisiones de CO_2	0.41	0.42	0.25	0.51	-4.045	-3.51	-2.89	-2.58

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	ADF	Valor Crítico 1%	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 10%
PIB per cápita	27,515,632	20,536,936	379,075	137,867,528	-3.194	-3.51	-2.89	-2.58

Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2026).

Los resultados de la Tabla 1 evidencian diferencias importantes en la magnitud y variabilidad de las variables analizadas. La población presenta una trayectoria creciente con una distribución relativamente estable durante el período de estudio, mientras que el PIB per cápita registra una amplitud considerable entre sus valores mínimos y máximos, reflejando los distintos ciclos de expansión y contracción experimentados por la economía ecuatoriana. Por su parte, las emisiones de CO_2 muestran una variación más moderada, lo que sugiere una evolución relativamente estable de la intensidad de emisiones en comparación con la dinámica económica.

Desde el punto de vista econométrico, los resultados de la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF) indican que las tres series son estacionarias en niveles. En todos los casos, los estadísticos ADF resultan más negativos que los valores críticos al 5 %, lo que permite rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria.

La población y las emisiones de CO_2 presentan evidencia más sólida de estacionariedad al superar incluso el umbral crítico del 1 %, mientras que el PIB per cápita rechaza la presencia de raíz unitaria al 5 %. En consecuencia, las variables pueden incorporarse directamente al modelo VAR sin necesidad de aplicar diferenciaciones adicionales, preservando así la información de largo plazo contenida en las series.

Tabla 2

Especificación y diagnóstico del VAR en Ecuador (1970–2024)

Aspecto	VAR(3)	VAR(4)
Selección rezagos (AIC/HQ/SC/FPE)	HQ y SC sugieren 3	AIC y FPE sugieren 4
Población	Rezagos l1, l2, l3 altamente significativos	Rezagos l1, l2, l3, l4 significativos; dependencia aún más fuerte

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

Aspecto	VAR(3)	VAR(4)
PIBpc	Influencia de CO2 en l1 significativa con HAC	Rezagos de Población (l1, l3, l4) significativos; CO2 pierde fuerza
CO2	Rezago l1 muy significativo; l3 marginal	Rezago l1 sigue muy significativo; otros rezagos no relevantes
R^2 ajustado	Población ≈ 1; PIBpc ≈ 0.30; CO2 ≈ 0.83	Población ≈ 1; PIBpc ≈ 0.20; CO2 ≈ 0.83
Normalidad (JB test)	Rechazo fuerte (p < 2.2e16)	Rechazo fuerte (p < 2.2e16)
Heterocedasticidad (ARCH test)	p = 0.0026 → heterocedasticidad	p = 0.0246 → heterocedasticidad persiste
Autocorrelación (Portmanteau)	Significativa (p = 0.022)	No significativa (p = 0.082)
Multicolinealidad (VIF)	≈ 2, aceptable	≈ 2, aceptable

Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2026).

La Tabla 2 presenta los resultados de selección y validación de las especificaciones VAR(3) y VAR(4) para las variables población, emisiones de CO_2 y PIB per cápita en Ecuador durante el período 1970-2024. Los criterios de información muestran resultados mixtos, ya que los criterios Hannan-Quinn (HQ) y Schwarz (SC) sugieren una estructura de tres rezagos, mientras que los criterios Akaike (AIC) y Final Prediction Error (FPE) recomiendan cuatro rezagos.

Considerando el principio de parsimonia y la coincidencia de los criterios Hannan-Quinn (HQ) y Schwarz (SC), se seleccionó el VAR(3) como modelo principal para el análisis posterior. La prueba Portmanteau detectó autocorrelación residual en el VAR(3) (p = 0.022), mientras que en el VAR(4) no se rechazó la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación residual (p = 0.082). Sin embargo, la prueba ARCH evidenció heterocedasticidad residual tanto en el VAR(3) (p = 0.0026) como en el VAR(4) (p = 0.0246), lo que indica que la incorporación de un cuarto rezago no resolvió completamente los problemas de diagnóstico. Dado que los criterios HQ y SC favorecieron la especificación VAR(3) y que los resultados sustantivos fueron similares entre ambos modelos, se optó por mantener el VAR(3) bajo el criterio de parsimonia.

Los resultados evidencian una elevada persistencia temporal de la población, dado que sus tres rezagos resultan altamente significativos y explican prácticamente la totalidad de su dinámica. En el caso del PIB per cápita, se observa una influencia significativa del

primer rezago, lo que sugiere que el desempeño económico actual depende en gran medida de su comportamiento reciente. Asimismo, las emisiones de CO_2 presentan una marcada dependencia de sus propios valores pasados, destacándose especialmente la significancia del primer rezago y, en menor medida, del tercer rezago.

Los coeficientes de determinación ajustados muestran un elevado poder explicativo para las ecuaciones de población y emisiones de CO_2, con valores cercanos a 1 y 0.83, respectivamente. En contraste, la ecuación del PIB per cápita presenta un ajuste más moderado, con un R^2 ajustado aproximado de 0.30, lo que sugiere la influencia de factores adicionales no incluidos en el sistema.

Respecto a las pruebas de diagnóstico, la prueba de Jarque-Bera rechaza la hipótesis de normalidad de los residuos en ambas especificaciones, mientras que la prueba ARCH detecta la presencia de heterocedasticidad tanto en el VAR(3) como en el VAR(4).

La comparación entre modelos muestra que la incorporación de un rezago adicional no elimina completamente dichos problemas, ya que la heterocedasticidad persiste en ambas especificaciones. Por otra parte, La prueba Portmanteau detectó autocorrelación residual en la especificación VAR(3) ($p = 0.022$), mientras que en el VAR(4) no se rechazó la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación residual ($p = 0.082$). Esto indica que la inclusión de un cuarto rezago mejora parcialmente el ajuste dinámico del sistema. No obstante, la prueba ARCH evidenció heterocedasticidad residual tanto en el VAR(3) ($p = 0.0026$) como en el VAR(4) ($p = 0.0246$), por lo que el rezago adicional no resolvió completamente los problemas de diagnóstico.

En conjunto, los resultados indican que ambas especificaciones describen adecuadamente la dinámica general de las variables analizadas, aunque presentan algunas limitaciones en los diagnósticos residuales. La persistencia de heterocedasticidad en ambos modelos y la presencia de autocorrelación residual en el VAR(3) sugieren interpretar los resultados con cautela.

Por esta razón, se utilizaron errores estándar robustos HAC (Newey-West), los cuales permiten obtener inferencias más confiables en presencia de heterocedasticidad y dependencia serial. Aunque el VAR(4) mejoró el resultado de la prueba Portmanteau, los criterios HQ y SC favorecieron el VAR(3), y el rezago adicional no eliminó la

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

heterocedasticidad residual. En consecuencia, se mantuvo el VAR(3) como modelo definitivo bajo el principio de parsimonia.

Tabla 3

Resultados principales del modelo VAR(3) para Ecuador (1970–2024)

Panel A. Coeficientes estimados del VAR(3)

Ecuación	Variable	Coeficiente	Error Est.	t	P	Error Est. HAC	t HAC	p HAC
Población	Población.l1	2.262	0.120	18.887	<0.001	0.175	12.922	<0.001
Población	Población.l2	-1.901	0.227	-8.369	<0.001	0.310	-6.136	<0.001
Población	Población.l3	0.631	0.122	5.188	<0.001	0.176	3.578	<0.001
Población	Constante	0.129	0.029	4.474	<0.001	0.063	2.059	0.046
PIBpc	CO_2.l1	-5.019	2.879	-1.743	0.089	1.851	-2.711	0.010
PIBpc	Constante	-62.919	33.297	-1.890	0.066	28.614	-2.199	0.033
CO_2	CO_2.l1	0.940	0.141	6.679	<0.001	0.125	7.548	<0.001
CO_2	CO_2.l2	-0.326	0.191	-1.706	0.095	0.185	-1.758	0.086
CO_2	CO_2.l3	0.202	0.123	1.649	0.107	0.104	1.953	0.058
CO_2	Constante	2.157	1.628	1.325	0.192	0.926	2.330	0.025

Panel B. Pruebas de causalidad de Granger e instantánea

Hipótesis	F de Granger	χ^2 instantánea	p-valor
PIBpc → CO_2	0.327	3.348	0.922 / 0.188
CO_2 → PIBpc	2.044	0.392	0.065 / 0.822
Población → PIBpc	1.847	—	0.095

Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2026).

La Tabla 3 presenta los resultados estimados del modelo VAR(3), incluyendo tanto las estimaciones convencionales como las corregidas mediante errores robustos HAC (Newey-West), además de las pruebas de causalidad de Granger e instantánea. Los resultados muestran una elevada persistencia temporal en la dinámica de la población, dado

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

que los tres rezagos de la propia variable mantienen significancia estadística y conservan el mismo patrón de signos tanto en la estimación convencional como en la estimación robusta. Este comportamiento confirma que la evolución demográfica en Ecuador responde principalmente a factores inerciales de largo plazo.

En la ecuación del PIB per cápita, la estimación convencional identifica un efecto negativo marginal de las emisiones de CO_2 rezagadas un período ($\beta = -5.019$; $p = 0.089$). No obstante, al aplicar la corrección robusta HAC (Newey-West), el coeficiente mantiene el mismo signo y magnitud, pero su error estándar disminuye de 2.879 a 1.851, incrementando el valor absoluto del estadístico t de -1.743 a -2.711 y reduciendo el p-valor a 0.010. En consecuencia, el efecto pasa de ser marginalmente significativo al 10 % en la estimación convencional a ser estadísticamente significativo al 1 % bajo la estimación robusta. Este resultado sugiere que incrementos previos en las emisiones de CO_2 se asocian con reducciones posteriores en el PIB per cápita, evidenciando una relación negativa entre presión ambiental y desempeño económico una vez corregidos los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación presentes en los residuos.

Por su parte, la ecuación de emisiones de CO_2 revela una fuerte dependencia de su comportamiento pasado. Tanto la estimación convencional como la robusta muestran que el primer rezago de las emisiones ejerce un efecto positivo y significativo sobre los niveles actuales de contaminación, mientras que el segundo rezago presenta una influencia negativa marginal cuando se incorporan errores robustos. Estos resultados reflejan la persistencia temporal característica de los procesos de emisión y sugieren la existencia de mecanismos de ajuste en el mediano plazo.

Las pruebas de causalidad de Granger indican que no existe evidencia suficiente para afirmar que el PIB per cápita causa variaciones en las emisiones de CO_2, dado que el estadístico obtenido no resulta significativo ($p = 0.922$). De igual forma, tampoco se encuentra evidencia concluyente de causalidad desde las emisiones hacia el PIB per cápita al nivel convencional del 5 %, aunque el resultado presenta evidencia marginal al nivel de significancia del 10 % ($p = 0.065$), por lo que debe interpretarse con cautela y no como evidencia concluyente de causalidad. Asimismo, la población no evidencia una relación causal significativa sobre el PIB per cápita al 5 %, aunque nuevamente se observa evidencia marginal al nivel del 10 % ($p = 0.095$), resultado que debe interpretarse de manera exploratoria.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

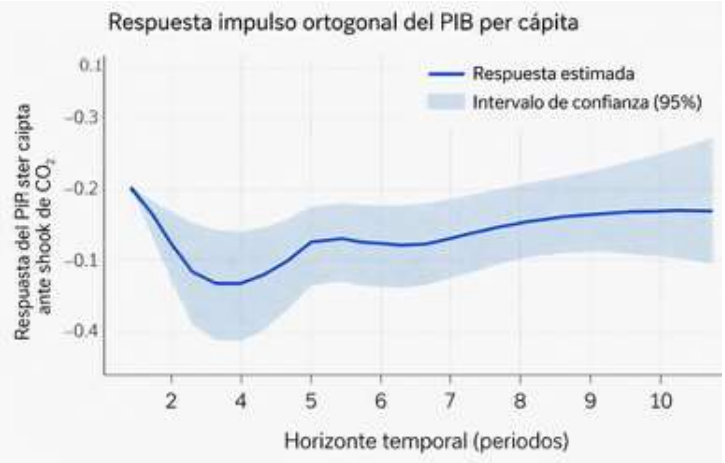
ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

En cuanto a la causalidad instantánea, los resultados muestran que tampoco existe evidencia estadísticamente significativa de efectos contemporáneos entre las emisiones de CO_2 y el PIB per cápita ($p = 0.188$). En consecuencia, los hallazgos sugieren que las interacciones entre crecimiento económico y presión ambiental en Ecuador son relativamente débiles durante el período analizado, predominando la dinámica propia de cada variable sobre los efectos cruzados de corto plazo.

En conjunto, los resultados del VAR(3) indican que la población y las emisiones de CO_2 presentan una marcada persistencia temporal, mientras que las relaciones causales entre actividad económica y emisiones son limitadas y estadísticamente débiles. Estos hallazgos justifican profundizar el análisis mediante funciones impulso-respuesta y descomposición de varianza, con el fin de evaluar cómo los choques en una variable se transmiten al resto del sistema a lo largo del tiempo.

Figura 2

Función de impulso-respuesta con Bootstrap en el VAR(3) de Ecuador (1970–2024)



Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2026).

La Figura 2 presenta la respuesta del PIB per cápita ante un choque ortogonal en las emisiones de CO_2, estimada a partir del modelo VAR(3) y acompañada por intervalos de confianza bootstrap al 95 %. Los resultados muestran que un incremento inesperado en las emisiones genera inicialmente una respuesta negativa del PIB per cápita, evidenciando una reducción del desempeño económico durante los primeros períodos posteriores al choque.

La magnitud del efecto negativo se intensifica hasta aproximadamente el tercer período, momento en el que se alcanza la mayor caída de la respuesta estimada. A partir de entonces,

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

el impacto comienza a moderarse gradualmente, observándose una recuperación parcial del PIB per cápita en los períodos siguientes. Sin embargo, la respuesta permanece en terreno negativo durante todo el horizonte analizado, lo que indica que los efectos adversos asociados al incremento de las emisiones tienden a persistir en el tiempo.

Los intervalos de confianza muestran una amplitud creciente conforme se amplía el horizonte temporal, reflejando una mayor incertidumbre en las estimaciones de largo plazo. No obstante, la trayectoria central mantiene un comportamiento relativamente estable y consistente con la evidencia obtenida en la estimación robusta del VAR, donde las emisiones rezagadas ejercen una influencia negativa sobre el PIB per cápita.

En términos económicos, estos resultados sugieren que aumentos inesperados en los niveles de emisiones pueden estar asociados con efectos desfavorables sobre la actividad económica per cápita. Aunque la economía presenta capacidad de ajuste y recuperación gradual, el impacto no desaparece completamente dentro del horizonte considerado, lo que evidencia la existencia de vínculos dinámicos entre la dimensión ambiental y el desempeño económico en Ecuador.

Tabla 4

Descomposición de varianza en el VAR(3)

Horizonte	PIBpc (Población / PIBpc / CO_2)	CO_2 (Población / PIBpc / CO_2)	Población (Población / PIBpc / CO_2)
1	0.06 / 0.94 / 0.00	0.00 / 0.01 / 0.99	1.00 / 0.00 / 0.00
2	0.06 / 0.89 / 0.06	0.01 / 0.04 / 0.95	0.99 / 0.00 / 0.00
3	0.09 / 0.82 / 0.09	0.03 / 0.05 / 0.92	0.99 / 0.00 / 0.00
5	0.19 / 0.73 / 0.08	0.12 / 0.05 / 0.83	0.99 / 0.01 / 0.00
7	0.19 / 0.72 / 0.08	0.17 / 0.05 / 0.77	0.98 / 0.01 / 0.02
10	0.20 / 0.71 / 0.08	0.18 / 0.06 / 0.76	0.92 / 0.01 / 0.08

Nota. Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2026).

La Tabla 4 presenta la descomposición de varianza de los errores de pronóstico para las variables PIB per cápita, emisiones de CO_2 y población, con el objetivo de identificar la proporción de la variabilidad de cada variable atribuible a choques propios y a perturbaciones provenientes del resto del sistema. Los resultados muestran que, en general, las tres variables están explicadas principalmente por sus propias innovaciones, aunque la importancia relativa de los efectos cruzados aumenta conforme se amplía el horizonte temporal.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

En el caso del PIB per cápita, durante el primer período aproximadamente el 94 % de la varianza del error de pronóstico se explica por choques propios, mientras que la contribución de la población y de las emisiones de CO_2 es prácticamente nula. Sin embargo, a medida que aumenta el horizonte de análisis, la influencia de factores externos se vuelve más relevante. En el décimo período, la participación de los choques propios se reduce al 71 %, mientras que la población explica cerca del 20 % de la variabilidad del PIB per cápita y las emisiones de CO_2 alrededor del 8 %. Este resultado sugiere que la dinámica demográfica ejerce un efecto de largo plazo más importante sobre la actividad económica que las variaciones en las emisiones.

Para las emisiones de CO_2, la mayor parte de la variabilidad también proviene de sus propios choques. En el primer período, estos explican el 99 % de la varianza del error de pronóstico. No obstante, su importancia disminuye gradualmente hasta representar el 76 % en el décimo período. Paralelamente, la influencia de la población aumenta de forma sostenida, pasando de una participación prácticamente nula a explicar el 18 % de la variabilidad de las emisiones. La contribución del PIB per cápita permanece reducida durante todo el horizonte temporal, con valores que no superan el 6 %, lo que indica una limitada capacidad explicativa de las fluctuaciones económicas sobre la evolución futura de las emisiones.

Por su parte, la población exhibe el mayor grado de autonomía dentro del sistema. A lo largo de casi todo el horizonte analizado, más del 98 % de la varianza de sus errores de pronóstico es explicada por sus propias innovaciones. Incluso en el décimo período, la población continúa explicándose principalmente por factores internos (92 %), mientras que la influencia de las emisiones de CO_2 alcanza apenas el 8 % y la del PIB per cápita permanece cercana al 1 %. Estos resultados reflejan la elevada persistencia de la dinámica demográfica observada previamente en las estimaciones del VAR.

En conjunto, la descomposición de varianza revela que la población presenta el mayor grado de autonomía dinámica dentro del sistema, ya que la mayor parte de la variabilidad de sus errores de pronóstico es explicada por sus propias innovaciones. Por su parte, el PIB per cápita es la variable que recibe una mayor influencia relativa de los cambios en las demás variables a medida que transcurre el tiempo.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

Interpretación general de los resultados para la Curva Ambiental de Kuznets

En conjunto, los resultados obtenidos mediante el modelo VAR(3), las funciones impulso-respuesta y la descomposición de varianza permiten analizar las relaciones dinámicas entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y población en Ecuador durante el período 1970-2024. Los hallazgos muestran que existe interacción entre las variables económicas y ambientales; sin embargo, no se encontró evidencia estadísticamente significativa de que el PIB per cápita explique las variaciones futuras de las emisiones de CO_2.

Las funciones impulso-respuesta indican que los incrementos inesperados en las emisiones generan efectos negativos sobre el PIB per cápita, mientras que la descomposición de varianza evidencia que la influencia de las emisiones y de la población sobre la actividad económica aumenta gradualmente en horizontes más largos. Este comportamiento coincide con la evidencia internacional que señala que el desacople entre crecimiento económico y emisiones depende de factores institucionales, energéticos y tecnológicos adicionales (Alemida et al., 2024; Amponsah Odei et al., 2025).

No obstante, la especificación econométrica empleada no incorpora términos cuadráticos del ingreso ni permite estimar un punto de inflexión ambiental. En consecuencia, los resultados no constituyen evidencia suficiente para confirmar o rechazar directamente la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets en Ecuador. Los hallazgos deben interpretarse como evidencia de las interacciones dinámicas entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y población, más que como una prueba directa de la relación en forma de U invertida propuesta por dicha teoría.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que las emisiones de CO_2, el crecimiento económico y la población mantienen interacciones dinámicas dentro del sistema analizado. Sin embargo, estas relaciones no permiten afirmar la existencia de la Curva Ambiental de Kuznets en Ecuador, debido a que el modelo utilizado no incorpora una especificación cuadrática del ingreso que permita identificar un punto de inflexión ambiental. En este sentido, los hallazgos deben interpretarse como evidencia sobre la dinámica conjunta de las variables y no como una validación de la hipótesis de Kuznets.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

Los resultados presentan similitudes con los obtenidos por Vizuete Montero, quien identificó relaciones dinámicas entre crecimiento económico y emisiones de CO_2 en Ecuador utilizando una metodología VAR. No obstante, mientras dicho estudio sugirió resultados parcialmente compatibles con la Curva Ambiental de Kuznets, la presente investigación adopta una interpretación más conservadora al reconocer que la especificación econométrica empleada no permite verificar directamente la existencia de una relación en forma de U invertida.

Estos resultados también son coherentes con la evidencia presentada por Ayık y Özer (2025), quienes encontraron que la relación entre crecimiento económico y emisiones presenta comportamientos heterogéneos entre países emergentes, observándose estructuras distintas a la forma clásica de U invertida propuesta por la Curva Ambiental de Kuznets.

Asimismo, los hallazgos son consistentes con lo señalado por Macas Segovia, quien encontró que la dinámica poblacional constituye un factor relevante para explicar el comportamiento de las emisiones contaminantes en países latinoamericanos. En el caso ecuatoriano, aunque la población mantiene una elevada autonomía dentro del sistema, su influencia sobre las emisiones se vuelve más visible en horizontes temporales largos, lo que evidencia la importancia de incorporar factores demográficos en los análisis ambientales.

En una línea similar, Paredes Sánchez (2025) señala que los procesos de crecimiento poblacional incrementan la demanda energética y productiva, reforzando la presión sobre las emisiones contaminantes en economías latinoamericanas.

De igual manera, los resultados son coherentes con la evidencia presentada por Román Collado y colaboradores, quienes identifican que la dinámica ambiental ecuatoriana continúa asociada a patrones productivos y de consumo intensivos en carbono. En consecuencia, factores como la estructura productiva, la composición de la matriz energética y la dependencia de combustibles fósiles podrían contribuir a explicar parte del comportamiento de las emisiones observado en Ecuador.

Sin embargo, estas variables no fueron incorporadas directamente en el modelo econométrico estimado, por lo que dichas interpretaciones deben entenderse como posibles explicaciones derivadas de la literatura y no como resultados directos del presente estudio.

Asimismo, la CEPAL (2024) advierte que gran parte de las economías latinoamericanas continúan enfrentando dificultades para desvincular el crecimiento económico del uso intensivo de recursos energéticos y de la generación de emisiones contaminantes.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

Adicionalmente, diversos estudios destacan que la capacidad institucional y los mecanismos de gobernanza ambiental constituyen elementos fundamentales para reducir emisiones y fortalecer las estrategias de sostenibilidad económica y ambiental (Avendaño Castro et al., 2021).

Los resultados también guardan relación con los hallazgos de Amponsah Odei et al. (2025), quienes sostienen que la innovación tecnológica y la inversión en investigación y desarrollo pueden modificar significativamente la relación entre crecimiento económico y emisiones, acelerando la transición hacia trayectorias más sostenibles.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra la imposibilidad de estimar directamente una Curva Ambiental de Kuznets debido a la ausencia de términos cuadráticos del ingreso. Asimismo, los resultados deben interpretarse considerando la presencia de heterocedasticidad y la ausencia de normalidad en los residuos, aun cuando se emplearon errores robustos HAC para fortalecer la inferencia estadística. Futuros estudios podrían incorporar variables energéticas, indicadores institucionales y modelos alternativos que permitan profundizar en la comprensión de la relación entre crecimiento económico y sostenibilidad ambiental en Ecuador.

5. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos para Ecuador durante el periodo 1970–2024 permiten concluir que la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental presenta una dinámica compleja. La evolución del PIB per cápita estuvo caracterizada por periodos de expansión y contracción asociados a diferentes acontecimientos económicos, mientras que las emisiones de CO_2 mostraron una elevada persistencia temporal.

Los resultados no proporcionan evidencia suficiente para confirmar la existencia de la Curva Ambiental de Kuznets en Ecuador durante el período analizado. Si bien se identifican interacciones dinámicas entre crecimiento económico, emisiones de CO_2 y población, la especificación econométrica empleada no permite verificar directamente la existencia de una relación en forma de U invertida ni estimar un punto de inflexión. Por tanto, los hallazgos deben interpretarse como evidencia sobre la dinámica conjunta de las variables y no como una validación de la hipótesis de Kuznets.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16

La población presenta una dinámica relativamente autónoma y está explicada principalmente por sus propios shocks. Sin embargo, en horizontes más prolongados adquiere cierta participación en la explicación de las emisiones, lo que evidencia que la dinámica demográfica constituye un elemento relevante dentro del sistema económico y ambiental ecuatoriano.

A partir de la evidencia obtenida y de los antecedentes reportados en la literatura especializada, se destaca la importancia de fortalecer políticas orientadas a la diversificación productiva, la eficiencia energética y la reducción de la dependencia de actividades intensivas en emisiones. No obstante, estos factores no fueron evaluados directamente en el presente estudio y constituyen líneas relevantes para futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemida, D., Serrano Carvalho, L., Silveira Ferreira, P. J., & Dionisio, A. (2024). Dinámica global de la curva de Kuznets ambiental: un análisis de correlación cruzada de ingresos y emisiones de CO2. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su16209089

Amponsah Odei, S., Kwesi Dunyo, S., & Anderson, H. J. (2025). Investigación y desarrollo, crecimiento económico, emisiones de CO2 y curva de Kuznets medioambiental. Sustainable Futures and Trends Research. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100541

Avendaño Castro, W. R., Luna Pereira, H. O., & Rueda Vera, G. (2021). Gobernanza climática y planificación del desarrollo: Una mirada desde la academia. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10000131.pdf

Ayık, U., & Özer, H. (2025). Análisis comparativo de la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental para los países del E7 sobre la relación entre las emisiones de CO2 y el crecimiento económico. Environ Dev Sustain. https://doi.org/10.1007/s10668-025-06131-5

Banco Mundial. (2026). World Development Indicators. Recuperado el 28 de abril de 2026. https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

CEPAL. (2024). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2024 Trampa de bajo crecimiento, cambio climático y dinámica del empleo. CEPAL, 1-287. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c196b300-7478-49a5-b69b-1a4e9e6f82f1/content

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a north american free trade agreement. NBER. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf

IPCC. (2022). El cambio climático y la tierra. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf

Macas Segovia, E. N. (2023). Relación entre las emisiones de CO2, crecimiento demográfico y crecimiento económico para los países miembros de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI). Universidad Nacional de Loja. https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/508663bc-8da6-4038-b0f4-052a42c818de/content

Mendoza Tinoco, D., Albornoz Mendoza, L., & Mercado García, A. (2024). Efectos del crecimiento económico en las emisiones de CO2 en América del Norte. Nóesis Revista de Ciencias Sociales y Humanidades. https://doi.org/10.20983/noesis.2024.1.6

Paredes Sánchez, R. A. (2025). Emisiones de CO2 y población urbana: un análisis para América Latina. Universidad Nacional de Chimborazo. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14773

Quishpe Sinailin, P. D. (2005). Crecimiento económico y su relación con la calidad ambiental en el Ecuador: La curva de Kuznets medioambiental. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/server/api/core/bitstreams/52b2c5c0-5fb2-4642-b3dd-702aa475109d/content

Román Collado, R., Sanz Díaz, M., & Loja Pacheco, C. (2021). Hacia la descarbonización de Ecuador: un análisis multisectorial y multirregional de su huella de carbono. https://doi.org/10.1007/s11356-021-14521-1

Vallejo Mata, J. P., González Bautista, M. G., Solís Granda, L. E., & Zurita Moreano, E. G. (2024). Evaluación de la curva de Kuznets ambiental: El papel de las energías renovables, el crecimiento económico, la densidad urbana y la apertura comercial en las emisiones de CO2. Un análisis para países de altos ingresos utilizando el modelo CS-ARDL. International Journal of Energy Economics and Policy. https://doi.org/10.32479/ijeep.16740

Vizuete Montero, M. O. (2023). Análisis estadístico de la curva ambiental de Kuznets, mediante el modelo VAR: crecimiento económico del Ecuador periodo 1973 -2021. Revista Latinoamericana de ciencias sociales y humanidades. https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.326

CONFLICTO DE INTERESES

No existe.

FINANCIAMIENTO

ISSN: 3091-1672
Vol. 3 Núm. 1 (2026)

No aplica.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Anggie Katherine Meza Nieto, Johanna Noemi Ramos Holguin, Miguel Hugo Wilke Torres, Michael Douglas Macias Ochoa.
Metodología: Anggie Katherine Meza Nieto, Johanna Noemi Ramos Holguin, Miguel Hugo Wilke Torres, Michael Douglas Macias Ochoa.
Investigación: Anggie Katherine Meza Nieto, Johanna Noemi Ramos Holguin, Miguel Hugo Wilke Torres, Michael Douglas Macias Ochoa.
Redacción – borrador original: Anggie Katherine Meza Nieto, Johanna Noemi Ramos Holguin, Miguel Hugo Wilke Torres, Michael Douglas Macias Ochoa.
Redacción – revisión y edición: Anggie Katherine Meza Nieto, Johanna Noemi Ramos Holguin, Miguel Hugo Wilke Torres, Michael Douglas Macias Ochoa.

Doi: https://doi.org/10.63688/qyrq0n16