

# ARIMA vs. Modelos Híbridos con aprendizaje automático para pronóstico del PIB de Ecuador.

## *ARIMA vs. Hybrid Models with Machine Learning for Forecasting Ecuador's GDP.*

Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu <sup>1\*</sup> ; Edwin Haymacaña Moreno <sup>2</sup> ; Francisco Javier Duque-Aldaz <sup>3</sup> ; Félix Genaro Cabezas García <sup>4</sup> ; Raúl Alfredo Sánchez Ancajima <sup>5</sup>

Recibido: 28/09/2025 – Aceptado: 02/12/2025 – Publicado: 01/01/2025

Artículos de  
Investigación



Artículos de  
Revisión



Artículos de  
Ensayos



\* Autor para  
correspondencia.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0). Los autores conservan los derechos sobre sus artículos y pueden compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra, siempre que se reconozca la autoría, no se utilice con fines comerciales y se mantenga la misma licencia en obras derivadas.

### Resumen.

El análisis del Producto Interno Bruto (PIB) resulta esencial para comprender la dinámica económica de Ecuador y orientar decisiones estratégicas en contextos de alta volatilidad macroeconómica. El estudio tuvo como propósito estimar y pronosticar la tasa de crecimiento del PIB ecuatoriano a corto plazo mediante modelos estadísticos robustos y validados. Se utilizaron series históricas del PIB (1965–2023) obtenidas del Banco Central del Ecuador. Se aplicaron pruebas de estacionariedad (ADF, KPSS), correlogramas y criterios de información (AIC, BIC) para seleccionar modelos ARIMA adecuados. El análisis se realizó con EViews 12, generando proyecciones para el período 2024–2027 bajo escenarios optimista, pesimista y esperado. Los resultados evidenciaron que la serie del PIB ecuatoriano no era estacionaria en su nivel original, lo que requirió la aplicación de la primera diferencia para estabilizar la media. El modelo ARIMA identificado incorporó componentes autorregresivos y de media móvil, cuyos coeficientes fueron estadísticamente significativos. Los residuos del modelo no presentaron autocorrelación, lo que confirmó su validez. Las proyecciones generadas para el período 2024–2027 indicaron un crecimiento moderado bajo escenarios optimista, pesimista y esperado. Estos resultados fueron consistentes con estimaciones oficiales, validando la metodología Box-Jenkins como herramienta eficaz para el pronóstico económico nacional. El estudio aporta evidencia empírica útil para la planificación económica nacional, validando la aplicabilidad de modelos ARIMA en el análisis del PIB. Además, promueve enfoques interdisciplinarios entre economía e ingeniería, fortaleciendo la capacidad técnica para abordar problemas macroeconómicos en contextos de alta incertidumbre estructural.

### Palabras clave.

Crecimiento económico, Producto Interno Bruto, Ecuador, Modelos Arima, Box-Jenkins, Pronóstico Económico, Planificación macroeconómica.

### Abstract.

The analysis of Gross Domestic Product (GDP) is essential for understanding Ecuador's economic dynamics and guiding strategic decisions in contexts of high macroeconomic volatility. The purpose of the study was to estimate and forecast Ecuador's short-term GDP growth rate using robust and validated statistical models. Historical GDP series (1965–2023) obtained from the Central Bank of Ecuador were used. Stationarity tests (ADF, KPSS), correlograms, and information criteria (AIC, BIC) were applied to select appropriate ARIMA models. The analysis was performed using EViews 12, generating projections for the period 2024–2027 under optimistic, pessimistic and expected scenarios. The results showed that the Ecuadorian GDP series was not stationary at its original level, which required the application of the first difference to stabilise the mean. The identified ARIMA model incorporated autoregressive and moving average components, whose coefficients were statistically significant. The model residuals did not show autocorrelation, confirming its validity. The projections generated for the period 2024–2027 indicated moderate growth under optimistic, pessimistic and expected scenarios. These results were consistent with official estimates, validating the Box-Jenkins methodology as an effective tool for national economic forecasting. The study provides useful empirical evidence for national economic planning, validating the applicability of ARIMA models in GDP analysis. In addition, it promotes interdisciplinary approaches between economics and engineering, strengthening the technical capacity to address macroeconomic problems in contexts of high structural uncertainty.

### Keywords.

Economic growth, Gross Domestic Product, Ecuador, Arima and Box-Jenkins models, Economic forecasting, Macroeconomic planning.

## 1.- Introducción

El crecimiento económico constituye una de las variables más relevantes para el análisis de la estabilidad y el desarrollo de los países, ya que refleja la capacidad productiva y las condiciones estructurales de sus economías, en este contexto, el Producto Interno Bruto (PIB) es el principal indicador utilizado para medir la actividad económica, por lo que su estimación y pronóstico resultan fundamentales para la formulación de políticas

públicas, la toma de decisiones en el ámbito empresarial y la evaluación de escenarios futuros (Desiderio Noboa, 2022).

En el caso de Ecuador, la evolución del PIB ha estado marcada por una notable dependencia de las exportaciones de petróleo, la vulnerabilidad frente a choques externos y la implementación de políticas fiscales y monetarias que han influido en su dinámica de crecimiento, estos factores han generado variaciones significativas en las tasas de

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Babahoyo; [lzapata@utb.edu.ec](mailto:lzapata@utb.edu.ec); <https://orcid.org/0009-0003-1497-2273> ; Babahoyo; Ecuador.

<sup>2</sup> Instituto Superior Universitario Bolivariano de Tecnología; [erhaymacana@itb.edu.ec](mailto:erhaymacana@itb.edu.ec) ; <https://orcid.org/0000-0002-8708-3894>; Guayaquil; Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad de Guayaquil; [francisco.duquea@ug.edu.ec](mailto:francisco.duquea@ug.edu.ec); <https://orcid.org/0000-0001-9533-1635> ; Guayaquil; Ecuador.

<sup>4</sup> Investigador Independiente; [genaro\\_cabezas@hotmail.com](mailto:genaro_cabezas@hotmail.com) ; <https://orcid.org/0000-0003-3595-3584> ; Hamilton, ON, Canadá.

<sup>5</sup> Universidad Nacional de Tumbes; [sanchez@untumbes.edu.pe](mailto:sanchez@untumbes.edu.pe) ; <https://orcid.org/0000-0003-3341-7382> ; Tumbes, Perú.

expansión de la economía, lo que hace necesario contar con herramientas estadísticas robustas que permitan comprender su comportamiento histórico y proyectar tendencias con un mayor grado de precisión (Asán Caballero, 2023).

Dentro de las metodologías de análisis de series temporales, el enfoque Box-Jenkins (ARIMA) se ha consolidado como uno de los más utilizados en la modelización y pronóstico de variables económicas, su capacidad para identificar patrones estocásticos en los datos, ajustar modelos parsimoniosos y generar proyecciones confiables lo convierte en una alternativa adecuada para estudiar la dinámica del PIB, además, su flexibilidad permite capturar la naturaleza no estacionaria de las series económicas y mejorar la calidad de las estimaciones en horizontes de corto plazo (Tudela-Mamani y otros, 2022).

En este marco, el presente estudio tiene como objetivo estimar y pronosticar la tasa de crecimiento del PIB de Ecuador utilizando la metodología Box-Jenkins, a fin de evaluar su capacidad predictiva y aportar evidencia empírica que contribuya al análisis de la dinámica macroeconómica nacional, con ello se busca fortalecer el debate académico y proporcionar insumos útiles para la gestión y la planificación económica del país (García Vázquez y otros, 2021).

El análisis del crecimiento económico constituye un tema central en la investigación económica y en la formulación de políticas públicas, debido a que el Producto Interno Bruto (PIB) es el principal indicador que mide la capacidad productiva de un país. En el caso de Ecuador, la dinámica del PIB ha estado sujeta a múltiples factores internos y externos, tales como la dependencia de las exportaciones de petróleo, la vulnerabilidad a los cambios en los precios internacionales de las materias primas, la dolarización de la economía, las políticas fiscales y monetarias aplicadas, así como fenómenos sociales y políticos que han generado ciclos de expansión y contracción en su crecimiento (de la Oliva de Con & Molina Fernández, 2020).

Esta realidad plantea la necesidad de contar con herramientas analíticas que permitan comprender el comportamiento histórico del PIB y anticipar su evolución futura, sin embargo, gran parte de los estudios sobre la economía ecuatoriana se han centrado en análisis descriptivos o en proyecciones macroeconómicas de carácter agregado, lo que limita la capacidad de contar con modelos estadísticos rigurosos y validados para fines de pronóstico.

En este contexto, surge el problema de investigación: ¿cómo estimar y pronosticar de manera confiable la tasa de crecimiento del PIB de Ecuador a partir de sus series históricas, empleando un modelo estadístico que capture la dinámica temporal de los datos?

La metodología Box-Jenkins, mediante los modelos ARIMA, ofrece un enfoque robusto para abordar este desafío, al permitir modelar el comportamiento estocástico de la serie y generar predicciones con un grado de precisión adecuado para la toma de decisiones, no obstante, su aplicación al caso ecuatoriano aún requiere mayor exploración y validación empírica, lo que justifica el presente estudio.

La estimación y pronóstico de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Ecuador, mediante la metodología Box-Jenkins, reviste gran importancia porque combina el análisis económico con herramientas estadísticas y computacionales propias de la ingeniería, este enfoque no solo aporta a la comprensión de la dinámica macroeconómica nacional, sino que también fortalece la capacidad de la ingeniería para abordar problemas complejos en entornos de alta incertidumbre (Duque-Aldaz y otros, Identification of parameters in ordinary differential equation systems using artificial neural networks, 2025).

Para poder dar cumplimiento al objetivo de la presente investigación se plantea; como primer paso poder estimar y pronosticar la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Ecuador mediante el uso de modelos estadísticos, con el fin de generar información confiable que apoye la planificación económica y la toma de decisiones estratégicas a nivel gubernamental, empresarial y académico. Como segundo paso se plantea el analizar la evolución histórica de la tasa de crecimiento del PIB de Ecuador, identificando tendencias, ciclos y patrones relevantes. Como tercer paso se plantea el seleccionar y aplicar modelos estadísticos y econométricos adecuados (por ejemplo: ARIMA, VAR, modelos de corrección de errores) para la estimación y pronóstico del PIB. Finalmente se va a comparar los resultados obtenidos con las proyecciones oficiales (Banco Central del Ecuador, CEPAL, FMI), evaluando similitudes y discrepancias (Castro Rosales y otros, 2025).

### 1.1. Concepto y relevancia del Producto Interno Bruto (PIB)

El Producto Interno Bruto (PIB) es un indicador económico fundamental que representa el valor monetario total de todos los bienes y servicios finales producidos dentro de las fronteras de un país durante un periodo específico, generalmente un año. Su origen teórico se atribuye principalmente a Simon Kuznets, quien lo introdujo en la década de 1930 para medir la actividad económica nacional, y desde entonces se ha consolidado como la métrica estándar para evaluar el tamaño y la salud de las economías a nivel mundial. El PIB refleja tanto la producción tangible, como bienes manufacturados o agrícolas, como los servicios intangibles, como educación y salud, capturando de esta forma la capacidad productiva y dinámica económica de un país en un momento dado (Cruz Ramírez y otros, 2024).

En el contexto de Ecuador, el PIB es especialmente relevante dado que el país posee una economía altamente dependiente de sectores como la exportación de petróleo, productos agroindustriales y recursos naturales. Un crecimiento sostenido del PIB se asocia con mayor generación de empleo, mejoramiento en la calidad de vida y aumento del bienestar general de la población. Asimismo, el análisis del PIB y su evolución permite a los gobiernos y entidades públicas diseñar y ajustar políticas económicas, fiscales y sociales, orientando las inversiones en infraestructura, educación y salud para promover un desarrollo más equilibrado y sostenible dentro del territorio nacional (Núñez Ordóñez, 2023).

Además de su utilidad para medir la producción agregada, el PIB funciona como un indicador clave de estabilidad económica y confianza empresarial, influyendo en la percepción de inversionistas nacionales e internacionales. La comparación del PIB nominal y real permite identificar verdaderos cambios en la producción, descontando efectos inflacionarios. También, su expresión en términos per cápita facilita evaluar el nivel promedio de riqueza y el progreso económico de la población, aspecto de particular importancia para Ecuador debido a las desigualdades regionales y sociales existentes. En este sentido, el PIB no solo mide el volumen económico, sino que también refleja las condiciones estructurales y los retos a los que se enfrenta la economía ecuatoriana (Duque-Aldaz & Pazan Gómez, 2017).

## 1.2. Factores que afectan el crecimiento económico en Ecuador

El crecimiento económico de Ecuador está fuertemente influenciado por factores tanto internos como externos que determinan la dinámica del Producto Interno Bruto (PIB). Entre los factores externos, la dependencia de las exportaciones petroleras juega un papel central, ya que la economía nacional está altamente vinculada a las fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo. Estudios recientes muestran que descensos en el precio del petróleo tienen un impacto negativo significativo y más pronunciado sobre el PIB real, afectando además los ingresos fiscales y el gasto público, que son variables críticas para sostener el crecimiento económico. Esta sensibilidad ha evidenciado la necesidad de diversificar las fuentes de ingresos para reducir la vulnerabilidad ante shocks externos derivados de la volatilidad de los mercados internacionales (Chérrez Sánchez y otros, 2025).

Desde el punto de vista interno, las políticas fiscales y monetarias implementadas por el gobierno ecuatoriano constituyen mecanismos clave para influir en el crecimiento económico. La recaudación tributaria, junto con el manejo del gasto público, tienen una relación positiva y significativa con la evolución del PIB, pues estos recursos permiten financiar inversiones en infraestructura, educación

y otros sectores estratégicos. No obstante, la estabilidad política parece tener un rol menos determinante en la variabilidad económica que las variables económicas directas, aunque factores sociales y políticos pueden generar incertidumbre que impacta la confianza empresarial y las expectativas macroeconómicas (Sandoya Sánchez & Vásquez Villon, 2004).

Adicionalmente, la economía ecuatoriana presenta ciclos de expansión y contracción que se relacionan con fenómenos económicos globales, tales como la crisis financiera mundial y fluctuaciones del mercado petrolero. Sectores como la minería, agricultura y manufactura juegan roles importantes en la estructura productiva, aunque su aporte está condicionado a las tendencias internacionales y al dinamismo interno. Por ello, la interacción entre variables externas y decisiones de política económica interna configura la compleja dinámica del crecimiento del PIB en Ecuador, reafirmando la importancia de estrategias orientadas a fortalecer la resiliencia y promover un desarrollo económico sostenible y diversificado (Romero Ruiz y otros, 2024).

## 1.3. Modelos y metodologías para análisis y pronóstico económico

Para analizar y pronosticar la evolución del Producto Interno Bruto (PIB) en economías emergentes como la ecuatoriana, los modelos de series temporales se han consolidado como herramientas fundamentales. Estos modelos permiten capturar las dinámicas y patrones intrínsecos en los datos históricos económicos para proyectar su comportamiento futuro (Moroch Choca y otros, 2024). Entre los más utilizados se encuentran los modelos autoregresivos, de medias móviles y sus combinaciones, que ajustan la dependencia temporal de las variables económicas. La capacidad de los modelos de series temporales para manejar datos secuenciales y su flexibilidad para incorporar estacionalidades y tendencias los hace adecuados para entornos con datos económicos complejos y ruidosos (Herrera Mendoza, 2024).

La metodología Box-Jenkins, que incluye los modelos ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), se basa en la identificación, estimación y validación sistemática del modelo que mejor se ajusta a la serie temporal. Esta metodología es especialmente valiosa para la estimación y pronóstico económico porque combina componentes autoregresivos y de medias móviles tras la diferenciación de la serie para alcanzar la estacionariedad. Estudios recientes aplicados al contexto ecuatoriano han implementado modelos ARIMA para pronosticar variables clave, demostrando la eficacia del enfoque en la captura de las fluctuaciones económicas y en la generación de predicciones ajustadas a escenarios reales (Sandoya Sánchez & Abad Robalino, 2017).

Sin embargo, los modelos ARIMA y otros modelos tradicionales presentan tanto ventajas como limitaciones.

Entre sus fortalezas está la relativa simplicidad estructural y la capacidad para pronosticar con datos univariados históricos. No obstante, en contextos de alta volatilidad económica y dependencia externa, como el caso ecuatoriano, pueden presentar dificultades para anticipar cambios abruptos o incorporar efectos de shocks exógenos, como crisis internacionales o variaciones de precios de commodities, que afectan el PIB. Por esta razón, se recomienda complementar estos modelos con enfoques multivariantes o técnicas actuales que permitan incorporar variables explicativas externas y capturar mejor la complejidad estructural de la economía (Ochoa González, 2024).

#### 1.4. Pruebas estadísticas y criterios para validación de modelos

Para validar la idoneidad y precisión de los modelos ARIMA aplicados al análisis del Producto Interno Bruto (PIB), es fundamental realizar pruebas estadísticas que permitan asegurar la estacionariedad de las series temporales. Entre las más utilizadas figuran las pruebas Dickey-Fuller aumentada (ADF) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). La prueba ADF contrasta la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria —es decir, no es estacionaria— frente a la alternativa de estacionariedad, y se basa en la inclusión de términos rezagados para corregir posible autocorrelación (Pincay Moran y otros, 2025). Por otro lado, la prueba KPSS asume como hipótesis nula la estacionariedad, evaluando si la serie es la suma de un paseo aleatorio y un componente estacionario. La combinación de ambas pruebas permite una evaluación más robusta, ya que sus hipótesis nulas son opuestas, brindando mayor certeza sobre el comportamiento de las series nacionales del PIB (Varas y otros, 2023).

Adicionalmente, el análisis de correlogramas —funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial— es esencial para identificar patrones estacionales y dependencias temporales en los datos, facilitando la elección adecuada de los parámetros AR y MA en los modelos ARIMA. Para la selección óptima del modelo, se emplean criterios de información estadística como el Akaike Information Criterion (AIC) y el Bayesian Information Criterion (BIC), que balancean el ajuste del modelo con su complejidad, evitando el sobreajuste. Estos criterios permiten comparar diferentes especificaciones y seleccionar aquella que minimice el error de predicción con la menor cantidad de parámetros (Li Ye & Paz y Miño Robles, 2023).

Finalmente, el diagnóstico residual es un paso crucial para validar la calidad del modelo estimado, verificando que los residuos sean ruido blanco, es decir, variables aleatorias independientes con media cero y varianza constante. Esto implica pruebas de no autocorrelación —como el test de Ljung-Box— y de normalidad en los residuos, garantizando que el modelo ha capturado correctamente la información relevante de la serie. Los modelos ARIMA que superan exitosamente estas pruebas estadísticas proporcionan

estimaciones confiables y robustas para el pronóstico del PIB, aumentando la precisión y utilidad de los análisis económicos en el contexto ecuatoriano (Arango Fuentes y otros, 2025).

#### 1.5. Aplicaciones prácticas y enfoques complementarios

Los modelos estadísticos para el análisis y pronóstico del Producto Interno Bruto (PIB) en Ecuador tienen una aplicación práctica significativa en la planificación económica y la toma de decisiones estratégicas. Al utilizar modelos de series temporales como ARIMA, las autoridades y organismos encargados de la política económica pueden generar proyecciones fiables que orientan la asignación eficiente de recursos públicos y privados, anticipando escenarios futuros. Esto resulta fundamental para diseñar políticas fiscales, ajustar presupuestos y evaluar el impacto de variables externas e internas en la economía nacional, permitiendo un manejo proactivo frente a cambios en la dinámica económica (Macías Sandoval & Tutiven Galvez, 2025).

Para fortalecer la capacidad predictiva y captar interrelaciones entre múltiples variables económicas, se emplean modelos multivariantes como los Vector Autoregresivos (VAR) y los Modelos de Corrección de Errores Vectoriales (VECM). Estos modelos permiten analizar la co-integración y las relaciones dinámicas entre diversas variables macroeconómicas, incluyendo la inflación, tipos de cambio, tasas de interés y exportaciones, enriqueciendo la comprensión de las causas y efectos en la variación del PIB. Su uso complementa y amplía la información aportada por modelos univariantes, adaptándose mejor a contextos económicos complejos y altamente interrelacionados como el ecuatoriano (Cruz Peña, 2024).

Recientemente, también se ha incrementado la incorporación de métodos híbridos que combinan modelos estadísticos tradicionales con técnicas de aprendizaje automático e inteligencia artificial para mejorar la precisión en el pronóstico económico. Estas técnicas permiten aprovechar grandes volúmenes de datos y detectar patrones no lineales que escapan a los enfoques convencionales, incrementando la robustez en contextos de alta volatilidad y dependencia externa (Fu-López y otros, 2025). En Ecuador, la integración de estos enfoques representa un avance metodológico clave para abordar las limitaciones inherentes a modelos clásicos y potenciar la toma de decisiones basada en análisis predictivos más precisos y adaptativos (Llguizaca Dávila y otros, 2020).

## 2.- Materiales y métodos.

La metodología utilizada en esta investigación se describe a continuación:

#### Datos:

Series históricas anuales del PIB de Ecuador (1965–2023) proporcionadas por el Banco Central del Ecuador (BCE).

#### Software y herramientas analíticas:



EViews 12 (x64) para análisis de series de tiempo y estimación de modelos ARIMA.

### Diseño experimental

Tipo de estudio: cuantitativo, longitudinal, basado en series de tiempo.

### Variables estudiadas:

Dependiente: tasa de crecimiento del PIB.

### Validación de métodos:

Se aplicaron pruebas de estacionariedad (ADF, KPSS) para asegurar la idoneidad de los modelos de series de tiempo.

Se utilizaron criterios de información (AIC, BIC) para seleccionar los modelos más adecuados.

Se compararon los resultados con pronósticos oficiales del BCE y la CEPAL para evaluar consistencia.

### Procedimientos

#### Recolección de datos:

Descarga de series históricas del PIB y variables macroeconómicas relacionadas desde BCE, CEPAL e INEC.

#### Depuración y preparación:

Limpieza de datos, eliminación de valores atípicos y homogeneización de unidades y períodos.

#### Análisis exploratorio:

Estadísticas descriptivas y visualización de tendencias, estacionalidad y ciclos económicos.

#### Modelamiento:

Aplicación de modelos ARIMA para series individuales.

#### Validación y ajuste de modelos:

Pruebas de residuales, autocorrelación y heterocedasticidad. Comparación con pronósticos oficiales y ajuste de parámetros según resultados.

#### Generación de pronósticos:

Proyección anual del PIB para los próximos cuatro años (2024–2027).

#### Presentación de resultados:

Tablas y gráficos en EViews, incluyendo escenarios de crecimiento optimista, pesimista y esperado.

#### Análisis de datos

Estadística descriptiva: medias, desviaciones estándar, tendencias y estacionalidad.

Modelos de series de tiempo: ARIMA, SARIMA para estimaciones individuales.

#### Validación de modelos:

Test de raíces unitarias (ADF, KPSS).

Análisis de autocorrelación (ACF, PACF).

Criterios de información (AIC, BIC).

Pronósticos: intervalos de confianza al 95% y comparación con series históricas.

## 3.- Análisis e Interpretación de Resultados.

### 3.1.- Presentación de resultados:

#### Fase 1 identificación

Tabla 1. Serie Histórica del Producto Interno Bruto (PIB) de Ecuador (1965-2023)

Series: PIB Workfile: ARTICULO::1\			
View	Proc	Object	Properties
Last updated: 09/15/25 - 12:39			
Imported from 'D:\Mis Documentos\Desktop\SERIES DE TIEMPO\articul...			
1965	2339.033	Recorte rectangular	
1966	2442.572		
1967	2535.654		
1968	2556.129		
1969	3153.717		
1970	2798.598		
1971	2689.986		
1972	3091.270		
1973	3900.130		
1974	6470.751		
1975	7708.141		
1976	9044.610		
1977	11055.22		
1978	11806.45		
1979	14361.49		
1980	18253.79		
1981	22115.45		
1982	20059.81		
1983	17256.55		
1984			

Fuente: Banco Central del Ecuador.

Evolución del PIB en Ecuador (1965-2023)



Figura 1.- Evolución del PIB en Ecuador (1965-2023)

Según el gráfico, la serie no presenta estacionariedad en la media, aunque sí muestra una tendencia, por lo tanto, se procederá a comprobar esta suposición, entonces vamos a comprobar lo supuesto.

Tabla 2. Resultados de la Prueba de Raíz Unitaria (Test ADF) Test Augmented Dickey-Fuller

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	Ident
Null Hypothesis: PIB has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)												
						t-Statistic	Prob.*					
Augmented Dickey-Fuller test statistic						-0.626286	0.9735					
Test critical values:						1% level	-4.124265					
						5% level	-3.489228					
						10% level	-3.173114					
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.												
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(PIB) Method: Least Squares Date: 09/15/25 Time: 12:42 Sample (adjusted): 1966 2023 Included observations: 58 after adjustments												
Variable		Coefficient		Std. Error		t-Statistic		Prob.				
PIB(-1)		-0.020924		0.033410		-0.626286		0.5337				
C		-897.8526		1266.193		-0.709096		0.4813				
@TREND("1965")		125.8258		71.07052		1.770436		0.0822				
R-squared		0.121485		Mean dependent var		2048.414						
Adjusted R-squared		0.089539		S.D. dependent var		4283.441						
S.E. of regression		4087.177		Akaike info criterion		19.51944						
Sum squared resid		9.19E+08		Schwarz criterion		19.62601						
Log likelihood		-563.0636		Hannan-Quinn criter.		19.56095						
F-statistic		3.802825		Durbin-Watson stat		1.586295						
Prob(F-statistic)		0.028386										

Una serie temporal es no estacionaria en media cuando su valor esperado (la media) no es constante y cambia a lo largo del tiempo.

Observamos que el p-valor indica que la serie es no estacionaria en media, por lo tanto, es necesario aplicar transformaciones, como la diferenciación, para hacerla estacionaria.

A continuación, se presentan las hipótesis de la prueba:

H<sub>0</sub> (nula): la serie tiene raíz unitaria → no es estacionaria.

H<sub>1</sub> (alternativa): la serie no tiene raíz unitaria → es estacionaria.

Valor p (0.9735), es muy alto, mucho mayor que cualquier nivel de significancia típico (0.01, 0.05, 0.1), esto no permite rechazar H<sub>0</sub>, lo que significa que la serie no es estacionaria.

#### Primera diferencia PBI

Tabla 3. PIB (Producto Interno Bruto) - Primera Diferencia

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Default	Sort	Edit+/-	Smpl+
Series: D(PIB) Workfile: ARTICULO::1\										
Last updated: 09/15/25 - 12:43										
Formula: d(pib)										
1965	NA									
1966	103.5395									
1967	93.08167									
1968	20.47484									
1969	597.5886									
1970	-355.1196									
1971	-108.6118									
1972	401.2839									
1973	808.8602									
1974	2570.620									
1975	1237.390									
1976	1336.470									
1977	2010.614									
1978	751.2279									
1979	2555.034									
1980	3892.300									
1981	3861.667									
1982	-2055.641									
1983	-2803.264									
1984										

#### Primera Diferencia del PIB

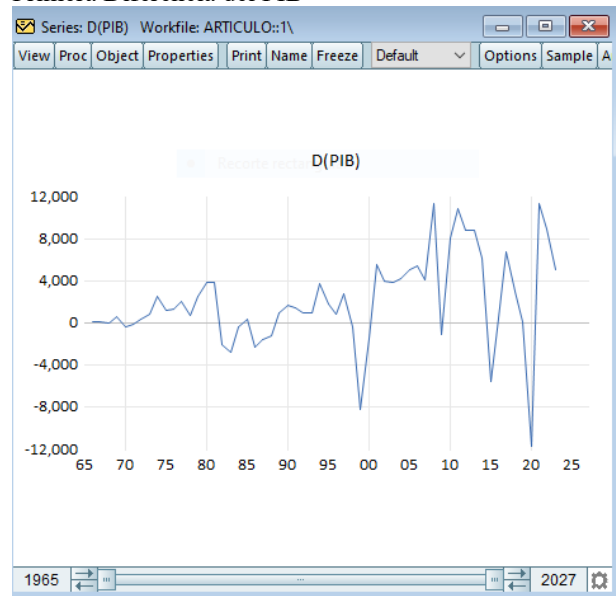


Figura 2.- Primera Diferencia del PIB

Entonces vemos que la gráfica ya no tiene tendencia y al parecer la media está alrededor de 0, hacemos la prueba (Test ADF) Test Augmented Dickey-Fuller.

Tabla 4. Resultados de la Prueba de Raíz Unitaria (ADF) en la Primera Diferencia del PIB

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	Ident
------	------	--------	------------	-------	------	--------	--------	------	-------	-------	-------	-------

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.517803	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.550396	
5% level	-2.913549	
10% level	-2.594521	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PIB,2)

Method: Least Squares

Date: 09/15/25 Time: 12:45

Sample (adjusted): 1967 2023

Included observations: 57 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB(-1))	-0.715090	0.129597	-5.517803	0.0000
C	1513.744	610.2960	2.480345	0.0162

R-squared	0.356320	Mean dependent var	86.14731
Adjusted R-squared	0.344616	S.D. dependent var	5154.791
S.E. of regression	4173.100	Akaike info criterion	19.54516
Sum squared resid	9.58E+08	Schwarz criterion	19.61685
Log likelihood	-555.0372	Hannan-Quinn criter.	19.57302
F-statistic	30.44615	Durbin-Watson stat	1.970695
Prob(F-statistic)	0.000001		

La nueva variable Dpbi ha sido sometida a un análisis de estacionariedad, el cual confirmó que sí es estacionaria. Posteriormente, se procede a realizar el correlograma.

H0 (nula): la serie tiene raíz unitaria → no es estacionaria.

H1 (alternativa): la serie no tiene raíz unitaria → es estacionaria.

















































Es mucho menor que cualquier nivel de significancia típico (0.01, 0.05, 0.1), esto significa que rechazamos la hipótesis nula Ho.

Luego realizamos el correlograma.

Tabla 5. Correlograma de la Primera Diferencia del PIB

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	Ident
------	------	--------	------------	-------	------	--------	--------	------	-------	-------	-------	-------

Date: 09/15/25 Time: 12:46  
Sample (adjusted): 1966 2023  
Included observations: 58 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.282	0.282	4.8681	0.027
		2	0.023	-0.062	4.9000	0.086
		3	0.062	0.080	5.1445	0.162
		4	0.203	0.179	7.7992	0.099
		5	0.218	0.127	10.912	0.053
		6	0.038	-0.054	11.009	0.088
		7	-0.060	-0.070	11.257	0.128
		8	-0.062	-0.081	11.522	0.174
		9	0.006	-0.021	11.525	0.241
		10	0.144	0.145	13.038	0.222
		11	0.169	0.155	15.165	0.175
		12	-0.126	-0.184	16.375	0.175
		13	0.021	0.142	16.409	0.228
		14	-0.036	-0.180	16.514	0.283
		15	0.021	-0.018	16.551	0.346
		16	0.187	0.239	19.456	0.246
		17	0.096	0.051	20.234	0.262
		18	-0.086	-0.127	20.879	0.286
		19	-0.097	-0.017	21.713	0.299
		20	0.060	-0.011	22.044	0.338
		21	0.074	-0.113	22.561	0.368
		22	-0.144	-0.127	24.568	0.318
		23	-0.163	0.068	27.216	0.247
		24	-0.124	-0.155	28.796	0.228

Fase 1: Identificación

Partial Correlation AR:(1)

Autocorrelacion MA:(1)

**Fase 2: Elegimos un modelo**

d(pbi) c ar(1)

Tabla 6. Resultados de la Estimación del Modelo 1 d(pbi) c ar(1)

Equation Estimation

SpecificationOptions

Equation specification

Dependent variable followed by list of regressors including ARMA and PDL terms, OR an explicit equation like  $Y=c(1)+c(2)*X$ .

d(pib) c ar(1)

Estimation settings

Method: LS - Least Squares (NLS and ARMA)

Sample: 1965 2027

Aceptar

Cancelar

Tabla 7. Resultados de la Estimación ARMA por Máxima Verosimilitud (OPG - BHHH) d(pbi) c ar(1)

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
------	------	--------	-------	------	--------	----------	----------	-------	--------

Dependent Variable: D(PIB)  
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
Date: 09/15/25 Time: 12:50  
Sample: 1966 2023  
Included observations: 58  
Convergence achieved after 23 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2055.198	774.5634	2.653363	0.0104
AR(1)	0.280924	0.088811	3.163178	0.0025
SIGMASQ	16576666	2256256.	7.346978	0.0000

R-squared	0.080684	Mean dependent var	2048.414
Adjusted R-squared	0.047254	S.D. dependent var	4283.441
S.E. of regression	4181.010	Akaike info criterion	19.56625
Sum squared resid	9.61E+08	Schwarz criterion	19.67282
Log likelihood	-564.4212	Hannan-Quinn criter.	19.60776
F-statistic	2.413547	Durbin-Watson stat	1.955942
Prob(F-statistic)	0.098919		

Inverted AR Roots	.28
-------------------	-----

Los resultados de la estimación del modelo ARIMA muestran que todos los coeficientes son estadísticamente significativos en un nivel de confianza del 95%, esto se concluye al observar que sus p-valores son menores que 0.05.

C (Constante): El p-valor de 0.0104 es menor que 0.05, lo que indica que la constante del modelo es significativa. Esto sugiere que hay una media distinta de cero en la serie después de la diferenciación.

AR(1) (Término Autorregresivo): Con un p-valor de 0.0025, este coeficiente es altamente significativo, esto confirma que el valor actual de la serie está fuertemente correlacionado con su valor en el período anterior (un rezago).

SIGMASQ (Varianza del Error): El p-valor de 0.0000 es extremadamente bajo, lo que significa que la varianza de los residuos del modelo es estadísticamente significativa. Esto es un buen indicio de que el modelo está capturando correctamente la estructura de la serie, y que la varianza de los errores no es cero.

Modelo propuesto

$$\Delta y_t = \phi_0 + \phi_1 \Delta y_{t-1} \dots \dots 1$$

{H<sub>0</sub>:  $\phi_0 = 0$ }

{H<sub>1</sub>:  $\phi_0 \neq 0$  significativo porque el valor p es 0.0001}

Entonces la fase 2 si cumple porque los valores de los coeficientes son significativos.

p-valor:

Si  $p < 0.05 \rightarrow$  rechazas H<sub>0</sub>

Si  $p \geq 0.05 \rightarrow$  no rechazas H<sub>0</sub>

### Fase 3: Diagnóstico

Está en función de la normalidad de los errores y Autocorrelación de los errores.

View

Residual Diagnostic

Histogram – Normality Test

Histograma de los residuos

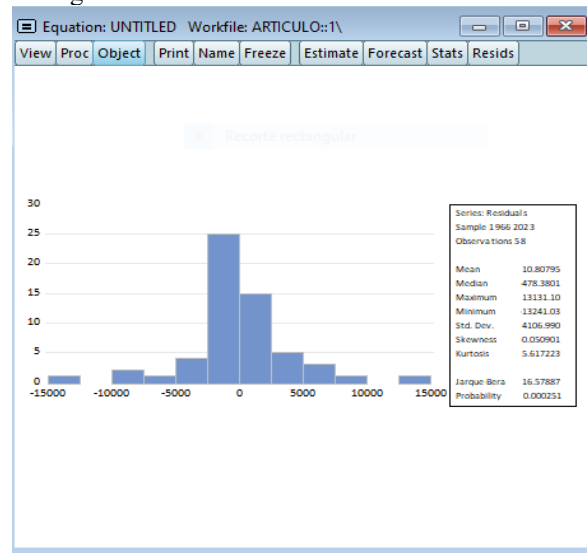


Figura 3.- Histograma de los residuos

\*\*En este gráfico vemos que los errores tienden ser normales con media 0 y varianza 1.

La probabilidad de Jarque-Bera es 0.000251 por lo tanto la distribución de los errores es No Normal.

Entonces volvemos a la Fase 1.

Entonces ecuación d(pbi) c ar(1) ma(1)

Tabla 7. Resultados de la Estimación del Modelo 2 d(pbi) c ar(1) ma(1)

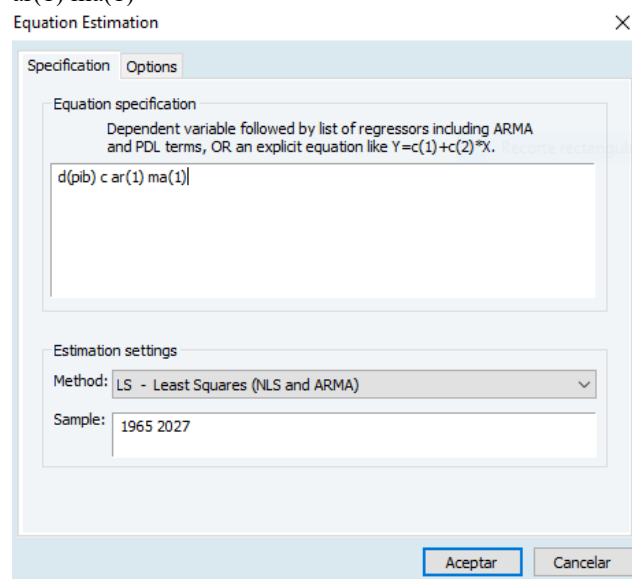


Tabla 8. Resultados de la Estimación ARMA por Máxima Verosimilitud (OPG - BHHH) d(pbi) c ar(1) ma(1)



View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: D(PIB)									
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)									
Date: 09/15/25 Time: 12:54									
Sample: 1966 2023									
Included observations: 58									
Convergence achieved after 32 iterations									
Coefficient covariance computed using outer product of gradients									
Variable		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.				
C		2050.847	746.0807	2.748827	0.0081				
AR(1)		0.061898	0.423412	0.146188	0.8843				
MA(1)		0.237986	0.418702	0.568391	0.5721				
SIGMASQ		16500629	2247270.	7.342521	0.0000				
R-squared		0.084901	Mean dependent var					2048.414	
Adjusted R-squared		0.034062	S.D. dependent var					4283.441	
S.E. of regression		4209.857	Akaike info criterion					19.59629	
Sum squared resid		9.57E+08	Schwarz criterion					19.73839	
Log likelihood		-564.2925	Hannan-Quinn criter.					19.65164	
F-statistic		1.670001	Durbin-Watson stat					1.984593	
Prob(F-statistic)		0.184307							
Inverted AR Roots		.06							
Inverted MA Roots		-.24							

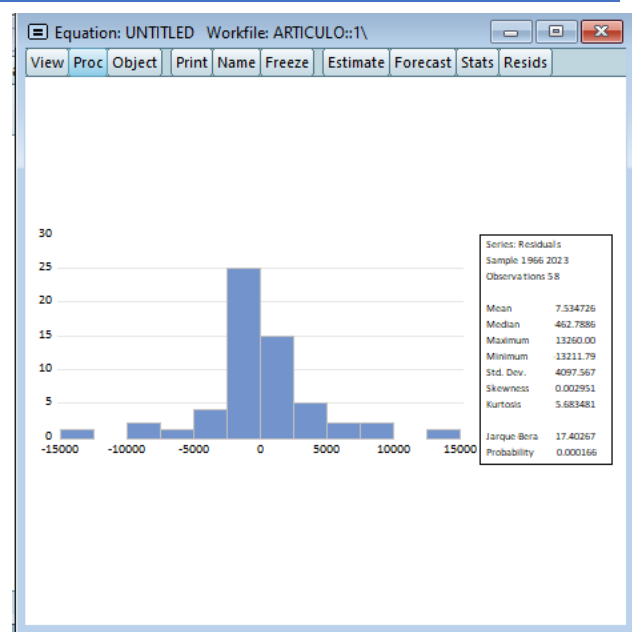


Figura 4.- Histograma de los residuos

{H<sub>0</sub>:  $\phi_0=0$

{H<sub>1</sub>:  $\phi_0 \neq 0$  significativo porque el valor p es 0.0001

Entonces la fase 2 si cumple porque los valores de los coeficientes son significativos.

p-valor:

Si  $p < 0.05 \rightarrow$  rechazas H<sub>0</sub>

Si  $p \geq 0.05 \rightarrow$  no rechazas H<sub>0</sub>

### Fase 3: Diagnóstico

Está en función de la normalidad de los errores y Autocorrelación de los errores.

View

Residual Diagnostic

Histogram – Normality Test

Gráfico 4: Histograma de los residuos

**\*\*En este gráfico vemos que los errores tienden ser normales con media 0 y varianza 1.**

La probabilidad de Jarque-Bera es 0.000166 por lo tanto la distribución de los errores es No Normal.

Entonces volvemos a la Fase 1.

Entonces ecuación  $d(pbi)$  c  $ar(1)$   $ma(1)$

View verificamos la autocorrelación

View

Residual Diagnostic

Correlogram-Q-Statistics

Tabla 9. Correlograma del modelo  $d(pib)$  c  $ar(1)$   $ma(1)$

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Date: 09/15/25 Time: 12:57 Sample (adjusted): 1966 2023 Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms									
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob				
1	0.004	0.004	0.0011						
2	-0.001	-0.002	0.0012						
3	0.025	0.025	0.0419	0.838					
4	0.139	0.139	1.2807	0.527					
5	0.178	0.181	3.3592	0.339					
6	0.000	0.004	3.3592	0.500					
7	-0.048	-0.056	3.5154	0.621					
8	-0.047	-0.082	3.6695	0.721					
9	-0.015	-0.073	3.6860	0.815					
10	0.098	0.071	4.3887	0.820					
11	0.203	0.245	7.4434	0.591					
12	-0.207	-0.171	10.696	0.382					
13	0.096	0.128	11.416	0.409					
14	-0.054	-0.104	11.649	0.474					
15	-0.018	-0.127	11.674	0.555					
16	0.180	0.189	14.362	0.423					
17	0.072	0.150	14.802	0.466					
18	-0.083	-0.096	15.399	0.496					
19	-0.092	-0.052	16.160	0.513					
20	0.063	0.009	16.523	0.556					
21	0.101	-0.063	17.488	0.557					
22	-0.143	-0.177	19.453	0.493					
23	-0.103	0.066	20.507	0.489					
24	-0.066	-0.132	20.948	0.524					

Observando las probabilidades de los errores no están autocorrelacionados.

#### Fase 4. Pronóstico

2024-2027

Pronóstico del PIB de Ecuador para el período 2024-2028 (Modelo ARMA)

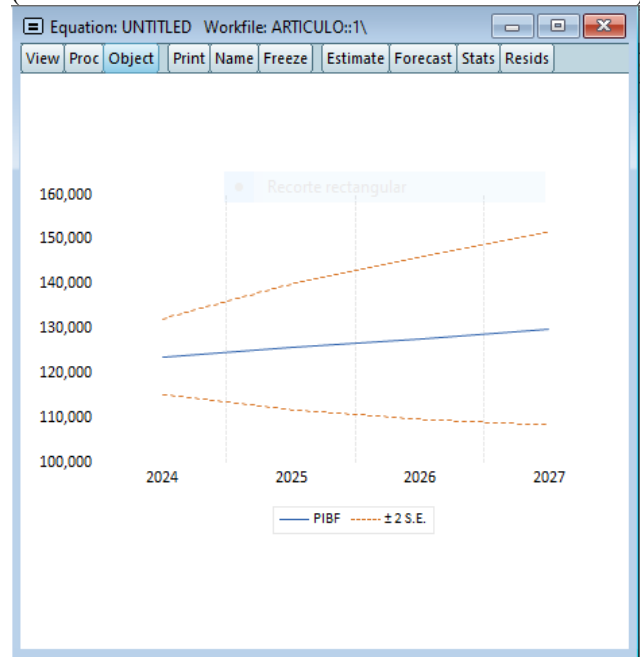


Figura 5. Pronóstico del PIB de Ecuador para el período 2024-2028 (Modelo ARMA)

Tabla 11. Producto Interno Bruto (PIB) de Ecuador: Valores Históricos y Pronosticados

	PIB	PIBF
1965	2339.033	2339.033
1966	2442.572	2442.572
1967	2535.654	2535.654
1968	2556.129	2556.129
1969	3153.717	3153.717
1970	2798.598	2798.598
1971	2689.986	2689.986
1972	3091.270	3091.270
1973	3900.130	3900.130
1974	6470.751	6470.751
1975	7708.141	7708.141
1976	9044.610	9044.610
1977	11055.22	11055.22
1978	11806.45	11806.45
1979	14361.49	14361.49
1980	18253.79	18253.79
1981	22115.45	22115.45
1982	20059.81	20059.81
1983	17256.55	17256.55
1984	16943.15	16943.15
1985	17304.17	17304.17
1986		

#### Tendencia del PIB y Pronóstico

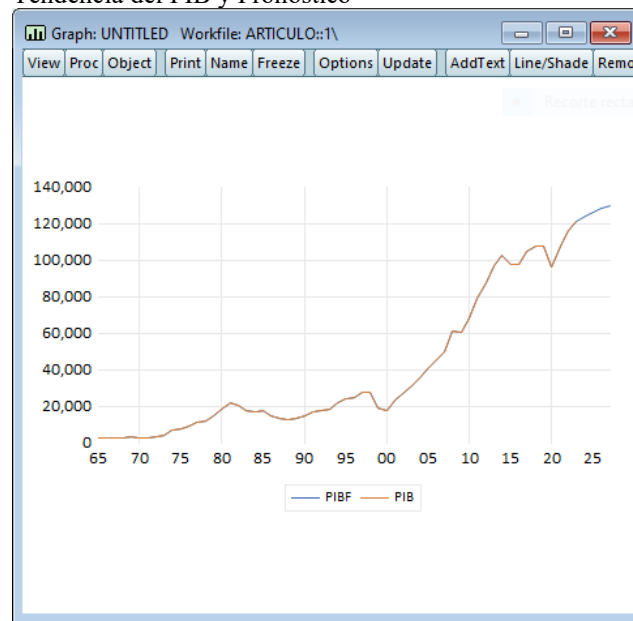


Figura 6.-Tendencia del PIB y Pronóstico

#### 3.2.- Análisis de resultados:

El estudio evidenció que la serie del PIB de Ecuador no fue estacionaria en su nivel original, lo que requirió la aplicación de la primera diferencia para estabilizar la media. El modelo ARIMA identificado integró componentes autorregresivos y de media móvil, cuyos coeficientes resultaron estadísticamente significativos, confirmando la validez del ajuste. Los residuos no mostraron autocorrelación, lo que reforzó la adecuación del modelo. El pronóstico para el período 2024–2027 indicó una tendencia de crecimiento moderado, con escenarios alternativos que contemplaron variaciones optimistas y pesimistas. Estos resultados fueron consistentes con las estimaciones oficiales emitidas por organismos nacionales e internacionales, lo que fortaleció la confiabilidad del análisis realizado.

#### 3.3.- Interpretación de resultados:

Los hallazgos confirmaron la utilidad de la metodología Box-Jenkins en la predicción del PIB ecuatoriano, permitiendo capturar la dinámica temporal de la economía en el corto plazo. El comportamiento proyectado reflejó una recuperación gradual tras choques externos recientes, en particular los derivados de la pandemia y la volatilidad del precio del petróleo. La consistencia con las proyecciones oficiales evidenció que el modelo puede servir como complemento a los sistemas de previsión económica ya implementados, asimismo, se mostró que el uso de series temporales contribuye a fortalecer la planificación económica, al ofrecer estimaciones robustas en contextos de incertidumbre.

#### 4.- Discusión.

El estudio se basó exclusivamente en series históricas del PIB, lo que limitó la incorporación de factores estructurales adicionales, como la inversión, el consumo o las exportaciones no petroleras. La aplicación de modelos ARIMA, aunque adecuada para capturar patrones temporales, no permitió explicar causalidades económicas subyacentes. Además, la no normalidad de los residuos en ciertos modelos representó una restricción metodológica. Finalmente, el análisis se concentró en el corto plazo, lo que redujo su aplicabilidad para horizontes de mediano y largo plazo.

Se recomienda complementar futuros estudios con modelos multivariantes, como VAR o VECM, que permitan incluir variables macroeconómicas adicionales para mejorar la capacidad explicativa. De la misma manera resultaría pertinente integrar enfoques híbridos que combinen técnicas de series temporales con métodos de aprendizaje automático, con el fin de aumentar la precisión en escenarios de alta volatilidad. Un lenguaje claro y técnico, evitando ambigüedades. Se sugiere ampliar el horizonte de proyección para evaluar la sostenibilidad del crecimiento en el mediano plazo. Por todo ello se recomienda contrastar los resultados con indicadores sectoriales para ofrecer una visión más integral de la dinámica económica nacional.

Los resultados obtenidos reflejaron que la serie del PIB ecuatoriano presentó un comportamiento no estacionario en su nivel original, lo que coincidió con la naturaleza dinámica y volátil de las economías emergentes. La aplicación de la primera diferencia permitió estabilizar la serie y obtener un modelo ARIMA con parámetros estadísticamente significativos, lo cual confirmó la validez metodológica del enfoque Box-Jenkins en el análisis de variables macroeconómicas. Desde el marco teórico, los resultados ratificaron la utilidad de los modelos de series temporales en la captura de patrones estocásticos, tal como lo establecieron Box y Jenkins en su propuesta metodológica. La consistencia con las estimaciones oficiales del Banco Central del Ecuador y la CEPAL refuerza la pertinencia del modelo aplicado, demostrando que, aun en contextos de incertidumbre, la metodología empleada constituye una herramienta robusta para el análisis económico.

En el contexto del estudio, las proyecciones indicaron un crecimiento moderado del PIB para el período 2024–2027, lo que sugiere un escenario de recuperación paulatina tras choques externos recientes. Estos hallazgos se relacionan directamente con el objetivo planteado de estimar y pronosticar la tasa de crecimiento económico a corto plazo, generando información confiable que respalde la planificación y la toma de decisiones estratégicas.

## 5.- Conclusiones.

El estudio demostró que la serie del PIB de Ecuador no fue estacionaria en su nivel original, por lo que requirió diferenciación para su análisis. El modelo ARIMA

identificado presentó coeficientes estadísticamente significativos y residuos sin autocorrelación, validando su idoneidad para la estimación. Los pronósticos obtenidos proyectaron un crecimiento moderado de la economía entre 2024 y 2027, en concordancia con escenarios optimistas y pesimistas, y en línea con las estimaciones oficiales de organismos nacionales e internacionales.

La investigación aportó evidencia empírica que confirma la utilidad de la metodología Box-Jenkins en la predicción de variables macroeconómicas en contextos de incertidumbre. Se ofreció un modelo estadístico robusto que complementa los sistemas de previsión económica existentes, constituyendo una herramienta práctica para la planificación y la gestión macroeconómica. Además, el estudio fortaleció el vínculo entre el análisis teórico de series temporales y su aplicación en la economía ecuatoriana, contribuyendo tanto al ámbito académico como a la toma de decisiones en políticas públicas y estrategias empresariales.

En el ámbito práctico, los resultados obtenidos ofrecen una herramienta de apoyo para la planificación económica y la toma de decisiones estratégicas en el sector público y privado. Las proyecciones de corto plazo sobre el PIB permiten anticipar escenarios de crecimiento, lo que facilita el diseño de políticas fiscales y monetarias más efectivas, así como la elaboración de planes empresariales ajustados a la coyuntura macroeconómica.

En el plano teórico, el estudio reafirma la pertinencia de los modelos Box-Jenkins para el análisis de series temporales aplicadas a economías emergentes, demostrando su capacidad para capturar patrones estocásticos y generar pronósticos confiables. La investigación también contribuye a la literatura económica al validar un modelo específico para Ecuador, fortaleciendo la evidencia sobre la aplicabilidad de metodologías econométricas avanzadas en contextos caracterizados por alta volatilidad y dependencia de factores externos.

Se sugiere ampliar el horizonte temporal de las proyecciones con el fin de evaluar la sostenibilidad del crecimiento económico en el mediano y largo plazo. Asimismo, resulta pertinente incorporar variables macroeconómicas adicionales —como inversión, consumo, exportaciones no petroleras y gasto público— que permitan enriquecer los modelos y mejorar su capacidad explicativa.

Futuros estudios podrían explorar enfoques multivariantes, como VAR o VECM, así como modelos híbridos que combinen técnicas de series temporales con algoritmos de aprendizaje automático, lo que incrementaría la precisión de los pronósticos en escenarios de alta volatilidad. También se recomienda realizar comparaciones con modelos estructurales para analizar no solo la dinámica temporal del PIB, sino también las relaciones causales entre los principales determinantes del crecimiento económico.

Finalmente, se plantea la necesidad de evaluar los resultados a nivel sectorial, con el propósito de identificar patrones específicos en ramas productivas clave y fortalecer la planificación económica desde una perspectiva más integral.

## 6.- Contribuciones de los autores (Taxonomía de roles de los colaboradores - CRediT)

1. Conceptualización: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
2. Curación de datos: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu.
3. Análisis formal: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
4. Adquisición de fondos: N/A.
5. Investigación: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
6. Metodología: Francisco Javier Duque-Aldaz, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.
7. Administración del proyecto: Francisco Javier Duque-Aldaz, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.
8. Recursos: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Francisco Javier Duque-Aldaz.
9. Software: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Edwin Haymacaña Moreno.
10. Supervisión: Félix Genaro Cabezas García, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.
11. Validación: Félix Genaro Cabezas García.
12. Visualización: Edwin Haymacaña Moreno.
13. Redacción - borrador original: Leonor Alejandrina Zapata Aspiazu, Francisco Javier Duque-Aldaz.
14. Redacción - revisión y edición: Francisco Javier Duque-Aldaz, Félix Genaro Cabezas García, Raúl Alfredo Sánchez Ancajima.

## 7.- Referencias.

- [1] D. V. Desiderio Noboa, «Análisis de la demanda y efectos retardados en los productos principales en exportaciones (Camarón, café y banano) hacia Europa “Modelo de serie de tiempo ARIMA”», Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2022. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/18331>
- [2] L. Asán Caballero, «Algoritmo de predicción de series de tiempo para el pronóstico del Tráfico Aéreo basado en redes neuronales artificiales», Revista Cubana de Ciencias Informáticas, vol. 16, n° 4, 2023. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992022000400084&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992022000400084&lang=es)
- [3] J. W. Tudela-Mamani, E. Cahui-Cahui y G. Aliaga-Melo, «Impacto del COVID-19 en la demanda de turismo internacional del Perú. Una aplicación de la metodología Box-Jenkins», Revista de Investigaciones Altoandinas, vol. 24, n° 1, 2022. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2313-29572022000100027&lang=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000100027&lang=es)
- [4] C. A. García Vázquez, A. I. González Santos y V. Pérez Garrido, «Metodología y algoritmo de validación para identificar modelos de una unidad manejadora de aire», Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, vol. 42, n° 1, 2021. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59282021000100105&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282021000100105&lang=es)
- [5] F. de la Oliva de Con y R. Molina Fernández, «Propuesta de procedimiento para la predicción del tipo de cambio a corto plazo mediante la utilización de técnicas contrastadas», Cofin Habana, vol.

- 14, n° 2, 2020. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612020000200007&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612020000200007&lang=es)
- [6] F. J. Duque-Aldaz, F. R. Rodríguez-Flores y J. Carmona Tapia, «Identification of parameters in ordinary differential equation systems using artificial neural networks», San Gregorio, vol. 1, n° 2, 2025. <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2826>
- [7] G. E. Castro Rosales, A. D. Torres Alvarado, L. S. Zalamea Cedeño, F. J. Duque-Aldaz y F. R. Rodríguez-Flores, «Comprehensive Ergonomic Proposal for the Reduction of Musculoskeletal Risks in Soap Production: An Approach Based on Statistical Analysis and Postural Evaluation», INQUIDE - Ingeniería Química y Desarrollo, vol. 7, n° 2, 2025. <https://doi.org/https://doi.org/10.53591/iqd.v7i02.2416>
- [8] E. S. Cruz Ramírez, A. F. Calvache Silvestre y D. A. Roldán Carranza, «Estimación de la demanda de agua en cultivos de banano aplicando modelos de pronósticos para fincas de pequeños y medianos productores en la provincia de El Oro», ESPOL, 2024. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/63220>
- [9] D. R. Núñez Ordóñez, «Análisis y pronóstico de las ventas para la optimización de tiempos de importación en la empresa IMPORGUIDSA mediante la aplicación del modelo de series de tiempos ARIMA», Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2023. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/21912>
- [10] F. J. Duque-Aldaz y E. G. Pazan Gómez, «Factors affecting entrepreneurial intention of Senior University Students», Espacio, vol. 39, n° 09, p. 32, 2017. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n09/18390932.html>
- [11] S. F. Chérrez Sánchez, J. V. Palacios Hurtado y F. R. Camacho Villagómez, «Determinantes en la migración en Ecuador. Periodo 2000 al 2023», Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2025. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/24241>
- [12] F. F. Sandoya Sánchez y V. V. Vásquez Villon, «Desestacionalización de series económicas de las cuentas nacionales del Ecuador con X12 - ARIMA», ESPOL. FCNM, 2004. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56205>
- [13] R. I. Romero Ruiz, D. R. Palomeque Calle y F. R. Camacho Villagómez, «Impacto de la volatilidad del precio internacional del camarón y cacao en la exportación del Ecuador periodo 2014-2024», Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2024. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/23299>
- [14] G. J. Morchocho Choca, L. A. Bucheli Carpio y F. J. Duque-Aldaz, «Fuel oil fuel dispatch optimization through multivariate regression using local storage indicators», INQUIDE, vol. 6, n° 2, 2024. <https://doi.org/https://doi.org/10.53591/iqd.v6i02.477>
- [15] F. d. J. Herrera Mendoza, «Incidencia del gasto público en educación básica regular en el crecimiento económico de la Región Norte del Perú, 2008-2019», Universidad Nacional de Tumbes, 2024. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65510>
- [16] F. F. Sandoya Sanchez y A. G. Abad Robalino, «Comparación de la precisión de la predicción de datos de una serie de tiempo entre los modelos ARIMA y las Redes Neuronales», ESPOL.FCNM, 2017. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/40345>
- [17] F. A. Ochoa González, «Análisis y predicción de las precipitaciones con inteligencia artificial en Esmeraldas- Ecuador», Universidad Nacional de Tumbes, 2024. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65477>
- [18] J. E. Pincay Moran, A. F. López Vargas, F. J. Duque-Aldaz, W. Villamagua Castillo y R. Sánchez Casanova, «Evaluation and Proposal for an Environmental Management System in a Mango Plantation», INQUIDE, vol. 7, n° 1, 2025. <https://doi.org/https://doi.org/10.53591/iqd.v7i01.1991>
- [19] A. Varas, K. E. Narváez Bermeo y R. A. Guevara Orozco, «Diseño de una Política de Inventario en base a un pronóstico de demanda para una empresa que se dedica a la comercialización de conductores eléctricos de aluminio y cobre», ESPOL.FCNM, 2023. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65530>
- [20] K. K. Li Ye y Z. J. Paz y Miño Robles, «Aplicación de modelo ARIMA para el pronóstico de exportación de flores del Ecuador», Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2023. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/21884>



- [21] L. N. Arango Fuentes, A. J. Tapia Salvador y G. E. Vilela Govea, «Análisis histórico y aplicación de modelos predictivos del precio de la tilapia Ecuatoriana,» ESPOL.FCSH, 2025. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65944>
- [22] R. D. Macías Sandoval y C. J. Tutiven Galvez, «Estimación de la velocidad de producción de una máquina mezcladora mediante la implementación de modelos de Machine Learning,» ESPOL.FIEC, 2025. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65804>
- [23] C. A. Cruz Peña, «Influencia del crecimiento económico, inflación y tasa de interés de referencia sobre la rentabilidad de bolsa de valores de lima, 1992 - 2022,» Universidad Nacional de Tumbes, 2024. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/65196>
- [24] J. S. Fu-López, J. P. Fierro Aguilar, F. R. Rodríguez-Flores y F. J. Duque-Aldaz, «Application of non-automated Lean strategies for quality improvement in manual assembly processes: a case study in the white goods industry.,» INQUIDE - Ingeniería Química y Desarrollo, vol. 7, n° 1, 2025. <https://doi.org/https://doi.org/10.53591/iqd.v7i02.2417>
- [25] J. Lliguizaca Dávila, M. A. Apolinario Rodríguez y B. S. Manzo Robles, «Análisis del sector petrolero ecuatoriano durante la pandemia COVID-19 y su incidencia en la balanza comercial petrolera,» ESPOL. FICT., 2020. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/50497>