

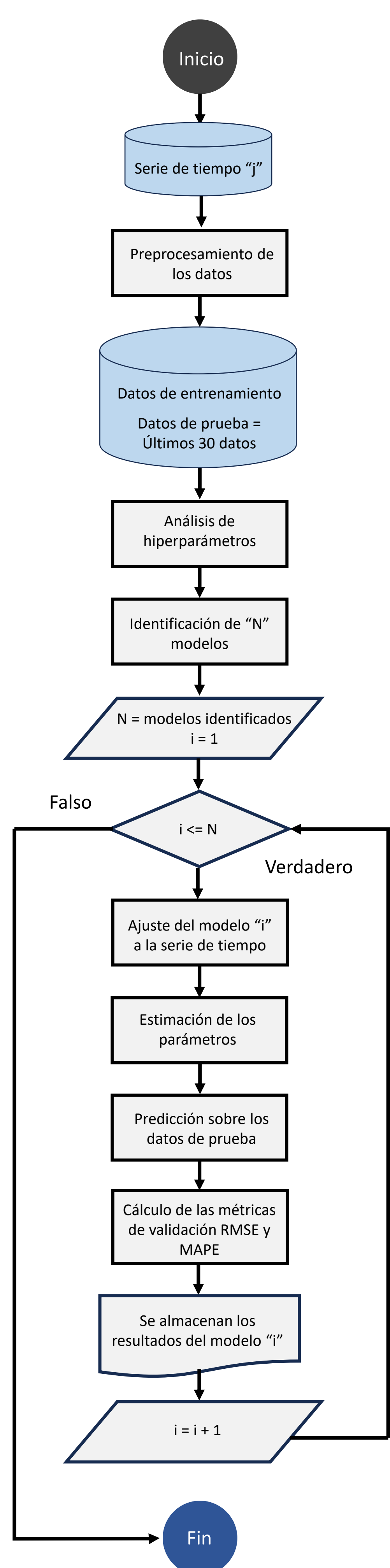
INTRODUCCIÓN

El mercado de valores/acciones ha estado presente en la economía mundial desde el establecimiento de la Ámsterdam Stock Exchange en 1602 en la ciudad de Ámsterdam (Chen, 2022). Desde ese momento y hasta nuestros días funge como un indicador de la economía.

La idea de analizar el mercado de acciones ha estado presente desde el trabajo de Fama (1965), el cual concluyó que no era posible predecir el precio de las acciones en base a su desempeño previo. Sin embargo, en la actualidad, diversos estudios han demostrado lo contrario (Bhowmick, 2021).

En el presente trabajo se modelaron 100 acciones del índice S&P 500 mediante el uso de modelos de series de tiempo. La finalidad del trabajo es demostrar que los modelos de series de tiempo pueden pronosticar de manera consistente el precio de las acciones. Adicionalmente, se comparó la precisión y los tiempos de ejecución de los modelos.

METODOLOGÍA



Se utilizó información diaria (del 1 de enero de 2019 al 31 de agosto de 2023) de 100 acciones que se encuentran en el índice S&P 500. A continuación, se muestra el **preprocesamiento** de los datos realizado en el trabajo:

- Con los precios de apertura y cierre se construyó el precio promedio diario por serie.
- Se imputaron valores nulos mediante una interpolación lineal.

Se emplearon **4 metodologías** para generar el pronóstico de las series:

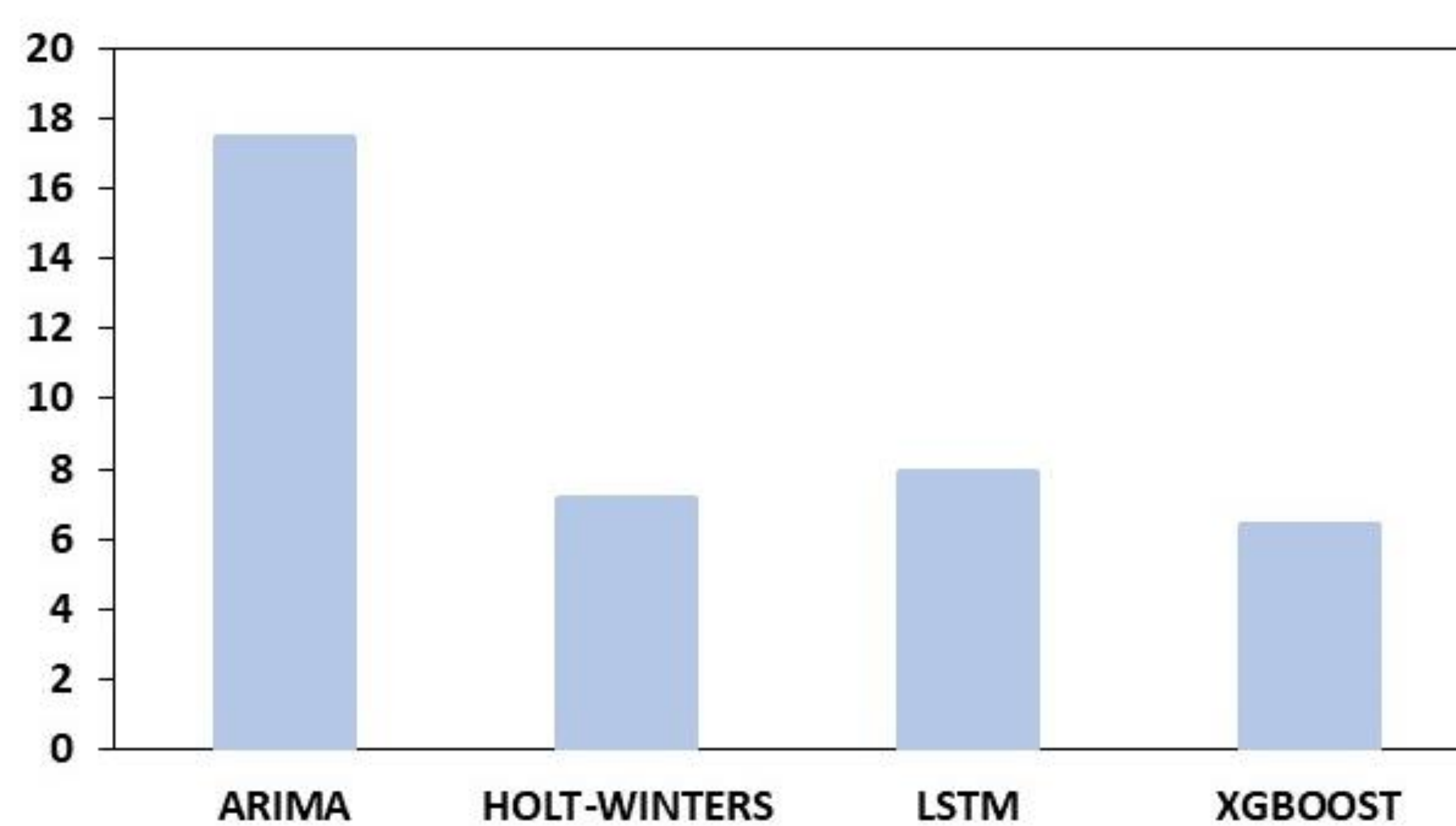
- ARIMA
- Holt-Winters
- Redes Neuronales LSTM
- XGBoost

Para cada serie se proponen diferentes modelos de cada metodología, y se eligen los modelos que tengan mejor desempeño en base a las **métricas de validación RMSE y MAPE**.

Las métricas de validación se calculan para los últimos 30 datos de cada serie (21 de julio 2023 al 31 de agosto del mismo año). El proceso consta de hacer los pronósticos para las 30 fechas mencionadas, y calcular el error mediante la diferencia del valor real de la serie y el valor pronosticado.

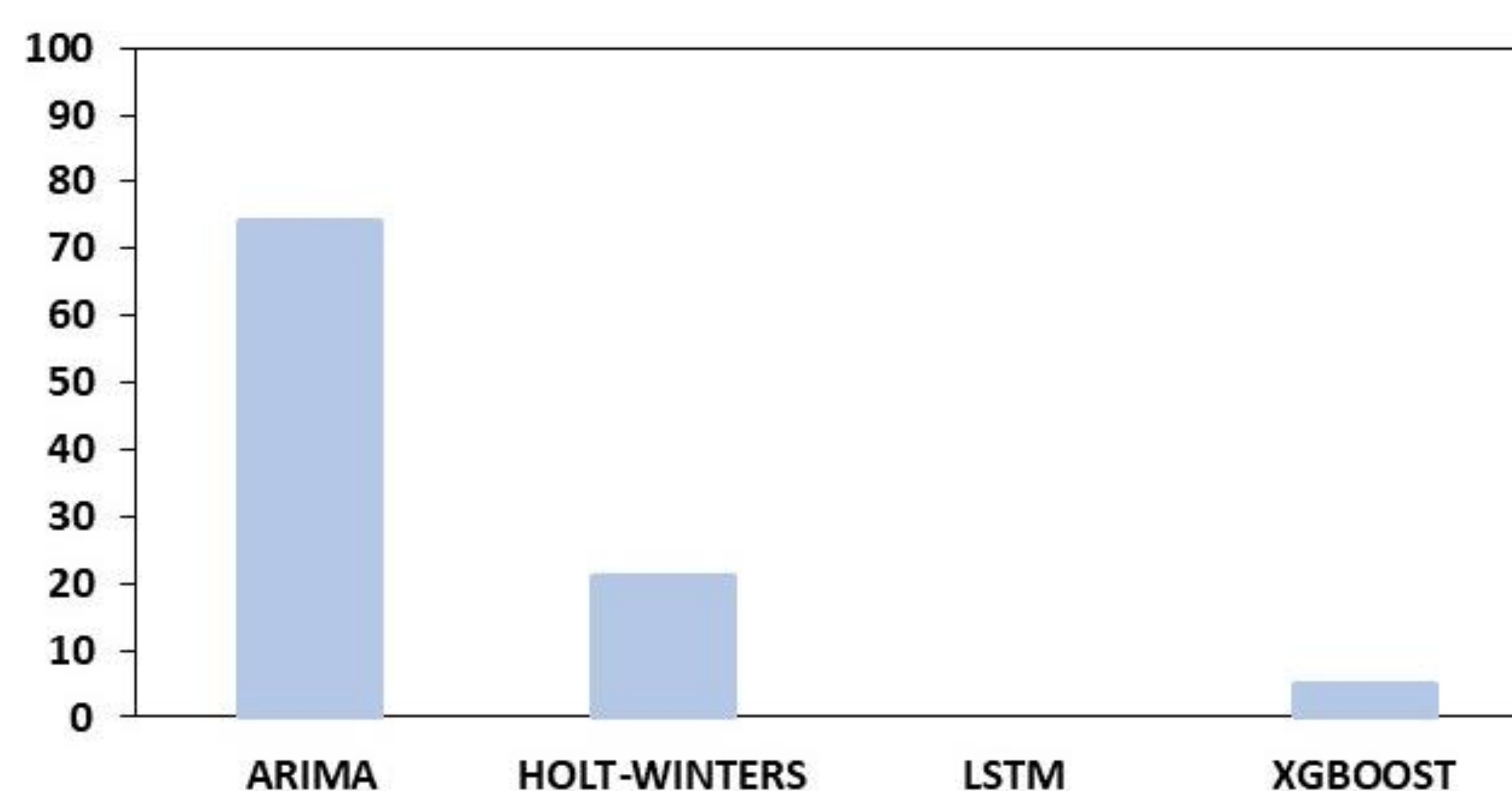
RESULTADOS

Horas



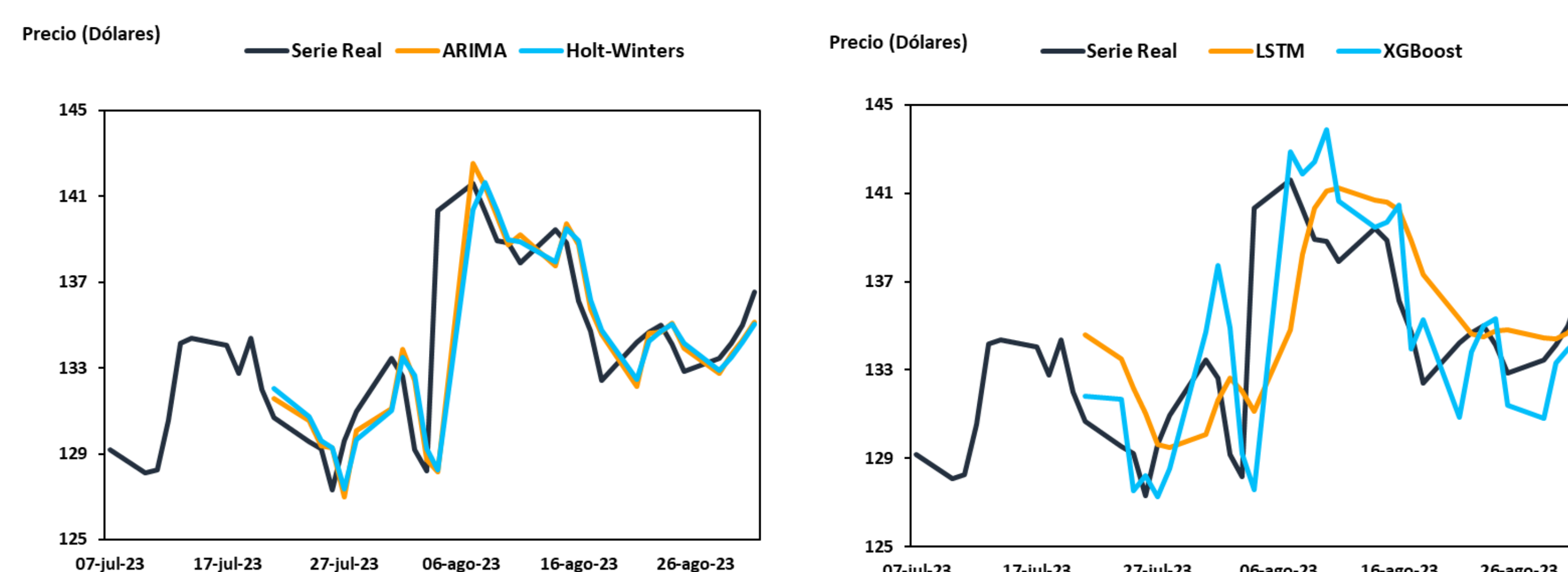
Se observa que el proceso metodológico de los modelos ARIMA tiene el mayor tiempo de ejecución, con un total de 17 horas. Los modelos Holt-Winters, LSTM y XGBoost, se encuentran en un rango de entre 6 y 8 horas, siendo los modelos XGBoost los que registran el menor tiempo.

Mejor Modelo



De las 100 series modeladas, la metodología ARIMA fue el mejor modelo en 74 ocasiones. Le siguen los modelos Holt-Winters y XGBoost con 21 y 5 selecciones respectivamente. Finalmente, las redes neuronales LSTM tuvieron el peor desempeño, al no haber sido seleccionadas como mejor modelo para ninguna de las series.

PREDICCIÓN DEL PRECIO DE LA ACCIÓN DE AMAZON



Para el caso del precio de la acción Amazon, se observa como los modelos ARIMA y Holt-Winters pronostican de manera más acertada el comportamiento real de la serie. Los pronósticos de las redes neuronales LSTM y los modelos XGBoost no se desempeñaron mal, sin embargo, pueden mejorar su rendimiento.

REFERENCIAS

1. Fama, E. (1965). Random Walks in Stock Market Prices. Financial Anal. J. 21, 55–59. doi: 10.2469/faj.v21.n5.55.
2. Chen, J. (2022). Amsterdam Stock Exchange (AEX) .AS: Meaning, How It Works. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/a/aex.asp>.
3. Bhowmick, H. (2021). Stock Price Prediction Using Time Series, Econometric, Machine Learning, and Deep Learning Models. Proceedings of the IEEE Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon'21), pp.289-296, October 24-25, Hassan, Karnataka, India.