

Bolsa de Valores Quito

# Forecast Univariante con ARIMA

Sebastián Jácome

Diciembre 2025



# ¿Qué es una Serie Temporal?

Una serie temporal es una secuencia de datos observados y recopilados en intervalos de tiempo sucesivos y equidistantes. Esta metodología es fundamental en diversas disciplinas como la economía, meteorología, ingeniería y medicina, permitiendo el análisis de patrones y la predicción de eventos futuros.



# Definiciones Clave en Series Temporales

Para comprender a fondo el análisis de series temporales, es crucial familiarizarse con conceptos fundamentales que nos permitirán modelar y pronosticar con mayor precisión.

## Observación Continua

Recopilación sistemática de datos a lo largo del tiempo.

## Intervalos Constantes

Mediciones realizadas en períodos fijos y regulares.

## Dependencia Temporal

Los valores presentes están influenciados por los valores pasados.

# Ruido Blanco: La Base de la Aleatoriedad

## Sin Patrón Definido

Es una serie temporal donde los datos no exhiben ninguna estructura o patrón predecible.

## Media Constante

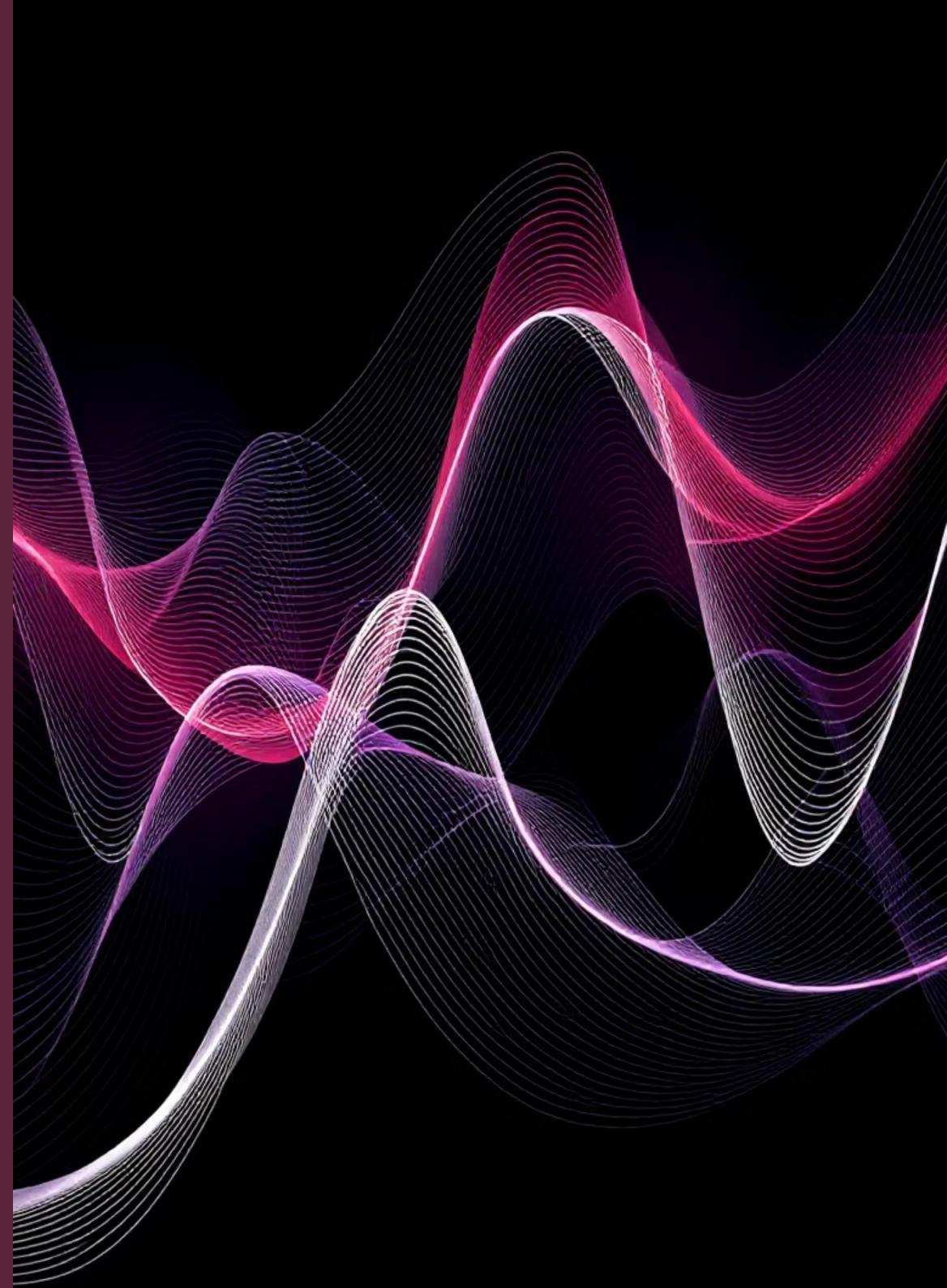
El promedio de los datos permanece estable a lo largo del tiempo, sin fluctuaciones significativas.

## Varianza Uniforme

La dispersión de los datos alrededor de la media se mantiene constante, indicando homogeneidad.

## Sin Autocorrelaciones

No hay relación lineal entre los valores de la serie en diferentes puntos del tiempo, lo que significa que cada observación es independiente.





# Caminata Aleatoria: Persistencia en el Tiempo

Una caminata aleatoria es una serie temporal donde los valores persisten en el tiempo, y las diferencias entre períodos se asemejan a un ruido blanco.

## La Mejor Predicción

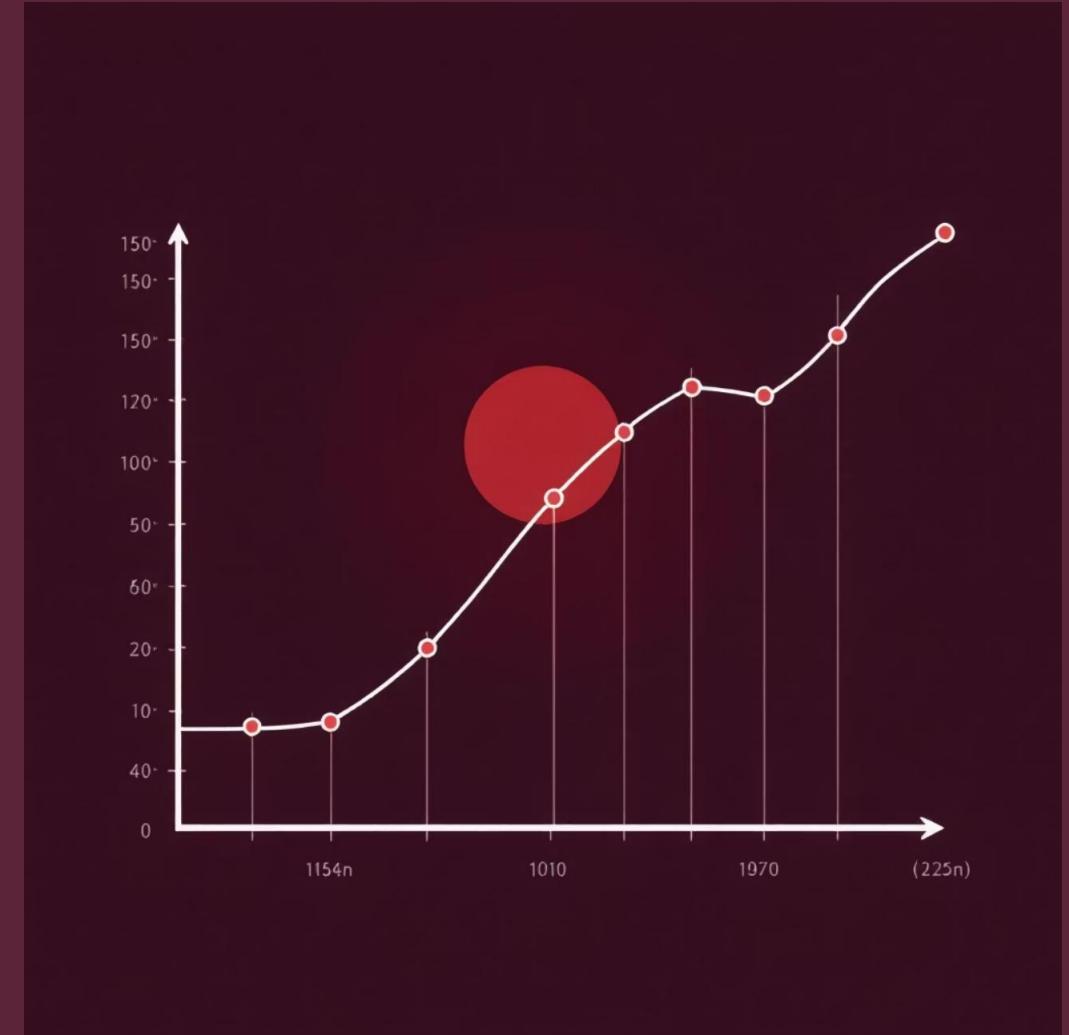
$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \sim RB(\mu, \sigma^2)$$

En una caminata aleatoria, la mejor estimación para el valor futuro de una variable es su valor actual. Esto implica que los precios de hoy son el mejor predictor de los precios de mañana.

# Estacionariedad Débil: Estabilidad Necesaria

Una serie temporal se considera débilmente estacionaria si sus propiedades estadísticas, como la media y la varianza, permanecen constantes a lo largo del tiempo. Además, la covarianza entre dos puntos de la serie solo depende del tiempo que los separa, no de su posición en el tiempo. Esta condición es fundamental para la aplicación de muchos modelos econométricos.

- Media Constante: El promedio de la serie no cambia con el tiempo.
- Varianza Constante: La variabilidad de la serie no fluctúa sistemáticamente.
- No Tendencia ni Estacionalidad: Ausencia de patrones predecibles a largo plazo o ciclos repetitivos.



# Estacionariedad Estricta: Un Ideal Teórico



La estacionariedad estricta es una condición más rigurosa que la débil. Implica que la distribución de probabilidad conjunta de cualquier conjunto de observaciones de la serie no cambia con el desplazamiento en el tiempo. Es decir, todas las propiedades estadísticas, no solo la media y la varianza, son invariantes en el tiempo.

- Distribución Invariante: La forma de la distribución de probabilidad es idéntica en cualquier punto del tiempo.
- Propiedades Consistentes: Todos los momentos de la distribución (media, varianza, asimetría, curtosis) son constantes.
- Difícil de Encontrar: En la práctica, las series temporales rara vez cumplen esta condición de manera perfecta, siendo la estacionariedad débil un objetivo más realista para el modelado.

# Prueba de Dickey-Fuller: Detectando la Estacionariedad

## p-valor

$p$ - valor  $< \alpha$ : Rechazamos  $H_0$ : Serie es estacionaria

- $\alpha$ : nivel de significancia
- $1 - \alpha$ : nivel de confianza



### Hipótesis Nula ( $H_0$ )

La serie temporal es no estacionaria, lo que indica la presencia de una raíz unitaria y la necesidad de diferenciarla.



### Hipótesis Alternativa ( $H_a$ )

La serie temporal es estacionaria, lo que sugiere que sus propiedades estadísticas son constantes en el tiempo.



### Inferencia Estadística

Utilizamos estas pruebas para hacer inferencia sobre la población a partir de una muestra, lo que es crucial en la toma de decisiones financieras.



# Estacionalidad: Patrones Periódicos

La estacionalidad se refiere a patrones predecibles y repetitivos que ocurren en una serie temporal en intervalos regulares y fijos. Comprender la estacionalidad es clave para desglosar y analizar los componentes de una serie.



## Tendencia

Movimiento a largo plazo que muestra la dirección general de la serie, ya sea ascendente o descendente.



## Patrón Estacional

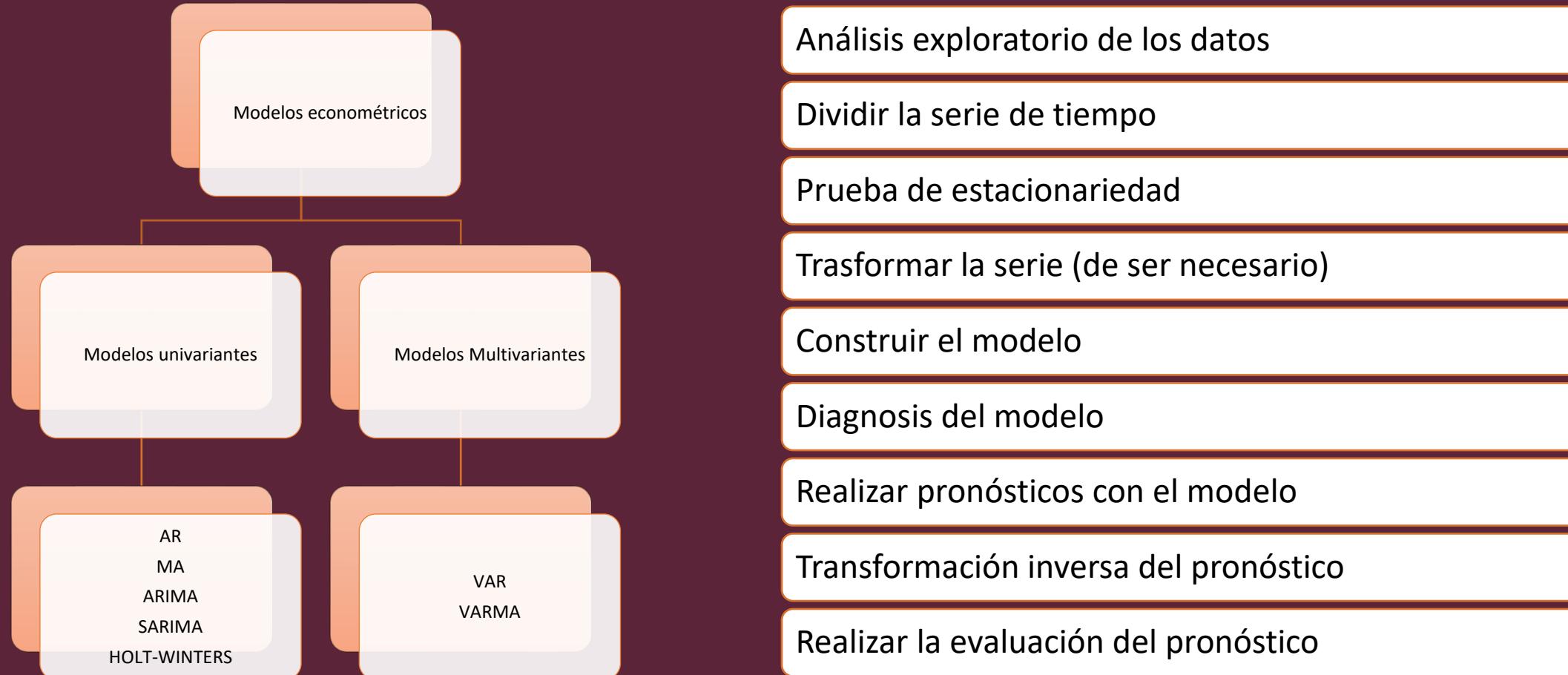
Variaciones que se repiten en períodos fijos y conocidos, como las ventas de árboles de navidad en diciembre.



## Residual

El componente aleatorio e impredecible de la serie, que queda después de eliminar la tendencia y la estacionalidad.

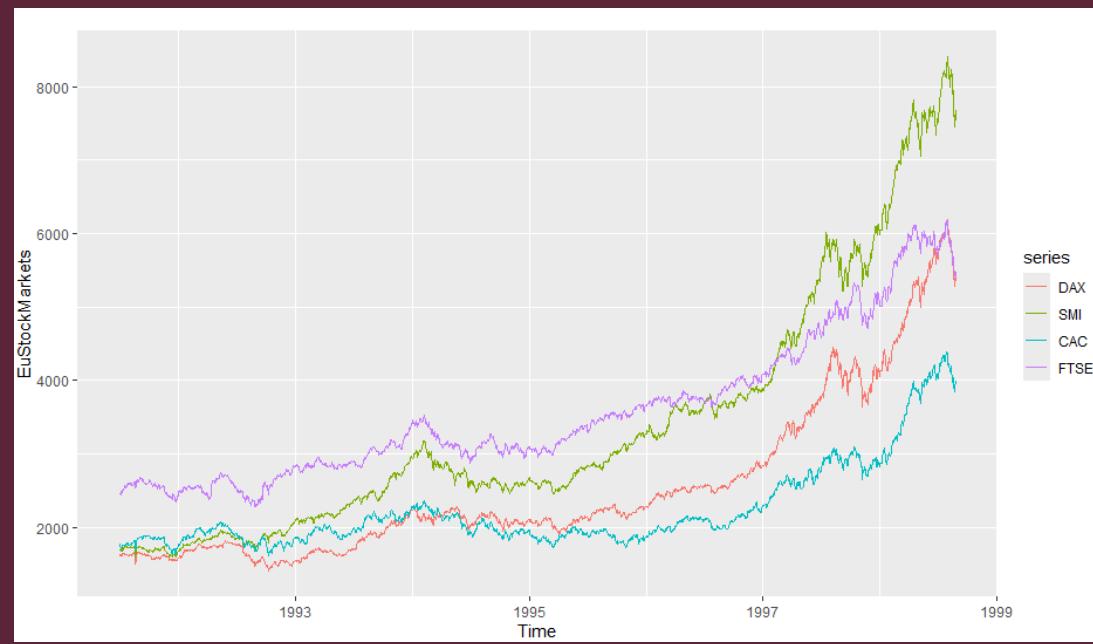
# MODELOS ECONOMÉTRICOS



# MODELOS MULTIVARIANTES

- Limitaciones de modelos univariantes
- Relación de las variables con variables exógenas

*“El mundo no es sencillo, si lo fuera, sería univariante”*



# MODELOS MULTIVARIANTES

- Se tienen en cuenta la interrelación entre un conjunto de varias variables
- Es multiecuacional, es decir, existe una ecuación para cada variable
- No confundir con modelos univariantes con variables exógenas (ARIMAX)

# ESTRUCTURA DE LAS SERIES TEMPORALES MULTIVARIANTES

## Univariantes

Un vector columna

Las predicciones se basan en su propio pasado

ARIMA, SARIMA, HOLT-WINTERS

## Con variables exógenas

Usualmente 1 o varios factores externos influyen en la variable predicha

Es unidireccional. Ej. Ventas influenciadas por el clima, pero el clima no se ve influenciado por las ventas

ARIMAX

## Multivariantes

Existe relación bidireccional entre las variables

Ej. Inflación & PIB

VAR

# MODELO VAR

- Las variables se van a influir las unas a las otras.
- La influencia es bidireccional
- Variables numéricas
- Datos numéricos continuos
- Cada variable es una función lineal de los retardos pasados de sí mismos y de otras variables

$$Y_{1,t} = C_1 + \alpha_{11}Y_{1,t-1} + \alpha_{12}Y_{2,t-1} + \alpha_{13}Y_{3,t-1} + \varepsilon_{1,t}$$

$$Y_{2,t} = C_2 + \alpha_{21}Y_{1,t-1} + \alpha_{22}Y_{2,t-1} + \alpha_{23}Y_{3,t-1} + \varepsilon_{2,t}$$

$$Y_{3,t} = C_3 + \alpha_{31}Y_{1,t-1} + \alpha_{32}Y_{2,t-1} + \alpha_{33}Y_{3,t-1} + \varepsilon_{3,t}$$

Donde:

$C_1, C_2, C_3$  son constantes

$\varepsilon_{1,t}, \varepsilon_{2,t}, \varepsilon_{3,t}$  términos de error (Ruido Blanco)

$\alpha$  Coeficiente que captura la influencia del retraso  $l$  a la primera variable  $y_1$  sobre ella misma, y los retrasos  $l$  de las otras variables ( $y_2, y_3$ ) en la variable  $Y_1$  en el tiempo.

¿Cómo se vería un VAR de orden 2?

# ORDEN DEL MODELO

**AIC:** Akaike Information Criterion

**BIC:** Schwarz Criterion

**HQ:** Hanna Quinn Information Criterion

**FPE:** Final Prediction Error

*El valor más bajo del criterio de información será el mejor modelo*

# TEST DE CAUSALIDAD DE GRANGER

Causalidad de Granger (Premio Nobel de Economía)

- Para verificar si existe interrelación en cualquier combinación de las variables
- Requiere que los datos sean estacionarios
- Para elegir el número óptimo de variables a utilizar en el modelo
- Causalidad no es Causalidad de Granger

*“Correlación temporal”*

# PRONÓSTICO DE UN MODELO VAR

- La serie va a estar diferenciada
- Mientras más complejo sean los modelos serán más inseguros
  - Invertir la diferenciación
  - No pronosticar demasiado lejos

# RESUMEN PRUEBA DE HIPÓTESIS EN R

Test	Hipótesis Nula	Si el p-valor < 0.05
Dickey-Fuller	$H_0$ = Las variables no son estacionarias	Las variables son estacionarias
Causalidad de Granger	$H_0$ = La variable $x_1$ no causa en el sentido de Granger a $x_2$	La variable $x_1$ causa en el sentido de Granger a la variable $x_2$
Portmanteau	$H_0$ = No hay autocorrelación en los residuos	Los residuos del modelo no son Ruido Blanco

# BIBLIOGRAFÍA

- Chatfield, C. (2003). *The Analysis of Time Series: An Introduction*. Chapman and Hall/CRC.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2017). *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Springer.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Pearson Education.



# Modelos Econométricos para Series Temporales

Los modelos econométricos son herramientas esenciales para analizar y predecir el comportamiento de las series temporales en el ámbito financiero y económico. Permiten identificar relaciones, pronosticar valores futuros y evaluar el impacto de diversas variables.



## Regresión Lineal

Análisis de la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes.



## Modelos ARIMA

Herramientas poderosas para series temporales univariantes que combinan componentes autorregresivos, integrados y de medias móviles.



## Modelos GARCH

Especializados en la modelación de la volatilidad en series financieras, capturando la varianza condicional heterocedástica.



## Modelos VAR

Permiten analizar la interdependencia entre múltiples series temporales, como el comportamiento de diferentes mercados financieros.