

# Evaluación de pronósticos (ARIMA vs ETS)

Modelos de pronóstico: un enfoque moderno

---

Magdalena Cornejo

mcornejo@utdt.edu

Banco Central del Uruguay, 2020

- Si una serie exhibe tendencia y/o estacionalidad, y los datos también muestran autocorrelación, **¿cómo decidir entre un ETS y un ARIMA para pronosticar sus valores futuros?**

# Error, Trend, Seasonal o ExponenTial Smoothing (ETS)

- Son *state-space models*:
  - Una **ecuación de medición** que describe los datos
  - Una **ecuación de estado** que describe los componentes inobservables (nivel, tendencia y estacionalidad) variantes en el tiempo
  - Los componentes pueden ingresar en forma aditiva (**A**), multiplicativa (**M**) o no estar presentes (**N**)
  - **Notación:** ETS(.,.,.) para (Error, Trend, Seasonal)

## Modelo con tendencia lineal sin estacionalidad - ETS(A,A,N)

$$\text{(Pronóstico)} \quad \hat{y}_{t+h|t} = l_t + hb_t$$

$$\text{(Nivel)} \quad l_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$$

$$\text{(Tendencia)} \quad b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

donde:

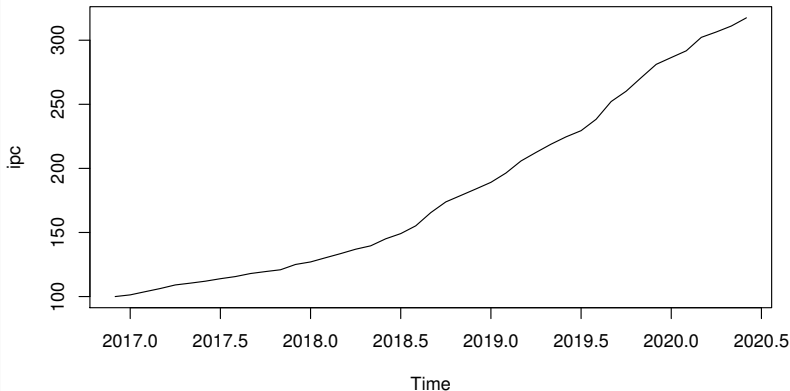
- $0 \leq \alpha \leq 1$  es el parámetro de suavización del nivel
- $0 \leq \beta \leq 1$  es el parámetro de suavización de la pendiente

- `ets()` de la librería `forecast`
- El método de estimación es el de **máxima verosimilitud**
- Si no se especifican, los componentes se seleccionan en forma automática a partir de algún criterio de información (AIC,  $AIC_c$  o BIC)
- Para series estrictamente positivas se suelen utilizar errores multiplicativos.

- Enfoque alternativo para pronosticar una serie univariada
- Intentan describir la autocorrelación de los datos
- Permiten pronosticar series estacionarias ( $\neq$  ETS)
- Existe una cantidad infinita de modelos posibles ( $\neq$  ETS)

- `auto.arima()` de la librería `forecast`
- El método de estimación es el de máxima verosimilitud
- Vimos en un tutorial anterior que esta función usa una variante del algoritmo de Hyndman y Khandakar (2008).

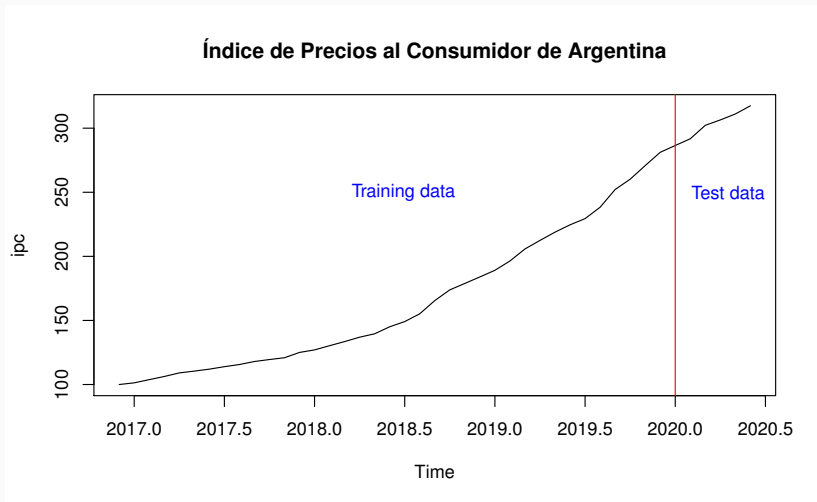
**Índice de Precios al Consumidor de Argentina**



- En un tutorial anterior vimos que esta serie tiene un comportamiento  $I(2)$



# Training data - Test data



## Training data

---

# Estimación del modelo ARIMA

- Usando la función `auto.arima()` de la librería `forecast`

```
> fit.arima <- auto.arima(train)
> summary(fit.arima)
Series: train
ARIMA(0,2,1)(1,0,0)[12]

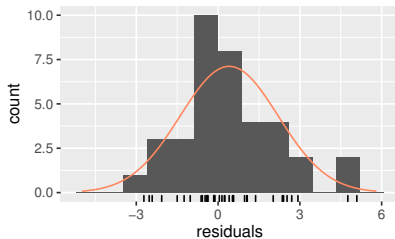
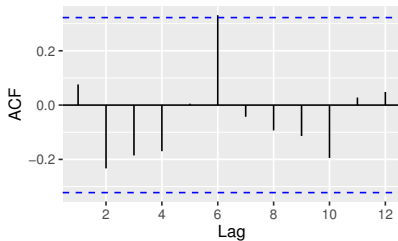
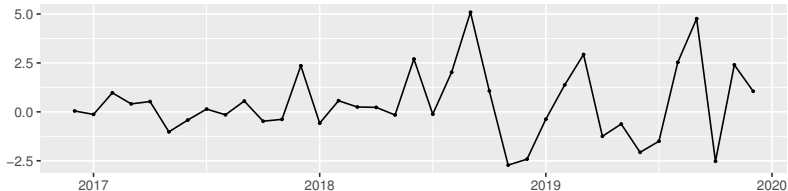
Coefficients:
      ma1      sar1
    -0.5339  0.3650
s.e.    0.1887  0.1784

sigma^2 estimated as 3.721:  log likelihood=-72.65
AIC=151.3   AICc=152.08   BIC=155.97

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 0.4070094 1.821762 1.321428 0.2412895 0.7480336 0.02280716 0.07602574
> |
```

# Diagnósticos del modelo ARIMA

Residuals from ARIMA(0,2,1)(1,0,0)[12]



# Estimación del modelo ETS

- Usando la función `ets()` de la librería `forecast`

```
> fit.ets <- ets(train)
> summary(fit.ets)
ETS(M,A,N)

Call:
ets(y = train)

Smoothing parameters:
  alpha = 0.9999
  beta  = 0.4636

Initial states:
  l = 98.1085
  b = 1.6001

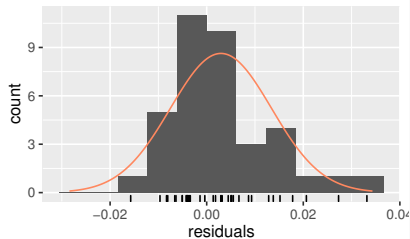
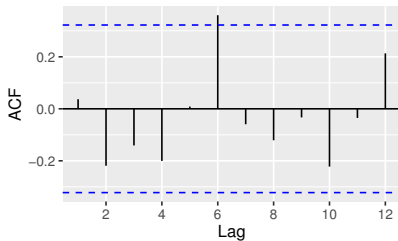
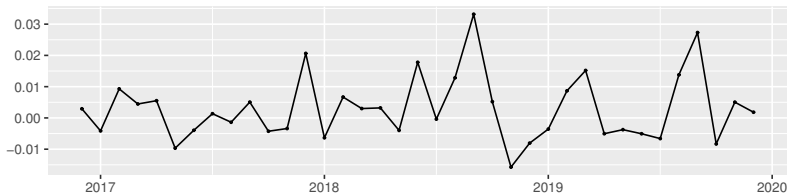
sigma: 0.0114

      AIC      AICC      BIC
181.2647 183.2002 189.3193

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 0.4956265 1.964125 1.373953 0.283835 0.7943614 0.02371372 0.05800544
> |
```

# Diagnósticos del modelo ETS

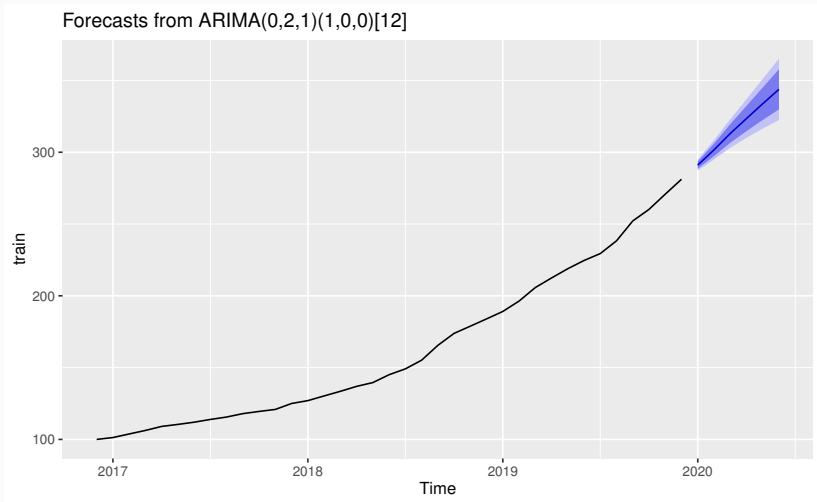
Residuals from ETS(M,A,N)



## Test data

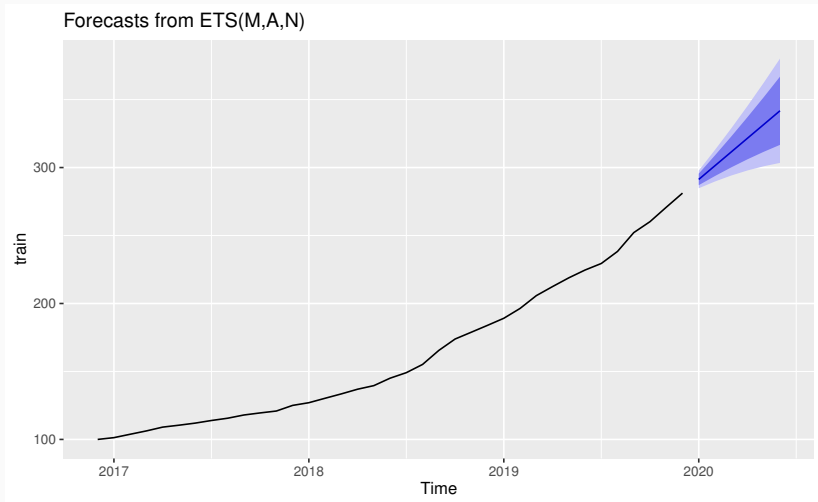
---

# Pronósticos del modelo ARIMA





# Pronósticos del modelo ETS



La función `accuracy(forecast, actual)` reporta las siguientes medidas de evaluación:

- ME: Mean Error
- RMSE: Root Mean Squared Error
- MAE: Mean Absolute Error
- MPE: Mean Percentage Error
- MAPE: Mean Absolute Percentage Error
- ACF1: Autocorrelation of errors at lag 1
- Theil's U: Theil's U-statistic

```

> accuracy(fcst.arima$mean, test)
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      ACF1 Theil's U
Test set -15.2178 16.99905 15.2178 -4.950315 4.950315 0.489479 2.72704
> accuracy(fcst.ets$mean, test)
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      ACF1 Theil's U
Test set -13.95338 15.52262 13.95338 -4.542252 4.542252 0.4714373 2.484979
> |

```

¿Con qué modelo se quedarían?