

# Series de Tiempo 2018

Maestría en Estadística Aplicada, UNR  
Unidad 0

---

Luis Damiano

[damiano.luis@gmail.com](mailto:damiano.luis@gmail.com)

2018-04-17

- Curso **introductorio**.
- Conocimientos teóricos **básicos pero sólidos** que permitan un estudio independiente en temas más profundos.
- Foco en modelos probabilísticos (comparar contra modelos no probabilísticos).
- Visión aplicada con especial atención en las cuestiones metodológicas relacionadas con el análisis de datos.
- Familiaridad con las rutinas de R que más se emplean en el análisis de series de tiempo.
- ¿Interesados en modelos más complejos? Tesis de Maestría!

## ¿Qué temas veremos?

- Procesos estacionarios (autoregresivos y de media móvil).
- Procesos no estacionarios.
- Transformaciones.
- Estacionalidad.
- Identificación, estimación, diagnóstico y selección de modelos
- Pronósticos probabilísticos.
- Valores atípicos.
- Breve mención a modelos de espacio de estado.
- Breve mención a modelos de suavizados.
- Lenguaje de Programación R !!!

## ¿Qué temas no veremos?

- Enfoque de dominio.
- Datos con períodos de tiempo irregulares.
- Datos discretos, o continuos con cotas.
- Datos faltantes.
- Observaciones multivariadas.
- Heterocedasticidad condicional.
- Procesos de memoria larga.
- Modelos de tiempo continuo.
- Modelos de suavizados como espacio de estados.
- Modelos no paramétricos.
- Modelos no lineales.
- Modelos Bayesianos :(

## Prácticos:

- Shumway and Stoffer (2017) Capítulos 1-3, 6\*.
- Metcalfe and Cowpertwait (2009) Capítulos 1-3, 6-7, 12\*.
- Cryer and Chan (2008) Capítulos 1-10.
- Tsay (2010) Capítulos 1-2, 11\*.
- Hyndman and Athanasopoulos (2018) Capítulos 1-3, 6, 8.
- Peña (2010) Capítulos 1-13.
- Campagnoli, Petrone, and Petris (2009) Capítulos 2-3\*.

## Teóricos:

- Hamilton (1994) Capítulos 1-5, 15, 17.
- Brockwell and Davis (2016) Capítulos 1-3, 5-6, 8\*.

\* Mención a los modelos de espacio de estado.

**R es un gran ecosistema para el análisis de series de tiempo.**

- Gran variedad de paquetes pensados para leer, manipular, graficar, y modelar series de tiempo.
  - Vista de Time Series en CRAN.
  - Econometría.
  - Finanzas.

Algunas tareas básicas:

- ¿Cómo leer una serie de tiempo desde diferentes formatos de archivos?
- ¿Cómo representar una serie de tiempo?
- ¿Cómo manipular una serie de tiempo?

# R: Lectura de datos

Desde un archivo de texto plano

```
# http://bit.ly/2tVI81B
```

```
df <- read.table(  
  file = "data//BCRABadlar.txt",  
  header = TRUE,  
  sep = "\t",  
  dec = ",",  
)  
  
head(df)
```

```
##      FECHA  VALOR  
## 1 14/03/2018 23.0625  
## 2 13/03/2018 23.0000  
## 3 12/03/2018 22.5625  
## 4 09/03/2018 22.7500  
## 5 08/03/2018 22.8125  
## 6 07/03/2018 22.6250
```

Desde una planilla de cálculo *xlsx*

```
# http://bit.ly/2IzBrp5
```

```
library(openxlsx)  
  
df <- read.xlsx(  
  xlsxFFile = "data//INDEXProyecciones.xlsx",  
  sheet = "Sheet1",  
  rows = c(6, 9:39)  
)  
  
head(df)
```

```
##      X1    Total Varones  Mujeres  
## 1 2010 40788453 19940704 20847749  
## 2 2011 41261490 20180791 21080699  
## 3 2012 41733271 20420391 21312880  
## 4 2013 42202935 20659037 21543898  
## 5 2014 42669500 20896203 21773297  
## 6 2015 43131966 21131346 22000620
```

# R: Representación de los datos

- Los datos suelen leídos en un objeto `data.frame`.
  - Los timestamps suelen importarse como cadenas de caracteres. No son una verdadera representación del tiempo.
  - No trae herramientas pensadas para el análisis de series de tiempo.
- Representando una serie de tiempos como un objeto `ts`.
  - Indexa las observaciones en unidades discretas y equiespaciadas de tiempo.
  - Requiere definir la frecuencia como cantidad de observaciones por unidad de tiempo.
  - No emplea fechas.
- Representando una serie de tiempos como un objeto `xts`.
  - Basado en `zoo`.
  - Requiere primero convertir timestamps en formato tiempo.
  - Admite series con datos no equi-espaciados.
  - Trae herramientas gráficas diseñadas especialmente para series de tiempo.
  - Trae operadores típicos para series de tiempo (ej. `lag`, `diff`).
  - Trae funciones para manipular datos secuenciales (ej. `rollsum`, `rollapply`)
  - Permite manipular datos basados en el timestamp (ej. `x[2017/2018]`, `align.time`, `apply.weely`).
  - Permite unir conjuntos de datos basados en el timestamp (ej. `cbind`, `merge`).

# R: Manipulación de datos (1)

Leer datos y convertir en formato ts.

```
# http://bit.ly/2tVI81B

df <- read.table(
  file = "data/BCRABadlar.txt",
  header = TRUE,
  sep = "\t",
  dec = ",",
)

z <- ts(data = df[, 2], frequency = 1)

head(z)

## Time Series:
## Start = 1
## End = 6
## Frequency = 1
## [1] 23.0625 23.0000 22.5625 22.7500 22.8125 22.6250
```



# R: Manipulación de datos (2)

Leer datos y convertir en formato xts.

```
# http://bit.ly/2tVI81B

df <- read.table(
  file = "data/BCRABadlar.txt",
  header = TRUE,
  sep = "\t",
  dec = ",",
)

df[, 1] <- as.POSIXct(df[, 1], format = "%d/%m/%Y")

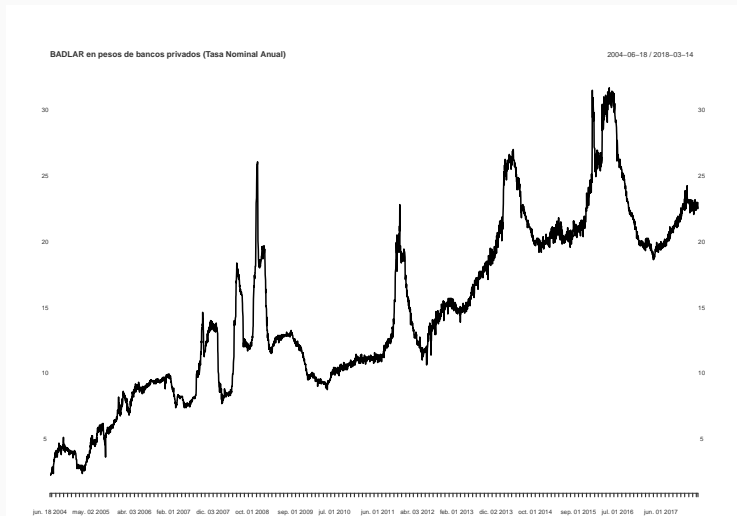
z <- xts(x = df[, 2], order.by = df[, 1])

head(z)

##           [,1]
## 2004-06-18 2.3125
## 2004-06-22 2.3125
## 2004-06-23 2.3125
## 2004-06-24 2.3750
## 2004-06-25 2.3750
## 2004-06-28 2.4375
```

# R: Manipulación de datos (3)

## Graficar series de tiempo automáticamente!



## R: Manipulación de datos (4)

Manipulaciones típicas con datos secuenciales y/o indexados por el tiempo.

```
# Valor de hoy, valor del período anterior,  
# valor del quinto paso anterior,  
# valor del período siguiente,  
# primera diferencia
```

```
head(  
  cbind(  
    z, lag(z), lag(z, k = 5),  
    lag(z, k = -1), diff(z)  
  )  
)
```

```
##           ..1    ..2    ..3    ..4    ..5  
## 2004-06-18 2.3125    NA    NA 2.3125    NA  
## 2004-06-22 2.3125 2.3125    NA 2.3125 0.0000  
## 2004-06-23 2.3125 2.3125    NA 2.3750 0.0000  
## 2004-06-24 2.3750 2.3125    NA 2.3750 0.0625  
## 2004-06-25 2.3750 2.3750    NA 2.4375 0.0000  
## 2004-06-28 2.4375 2.3750 2.3125 2.5000 0.0625
```

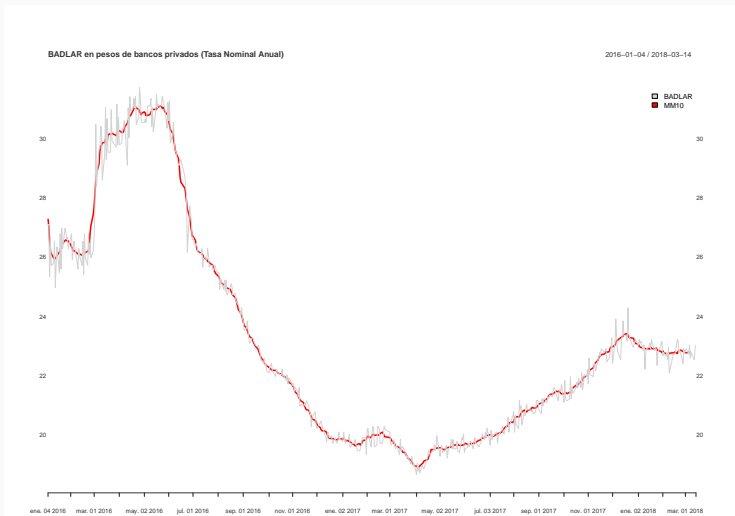
```
# Promedio por semana para el último año
```

```
head(  
  apply.weekly(z["2018"], mean)  
)
```

```
##           [,1]  
## 2018-01-05 23.15625  
## 2018-01-12 22.78750  
## 2018-01-19 23.08750  
## 2018-01-26 22.78750  
## 2018-02-02 22.96250  
## 2018-02-09 22.63750
```

# R: Manipulación de datos (5)

Procesar datos usando una ventana móvil (*rolling window*).



¿Qué muestra este gráfico?

- $T$  Tamaño de la muestra
- $t$  Índice de tiempo (discreto)
- $Z_t$  Observaciones
- $a_t$  Error aleatorio
- $\mu$  Función de media
- $\sigma^2$  Función de varianza
- $\gamma_k$  Función de autocovarianza (función de  $k$ )
- $\rho_k$  Función de autocorrelación (función de  $k$ )
- $\Phi_{kk}$  Función de autocorrelación parcial (función de  $k$ )
- $\phi_k$  Coeficiente autorregresivo para el  $k$ -ésimo rezago
- $\theta_k$  Coeficiente de media móvil para el  $k$ -ésimo rezago
- $k$  Rezago medido en cantidad de pasos
- $h$  Horizonte medido en pasos hacia adelante
- $s$  Subíndice de estacionalidad
- $p$  Orden del proceso autorregresivo
- $q$  Orden del proceso de media móvil

## Notación específica para modelos de espacio de estados

- $p$  Observaciones
- $m$  Estados
- $g$  Dimensión del error aleatorio
- $y_t$  Vector  $p \times 1$  de observaciones
- $\alpha_t$  Vector  $m \times 1$  de estado (latente/no observado)
- $Z_t$  Matriz  $p \times m$  de salida
- $T_t$  Matriz  $m \times m$  de transición de estados
- $R_t$  Matriz  $m \times g$  de selección
- $\eta_t$  Vector  $g \times 1$  de error aleatorio
- $H_t$  varianza del error de medida
- $Q_t$  Matriz  $g \times g$  de covariancias del error de transición

- Comandos básicos de R.
- Algunas funciones que emplearemos durante el curso:
  - base: ts, tsdiag, acf, pacf, arima, arima.sim, head, tail, fitted, residuals, coef, decompose.
  - xts: xts, plot, first, last, apply.\*, rollapply, roll\*.
  - forecast: Acf, Pacf, seasonplot, tsdisplay, Arima, ets, forecast.

# Referencias

- Brockwell, Peter J., and Richard A. Davis. 2016. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer International Publishing. doi:[10.1007/978-3-319-29854-2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2).
- Campagnoli, Patrizia, Sonia Petrone, and Giovanni Petris. 2009. *Dynamic Linear Models with R*. Springer New York. doi:[10.1007/b135794](https://doi.org/10.1007/b135794).
- Cryer, Jonathan D., and Kung-Sik Chan. 2008. *Time Series Analysis*. Springer New York. doi:[10.1007/978-0-387-75959-3](https://doi.org/10.1007/978-0-387-75959-3).
- Hamilton, James D. 1994. *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Hyndman, Rob J, and George Athanasopoulos. 2018. *Forecasting: Principles and Practice*. <https://otexts.org/fpp2/>.
- Metcalfe, Andrew V., and Paul S.P. Cowpertwait. 2009. *Introductory Time Series with R*. Springer New York. doi:[10.1007/978-0-387-88698-5](https://doi.org/10.1007/978-0-387-88698-5).
- Peña, Daniel. 2010. *Análisis de Series Temporales*. Alianza.
- Shumway, Robert H., and David S. Stoffer. 2017. *Time Series Analysis and Its Applications*. Springer International Publishing. doi:[10.1007/978-3-319-52452-8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52452-8).
- Tsay, Ruey S. 2010. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, Inc. doi:[10.1002/9780470644560](https://doi.org/10.1002/9780470644560).