

MODELACIÓN DEL PRECIO PARA LA COMPRA Y VENTA DE ACEITE DE SOYA

Nidia Munevar - Leonardo Palacios

2023-09-26

Contents

1	Resumen	5
2	Introduccion	7
3	Justificacion	9
4	Serie de Tiempo	11
5	Analisis Exploratorio	15
6	Promedio Movil	19
7	Rezago	23
8	Descomposicion	25
9	Estacionariedad	29
10	Diferenciacion	31
11	Holter-Winter	33
12	ARIMA	45
13	Prophet	49
14	Elman	55
15	Jordan	59

Chapter 1

Resumen

El proyecto aplicado a realizar es la modelación del precio para la compra y venta de aceite de soya.

Chapter 2

Introduccion

En el mercado de venta y compra de materias primas agrícolas intervienen diferentes actores, los precios son públicos y son afectados por diferentes variables tales como el precio del petróleo, la tasa de cambio, el clima entre otros elementos. La necesidad de los actores es mejorar sus decisiones y de esta forma su rentabilidad, los precios de las materias primas afectan directamente al mercado y a los precios de los bienes producidos a partir de estas, es decir estos valores terminan impactando al comprador final.

Chapter 3

Justificacion

El proyecto está planteado ante una necesidad de los actores que requieren mejorar sus decisiones y de esta forma su rentabilidad. Los precios de las materias primas afectan directamente al mercado y a los precios de los bienes producidos a partir de estas materias, es decir estos valores terminan impactando al comprador final.

Chapter 4

Serie de Tiempo

```
# Cargar la biblioteca quantmod  
library(quantmod)
```

```
## Loading required package: xts
```

```
## Loading required package: zoo
```

```
##  
## Attaching package: 'zoo'
```

```
## The following objects are masked from 'package:base':  
##  
##   as.Date, as.Date.numeric
```

```
## Loading required package: TTR
```

```
## Registered S3 method overwritten by 'quantmod':  
##   method             from  
##   as.zoo.data.frame zoo
```

```
# Especificar el símbolo para futuros de soja  
symbol <- "ZS=F"
```

```
# Descargar los datos históricos desde el 1 de enero de 2010 hasta hoy  
getSymbols(symbol, from = "2010-01-01", to = Sys.Date(), auto.assign = TRUE)
```

```
## [1] "ZS=F"
```

```
# Crear un data frame con la serie de tiempo
soybean_data <- data.frame(Date = index(get(symbol)),
                           Open = Op(get(symbol)),
                           High = Hi(get(symbol)),
                           Low = Lo(get(symbol)),
                           Close = Cl(get(symbol)),
                           Volume = Vo(get(symbol))
                           )

# Eliminar filas con valores NA
soybean_data <- na.omit(soybean_data)

# Muestra los primeros registros del data frame
head(soybean_data)
```

```
##           Date ZS.F.Open ZS.F.High ZS.F.Low ZS.F.Close ZS.F.Volume
## 2010-01-04 2010-01-04   1043.00   1065.50  1041.25   1049.50       25947
## 2010-01-05 2010-01-05   1047.00   1056.00  1042.00   1052.25       21073
## 2010-01-06 2010-01-06   1050.00   1058.50  1042.75   1050.50       17567
## 2010-01-07 2010-01-07   1050.50   1052.00  1016.50   1017.75       11750
## 2010-01-08 2010-01-08   1018.25   1018.25  1005.00   1013.00       11750
## 2010-01-11 2010-01-11   1014.00   1022.00   997.50   1001.75       11750
```

```
class(soybean_data)
```

```
## [1] "data.frame"
```

```
# Cargar la biblioteca xts
library(xts)

# Crear una serie de tiempo xts a partir del data frame soybean_data
soybean_xts <- xts(soybean_data[, -1], order.by = soybean_data$Date)

# Verificar la serie de tiempo
head(soybean_xts)
```

```
##           ZS.F.Open ZS.F.High ZS.F.Low ZS.F.Close ZS.F.Volume
## 2010-01-04   1043.00   1065.50  1041.25   1049.50       25947
## 2010-01-05   1047.00   1056.00  1042.00   1052.25       21073
## 2010-01-06   1050.00   1058.50  1042.75   1050.50       17567
## 2010-01-07   1050.50   1052.00  1016.50   1017.75       11750
## 2010-01-08   1018.25   1018.25  1005.00   1013.00       11750
## 2010-01-11   1014.00   1022.00   997.50   1001.75       11750
```

```
class(soybean_xts)
```

```
## [1] "xts" "zoo"
```


Chapter 5

Analisis Exploratorio

```
# Cargar la biblioteca quantmod
library(quantmod)

# Especificar el símbolo para futuros de soja
symbol <- "ZS=F"

# Descargar los datos históricos desde el 1 de enero de 2010 hasta hoy
getSymbols(symbol, from = "2010-01-01", to = Sys.Date(), auto.assign = TRUE)
```

```
## [1] "ZS=F"
```

```
# Crear un data frame con la serie de tiempo
soybean_data <- data.frame(Date = index(get(symbol)),
                           Open = Op(get(symbol)),
                           High = Hi(get(symbol)),
                           Low = Lo(get(symbol)),
                           Close = Cl(get(symbol)),
                           Volume = Vo(get(symbol))
)

# Eliminar filas con valores NA
soybean_data <- na.omit(soybean_data)

head(soybean_data)
```

```
##           Date ZS.F.Open ZS.F.High ZS.F.Low ZS.F.Close ZS.F.Volume
```

```
## 2010-01-04 2010-01-04 1043.00 1065.50 1041.25 1049.50 25947
## 2010-01-05 2010-01-05 1047.00 1056.00 1042.00 1052.25 21073
## 2010-01-06 2010-01-06 1050.00 1058.50 1042.75 1050.50 17567
## 2010-01-07 2010-01-07 1050.50 1052.00 1016.50 1017.75 11750
## 2010-01-08 2010-01-08 1018.25 1018.25 1005.00 1013.00 11750
## 2010-01-11 2010-01-11 1014.00 1022.00 997.50 1001.75 11750
```

```
# Cargar la biblioteca xts
library(xts)

# Crear una serie de tiempo xts a partir del data frame soybean_data
soybean_xts <- xts(soybean_data[, -1], order.by = soybean_data$Date)

# Verificar la serie de tiempo
head(soybean_xts)
```

```
##           ZS.F.Open ZS.F.High ZS.F.Low ZS.F.Close ZS.F.Volume
## 2010-01-04    1043.00    1065.50    1041.25    1049.50        25947
## 2010-01-05    1047.00    1056.00    1042.00    1052.25        21073
## 2010-01-06    1050.00    1058.50    1042.75    1050.50        17567
## 2010-01-07    1050.50    1052.00    1016.50    1017.75        11750
## 2010-01-08    1018.25    1018.25    1005.00    1013.00        11750
## 2010-01-11    1014.00    1022.00     997.50    1001.75        11750
```

```
class(soybean_xts)
```

```
## [1] "xts" "zoo"
```

```
# Acceder a la columna "ZS.F.Close" en soybean_xts
close_prices <- soybean_xts[, "ZS.F.Close"]

# Imprimir las primeras filas de la columna Close
print(head(close_prices))
```

```
##           ZS.F.Close
## 2010-01-04    1049.50
## 2010-01-05    1052.25
## 2010-01-06    1050.50
## 2010-01-07    1017.75
## 2010-01-08    1013.00
## 2010-01-11    1001.75
```



```
head(soybean_xts)
```

```
##           ZS.F.Open ZS.F.High ZS.F.Low ZS.F.Close ZS.F.Volume
## 2010-01-04   1043.00   1065.50  1041.25   1049.50       25947
## 2010-01-05   1047.00   1056.00  1042.00   1052.25       21073
## 2010-01-06   1050.00   1058.50  1042.75   1050.50       17567
## 2010-01-07   1050.50   1052.00  1016.50   1017.75       11750
## 2010-01-08   1018.25   1018.25  1005.00   1013.00       11750
## 2010-01-11   1014.00   1022.00   997.50   1001.75       11750
```

```
# Cargar la biblioteca ggplot2 para hacer gráficos
```

```
library(ggplot2)
```

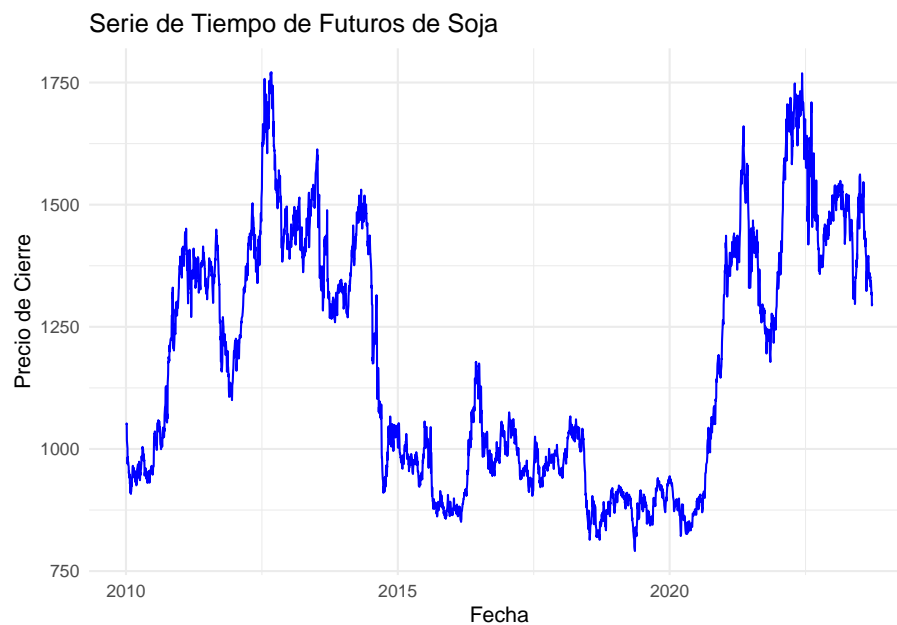
```
## Warning: package 'ggplot2' was built under R version 4.2.3
```

```
# Crear un gráfico de serie de tiempo
```

```
ggplot(data = NULL, aes(x = index(close_prices), y = close_prices)) +  
  geom_line(color = "blue") +  
  labs(x = "Fecha", y = "Precio de Cierre", title = "Serie de Tiempo de Futuros de Soja") +  
  theme_minimal()
```

```
## Don't know how to automatically pick scale for object of type <xts/zoo>.
```

```
## Defaulting to continuous.
```



Chapter 6

Promedio Movil

Cuando aplicamos un promedio móvil a una serie de tiempo, cada punto de la serie transformada (promediada) es el promedio de un número determinado de puntos anteriores, actuales y futuros de la serie original. Este número de puntos que decides promediar se llama “ventana” del promedio móvil.

```
# Cargar la biblioteca quantmod
library(quantmod)

# Especificar el símbolo para futuros de soja
symbol <- "ZS=F"

# Descargar los datos históricos desde el 1 de enero de 2010 hasta hoy
getSymbols(symbol, from = "2010-01-01", to = Sys.Date(), auto.assign = TRUE)
```

```
## Warning: ZS=F contains missing values. Some functions will not work if objects
## contain missing values in the middle of the series. Consider using na.omit(),
## na.approx(), na.fill(), etc to remove or replace them.
```

```
## [1] "ZS=F"
```

```
# Crear un data frame con la serie de tiempo
soybean_data <- data.frame(Date = index(get(symbol)),
                           Open = Op(get(symbol)),
                           High = Hi(get(symbol)),
                           Low = Lo(get(symbol)),
                           Close = Cl(get(symbol)),
                           Volume = Vo(get(symbol))
                           )
```

```
# Eliminar filas con valores NA
soybean_data <- na.omit(soybean_data)
```

```
# Muestra los primeros registros del data frame
# head(soybean_data)
```

```
# Cargar la biblioteca xts
library(xts)
```

```
# Crear una serie de tiempo xts a partir del data frame soybean_data
soybean_xts <- xts(soybean_data[, -1], order.by = soybean_data$Date)
```

```
# Verificar la serie de tiempo
# head(soybean_xts)
```

```
library(ggplot2)
library(TTR)
library(scales)
```

```
## Warning: package 'scales' was built under R version 4.2.3
```

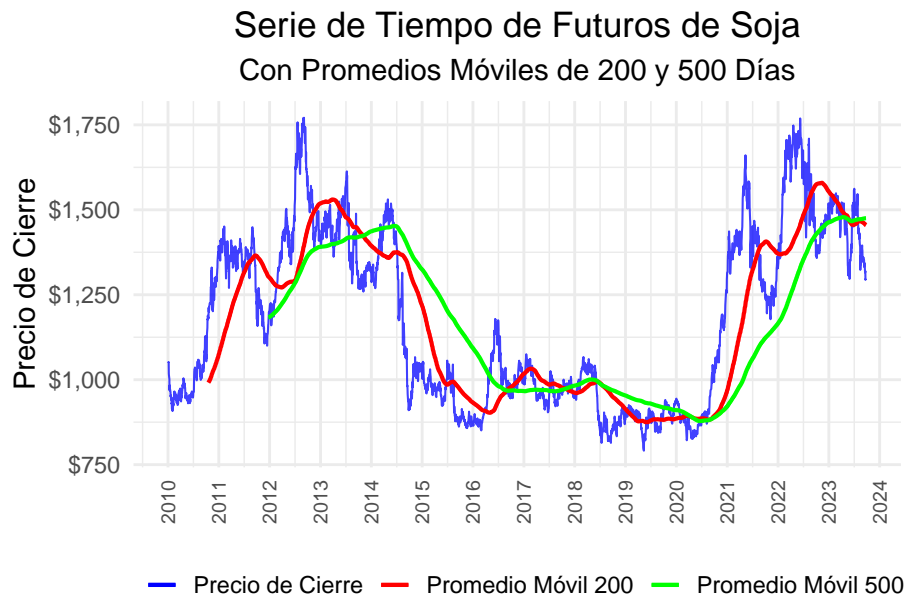
```
# Convertir el objeto xts a data.frame
soybean_df <- as.data.frame(soybean_xts)
soybean_df$Date <- index(soybean_xts)
```

```
# Calcular SMA_200 y SMA_500
soybean_df$SMA_200 <- SMA(soybean_df$ZS.F.Close, n = 200)
soybean_df$SMA_500 <- SMA(soybean_df$ZS.F.Close, n = 500)
```

```
# Usar ggplot2 para visualizar los datos
ggplot(soybean_df, aes(x = Date)) +
  geom_line(aes(y = ZS.F.Close, color = 'Precio de Cierre'), alpha = 0.75) +
  geom_line(aes(y = SMA_200, color = 'Promedio Móvil 200'), size = 1, na.rm = TRUE) +
  geom_line(aes(y = SMA_500, color = 'Promedio Móvil 500'), size = 1, na.rm = TRUE) +
  theme_minimal(base_size = 15) +
  labs(title = 'Serie de Tiempo de Futuros de Soja',
        subtitle = 'Con Promedios Móviles de 200 y 500 Días',
        y = 'Precio de Cierre') +
  theme(axis.title.x = element_blank(),
        axis.text.x = element_text(size = 10, angle = 90, vjust = 0.5),
        plot.title = element_text(hjust = 0.5),
        plot.subtitle = element_text(hjust = 0.5),
        legend.position = "bottom") +
```

```
scale_x_date(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
scale_y_continuous(labels = dollar_format()) +
scale_color_manual(values = c('Precio de Cierre' = 'blue', 'Promedio Móvil 200' = 'red', 'Promedio Móvil 500' = 'green'),
name = "")
```

```
## Warning: Using `size` aesthetic for lines was deprecated in ggplot2 3.4.0.
## i Please use `linewidth` instead.
## This warning is displayed once every 8 hours.
## Call `lifecycle::last_lifecycle_warnings()` to see where this warning was
## generated.
```



Observaciones:

Entre los años 2013 y mediados del 2014 se puede ver cambios en la tendencia de la serie de tiempo de futuros de la soja, tanto para el promedio móvil de 200 días, como para el de 500 días el cual es mas marcado.

Entre los años 2021 y mediados del 2023 se puede ver cambios en la tendencia de la serie de tiempo de futuros de la soja, tanto para el promedio móvil de 200 días, como para el de 500 días el cual es mas marcado. Se podría llegar a validar por medio de un mayor estudio de este tiempo si la afectación fue causada por el desarrollo de la pandemia del covid-19 la cual inicio en marzo de 2020 e inicio a retrocer en Agosto de 2021 cuando se inicio el uso de las vacunas.

Al suavizar las fluctuaciones menores, a través de los promedios móviles se logro resaltar las tendencias subyacentes en los datos.

Chapter 7

Rezago

El concepto de rezago es fundamental para analizar y modelar series de tiempo porque permite entender cómo los valores pasados pueden influir en los valores presentes o futuros de la serie. Al analizar los rezagos, podemos identificar patrones, hacer predicciones más precisas y entender mejor la dinámica subyacente de los datos.

```
# Sin cargar la librería dplyr para evitar conflictos
datos_lag <- data.frame(
  Close = as.numeric(coredata(soybean_xts)),
  Lag = as.numeric(coredata(stats::lag(soybean_xts))) # Usar stats::lag para evitar conflictos
)

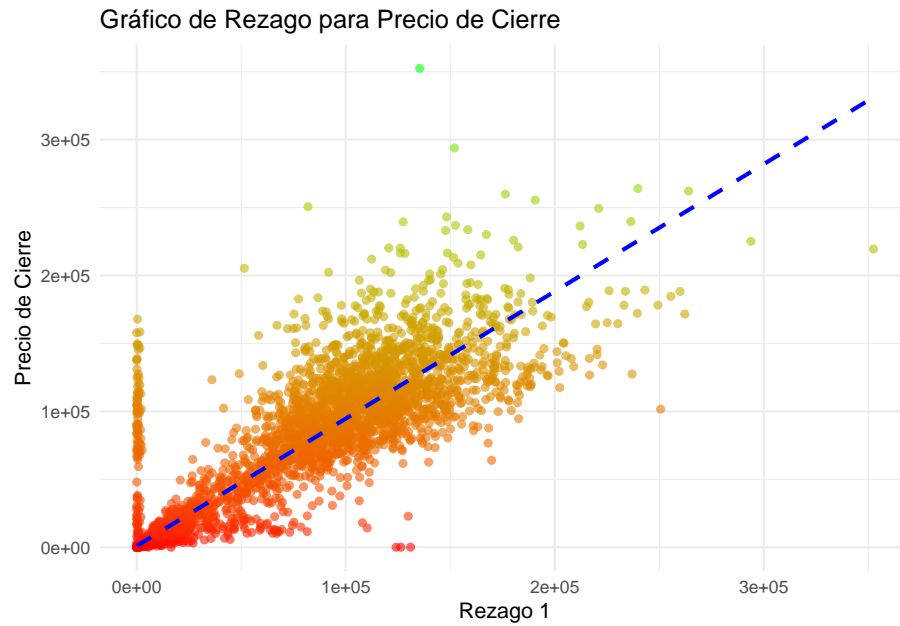
# Comprobando que ambos vectores tengan la misma longitud
stopifnot(length(datos_lag$Close) == length(datos_lag$Lag)) # Detiene la ejecución si no son TRUE

# Crear el gráfico de rezago con ggplot2
library(ggplot2)
ggplot(datos_lag, aes(x=Lag, y=Close)) +
  geom_point(aes(color = Close), alpha=0.6) +
  geom_smooth(method = 'lm', se = FALSE, color="blue", linetype="dashed") +
  scale_color_gradient(low="red", high="green") +
  theme_minimal() +
  labs(title="Gráfico de Rezago para Precio de Cierre", x="Rezago 1", y="Precio de Cierre") +
  theme(legend.position="none")

## `geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'

## Warning: Removed 5 rows containing non-finite values (`stat_smooth()`).
```

```
## Warning: Removed 5 rows containing missing values (`geom_point()`).
```



Se ve un patrón claro o una agrupación de puntos en el gráfico de rezago 1, por lo tanto es probable que exista una autocorrelación significativa. Se puede considerar modelos de series de tiempo como ARIMA que toman en cuenta la autocorrelación para hacer predicciones más precisas de ser necesario.

Chapter 8

Descomposicion

Se refiere a los patrones o tendencias que se repiten a intervalos regulares, como cada día, mes, trimestre o año, dependiendo de la frecuencia de los datos. En otras palabras, es como un ciclo que se repite en el tiempo.

DESCOMPOSICION

Con la funcion decompose podemos hallar la:

Observed: Serie de tiempo original.

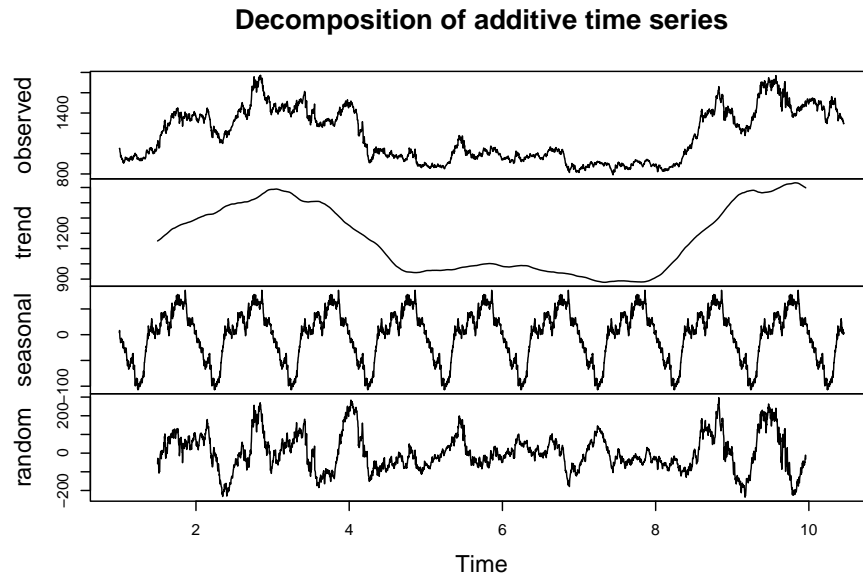
Tendencia (trend): Muestra la dirección general en la que se mueven los datos a largo plazo, sin tener en cuenta las fluctuaciones estacionales o irregulares.

Estacionalidad (seasonal): Representa las fluctuaciones que ocurren en intervalos regulares, como los cambios diarios, mensuales o anuales, debido a la estacionalidad.

Error o Residuo (random): Es la parte de la serie de tiempo que no se puede atribuir ni a la tendencia ni a la estacionalidad. Captura la variabilidad en los datos que no se puede explicar por los otros dos componentes.

```
# Convertir a objeto ts, aquí supondré que tienes datos diarios.
frecuencia <- 365 # (12 para mensual, 4 para trimestral, etc.)
soybean_ts <- ts(soybean_xts[, "ZS.F.Close"], frequency = frecuencia)

# Utilizar decompose
soybean_decomposed <- decompose(soybean_ts)
plot(soybean_decomposed)
```



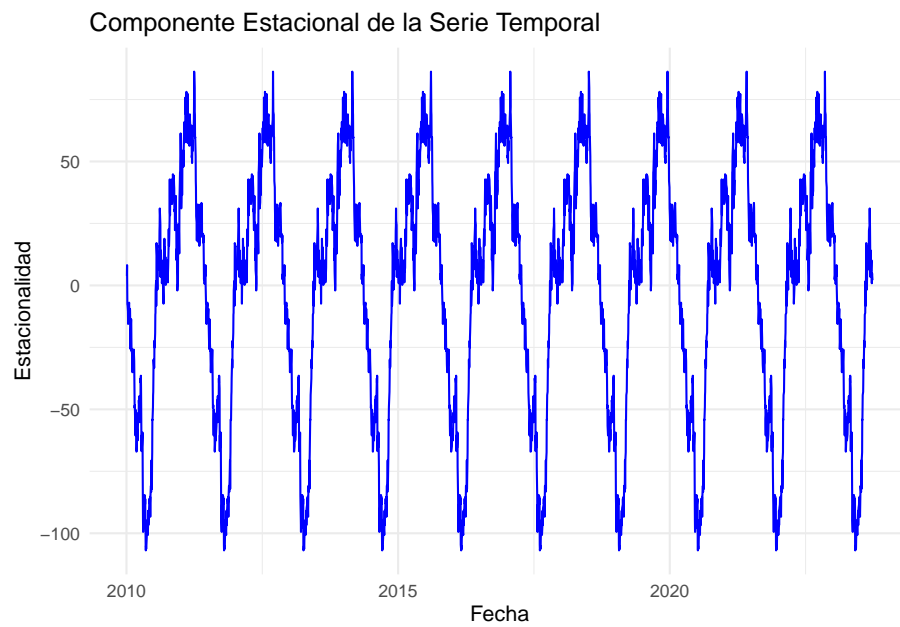
Al validar el componente estacional de la serie por separado, como se ve en la siguiente imagen:

```
# Extraer el componente estacional y convertir el tiempo en fecha
seasonal_df <- data.frame(
  Date = as.Date(index(soybean_xts)),
  Seasonal = as.numeric(soybean_decomposed$seasonal)
)
```

```
# Eliminar las filas con NA en el componente estacional (pueden aparecer dependiendo d
seasonal_df <- seasonal_df[!is.na(seasonal_df$Seasonal), ]
```

```
library(ggplot2)

ggplot(seasonal_df, aes(x=Date, y=Seasonal)) +
  geom_line(color="blue") +
  theme_minimal() +
  labs(title="Componente Estacional de la Serie Temporal", x="Fecha", y="Estacionalidad")
  theme(legend.position="none")
```



Podemos deducir que la serie de tiempo de los precios del aceite de soya:

1. Muestra patrones claros y consistentes, esto sugiere que la serie temporal tiene ciclos regulares que se repiten a intervalos fijos.
2. Se pueden identificar en qué momentos del ciclo tienden a ocurrir los valores altos y bajos de la serie.

Chapter 9

Estacionariedad

La prueba de Dickey-Fuller, específicamente el test ADF (Augmented Dickey-Fuller), es una prueba estadística utilizada para determinar si una serie temporal tiene una raíz unitaria, es decir, si es no estacionaria y presenta alguna forma de estructura temporal como una tendencia o una estacionalidad.

Vamos a comprobar mediante esta prueba si es o no estacionaria la serie de tiempo del precio del aceite de soya.

```
# Cargar el paquete necesario
library(tseries)

## Warning: package 'tseries' was built under R version 4.2.3

# Supón que tienes una serie temporal llamada 'mi_serie'
# Realizar la prueba de Dickey-Fuller Aumentada
resultado_adf <- adf.test(soybean_ts)

# Imprimir el resultado
print(resultado_adf)

##
## Augmented Dickey-Fuller Test
##
## data: soybean_ts
## Dickey-Fuller = -2.0289, Lag order = 15, p-value = 0.5661
## alternative hypothesis: stationary
```

Cuando hacemos una prueba como esta, estamos tratando de averiguar si la serie de tiempo es “estacionaria” o no. Una serie estacionaria es aquella cuyas propiedades, como la media y la varianza, no cambian con el tiempo.

En esta prueba, tenemos algo llamado valor p , que es como un termómetro que nos dice qué tan seguros estamos de si la serie de tiempo es estacionaria o no. Un valor p pequeño (menor que 0.05) nos dice: “La serie es estacionaria”. Un valor p grande (mayor que 0.05) nos dice: “La serie no es estacionaria”.

En este caso, el valor p es 0.5657, que es bastante grande, así que, la serie de tiempo no es estacionaria.

Chapter 10

Diferenciacion

Diferenciar una serie temporal es un proceso utilizado para hacer que una serie no estacionaria se vuelva estacionaria. La idea es transformar la serie de datos para estabilizar la media de la serie temporal, eliminando tendencias y efectos estacionales. En otras palabras, se busca que las propiedades de la serie (como la media y la varianza) no cambien con el tiempo.

```
# Inicializa un contador para las diferenciaciones
diferencias <- 0

# Realiza el test ADF y verifica la estacionariedad
while(TRUE) {
  p_value <- adf.test(soybean_ts)$p.value
  cat("Número de diferenciaciones:", diferencias, "- Valor p:", p_value, "\n")

  # Si el valor p es menor que 0.05, la serie es estacionaria, y puedes salir del bucle.
  if(p_value < 0.05) {
    cat("La serie se volvió estacionaria después de", diferencias, "diferenciaciones.\n")
    break
  }

  # Si has llegado al final de la serie, sal del bucle
  if(length(soybean_ts) <= 1) {
    cat("La serie no se volvió estacionaria después de diferenciar.\n")
    break
  }

  # Si no es estacionaria, diferenciar la serie una vez más y continuar el bucle.
  soybean_ts <- diff(soybean_ts)
  diferencias <- diferencias + 1
}
```

```
## Número de diferencias: 0 - Valor p: 0.5660899

## Warning in adf.test(soybean_ts): p-value smaller than printed p-value

## Número de diferencias: 1 - Valor p: 0.01
## La serie se volvió estacionaria después de 1 diferenciaciones.
```

Conclusión:

Antes de realizar cualquier diferenciación ($d = 0$), el valor p de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada es 0.5657422, lo que es mayor que 0.05. Por lo tanto, no puedes rechazar la hipótesis nula de que existe una raíz unitaria, y se concluye que la serie original no es estacionaria.

Después de diferenciar la serie una vez ($d = 1$), el valor p de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada es 0.01, lo cual es menor que 0.05.

La serie de tiempo original no es estacionaria, pero después de realizar una diferenciación, la serie resultante sí es estacionaria.

Fue necesario transformarla o diferenciarla para eliminar la tendencia y estabilizar la varianza, antes de aplicar modelos de series temporales como ARIMA.

Chapter 11

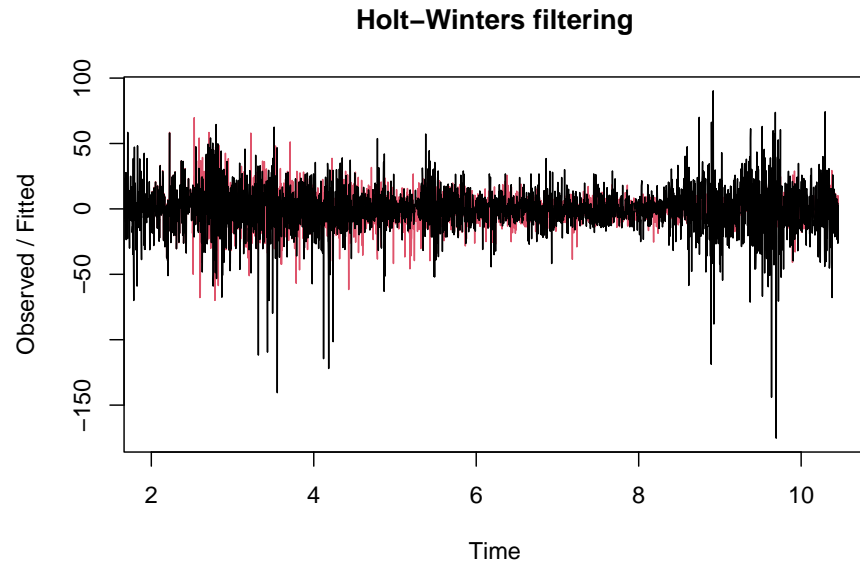
Holter-Winter

La metodología Holt-Winters, también conocida como triple suavizado exponencial, es útil para series de tiempo con componentes de tendencia y estacionalidad.

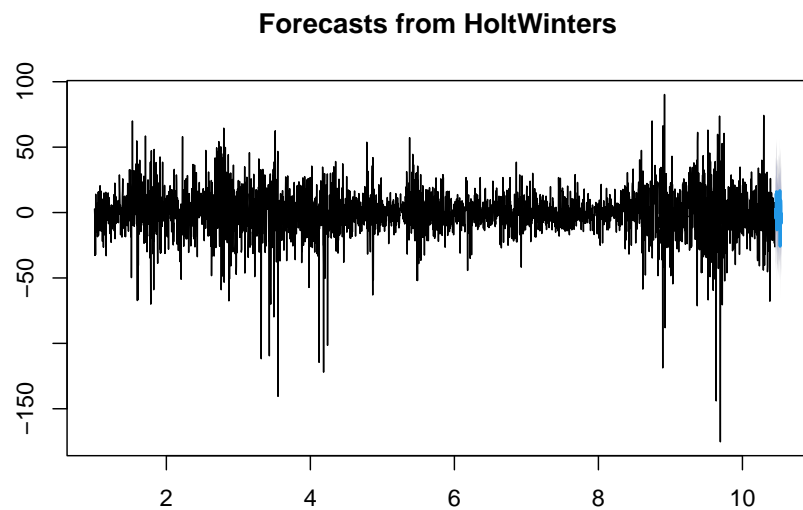
```
library(forecast) # Necesario para pronosticar con el modelo Holt-Winters
```

```
## Warning: package 'forecast' was built under R version 4.2.3
```

```
# Ajustar el modelo Holt-Winters  
hw_model <- HoltWinters(soybean_ts)  
# Visualizar componentes del modelo  
plot(hw_model)
```



```
# Pronosticar los siguientes 30 días (o la cantidad que desees)
library(forecast)
hw_forecast <- forecast(hw_model, h = 30) # Cambia 30 por el número de periodos que q
plot(hw_forecast)
```



```
# Revisar detalles del modelo y del pronóstico
summary(hw_model)
```

```
##           Length Class  Mode
## fitted      12348 mts    numeric
## x           3452 ts     numeric
## alpha        1 -none- numeric
## beta         1 -none- numeric
## gamma        1 -none- numeric
## coefficients  367 -none- numeric
## seasonal     1 -none- character
## SSE          1 -none- numeric
## call         2 -none- call
```

```
summary(hw_forecast)
```

```
##
## Forecast method: HoltWinters
##
## Model Information:
## Holt-Winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component.
##
## Call:
## HoltWinters(x = soybean_ts)
##
## Smoothing parameters:
##  alpha: 0.001513595
##  beta : 0
##  gamma: 0.3523387
##
## Coefficients:
##           [,1]
## a      -1.929391138
## b      -0.001484417
## s1       4.582162383
## s2       2.917054320
## s3      -2.792023886
## s4      16.438699482
## s5      10.324668487
## s6      17.926924350
## s7       5.229401015
## s8     -11.326377965
## s9       0.963002245
## s10      3.007431334
```

```
## s11    1.798317222
## s12   -3.367555137
## s13   -0.288966674
## s14   -6.256853382
## s15    0.468146356
## s16    6.237588050
## s17    4.798310102
## s18   -4.144225802
## s19   -9.696902544
## s20    3.720422996
## s21    6.916946502
## s22   -0.323101548
## s23   18.792492632
## s24  -23.815178035
## s25   11.560375345
## s26   -6.126604491
## s27   11.363620621
## s28    6.818268284
## s29   -6.403242763
## s30    1.183016479
## s31    0.671356135
## s32   18.851600512
## s33   10.311896291
## s34  -16.750753452
## s35    7.154940441
## s36   18.997617648
## s37   -4.232110804
## s38    2.587679523
## s39   10.740245891
## s40    5.347627847
## s41    8.698699935
## s42    3.632347595
## s43  -10.917325854
## s44   -1.966024311
## s45    0.948067100
## s46   10.231119777
## s47    4.127298154
## s48   -5.211077122
## s49   -6.615404268
## s50  -21.180146051
## s51   12.973504422
## s52    7.723456160
## s53   16.768126045
## s54   -0.163355807
## s55   -4.699983094
## s56  -18.563517056
```

```
## s57 -14.144309214
## s58 -12.700828126
## s59 15.057799618
## s60 17.042194147
## s61 7.282569696
## s62 -20.771751904
## s63 1.987600563
## s64 6.129687038
## s65 -52.312998249
## s66 14.410245702
## s67 -8.416780621
## s68 -9.268680523
## s69 -6.020895243
## s70 11.064892994
## s71 2.825000670
## s72 27.504347880
## s73 18.069057262
## s74 14.719539445
## s75 8.705219038
## s76 -16.209724754
## s77 -8.319567688
## s78 -1.276135074
## s79 30.522192082
## s80 10.203557698
## s81 -0.136192108
## s82 26.162721641
## s83 -1.440324386
## s84 12.807794895
## s85 -13.426041132
## s86 -60.788271125
## s87 -6.660617534
## s88 11.418984967
## s89 7.679685592
## s90 -9.997822602
## s91 14.116502278
## s92 19.211660994
## s93 0.539178182
## s94 -2.873923293
## s95 17.775781959
## s96 -28.214970933
## s97 0.776003611
## s98 -0.497434437
## s99 -5.872658545
## s100 12.762425533
## s101 -5.352988480
## s102 -10.681658678
```

```
## s103 0.421714157
## s104 0.427871448
## s105 38.625818330
## s106 -10.549033307
## s107 -7.761475630
## s108 -14.387806014
## s109 -2.771739765
## s110 9.087295651
## s111 2.484195187
## s112 -13.370816176
## s113 1.294512835
## s114 -5.527608642
## s115 0.146940645
## s116 7.023424623
## s117 6.310197846
## s118 4.266829113
## s119 -10.795176126
## s120 13.072370600
## s121 2.335212768
## s122 1.590108116
## s123 -7.780563459
## s124 4.557244385
## s125 0.889611758
## s126 10.300452874
## s127 1.838701772
## s128 3.100609200
## s129 -3.663511676
## s130 5.181658124
## s131 -1.532601854
## s132 -0.960802162
## s133 8.508378200
## s134 6.912061490
## s135 -20.934818384
## s136 1.535039770
## s137 -3.486978217
## s138 2.789103773
## s139 -5.993153107
## s140 8.960305939
## s141 11.068347504
## s142 3.115141118
## s143 -7.251313366
## s144 8.586302253
## s145 5.512433483
## s146 3.793838471
## s147 16.771853632
## s148 -9.348245985
```

```
## s149 2.781361605
## s150 3.403226487
## s151 -1.047832761
## s152 -5.578235778
## s153 -6.438040227
## s154 -1.972977675
## s155 -2.509062276
## s156 -9.725611917
## s157 1.843034329
## s158 -3.991155429
## s159 -17.638890136
## s160 18.932666612
## s161 9.981509005
## s162 -17.405684860
## s163 2.593087066
## s164 -1.240272512
## s165 -5.705074203
## s166 14.041020124
## s167 6.082258683
## s168 19.198665502
## s169 -8.552206193
## s170 8.121017409
## s171 -19.072117695
## s172 0.235352203
## s173 3.984638277
## s174 -2.587484896
## s175 13.185375964
## s176 3.124224196
## s177 1.129992687
## s178 0.336185546
## s179 4.946881486
## s180 3.275655434
## s181 3.584194592
## s182 4.032667680
## s183 -16.123356654
## s184 -7.698235874
## s185 0.770426333
## s186 15.049507138
## s187 5.621259981
## s188 3.003154305
## s189 -1.537679430
## s190 6.942001848
## s191 -4.635975724
## s192 2.954637074
## s193 -5.441290264
## s194 1.838159913
```

```
## s195 -0.438877219
## s196 -1.744332683
## s197 -6.970300846
## s198 4.699455343
## s199 15.668290510
## s200 -15.209805874
## s201 6.048468650
## s202 -2.666979611
## s203 -11.315066405
## s204 -1.706858378
## s205 -0.137737151
## s206 5.294759742
## s207 -1.727073232
## s208 8.471293098
## s209 -1.798925820
## s210 -0.484597124
## s211 3.591101328
## s212 -2.536255553
## s213 -3.398325492
## s214 1.013209649
## s215 -3.034840398
## s216 11.361005281
## s217 -1.560753569
## s218 2.504258743
## s219 -5.755239934
## s220 -4.765103319
## s221 -5.844821473
## s222 5.887393617
## s223 3.339453837
## s224 -0.124135110
## s225 9.127919804
## s226 -2.763851078
## s227 -1.387825854
## s228 -2.245018188
## s229 -0.737054785
## s230 -3.817434793
## s231 1.576819624
## s232 -9.765449979
## s233 -1.408391688
## s234 -7.982348074
## s235 6.657261602
## s236 -9.006840572
## s237 -5.460474313
## s238 -7.765921513
## s239 4.690360692
## s240 0.315751664
```



```
## s241 8.334506749
## s242 3.269035110
## s243 1.541180092
## s244 14.511981270
## s245 10.105630937
## s246 2.873948206
## s247 -5.067081849
## s248 -7.224419107
## s249 2.883684724
## s250 6.437547235
## s251 6.022852407
## s252 -1.275898252
## s253 1.216723124
## s254 8.014533133
## s255 2.403066271
## s256 -3.248248135
## s257 -6.253222843
## s258 -7.061377256
## s259 -10.354270330
## s260 0.737013910
## s261 2.304455115
## s262 0.597155785
## s263 13.009742256
## s264 7.515159848
## s265 -12.782093524
## s266 9.934012155
## s267 -2.162980361
## s268 9.096788779
## s269 4.611906907
## s270 -2.925270933
## s271 -8.608644113
## s272 -0.669661523
## s273 -6.386286085
## s274 -16.515971667
## s275 -7.903660629
## s276 -5.251559017
## s277 4.151109422
## s278 -13.041123426
## s279 11.841886870
## s280 -1.642324074
## s281 5.538959377
## s282 4.356173173
## s283 -0.131828463
## s284 -8.519052220
## s285 -2.380294085
## s286 14.837057715
```

```
## s287 11.012540633
## s288 -0.018949025
## s289 3.965308404
## s290 9.544823454
## s291 3.826160159
## s292 17.732556175
## s293 -4.096190452
## s294 10.414114179
## s295 -10.436449250
## s296 15.541873429
## s297 18.795860143
## s298 13.617378581
## s299 14.109554993
## s300 -6.234603325
## s301 4.097378093
## s302 5.136980691
## s303 -6.216264765
## s304 -10.993671497
## s305 5.365792494
## s306 25.677948405
## s307 0.748032229
## s308 2.406747444
## s309 2.127176810
## s310 -15.279212965
## s311 7.757276904
## s312 8.713054071
## s313 -2.955336663
## s314 13.109781815
## s315 -0.089637039
## s316 0.910850818
## s317 13.526850902
## s318 4.027480269
## s319 2.853394948
## s320 9.379620328
## s321 15.572132827
## s322 -1.256885365
## s323 20.730227438
## s324 -8.438975318
## s325 -12.888249928
## s326 -12.814128195
## s327 -2.428184949
## s328 2.468134704
## s329 3.652568673
## s330 10.927992549
## s331 -1.278166371
## s332 18.902577548
```

```

## s333 1.144003263
## s334 -24.383756339
## s335 10.715309724
## s336 17.168361718
## s337 -26.967672571
## s338 2.344103368
## s339 -1.776835237
## s340 8.714972888
## s341 10.777991068
## s342 -9.784349003
## s343 5.569313202
## s344 1.369166623
## s345 8.354150140
## s346 -1.112880071
## s347 -5.066524267
## s348 6.395679771
## s349 -4.590388609
## s350 6.224730075
## s351 -0.634782605
## s352 13.485164749
## s353 -12.946619992
## s354 5.780986256
## s355 -9.225156092
## s356 -8.091836858
## s357 6.228798507
## s358 -6.862548862
## s359 -6.884365352
## s360 -1.789971174
## s361 7.975252378
## s362 2.221258945
## s363 -0.977014208
## s364 9.358837965
## s365 -8.034359349

```

```
##
```

```
## Error measures:
```

```

##           ME      RMSE      MAE MPE MAPE      MASE      ACF1
## Training set 0.3675777 20.36142 14.07497 NaN  Inf 0.7995699 0.02160829

```

```
##
```

```
## Forecasts:
```

```

##           Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
## 10.46027      2.6512868 -23.442894 28.745467 -37.25632 42.55889
## 10.46301      0.9846943 -25.109516 27.078905 -38.92296 40.89235
## 10.46575     -4.7258683 -30.820109 21.368372 -44.63357 35.18183
## 10.46849     14.5033707 -11.590900 40.597641 -25.40437 54.41111
## 10.47123      8.3878553 -17.706445 34.482155 -31.51993 48.29564
## 10.47397     15.9886267 -10.105703 42.082957 -23.91921 55.89646

```

## 10.47671	3.2896190	-22.804741	29.383979	-36.61826	43.19750
## 10.47945	-13.2676444	-39.362034	12.826745	-53.17557	26.64028
## 10.48219	-0.9797486	-27.074168	25.114671	-40.88772	38.92822
## 10.48493	1.0631960	-25.031254	27.157646	-38.84482	40.97121
## 10.48767	-0.1474025	-26.241882	25.947077	-40.05547	39.76066
## 10.49041	-5.3147593	-31.409269	20.779750	-45.22287	34.59335
## 10.49315	-2.2376552	-28.332195	23.856884	-42.14581	37.67050
## 10.49589	-8.2070264	-34.301596	17.887543	-48.11523	31.70117
## 10.49863	-1.4835110	-27.578110	24.611088	-41.39176	38.42473
## 10.50137	4.2844462	-21.810183	30.379075	-35.62384	44.19274
## 10.50411	2.8436839	-23.250975	28.938343	-37.06465	42.75202
## 10.50685	-6.1003364	-32.195025	19.994352	-46.00872	33.80805
## 10.50959	-11.6544976	-37.749216	14.440221	-51.56293	28.25393
## 10.51233	1.7613435	-24.333405	27.856092	-38.14713	41.66982
## 10.51507	4.9563826	-21.138396	31.051161	-34.95214	44.86490
## 10.51781	-2.2851498	-28.379958	23.809658	-42.19372	37.62342
## 10.52055	16.8289599	-9.265878	42.923798	-23.07965	56.73757
## 10.52329	-25.7801952	-51.875063	0.314673	-65.68885	14.12846
## 10.52603	9.5938738	-16.501024	35.688772	-30.31483	49.50258
## 10.52877	-8.0945905	-34.189518	18.000337	-48.00334	31.81416
## 10.53151	9.3941502	-16.700808	35.489108	-30.51464	49.30294
## 10.53425	4.8473135	-21.247674	30.942301	-35.06153	44.75615
## 10.53699	-8.3756820	-34.470700	17.719336	-48.28457	31.53320
## 10.53973	-0.7909072	-26.885955	25.304140	-40.69984	39.11802

Chapter 12

ARIMA

ARIMA es como un método o herramienta que nos ayuda a entender y prever cómo se comportará una secuencia de números en el futuro, basándose en cómo se ha comportado en el pasado.

```
modelo<-auto.arima(soybean_ts)
modelo

## Series: soybean_ts
## ARIMA(0,0,0) with zero mean
##
## sigma^2 = 314.9: log likelihood = -14826.36
## AIC=29654.72 AICc=29654.72 BIC=29660.86
```

Conclusión:

El resultado de `auto.arima()` elige un modelo `ARIMA(0,0,0)` con media cero, indica según el análisis que no hay patrones, ritmos, ni tendencias claras en los datos de la serie de tiempo del precio del aceite de soya.

Los valores de la serie de tiempo del precio del aceite de soya son como un conjunto de números aleatorios, o “ruido blanco”, sin conexión aparente entre ellos. En otras palabras, cada punto de datos es independiente de los otros y no está influenciado por los valores pasados en la serie.

```
length(soybean_ts)
```

```
## [1] 3452
```

```
sum(is.na(soybean_ts))
```

```
## [1] 0
```

```
class(soybean_ts)
```

```
## [1] "ts"
```

```
sum(is.na(soybean_ts) | is.infinite(soybean_ts))
```

```
## [1] 0
```

```
# Instalar el paquete changepoint  
#install.packages("changepoint")
```

```
# Cargar el paquete changepoint  
library(changepoint)
```

```
## Warning: package 'changepoint' was built under R version 4.2.3
```

```
## Successfully loaded changepoint package version 2.2.4  
## See NEWS for details of changes.
```

```
mval_soybean <- cpt.mean(as.numeric(soybean_ts), method = "AMOC")  
cpts(mval_soybean)
```

```
## [1] 3410
```

```
# Plot de la serie de tiempo
```

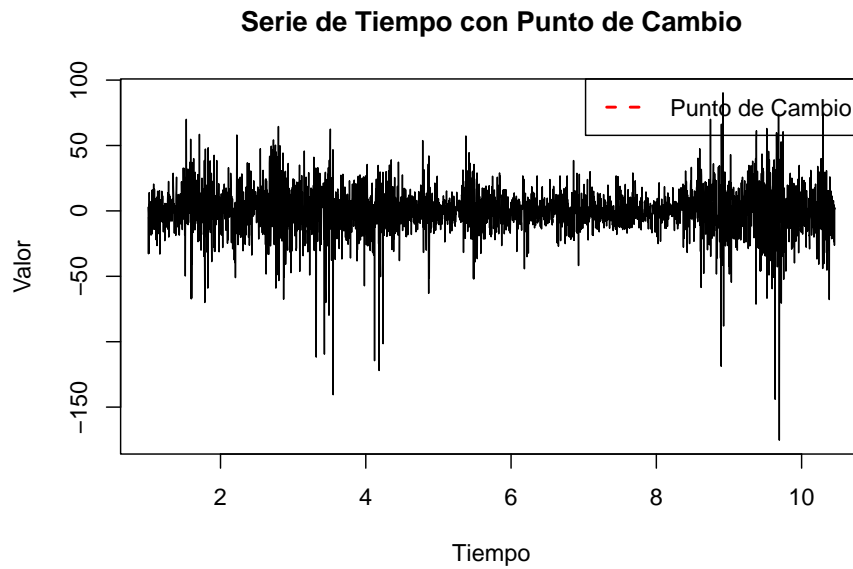
```
plot(soybean_ts, type='l', main='Serie de Tiempo con Punto de Cambio', ylab='Valor', xlab='Tiempo')
```

```
# Añadir una línea vertical en el punto de cambio
```

```
abline(v=3410, col='red', lty=2, lwd=2)
```

```
# Añadir una leyenda
```

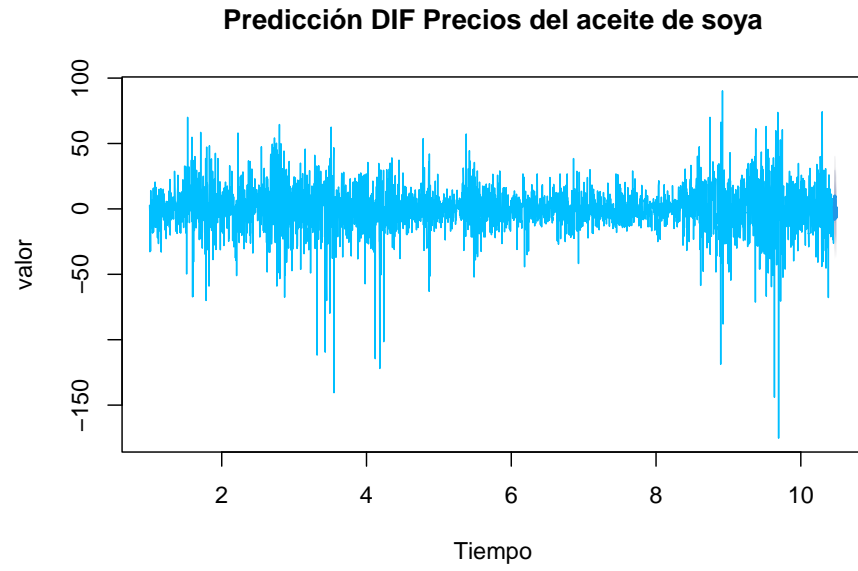
```
legend("topright", legend="Punto de Cambio", col="red", lty=2, lwd=2)
```



```
pred<-forecast(soybean_ts,h=12)
pred
```

##	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
## 10.46027	1.705264	-18.49799	21.90851	-29.19294	32.60347	
## 10.46301	-1.864569	-22.06782	18.33868	-32.76277	29.03364	
## 10.46575	-8.091969	-28.29522	12.11128	-38.99017	22.80624	
## 10.46849	9.907042	-10.29621	30.11029	-20.99116	40.80525	
## 10.47123	9.176571	-11.02668	29.37982	-21.72163	40.07478	
## 10.47397	9.721777	-10.48147	29.92503	-21.17643	40.61998	
## 10.47671	6.436872	-13.76638	26.64012	-24.46133	37.33508	
## 10.47945	-7.249053	-27.45230	12.95420	-38.14726	23.64915	
## 10.48219	-4.373007	-24.57626	15.83024	-35.27121	26.52520	
## 10.48493	1.090572	-19.11268	21.29382	-29.80763	31.98878	
## 10.48767	-6.707186	-26.91044	13.49607	-37.60539	24.19102	
## 10.49041	1.096394	-19.10686	21.29965	-29.80181	31.99460	

```
plot(pred, main=" ", ylab="valor", col="deepskyblue", xlab="Tiempo")
title(main="Predicción DIF Precios del aceite de soya")
```



Chapter 13

Prophet

Prophet es especialmente útil para series de tiempo que tienen patrones estacionales fuertes y varios puntos de inflexión o “cambios de tendencia”. Fue diseñado para manejar datos diarios con al menos un año de historia y se espera que funcione bien con datos que tienen patrones estacionales y fechas festivas.

```
# install.packages("prophet")
library(prophet)

## Warning: package 'prophet' was built under R version 4.2.3

## Loading required package: Rcpp

## Warning: package 'Rcpp' was built under R version 4.2.3

## Loading required package: rlang

## Warning: package 'rlang' was built under R version 4.2.3

# Acceder a la columna "ZS.F.Close" en soybean_xts
close_prices <- soybean_xts[, "ZS.F.Close"]

# Extrae las fechas
dates <- index(soybean_xts)

# Crea el dataframe
soybean_df <- data.frame(ds = as.Date(dates), y = as.numeric(close_prices))
```

```
head(soybean_df)
```

```
##           ds           y
## 1 2010-01-04 1049.50
## 2 2010-01-05 1052.25
## 3 2010-01-06 1050.50
## 4 2010-01-07 1017.75
## 5 2010-01-08 1013.00
## 6 2010-01-11 1001.75
```

```
m <- prophet(soybean_df)
```

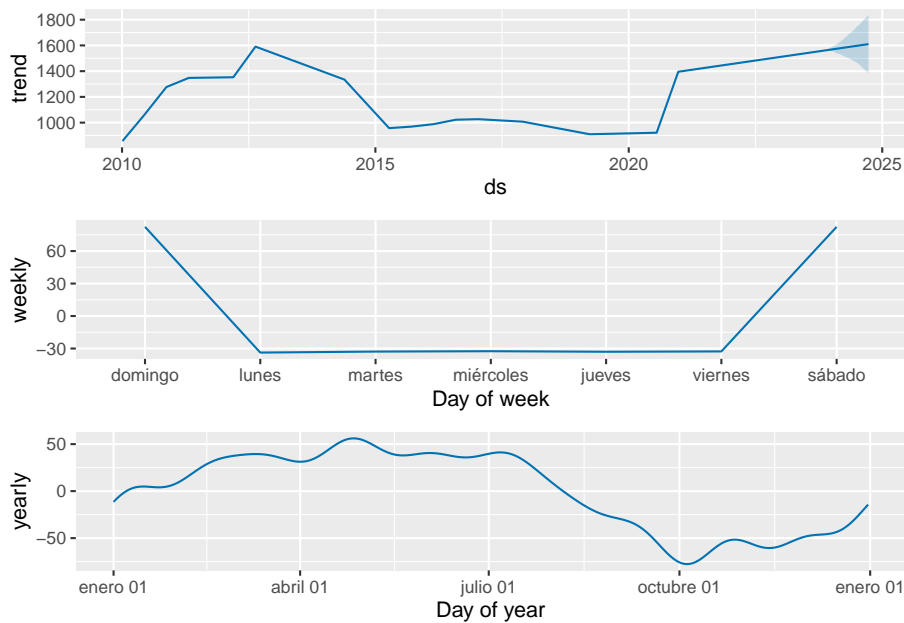
```
## Disabling daily seasonality. Run prophet with daily.seasonality=TRUE to override th
```

```
future <- make_future_dataframe(m, periods = 365)
forecast <- predict(m, future)
```

```
plot(m, forecast)
```



```
prophet_plot_components(m, forecast)
```



```
library(ggplot2)
```

```
# Extraer datos del pronóstico
# forecast_data <- data.frame(
#   ds = forecast$ds,
#   yhat = forecast$yhat,
#   yhat_lower = forecast$yhat_lower,
#   yhat_upper = forecast$yhat_upper
#)
```

```
# Datos reales
```

```
#actual_data <- data.frame(ds = m$history$ds, y = m$history$y)
```

```
# Crear el gráfico con ggplot2
```

```
#p <- ggplot() +
```

```
  # Intervalo de confianza
```

```
  # geom_ribbon(data = forecast_data, aes(x = ds, ymin = yhat_lower, ymax = #yhat_upper, fill = "I
```

```
  # Línea de pronóstico
```

```
  # geom_line(data = forecast_data, aes(x = ds, y = yhat, color = "Pronóstico"), size = 1, inherit
```

```
  # Datos reales
```

```
  # geom_point(data = actual_data, aes(x = ds, y = y, color = "Datos Reales"), size #= 2, inherit
```

```
  # Tema y etiquetas
```

```
  # theme_minimal() +
```

```
  # labs(
```

```
# title = "Pronóstico del Precio del Aceite de Soya",
# x = "Fecha",
# y = "Precio"
# ) +
# scale_fill_manual(
#   #name = "Leyenda",
#   values = c("Intervalo de Confianza" = "lightblue"),
#   labels = c("Intervalo de Confianza")
# ) +
# scale_color_manual(
#   #name = "Leyenda",
#   values = c("Datos Reales" = "#D55E00", "Pronóstico" = "#0072B2"),
#   labels = c("Datos Reales", "Pronóstico")
# ) +
# theme(legend.position = "bottom")

# Mostrar gráfico
#print(p)
```

```
# library(ggplot2)

# Extraer componentes del pronóstico
# components <- prophet_plot_components(m, forecast)

# Convertir el objeto básico de Prophet a ggplot
# p_components <- ggplot() +
#   geom_line(data = components$data$yearly, aes(x = ds, y = y, color = "Componente # Anual"),
#   geom_line(data = components$data$weekly, aes(x = ds, y = y, color = "Componente # Semanal"),
#   geom_line(data = components$data$daily, aes(x = ds, y = y, color = "Componente # Diario"),
#   geom_line(data = components$data$holidays, aes(x = ds, y = y, color = "Días # Fes
#   theme_minimal() +
#   labs(
#     title = "Componentes del Pronóstico",
#     x = "Fecha",
#     y = "Valor"
#   ) +
#   scale_color_manual(
#     name = "Leyenda",
#     values = c("Componente Anual" = "blue", "Componente Semanal" = "green", #"Componen
#   ) +
#   theme(legend.position = "bottom")

# Mostrar gráfico de componentes
#print(p_components)
```

Conclusión: Se toman datos de la serie de tiempo histórica del precio del aceite de soya, creamos un modelo de pronóstico con Prophet, y se produce pronósticos para 365 días adicionales y luego visualiza esos pronósticos y sus componentes.

Si es viable la justificación para la variable en serie de tiempo vista como una regresión y prophet permite la incorporación de variables exógenas a través de los regresores e identifica automáticamente las estacionalidades diarias, semanales y anuales en los datos. También captura las tendencias a lo largo del tiempo y permite puntos de cambio en la tendencia.

Chapter 14

Elman

La red Elman es una red neuronal recurrente, lo que significa que tiene conexiones que retroceden en el tiempo. Estas conexiones permiten a la red “recordar” entradas anteriores, lo que puede ser útil al trabajar con series temporales.

```
# Cargar los paquetes necesarios  
# install.packages("neuralnet")  
# install.packages("xts")  
library(neuralnet)
```

```
## Warning: package 'neuralnet' was built under R version 4.2.3
```

```
library(xts)  
  
# Asumimos que soybean_xts ya está cargado en el entorno  
# Acceder a la columna de cierre  
data <- data.frame(ZS.F.Close = as.vector(soybean_xts[, "ZS.F.Close"]))  
  
# Crear un retraso (lag) para las series temporales (esto es importante para las redes recurrentes)  
data$lag_close <- c(NA, head(data$ZS.F.Close, -1))  
  
# Eliminar la primera fila, ya que tendrá NA por el retraso  
data <- data[-1,]  
  
# Dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba  
train_indices <- 1:(nrow(data) * 0.8)  
train_data <- data[train_indices,]  
test_data <- data[-train_indices,]  
  
# Normalizar los datos
```

```

maxs <- apply(train_data, 2, max)
mins <- apply(train_data, 2, min)
train_data_norm <- as.data.frame(scale(train_data, center=mins, scale=maxs-mins))
test_data_norm <- as.data.frame(scale(test_data, center=mins, scale=maxs-mins))

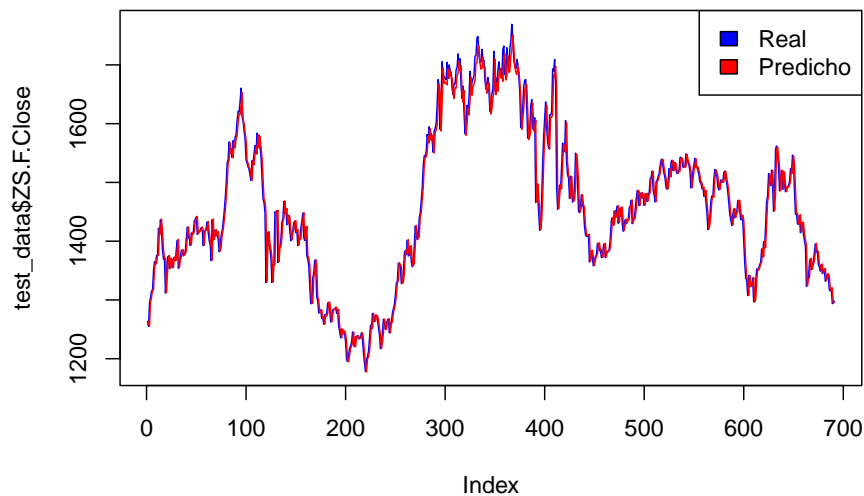
# Entrenar una red Elman
# Aquí estamos prediciendo ZS.F.Close usando el valor anterior (lag_close) como entrada
set.seed(123)
nn <- neuralnet(ZS.F.Close ~ lag_close, data=train_data_norm, hidden=5, algorithm="rprop")

# Hacer predicciones
test_data_for_pred <- data.frame(lag_close = test_data_norm$lag_close)
predicted_norm <- compute(nn, test_data_for_pred)

# Des-normalizar las predicciones
predicted <- (predicted_norm$net.result * (maxs[1] - mins[1])) + mins[1]

# Comparar las predicciones con los datos reales
plot(test_data$ZS.F.Close, type="l", col="blue")
lines(predicted, col="red")
legend("topright", legend=c("Real", "Predicho"), fill=c("blue", "red"))

```



Conclusiones:

- Ajuste Exitoso: El modelo se ajusta bien a los datos, reflejando su ten-

dencia y estructura.

- Posible Overfitting: Un ajuste muy cercano puede indicar sobreajuste, lo que afectaría la generalización en datos futuros.
- Evaluación Complementaria: Más allá de gráficos, usar métricas cuantitativas (como MSE o MAE) es esencial para una evaluación objetiva.
- Aplicabilidad a Corto Plazo: El modelo puede ser útil para predicciones a corto plazo, pero podría necesitar reentrenamiento para proyecciones más lejanas.

Chapter 15

Jordan

Una red neuronal Jordan es un tipo especial de red neuronal que puede recordar información pasada para ayudar en predicciones futuras. En lugar de simplemente tomar una entrada y producir una salida, esta red toma tanto la entrada actual como su propia salida anterior para hacer su próxima predicción. Es como si tuviera una pequeña memoria de lo que hizo anteriormente.

Imagina que intentas predecir el clima. En lugar de solo mirar el clima de hoy, también consideras lo que predijiste ayer. Esa es la idea detrás de la red Jordan

```
# Cargar los paquetes necesarios
# install.packages("neuralnet")
# install.packages("xts")
library(neuralnet)
library(xts)

# Acceder a la columna de cierre
data <- data.frame(ZS.F.Close = as.vector(soybean_xts[, "ZS.F.Close"]))

# Crear un retraso (lag) para las series temporales y también un retraso para la variable objetivo
data$lag_close <- c(NA, head(data$ZS.F.Close, -1))
data$lag_output <- c(NA, NA, head(data$ZS.F.Close, -2)) # Esto simula la idea de la red Jordan

# Eliminar las primeras filas, ya que tendrán NA por el retraso
data <- data[-c(1,2),]

# Dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba
train_indices <- 1:(nrow(data) * 0.8)
train_data <- data[train_indices,]
test_data <- data[-train_indices,]
```

```

# Normalizar los datos
maxs <- apply(train_data, 2, max)
mins <- apply(train_data, 2, min)
train_data_norm <- as.data.frame(scale(train_data, center=mins, scale=maxs-mins))
test_data_norm <- as.data.frame(scale(test_data, center=mins, scale=maxs-mins))

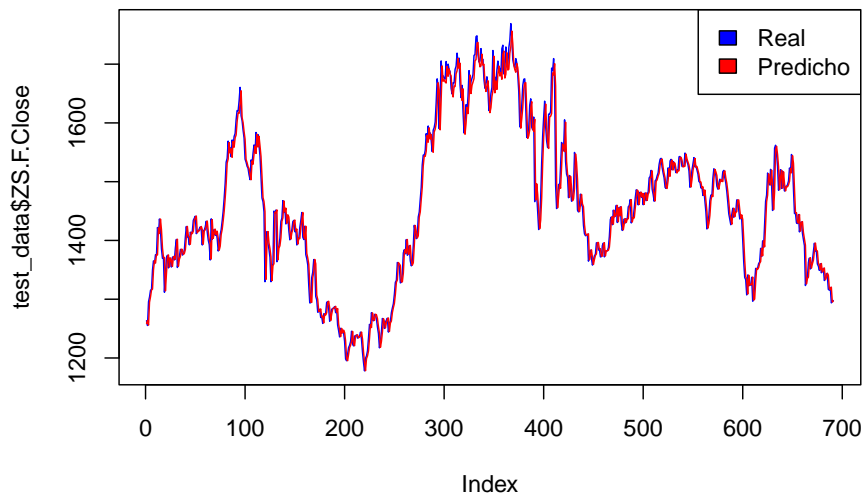
# Entrenar una red "Jordan-inspired"
set.seed(123)
nn <- neuralnet(ZS.F.Close ~ lag_close + lag_output, data=train_data_norm, hidden=5, a

# Hacer predicciones
test_data_for_pred <- data.frame(lag_close = test_data_norm$lag_close, lag_output = test_data_norm$lag_output)
predicted_norm <- compute(nn, test_data_for_pred)

# Des-normalizar las predicciones
predicted <- (predicted_norm$net.result * (maxs[1] - mins[1])) + mins[1]

# Comparar las predicciones con los datos reales
plot(test_data$ZS.F.Close, type="l", col="blue")
lines(predicted, col="red")
legend("topright", legend=c("Real", "Predicho"), fill=c("blue", "red"))

```



Conclusiones:

El modelo predice con exactitud, funciona bien en datos no vistos, es equilibrado,

no solo memoriza los datos de entrenamiento, los datos usados son pertinentes para la tarea, puede ser aplicado en situaciones reales, a pesar de los buenos resultados, siempre es esencial hacer análisis.

Chapter 16

Final Words

We have finished a nice book.