

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

Nidia Munevar - Leonardo Palacios

2023-09-23

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 y de suavizamiento a la variable tiempo	33
12	Final Words	45

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
```

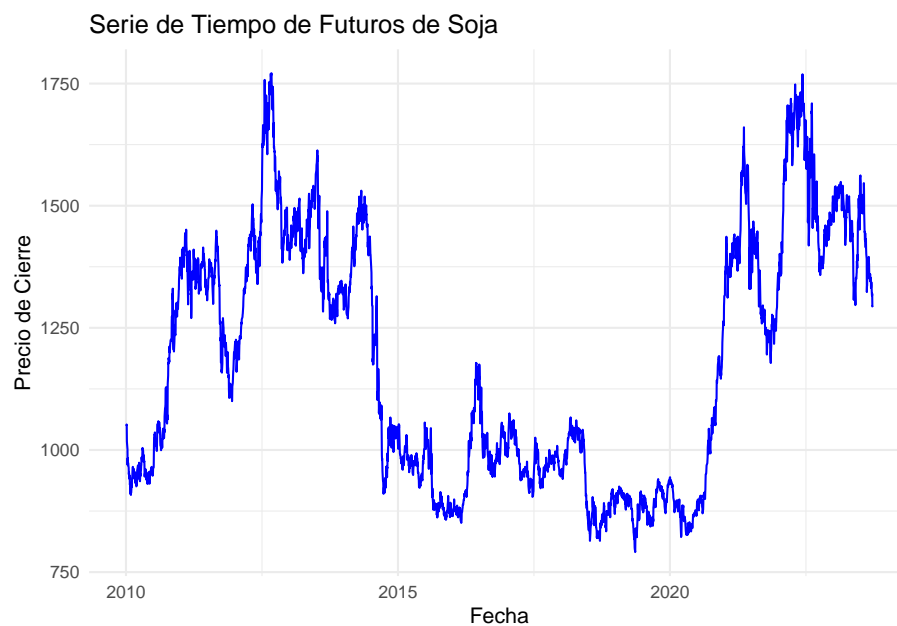


```
# Cargar la biblioteca ggplot2 para hacer gráficos  
library(ggplot2)
```

```
## 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
```

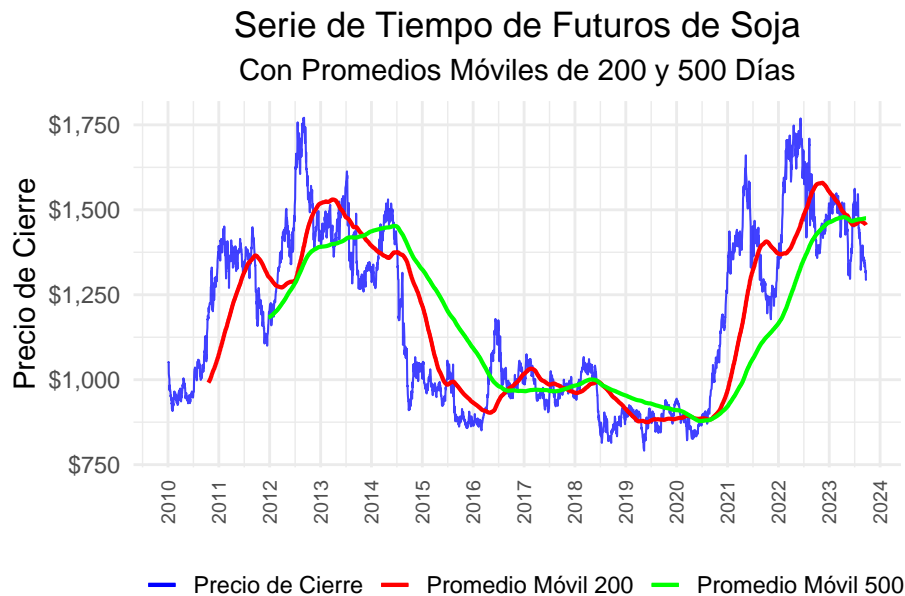
```
# Convertir el objeto xts a data.frame
soybean_df <- as.data.frame(soybean_xts)
soybean_df$Date <- index(soybean_xts)
```

```
# 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 traves 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
)

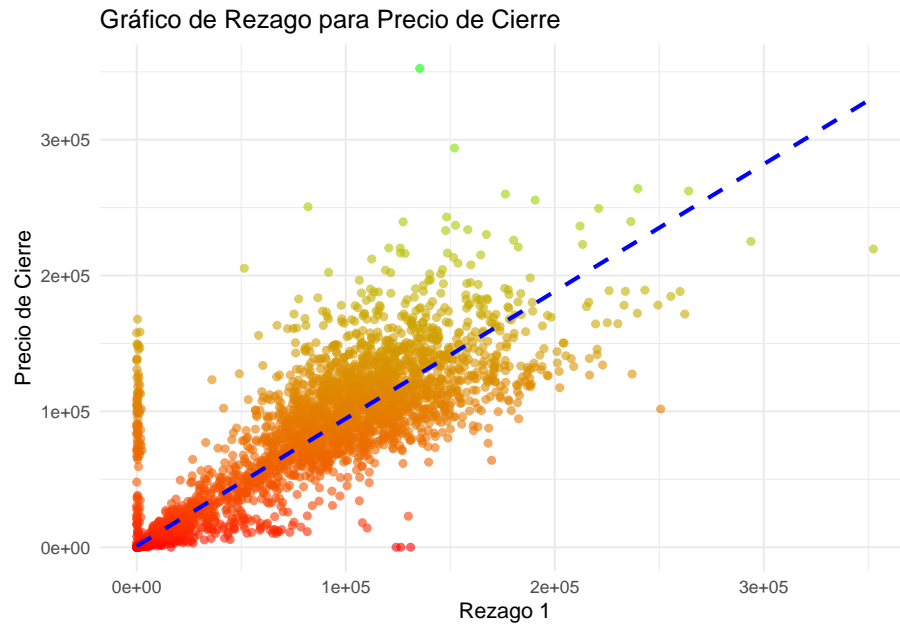
# Comprobando que ambos vectores tengan la misma longitud
stopifnot(length(datos_lag$Close) == length(datos_lag$Lag)) # Detiene la ejecución si no son TRUE

# 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.

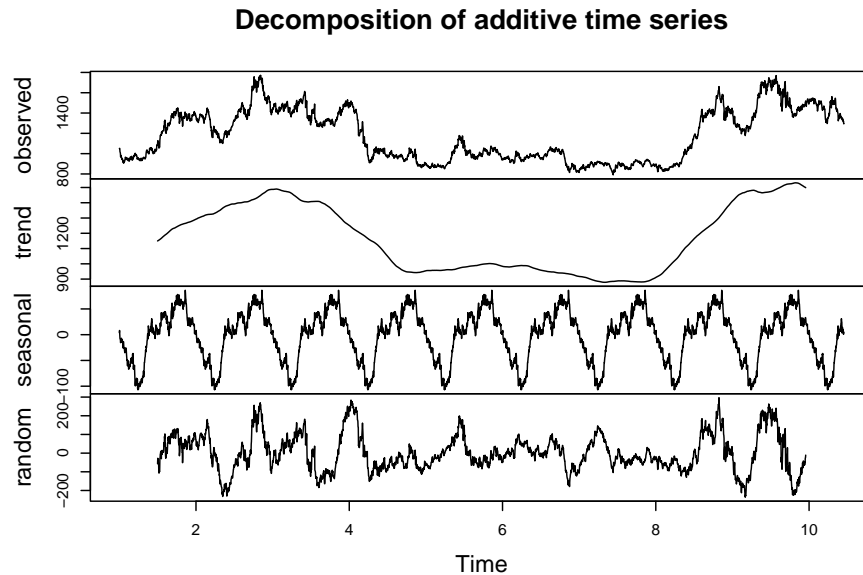
Tendencia (trend): Muestra la dirección general en la que se mueven los datos a largo plazo, sin tener en cuenta las fluctuaciones estacionales o irregulares.

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)
```



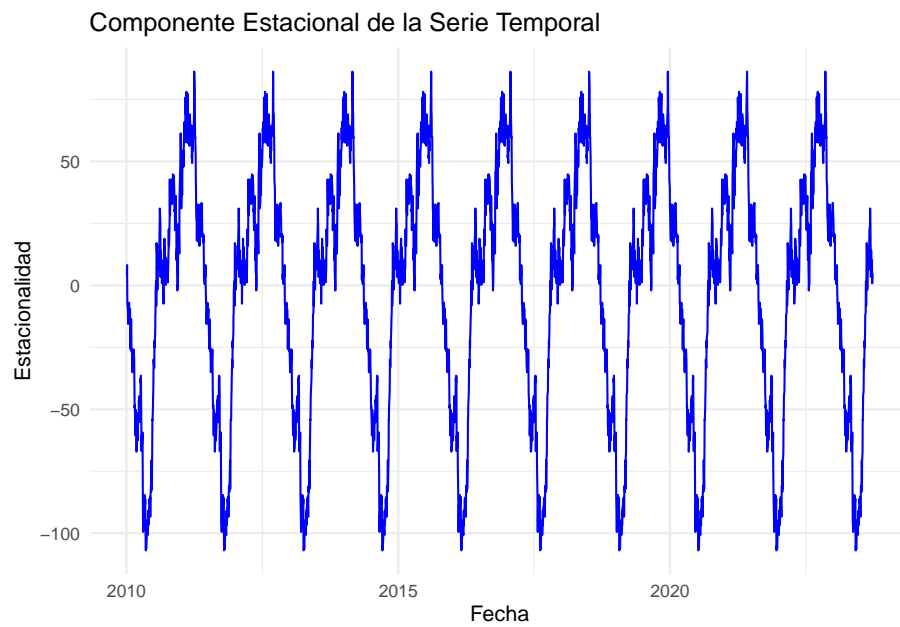
Al validar el componente estacional de la serie por separado, como se ve en la siguiente imagen:

```
# 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 = -2.0292, Lag order = 15, p-value = 0.566
## 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: 0.5659563

## 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

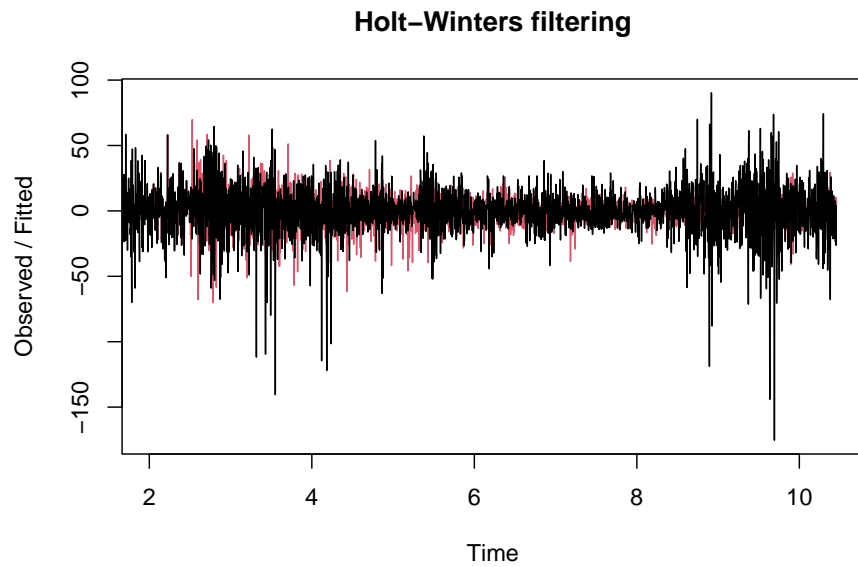
Holter-Winter y de suavizamiento a la variable tiempo

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

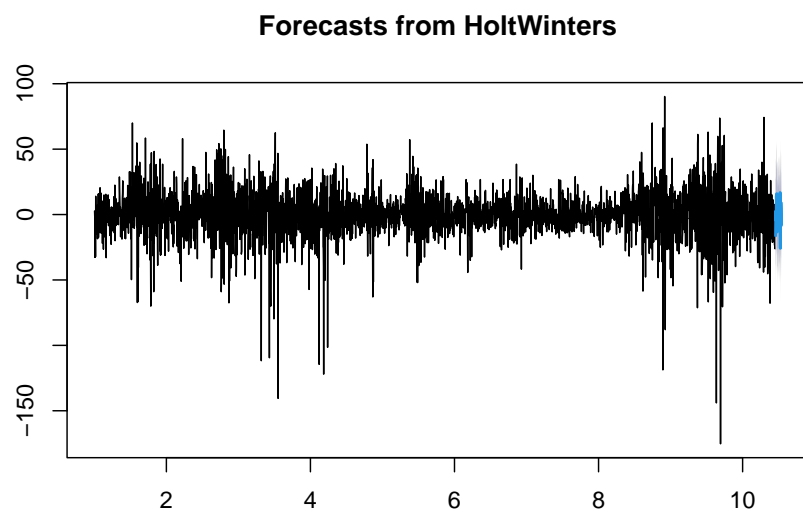
```
library(forecast) # Necesario para pronosticar con el modelo Holt-Winters
```

```
## 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      12344 mts    numeric
## x           3451 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: 0.001514729
##  beta : 0
##  gamma: 0.3525257
##
## Coefficients:
##           [,1]
## a      -1.956309078
## b      -0.001484417
## s1    -14.281107092
## s2      4.583967378
## s3      2.918793461
## s4     -2.789000303
## s5     16.443962574
## s6     10.324885438
## s7     17.933824650
## s8       5.227538747
## s9    -11.332855543
## s10     0.963450269
```

```
## s11      3.006261120
## s12      1.803077568
## s13     -3.372927065
## s14     -0.286317331
## s15     -6.262594113
## s16      0.462270912
## s17      6.239814363
## s18      4.799396311
## s19     -4.146463534
## s20     -9.703369870
## s21      3.719285245
## s22      6.924404043
## s23     -0.322275263
## s24     18.803061258
## s25    -23.827895496
## s26     11.564351838
## s27     -6.134173103
## s28     11.365624802
## s29      6.817464887
## s30     -6.404630586
## s31      1.182661250
## s32      0.668715285
## s33     18.859190485
## s34     10.309870898
## s35    -16.759165840
## s36      7.158833838
## s37     19.005655277
## s38     -4.237196909
## s39      2.587979255
## s40     10.746441111
## s41      5.349276176
## s42      8.702955612
## s43      3.630210455
## s44    -10.924486006
## s45     -1.965773652
## s46      0.945128150
## s47     10.236617208
## s48      4.125157663
## s49     -5.219359050
## s50     -6.619939049
## s51    -21.193379399
## s52     12.984113174
## s53      7.723779327
## s54     16.780446641
## s55     -0.162082988
## s56     -4.704009268
```

```
## s57 -18.571373311
## s58 -14.156340320
## s59 -12.703585137
## s60 15.060195235
## s61 17.053278484
## s62 7.283202539
## s63 -20.781088204
## s64 1.985091856
## s65 6.134516491
## s66 -52.342262066
## s67 14.417589393
## s68 -8.419114089
## s69 -9.274947091
## s70 -6.024054427
## s71 11.069394177
## s72 2.827748510
## s73 27.514726331
## s74 18.077345868
## s75 14.726646620
## s76 8.709806740
## s77 -16.219917936
## s78 -8.324257848
## s79 -1.276683386
## s80 30.529461754
## s81 10.201361073
## s82 -0.137173236
## s83 26.177548608
## s84 -1.444200669
## s85 12.811192394
## s86 -13.431936931
## s87 -60.820413303
## s88 -6.669146357
## s89 11.422568416
## s90 7.684110273
## s91 -10.000892420
## s92 14.125307650
## s93 19.214550159
## s94 0.538559388
## s95 -2.874808287
## s96 17.784586776
## s97 -28.230526832
## s98 0.771334656
## s99 -0.498737674
## s100 -5.881432758
## s101 12.774001259
## s102 -5.361351292
```

38 CHAPTER 11. HOLTER-WINTER Y DE SUAVIZAMIENTO A LA VARIABLE TIEMPO

```
## s103 -10.687103592
## s104  0.422286320
## s105  0.428605345
## s106 38.638905544
## s107 -10.554984367
## s108 -7.766191307
## s109 -14.398407981
## s110 -2.773298946
## s111  9.088082546
## s112  2.486688811
## s113 -13.372005559
## s114  1.293653550
## s115 -5.531005265
## s116  0.145331133
## s117  7.021019182
## s118  6.308660885
## s119  4.272316145
## s120 -10.798436363
## s121 13.075192573
## s122  2.340166812
## s123  1.586274216
## s124 -7.783044624
## s125  4.557803654
## s126  0.887639104
## s127 10.302310196
## s128  1.842563088
## s129  3.103742116
## s130 -3.664794016
## s131  5.185257531
## s132 -1.535217711
## s133 -0.959775839
## s134  8.513180682
## s135  6.917627484
## s136 -20.942086358
## s137  1.534178685
## s138 -3.488710973
## s139  2.785545805
## s140 -5.993975793
## s141  8.962741704
## s142 11.072889880
## s143  3.115042078
## s144 -7.254170594
## s145  8.589108499
## s146  5.511724446
## s147  3.791181047
## s148 16.773516706
```

```
## s149 -9.351130261
## s150 2.788854437
## s151 3.402704414
## s152 -1.043280871
## s153 -5.583551155
## s154 -6.439560106
## s155 -1.968067528
## s156 -2.509718145
## s157 -9.727873812
## s158 1.844410463
## s159 -3.993091601
## s160 -17.642176946
## s161 18.934914731
## s162 9.982863021
## s163 -17.415211021
## s164 2.594499451
## s165 -1.241668740
## s166 -5.701246552
## s167 14.042612941
## s168 6.085406103
## s169 19.205564134
## s170 -8.556902915
## s171 8.126886625
## s172 -19.076516734
## s173 0.233830853
## s174 3.985080649
## s175 -2.589684926
## s176 13.189264317
## s177 3.124277141
## s178 1.130484976
## s179 0.337039064
## s180 4.944833119
## s181 3.277836557
## s182 3.585703609
## s183 4.034900177
## s184 -16.129832582
## s185 -7.699941984
## s186 0.768739710
## s187 15.056250629
## s188 5.622358119
## s189 3.004545292
## s190 -1.539276651
## s191 6.943821408
## s192 -4.631462369
## s193 2.954004611
## s194 -5.444204562
```

```
## s195 1.838126421
## s196 -0.438287461
## s197 -1.747127540
## s198 -6.973611058
## s199 4.701637451
## s200 15.673685991
## s201 -15.214330625
## s202 6.054159010
## s203 -2.668629163
## s204 -11.320034526
## s205 -1.705173481
## s206 -0.139890969
## s207 5.294734477
## s208 -1.728024085
## s209 8.473214930
## s210 -1.797720807
## s211 -0.484639902
## s212 3.589397584
## s213 -2.538577090
## s214 -3.400238313
## s215 1.013407215
## s216 -3.034096139
## s217 11.362873970
## s218 -1.565963913
## s219 2.504461213
## s220 -5.755246471
## s221 -4.765770508
## s222 -5.848807681
## s223 5.890564209
## s224 3.341836926
## s225 -0.123618413
## s226 9.129945747
## s227 -2.768004714
## s228 -1.386249039
## s229 -2.245768072
## s230 -0.738299646
## s231 -3.822233531
## s232 1.577293282
## s233 -9.767695446
## s234 -1.406284490
## s235 -7.984184425
## s236 6.660660256
## s237 -9.008938635
## s238 -5.462878289
## s239 -7.774807820
## s240 4.689961531
```



```
## s241 0.316274044
## s242 8.338475159
## s243 3.274439073
## s244 1.541567724
## s245 14.517455502
## s246 10.107297591
## s247 2.873418596
## s248 -5.070127357
## s249 -7.227995875
## s250 2.882082138
## s251 6.437505324
## s252 6.022566326
## s253 -1.276883731
## s254 1.218193190
## s255 8.014697956
## s256 2.405092647
## s257 -3.252225506
## s258 -6.255668028
## s259 -7.066579992
## s260 -10.356730348
## s261 0.732950910
## s262 2.301288354
## s263 0.597009600
## s264 13.014558077
## s265 7.521123616
## s266 -12.779138369
## s267 9.936677896
## s268 -2.161198378
## s269 9.101181300
## s270 4.612225101
## s271 -2.930265218
## s272 -8.607186806
## s273 -0.667087647
## s274 -6.384333437
## s275 -16.523323621
## s276 -7.910359682
## s277 -5.256690995
## s278 4.152261541
## s279 -13.043807083
## s280 11.845051806
## s281 -1.649115232
## s282 5.540278549
## s283 4.355176149
## s284 -0.131221788
## s285 -8.525090144
## s286 -2.374613493
```

```
## s287 14.845366060
## s288 11.017276896
## s289 -0.018068338
## s290 3.966174246
## s291 9.547042983
## s292 3.827112252
## s293 17.737180826
## s294 -4.097908116
## s295 10.419446687
## s296 -10.439847082
## s297 15.549634656
## s298 18.802313234
## s299 13.621057297
## s300 14.119159743
## s301 -6.239446363
## s302 4.098248133
## s303 5.139944965
## s304 -6.221887920
## s305 -11.000667990
## s306 5.367833229
## s307 25.690902113
## s308 0.751969263
## s309 2.404252372
## s310 2.125755879
## s311 -15.287870653
## s312 7.762514032
## s313 8.715786595
## s314 -2.961338001
## s315 13.118075667
## s316 -0.095105776
## s317 0.909746450
## s318 13.527743369
## s319 4.029237790
## s320 2.852507912
## s321 9.380474865
## s322 15.578169175
## s323 -1.259331563
## s324 20.736203575
## s325 -8.442833932
## s326 -12.895353116
## s327 -12.825743787
## s328 -2.429578068
## s329 2.466763620
## s330 3.651870134
## s331 10.929447482
## s332 -1.281158026
```

```

## s333 18.907315157
## s334 1.141116822
## s335 -24.392039230
## s336 10.717720913
## s337 17.166313951
## s338 -26.982749924
## s339 2.347101671
## s340 -1.773847480
## s341 8.720875733
## s342 10.777380913
## s343 -9.788890170
## s344 5.572597045
## s345 1.370140288
## s346 8.358486698
## s347 -1.112756287
## s348 -5.070891534
## s349 6.395207036
## s350 -4.593278895
## s351 6.223447947
## s352 -0.636257178
## s353 13.487744658
## s354 -12.950928513
## s355 5.783229847
## s356 -9.222502283
## s357 -8.099446486
## s358 6.229268883
## s359 -6.863331798
## s360 -6.887955686
## s361 -1.793440218
## s362 7.978422122
## s363 2.222290658
## s364 -0.980390028
## s365 9.010606175

```

```
##
```

```
## Error measures:
```

```

##           ME      RMSE      MAE MPE MAPE      MASE      ACF1
## Training set 0.3613456 20.36234 14.07412 NaN  Inf 0.7997668 0.02176005

```

```
##
```

```
## Forecasts:
```

```

##           Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
## 10.45753    -16.2389006 -42.334415  9.8566136 -56.14855 23.67074
## 10.46027      2.6246895 -23.470855 28.7202336 -37.28500 42.53438
## 10.46301      0.9580311 -25.137543 27.0536052 -38.95171 40.86777
## 10.46575     -4.7512470 -30.846851 21.3443570 -44.66103 35.15854
## 10.46849     14.4802314 -11.615403 40.5758654 -25.42960 54.39006
## 10.47123      8.3596699 -17.735994 34.4553338 -31.55020 48.26954

```

44CHAPTER 11. HOLTER-WINTER Y DE SUAVIZAMIENTO A LA VARIABLE TIEMPO

## 10.47397	15.9671247	-10.128569	42.0628185	-23.94280	55.87704
## 10.47671	3.2593543	-22.836369	29.3550781	-36.65061	43.16932
## 10.47945	-13.3025244	-39.398278	12.7932293	-53.21254	26.60749
## 10.48219	-1.0077030	-27.103487	25.0880807	-40.91776	38.90235
## 10.48493	1.0336235	-25.062190	27.1294370	-38.87648	40.94373
## 10.48767	-0.1710445	-26.266888	25.9247990	-40.08119	39.73910
## 10.49041	-5.3485336	-31.444407	20.7473399	-45.25873	34.56166
## 10.49315	-2.2634082	-28.359312	23.8324952	-42.17365	37.64683
## 10.49589	-8.2411694	-34.337103	17.8547639	-48.15146	31.66912
## 10.49863	-1.5177888	-27.613752	24.5781744	-41.42812	38.39254
## 10.50137	4.2582702	-21.837723	30.3542634	-35.65211	44.16865
## 10.50411	2.8163677	-23.279655	28.9123909	-37.09406	42.72679
## 10.50685	-6.1309765	-32.227030	19.9650765	-46.04145	33.77949
## 10.50959	-11.6893673	-37.785450	14.4067157	-51.59988	28.22115
## 10.51233	1.7318034	-24.364310	27.8279164	-38.17876	41.64236
## 10.51507	4.9354378	-21.160705	31.0315807	-34.97517	44.84604
## 10.51781	-2.3127259	-28.408899	23.7834469	-42.22338	37.59793
## 10.52055	16.8111262	-9.285077	42.9073289	-23.09957	56.72182
## 10.52329	-25.8213150	-51.917548	0.2749177	-65.73206	14.08943
## 10.52603	9.5694479	-16.526815	35.6657106	-30.34134	49.48024
## 10.52877	-8.1305614	-34.226854	17.9657311	-48.04140	31.78027
## 10.53151	9.3677521	-16.728570	35.4640746	-30.54313	49.27863
## 10.53425	4.8181077	-21.278245	30.9144602	-35.09282	44.72903
## 10.53699	-8.4054722	-34.501855	17.6909102	-48.31644	31.50550

Chapter 12

Final Words

We have finished a nice book.