

# Capítulo 1

## Introducción\_y\_Estadística\_Descriptiva

Econometría para la Gestión (ECO\_EPG) - FEN UAH

### Tabla de contenidos

<b>1</b>	<b>Material descargable</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Configuración inicial en R</b>	<b>3</b>
2.1	Carga de librerías . . . . .	3
2.2	Definir la ruta de trabajo . . . . .	3
2.2.1	Ejemplo 1: Accidentes y métodos gráficos para datos cualitativos . . . .	4
2.2.2	Cálculo de frecuencias relativas . . . . .	5
2.2.3	Gráfico de barras . . . . .	6
2.2.4	Gráfico de torta (pie chart) . . . . .	7
2.2.5	Diagrama de Pareto . . . . .	8
2.2.6	Ejemplo 2: Rendimiento de vehículos y estadística descriptiva . . . . .	10
2.2.7	Cargar los datos del Ejemplo 2 . . . . .	10
2.2.8	Conversión de unidades: de millas/galón a km/litro . . . . .	11
2.2.9	Gráfico simple de la serie . . . . .	12
2.3	Histograma y densidad . . . . .	13
2.3.1	Histograma de frecuencias (escala de densidad) . . . . .	13
2.3.2	Densidad estimada y comparación con la normal . . . . .	14
2.3.3	Boxplot (gráfico de cajas) . . . . .	15
2.3.4	Medidas descriptivas: centro y dispersión . . . . .	16
2.4	Pruebas de normalidad . . . . .	18
2.4.1	Prueba de Shapiro-Wilk . . . . .	18
2.4.2	Prueba de Kolmogorov-Smirnov . . . . .	18
2.5	Simulación de una distribución normal comparable . . . . .	19
2.6	Cuantiles y valores teóricos . . . . .	21
2.7	Gráfico QQ (quantile-quantile) . . . . .	22
2.8	Asimetría (skewness) y curtosis (kurtosis) . . . . .	23
2.9	Resumen final del Ejemplo 2 . . . . .	23

# 1. Material descargable

Descargar PDF de contenidos teóricos

El PDF “**Capítulo 1 Introduccion\_y\_Estadística\_Descriptiva**” desarrolla los siguientes temas principales (a modo de índice):

## ■ 1.1 Introducción

- Definición y términos básicos de la estadística.
- Diferencia entre estadística descriptiva e inferencial.
- Importancia de la variabilidad.

## ■ 1.2 Elementos Fundamentales de Estadística

- Población, muestra, unidad experimental.
- Variable, parámetros poblacionales y estimadores muestrales.
- Ejemplos de problemas descriptivos y de inferencia.

## ■ 1.3 Tipos de Datos

- Datos cuantitativos.
- Datos cualitativos (nominales y ordinales).
- Por qué el tipo de dato determina qué herramientas estadísticas usar.

## ■ 1.4 Estadística Descriptiva

- Métodos gráficos y numéricos para describir datos cualitativos.
- Métodos gráficos para describir datos cuantitativos.
- Métodos numéricos para describir datos cuantitativos.
- Medidas de tendencia central (media, mediana, moda).
- Medidas de variación (rango, varianza, desviación estándar).
- Medidas de posición relativa (percentiles, cuartiles, z-scores).
- Medidas de asimetría (skewness).

- Medidas de concentración de datos (kurtosis).

En este laboratorio, llevaremos varios de estos conceptos a la práctica usando **R**.

## 2. Configuración inicial en R

En esta sección cargaremos las **librerías** necesarias y definiremos la **ruta a los datos**.

### 2.1. Carga de librerías

```
# Cargamos las librerías necesarias para el laboratorio
library(openxlsx) # leer archivos Excel (.xlsx)
library(qcc)      # diagrama de Pareto
library(modeest)  # moda (mfv = most frequent value)
library(psych)    # funciones de estadística descriptiva (útil en otros labs)
library(moments)  # skewness y kurtosis
```

#### Tip

Si alguna librería no está instalada, puedes hacerlo con:

```
install.packages("nombre_del_paquete")
```

Por ejemplo: `install.packages("openxlsx")`.

### 2.2. Definir la ruta de trabajo

Vamos a guardar la ruta donde están los datos en un objeto llamado `ruta_datos`. Esto hace que el código sea más fácil de mantener si cambiamos de carpeta en el futuro.

```
# Definimos la ruta donde están los archivos de datos del laboratorio.
# IMPORTANTE: Ajusta esta ruta si tu carpeta tiene otro nombre o ubicación.

ruta_datos <- "C:/Users/manue/Desktop/lab-econometria/labs_epg/data_epg"

# Podemos verificar el contenido de la carpeta (opcional)
list.files(ruta_datos)
```

```
[1] "annos_mantenimiento.xlsx" "auto_peso_consumo.xlsx"
[3] "costos.xlsx"             "data_PCA_Decathlon.csv"
[5] "data_PCA_ExpertWine.csv" "Ejemplo1.xlsx"
[7] "Ejemplo2.xlsx"           "millaje.txt"
[9] "orange.csv"              "tabla_ejemplo_R.xlsx"
```

#### **i** Nota

En R es recomendable usar / (**slash**) en lugar de \ en las rutas de Windows.  
Por eso escribimos "C:/Users/manue/Desktop/..." en lugar de "C:\\Users\\...".

### 2.2.1. Ejemplo 1: Accidentes y métodos gráficos para datos cualitativos

En este ejemplo trabajamos con **datos cualitativos** (categorías de accidentes) y sus **frecuencias**.

La idea es:

1. Leer una tabla de frecuencias desde Excel.
2. Calcular las **frecuencias relativas**.
3. Representar los datos con:
  - Gráfico de barras.
  - Gráfico de torta (pie).
  - Diagrama de Pareto.

Cargar los datos del Ejemplo 1

```
# Construimos la ruta completa al archivo Excel del Ejemplo 1
archivo_ejemplo1 <- file.path(ruta_datos, "Ejemplo1.xlsx")

# Leemos el archivo Excel
datos1 <- read.xlsx(
  archivo_ejemplo1,
  sheet      = "Hoja1",
  colNames   = TRUE
)
```

```
# Vemos las primeras filas para entender la estructura
head(datos1)
```

	Categoria	Frecuencia	Acumulado
1	Explosion de Gas	28	28
2	Colapso de mina de carbon	7	35
3	Falla Represa	4	39
4	Incendio Combustible	4	43
5	Descarga electrica	1	44
6	Reactor Nuclear	1	45

### **i** Nota

En este archivo esperamos tener al menos estas columnas:

- Categoría: tipo de accidente.
- Frecuencia: cuántas veces se observó cada tipo de accidente.

## 2.2.2. Cálculo de frecuencias relativas

La **frecuencia relativa** se define como:

$$\text{frecuencia relativa} = \frac{\text{frecuencia de la categoría}}{\text{total de observaciones}}.$$

```
# Total de accidentes (suma de las frecuencias)
total <- sum(datos1$Frecuencia)

# Creamos una nueva columna con la frecuencia relativa
datos1$relativa <- datos1$Frecuencia / total

# Revisamos la tabla con frecuencia absoluta y relativa
datos1
```

	Categoria	Frecuencia	Acumulado	relativa
1	Explosion de Gas	28	28	0.62222222
2	Colapso de mina de carbon	7	35	0.15555556
3	Falla Represa	4	39	0.08888889
4	Incendio Combustible	4	43	0.08888889

5	Descarga electrica	1	44	0.02222222
6	Reactor Nuclear	1	45	0.02222222

Ahora queremos una versión “lista para graficar” de las frecuencias relativas:

```
# Convertimos la columna relativa en un vector fila
relativo <- t(as.data.frame(datos1$relativa))

# Asignamos como nombres de columnas las categorías
colnames(relativo) <- datos1$Categoria

relativo
```

	Explosion de Gas	Colapso de mina de carbon	Falla Represa
datos1\$relativa	0.6222222	0.1555556	0.08888889
	Incendio Combustible	Descarga electrica	Reactor Nuclear
datos1\$relativa	0.08888889	0.02222222	0.02222222

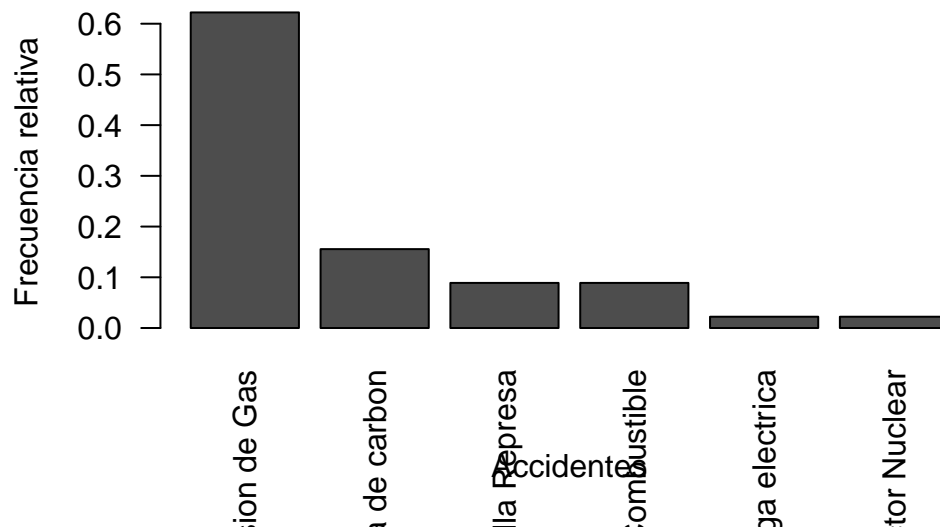
#### 💡 Tip

- `t()` transpone la tabla (cambia filas por columnas).
- Esto nos deja un **vector fila** donde cada columna es una categoría distinta.

### 2.2.3. Gráfico de barras

El gráfico de barras es una forma estándar de mostrar **frecuencias** (o frecuencias relativas) de variables cualitativas.

```
barplot(
  relativo,
  xlab = "Accidentes",
  ylab = "Frecuencia relativa",
  las = 2 # rota las etiquetas del eje X para que se lean mejor
)
```



#### **i** Nota

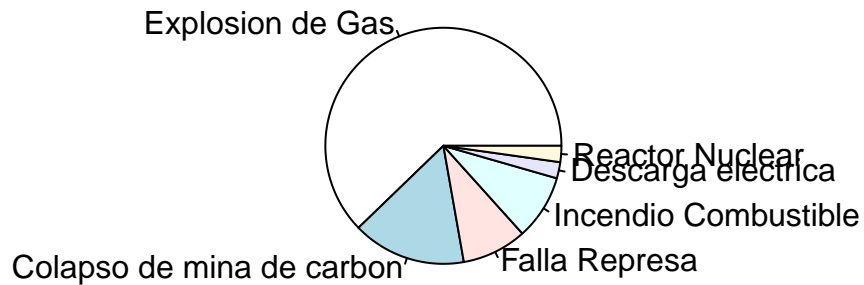
- Cada barra representa una **categoría de accidente**.
- La altura de la barra representa la **frecuencia relativa** (proporción del total).
- las = 2 rota las etiquetas del eje horizontal para evitar que se encimen.

#### 2.2.4. Gráfico de torta (pie chart)

El gráfico de torta muestra la proporción de cada categoría como una “porción” de un círculo.

```
pie(
  relativo,
  labels = datos1$Categoria,
  main   = "Accidentes de generación de energía"
)
```

## Accidentes de generación de energía



### 💡 Tip

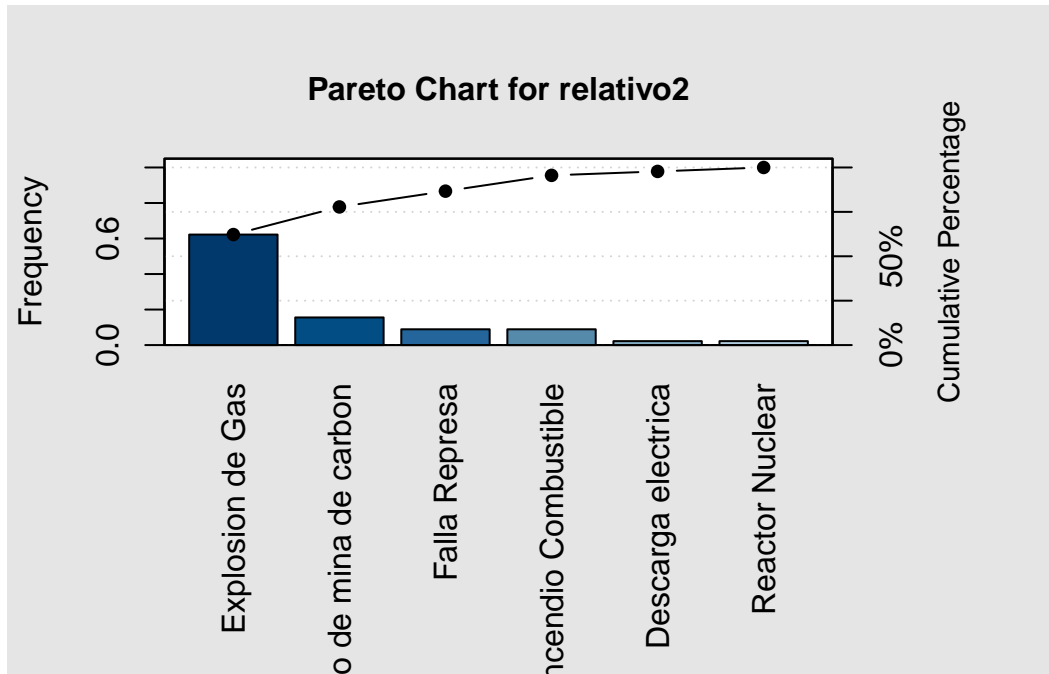
- El gráfico de torta es útil para resaltar la **proporción** de cada categoría.
- Sin embargo, para comparar categorías muy parecidas entre sí, un **gráfico de barras** suele ser más claro.

### 2.2.5. Diagrama de Pareto

El **diagrama de Pareto** ordena las categorías de mayor a menor frecuencia y muestra también la acumulación.

```
# Creamos un vector nombrado: cada elemento es la frecuencia relativa,  
# y el nombre es la categoría  
relativo2 <- datos1$relativa  
names(relativo2) <- datos1$Categoria  
  
# Ajustamos márgenes del gráfico (opcional)  
par(mar = rep(4, 4))  
  
pareto.chart(relativo2)
```





Pareto chart analysis for relativo2

	Frequency	Cum.Freq.	Percentage	Cum.Percent.
Explosion de Gas	0.62222222	0.62222222	62.22222222	62.22222222
Colapso de mina de carbon	0.15555556	0.77777778	15.55555556	77.77777778
Falla Represa	0.08888889	0.86666667	8.88888889	86.66666667
Incendio Combustible	0.08888889	0.95555556	8.88888889	95.55555556
Descarga electrica	0.02222222	0.97777778	2.22222222	97.77777778
Reactor Nuclear	0.02222222	1.00000000	2.22222222	100.00000000

#### Nota

El diagrama de Pareto permite:

- Identificar cuáles son las **categorías más frecuentes** (las más importantes).
- Visualizar la **acumulación**: por ejemplo, ver qué porcentaje del total representan las primeras 2 o 3 categorías.

Esto es muy útil en gestión para aplicar el principio de **80/20**: una pequeña cantidad de causas suele explicar gran parte de los efectos.

### 2.2.6. Ejemplo 2: Rendimiento de vehículos y estadística descriptiva

En este ejemplo trabajaremos con **datos cuantitativos**: rendimiento de vehículos medido por la **EPA** (Environmental Protection Agency).

Pasos principales:

1. Convertir las unidades de rendimiento de millas/galón a km/litro.
2. Explorar los datos con:
  - Gráfico simple.
  - Histograma.
  - Densidad estimada y comparación con la normal.
  - Boxplot.
3. Calcular medidas descriptivas:
  - Media, mediana, moda, rango, desviación estándar, coeficiente de variación.
4. Evaluar la normalidad:
  - Prueba de Shapiro-Wilk.
  - Prueba de Kolmogorov-Smirnov.
  - Gráfico QQ.
  - Skewness y kurtosis.

### 2.2.7. Cargar los datos del Ejemplo 2

```
archivo_ejemplo2 <- file.path(ruta_datos, "Ejemplo2.xlsx")

datos2 <- read.xlsx(
  archivo_ejemplo2,
  sheet      = "Hoja1",
  colNames  = TRUE
)
```

```
head(datos2)
```

```
  EPA_Mileage_Ratings_milla_galon
1                               36.3
2                               32.7
3                               40.5
4                               36.2
5                               38.5
6                               36.3
```

#### Nota

En este archivo esperamos tener una columna llamada, por ejemplo:

- EPA\_Mileage\_Ratings\_milla\_galon: rendimiento en millas por galón.

### 2.2.8. Conversión de unidades: de millas/galón a km/litro

Recordemos las equivalencias:

- 1 milla 1.6093 kilómetros.
- 1 galón 3.78 litros.

Entonces, el factor de conversión es:

$$\text{factor} = \frac{1.6093}{3.78}.$$

```
milla <- 1.6093
galon <- 3.78

factorconversion <- milla / galon
factorconversion
```

```
[1] 0.4257407
```

Aplicamos este factor a la columna de rendimiento:

```
datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l <- factorconversion * datos2$EPA_Mileage_Ratings_milla_galon

# Resumen de la nueva variable
summary(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l)
```

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
12.77	15.19	15.75	15.75	16.32	19.12

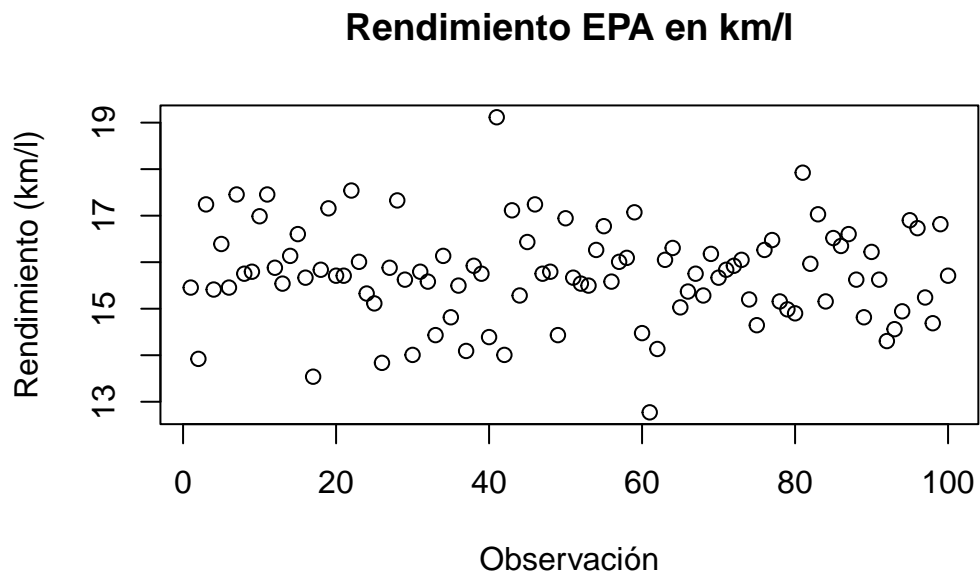
#### 💡 Tip

Crear una **nueva columna** (en lugar de sobrescribir la original) permite:

- Conservar las unidades originales.
- Comparar resultados y evitar errores de interpretación.

### 2.2.9. Gráfico simple de la serie

```
plot(
  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,
  main = "Rendimiento EPA en km/l",
  xlab = "Observación",
  ylab = "Rendimiento (km/l)"
)
```



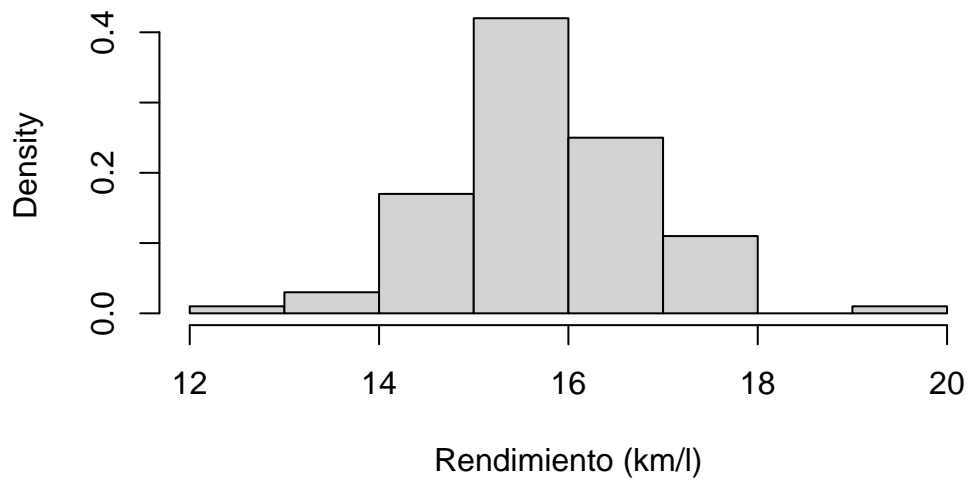
Este gráfico muestra cómo varía el rendimiento (en km/l) a lo largo de las observaciones.

## 2.3. Histograma y densidad

### 2.3.1. Histograma de frecuencias (escala de densidad)

```
hist(  
  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,  
  main = "Histograma de frecuencias EPA",  
  xlab = "Rendimiento (km/l)",  
  freq = FALSE # FALSE => el eje Y representa densidad, no conteos  
)
```

## Histograma de frecuencias EPA

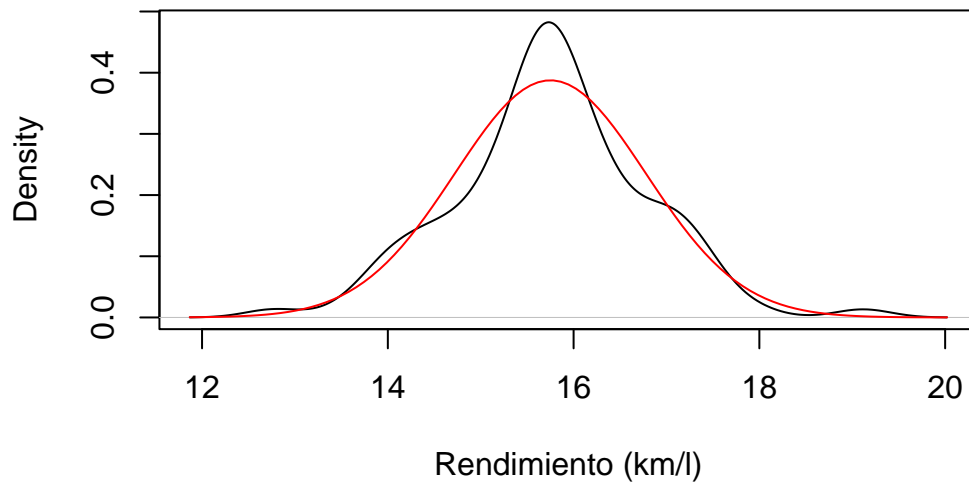


### 2.3.2. Densidad estimada y comparación con la normal

```
# Estimación de la densidad empírica
plot(
  density(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l),
  main = "Densidad de frecuencias EPA",
  xlab = "Rendimiento (km/l)"
)

# Añadimos la curva de una Normal con misma media y desviación estándar
curve(
  dnorm(
    x,
    mean = mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE),
    sd   = sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,   na.rm = TRUE)
  ),
  add = TRUE,
  col = "red"
)
```

### Densidad de frecuencias EPA



#### **i** Nota

- La curva negra representa la **densidad empírica** estimada a partir de los datos.
- La curva roja representa una **distribución normal teórica** con la **misma media y desviación estándar** que la muestra.
- Comparar ambas curvas nos da una idea visual de qué tan “normal” parece la distribución.

#### 2.3.3. Boxplot (gráfico de cajas)

El boxplot resume:

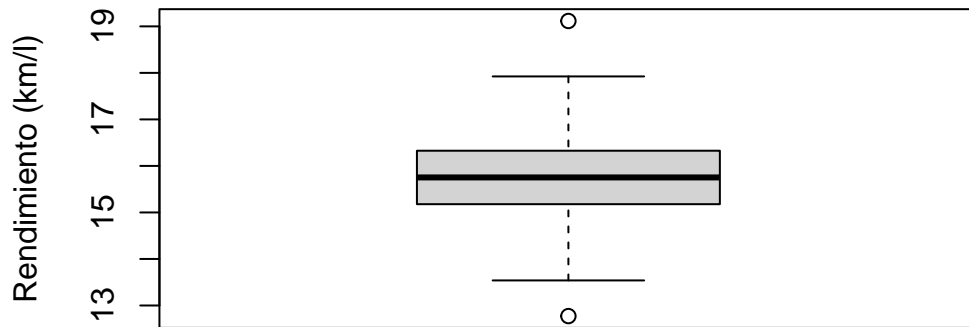
- Mediana.
- Cuartiles (Q1 y Q3).
- Rango intercuartílico.
- Posibles valores atípicos (outliers).

```

boxplot(
  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,
  main   = "Gráfico de cajas 1",
  ylab   = "Rendimiento (km/l)",
  outline = TRUE # muestra los posibles outliers
)

```

**Gráfico de cajas 1**



#### 2.3.4. Medidas descriptivas: centro y dispersión

Calculamos:

- Media.
- Mediana.
- Moda (usando `mfv`).
- Rango.
- Desviación estándar.
- Coeficiente de variación.



```
media    <- mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
mediana  <- median(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
moda     <- mfv(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l) # most frequent value
rango    <- range(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
desv     <- sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
```

```
coeficiente_variacion <- desv / media
```

```
media
```

```
[1] 15.74985
```

```
mediana
```

```
[1] 15.75241
```

```
moda
```

```
[1] 15.75241
```

```
rango
```

```
[1] 12.77222 19.11576
```

```
desv
```

```
[1] 1.029397
```

```
coeficiente_variacion
```

```
[1] 0.06535917
```

#### Nota

- La **media** es el promedio aritmético.
- La **mediana** es el valor central de los datos ordenados.

- La **moda** es el valor que más se repite.
- El **coeficiente de variación** es adimensional y se interpreta como:

$$CV = \frac{\text{desviación estándar}}{\text{media}}.$$

Es útil para comparar la variabilidad relativa entre diferentes variables.

## 2.4. Pruebas de normalidad

Aplicamos dos pruebas clásicas de normalidad:

### 2.4.1. Prueba de Shapiro-Wilk

```
shapiro.test(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data:  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l
W = 0.98814, p-value = 0.5185
```

- **H0:** los datos provienen de una distribución normal.
- **H1:** los datos NO provienen de una distribución normal.

Si el **p-valor** es menor a 0.05, rechazamos H0 y concluimos que los datos **no son normales**.

### 2.4.2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

```
ks.test(
  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,
  pnorm,
  mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE),
  sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
)
```

Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data:  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l
D = 0.067046, p-value = 0.7597
alternative hypothesis: two-sided
```

Aquí comparamos la distribución muestral con una **normal teórica** con:

- media = media muestral
- desviación estándar = desviación estándar muestral

## 2.5. Simulación de una distribución normal comparable

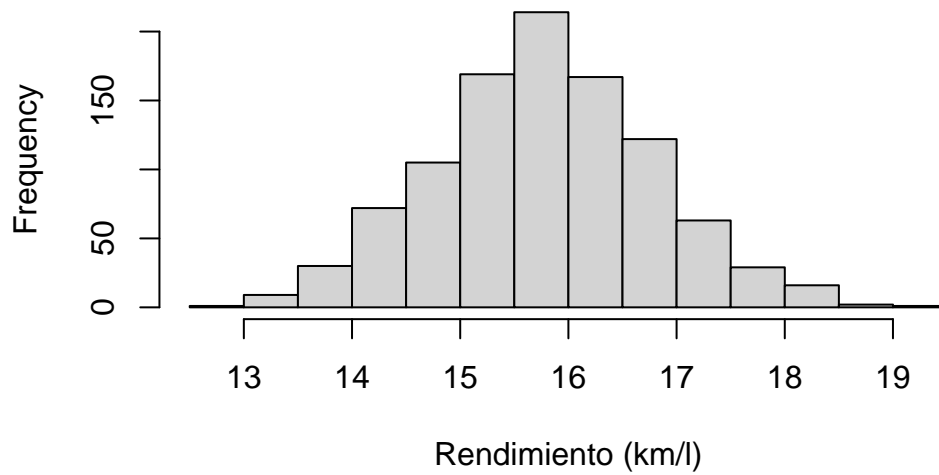
Generamos datos simulados desde una distribución normal con la misma media y desviación estándar que los datos reales, y comparamos los histogramas.

```
set.seed(123) # para reproducibilidad

datos_simulados <- rnorm(
  1000,
  mean = mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE),
  sd   = sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,   na.rm = TRUE)
)

# Histograma de los datos simulados
hist(
  datos_simulados,
  main = "Histograma de datos simulados (Normal)",
  xlab = "Rendimiento (km/l)"
)
```

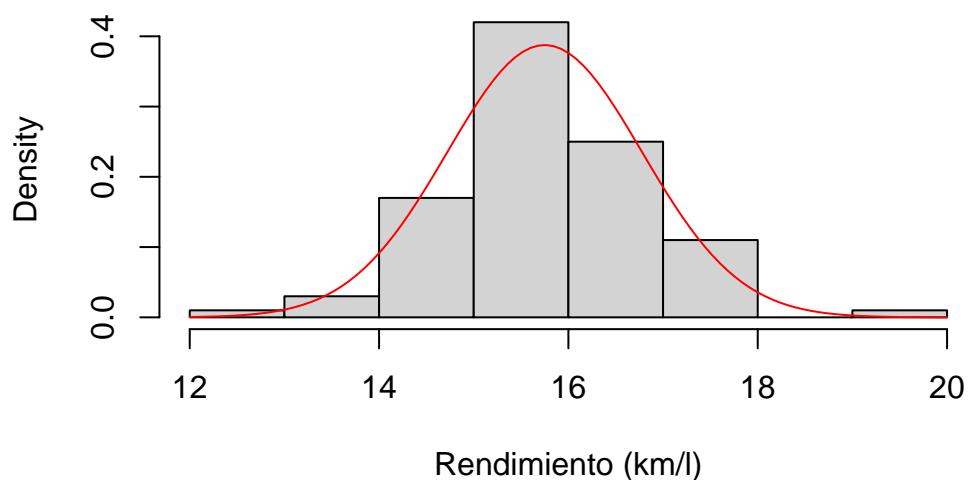
## Histograma de datos simulados (Normal)



```
# Histograma de los datos reales con curva normal
hist(
  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,
  freq = FALSE,
  main = "Datos EPA con curva normal teórica",
  xlab = "Rendimiento (km/l)"
)

curve(
  dnorm(
    x,
    mean = mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE),
    sd   = sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
  ),
  add = TRUE,
  col = "red"
)
```

## Datos EPA con curva normal teórica



### 2.6. Cuantiles y valores teóricos

Calculamos los **cuantiles** (percentiles) y luego los valores teóricos de una normal para los percentiles 25 % y 75 % usando `qnorm`.

```
# Cuantiles 0%, 25%, 50%, 75% y 100%
quantile(
  datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l,
  prob = c(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1),
  na.rm = TRUE
)
```

0%	25%	50%	75%	100%
12.77222	15.18830	15.75241	16.31651	19.11576

Ahora calculamos los valores que corresponderían al 25 % y 75 % bajo una distribución normal con la misma media y desviación estándar:

```
z_0.75 <- mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE) +
  qnorm(0.75) * sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
```

```
z_0.25 <- mean(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE) +
  qnorm(0.25) * sd(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)

z_0.75
```

```
[1] 16.44417
```

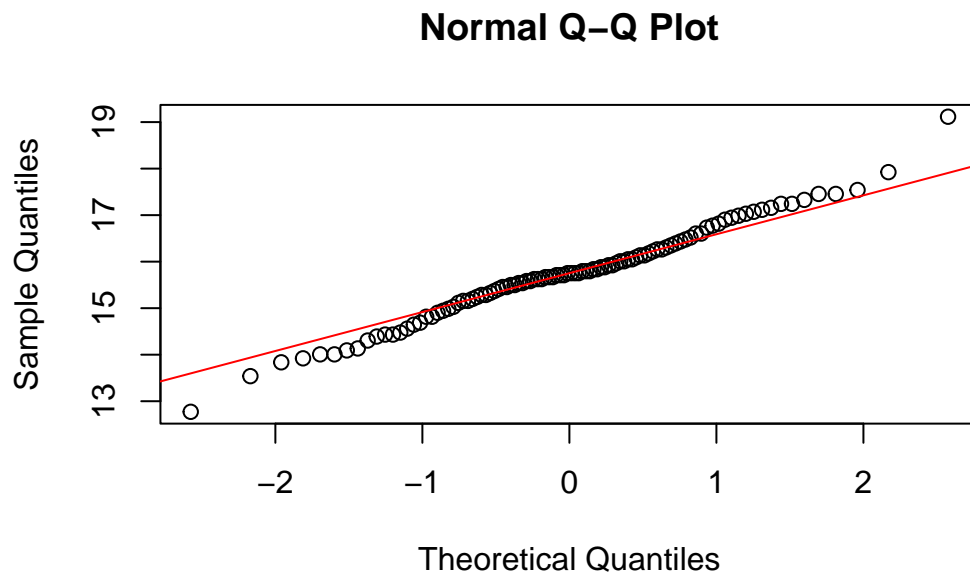
```
z_0.25
```

```
[1] 15.05554
```

## 2.7. Gráfico QQ (quantile-quantile)

El gráfico QQ compara los cuantiles de los datos con los cuantiles de una normal teórica.

```
qqnorm(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l)
qqline(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, col = "red")
```



- Si los puntos siguen aproximadamente la línea roja, la distribución de los datos es cercana a la normal.

- Desviaciones sistemáticas indican diferencias respecto a la normalidad (colas más pesadas, asimetría, etc.).

## 2.8. Asimetría (skewness) y curtosis (kurtosis)

Finalmente, medimos la **forma** de la distribución mediante:

- **Skewness**: mide la asimetría.
- **Kurtosis**: mide el “apuntamiento” o peso de las colas comparado con una normal.

```
skewness(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
```

```
[1] 0.05014194
```

```
kurtosis(datos2$EPA_Mileage_Ratings_km_l, na.rm = TRUE)
```

```
[1] 3.672556
```

### Nota

- Si **skewness**  $> 0$ : asimetría hacia la derecha (cola más larga a la derecha).
- Si **skewness**  $< 0$ : asimetría hacia la izquierda.
- Para la curtosis (definición clásica):
  - Una distribución normal tiene **kurtosis** **3**.
  - Si **kurtosis**  $> 3$ : colas más pesadas (leptocúrtica).
  - Si **kurtosis**  $< 3$ : colas más ligeras (platicúrtica).

## 2.9. Resumen final del Ejemplo 2

En este ejemplo aprendimos a:

- Convertir unidades (millas/galón  $\rightarrow$  km/l).
- Explorar datos cuantitativos con gráficos:

- Plot simple, histograma, densidad, boxplot y QQ-plot.
- Calcular medidas descriptivas:
  - Media, mediana, moda, rango, desviación estándar, coeficiente de variación.
- Evaluar la normalidad de una variable usando:
  - Pruebas de hipótesis (Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov).
  - Comparación visual con una distribución normal.
  - Skewness y kurtosis.

Estos pasos son la base para análisis más avanzados en econometría, donde **suponemos frecuentemente normalidad** en los errores o en ciertas variables.