

Introducción al software R

Notas de clases

*Paccioretti Pablo*¹

*Bruno Cecilia*²

¹pablopaccioretti@agro.unc.edu.ar

²cebruno@agro.unc.edu.ar

Índice general

1	Instalación de programas	5
1.1	Breve introducción a la interfaz del intérprete de InfoStat	5
2	Breve introducción a R	7
2.1	Generalidades del ambiente R	7
3	Funciones y comandos básicos	9
3.1	Ayuda	9
3.2	Asignaciones y aritmética vectorial	9
3.3	R como herramienta estadística	10
3.4	R como herramienta gráfica	10
3.5	Tablas resumen de operadores y funciones	14
4	Objetos en R	17
4.1	Vectores	17
4.2	Matrices	18
4.3	Listas	19
4.4	Hojas de datos (Data frames)	19
4.5	Algunas funciones básicas predefinidas	20
5	Control de flujo	23
5.1	Construcción condicional <code>if</code>	23
5.2	Construcción repetitiva <code>for</code>	24
5.3	Construcción repetitiva <code>while</code>	24
6	Generar nuevas funciones	27

Sección 1

Instalación de programas

Se debe tener instalado R y RStudio. R puede ser instalado en múltiples plataformas tales como Windows, Mac OS y en sistemas basados en Linux. Además hay múltiples entornos de desarrollo integrado (*Integrated Development Environment* IDE) los cuales facilitan la programación. Ejemplos de este tipo de software es el intérprete de R que contiene InfoStat (Di Rienzo et al., 2018) y RStudio (RStudio Team, 2016). Las interfaces gráficas de ambos softwares son similares.

Links para las descargas:

- R (windows)
- InfoStat

1.1 Breve introducción a la interfaz del intérprete de InfoStat

La interfaz del intérprete de R en InfoStat se divide en cuatro paneles.

El panel superior izquierdo permite al usuario visualizar scripts previamente escritos o escribir nuevos. En el panel inferior izquierdo se muestran los resultados. En los paneles derechos se muestran los objetos cargados en el ambiente de trabajo, mientras que en el panel inferior derecho se muestran los paquetes instalados y en rojo los paquetes cargados.

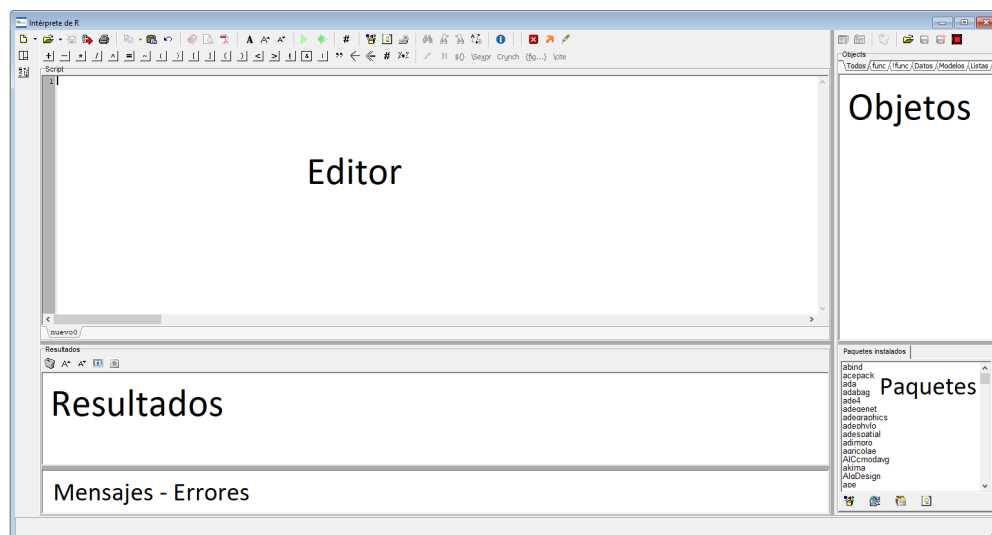


Figura 1.1: Diseño de los paneles del intérprete de R de InfoStat RStudio

Sección 2

Breve introducción a R

R (R Core Team, 2018) es un lenguaje de programación orientado a objetos. Fue creado por Ross Ihaka y Robert Gentleman en 1993 como un dialecto del software S, fue publicado en 1996 (Ihaka and Gentleman, 1996). Es un software libre y de código abierto, lo que significa que se puede usar, compartir y modificar el software libremente. Junto con el instalador de R, se distribuyen ciertos paquetes (*packages*) los cuales incluyen funciones para implementar algunos métodos estadísticos clásicos y modernos. Muchas personas utilizan R para realizar análisis estadísticos por esta razón. Muchos algoritmos y metodologías estadísticas están disponibles para ser implementadas en R, pero se debe buscar en cual paquete está disponible y descargarlo para su utilización.

2.1 Generalidades del ambiente R

R distingue mayúsculas y minúsculas, esto significa que `P` y `p` son variables diferentes. Los comandos elementales consisten en expresiones o asignaciones. Si se ejecuta una expresión el resultado será impreso pero no se guardará dicho valor. Cuando se asigna un valor de una expresión (mediante el comando `<-`), el resultado no se imprimirá en pantalla y se almacenará en un objeto. Comandos diferentes son separados por `;` o por una nueva línea. Un conjunto de comandos pueden estar encerrados entre llaves (`{` y `}`). Los `#` indican comentarios en el código, todo lo que está a la derecha de este símbolo no será ejecutado por R. Si se desean hacer comentarios en más de una línea, cada una de ellas debe comenzar con `#`.

```
x <- sqrt(10) #No se muestra el resultado
sqrt(10)      #Impresión automática del resultado
```

```
## [1] 3.162278
```

Las funciones son segmentos de código escrito para llevar a cabo una tarea específica, en el ejemplo anterior se utilizó la función `sqrt` para calcular la raíz cuadrada de 10. Las funciones o no necesitan argumentos y devolver o no uno o más valores en el resultado. Los argumentos de la función son los *inputs* para ejecutar la tarea. Argumentos deben ir dentro de paréntesis luego del nombre de la función, cada argumento se separa con `,` (`(arg1,arg2)`). Nombres de los argumentos pueden especificarse explícitamente o no. Si no se detalla el nombre del argumento, R entenderá que están en el mismo orden que se especificaron cuando se creó la función.



Notar que la mayoría de las funciones de R derivan del inglés y que utiliza `.` como separador decimal.

Sección 3

Funciones y comandos básicos

En R se puede ejecutar cualquier operación matemática. Comencemos viendo algunas operaciones básicas:
Suma:

```
5+2
```

```
## [1] 7
```

Raíz cuadrada:

```
sqrt(15)
```

```
## [1] 3.872983
```

3.1 Ayuda

R incluye documentación de ayuda muy detallada. Para acceder a la ayuda de cada función, objeto o datos de prueba se debe ejecutar el comando `help()` o `?`. Por ejemplo `help(sqrt)`, o `?sqrt`. Otra forma de pedir la ayuda es presionando F1 luego de seleccionar la función. La sentencia `??` busca un patrón dentro de la documentación del sistema de ayuda, es útil si no se conoce cual función ejecuta cierto análisis. Otra herramienta muy útil para buscar ayuda es Google o Stack Overflow.

```
help(sqrt)
??square
```

3.2 Asignaciones y aritmética vectorial

Como ya se especificó en la sección 2.1, un comando de asignación es `<-`, donde a la izquierda se especifica el nombre del objeto y a la derecha el valor, ya sean resultados de un cálculo o de un análisis estadístico. Por ejemplo, si se desea asignar el valor de 5 al objeto `radio` se debe ejecutar `radio <- 5`. Otras formas de hacer asignaciones es mediante la utilización de `=` o `->`, este último no es utilizado comúnmente.

Asignaremos al objeto `x` una secuencia numérica del 1 al 5 y luego ver el contenido de `x`:

```
x<-c(1,2,3,4,5) #No se muestra el resultado
x #Se auto imprime el resultado
## [1] 1 2 3 4 5
print(x) #Imprime el resultado de manera explícita mediante el comando print
## [1] 1 2 3 4 5
```

3.3 R como herramienta estadística

En el paquete `stats` (uno de los paquetes instalados por defecto) contiene la densidad, la función de distribución (probabilidades), función de cuantiles y generación de números aleatorios de las distribuciones estadísticas más comunes. Por ejemplo, si se desea generar 40 números aleatorios de una distribución normal estándar se deberá ejecutar la sentencia `rnorm(40)`.

Si se desea calcular medidas descriptivas básicas de un vector se puede ejecutar `mean` para calcular la media, `sd` para calcular el desvío estándar y `var` para la varianza. Otra función útil para obtener valores de posición y dispersión es la función `summary`.

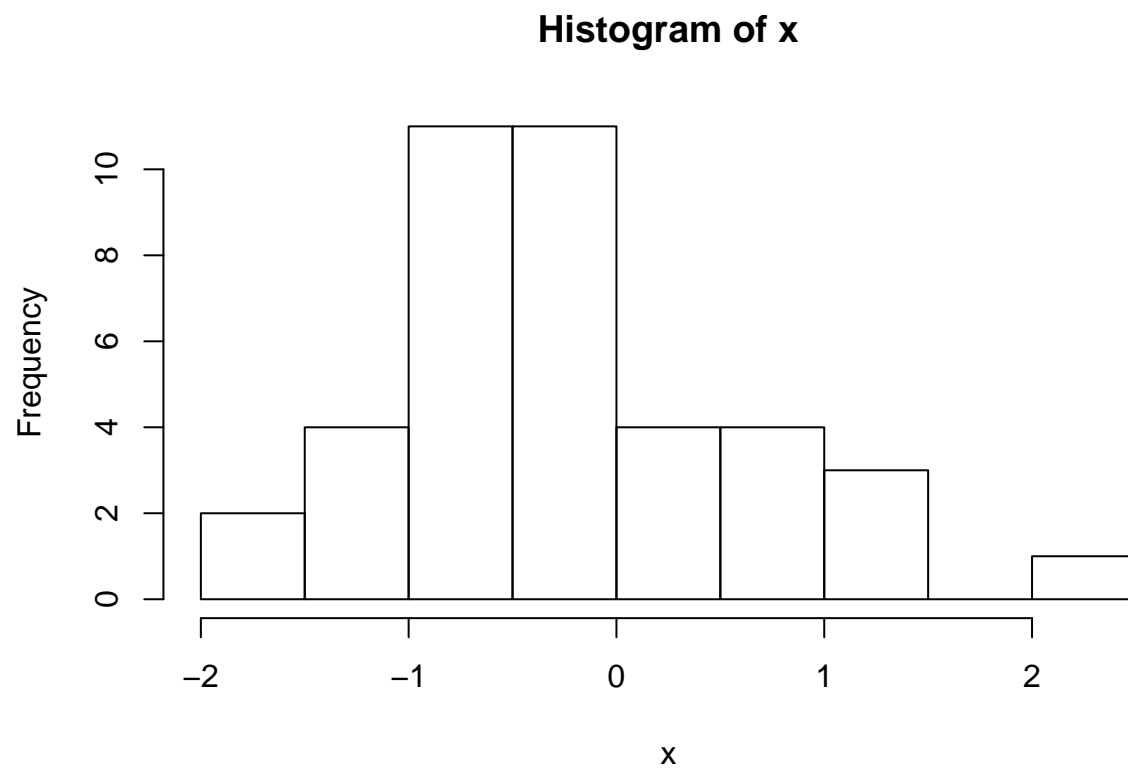
```
x<- rnorm(40)
summary(x)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
## -1.7744 -0.6840 -0.4168 -0.2336  0.1268  2.0359
```

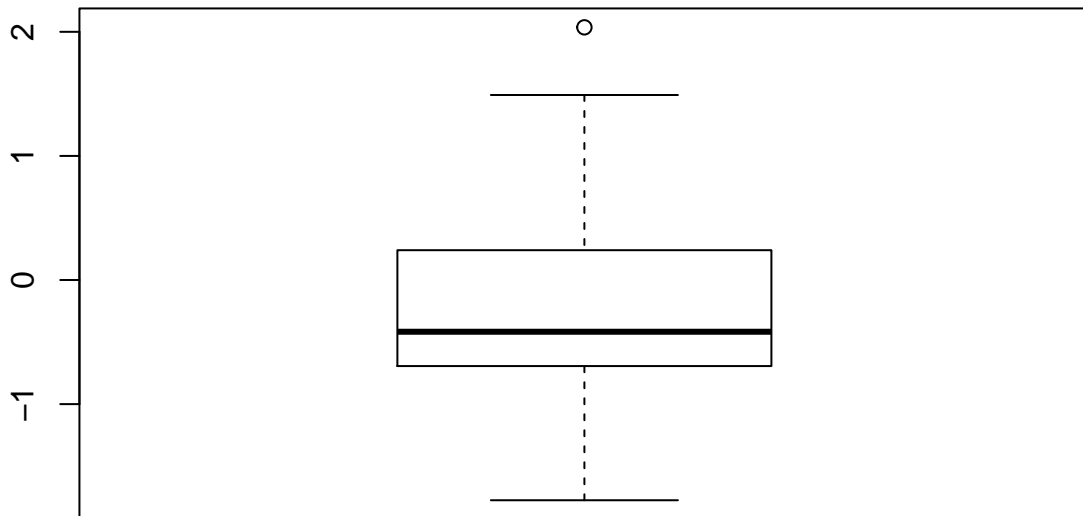
3.4 R como herramienta gráfica

Con R se puede realizar gráficos y modificar numerosos parámetros del gráfico para su publicación. Se realizará un histograma y un boxplot de la variable `x` generada anteriormente.

```
hist(x)
```

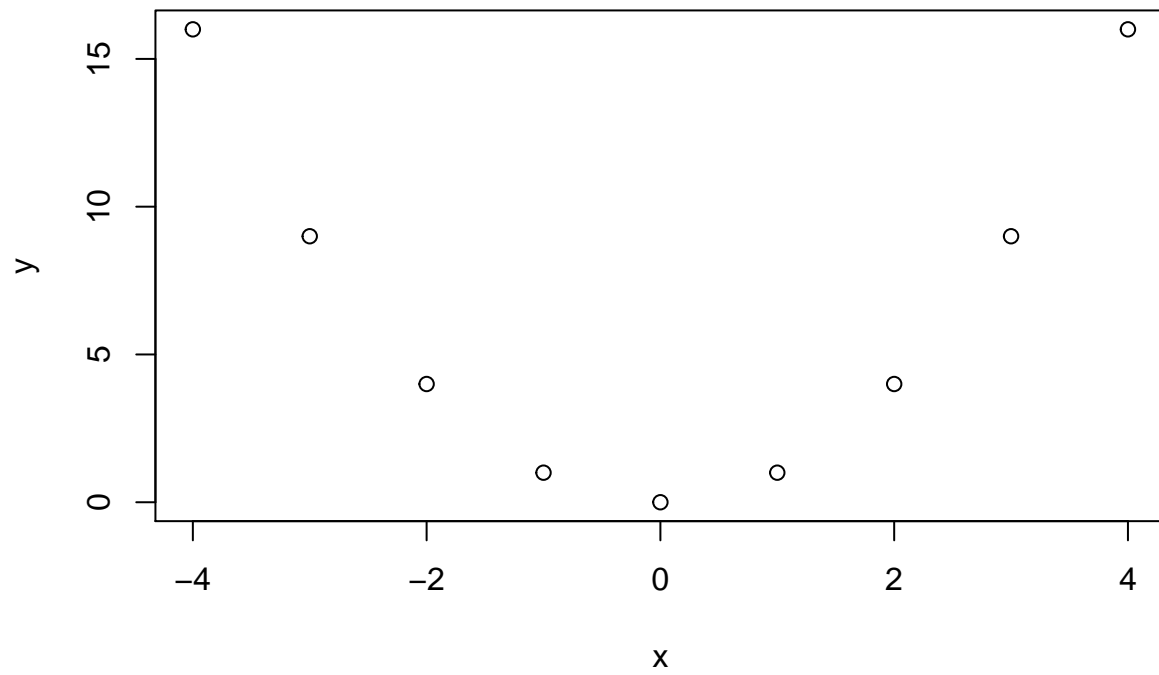


```
boxplot(x)
```

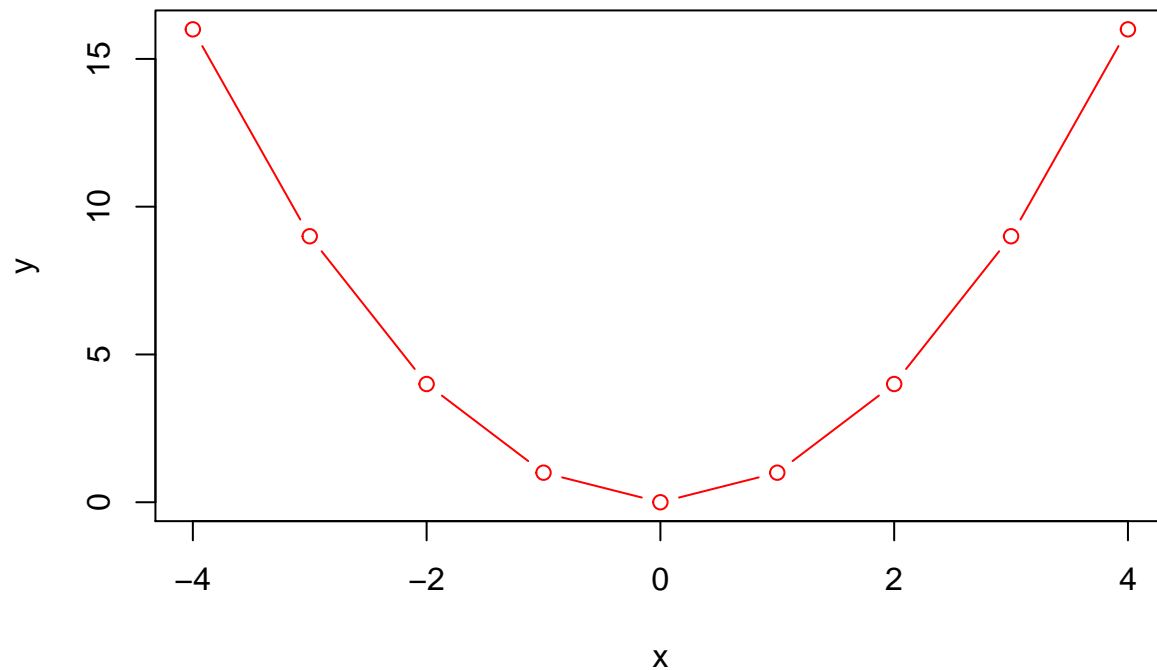


También se puede realizar gráficos de dispersión utilizando la función `plot` y editar algunos elementos del gráfico.

```
x <- c(-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4) # Observar que se reemplazó el objeto "x" que se generó previamente
y <- x^2
plot(x,y)
```



```
plot(x,y, type="b", col="red")
```



3.5 Tablas resumen de operadores y funciones

Cuadro 3.1: Algunas funciones matemáticas en R

Sintaxis	Operación
'x + y'	suma de x e y
'x - y'	diferencia de x e y
'x * y'	multiplicación de x e y
'x / y'	división de x por y
'x %/% y'	parte entera de la división de x por y
'x %% y'	resto de la división de x por y
'x ^ y'	x elevado a y-ésima potencia
'x < y'	x menor que y
'x <= y'	x menor o igual que y
'x > y'	x mayor que y
'x >= y'	x mayor o igual que y
'x == y'	x igual a y
'x != y'	x no es igual a y
'sqrt(x)'	raíz cuadrada de x
'exp(y)'	exponencial de y
'log(x)'	logaritmo natural de x
'log(x, k)'	logaritmo base k de x

'sum(x)'	suma los elementos de x
'prod(x)'	producto de los elementos de x
'round(x, k)'	redondea x a k dígitos



3.5.1 Ejercitación

1. Funciones y comandos básicos

Calcule la raíz cuadrada de 10

Calcule el perímetro del círculo de radio 5 ($P = 2\pi \times r$)

Calcule 270 dividido la suma entre 12 y 78

Calcule el cuadrado de 8

Calcule el logaritmo de 10

2. Asignaciones y aritmética vectorial

Calcule el perímetro del círculo de radio 5 y guárdelo en el objeto `per`.

Crear el vector de coordenadas 6,7,8,9,10 y llamarlo `zSuma` de dos vectores

Calcular la suma de `z` y `x`

Calcular el doble de `x`

¿Qué se obtiene haciendo el producto entre los vectores `z` y `x`?

3. R como herramienta gráfica

Generar un vector `y` con 20 realizaciones de una normal con media 5 y desvío estándar 2. Calcular la media y la varianza de `y`.

Sección 4

Objetos en R

Los resultados de un cierto procedimiento o valores pueden ser almacenados en diferentes clases de objetos. R tiene cinco clases básicas de objetos, números (**numeric**), números complejos (**complex**), cadenas de caracteres (**character**), factores (**factor**) y valores lógicos (**logical**). Éstos pueden juntarse para formar vectores (**vector**), matrices (**matrix**), hojas de datos (**data.frame**) o listas (**list**) entre otras clases de objetos menos usuales. En esta sección trabajaremos con algunos de ellos. Para conocer la clase de un objeto se utiliza la función `class`.

4.1 Vectores

Es el objeto más simple de R. Es importante tener en cuenta que los vectores solo contienen elementos de la **misma** clase. La función `c()` puede utilizarse para crear vectores concatentando sus argumentos.

```
a <- c(-1,5,9,10.5)      #numérico
d <- c(4+2i, 2+5i)        #números complejos
x <- c(1, 2, 3)           #numérico
y <- c("a", "b", "c")     #caracteres
z <- c(TRUE, TRUE, FALSE, T) #lógico
```



Note que en el ejemplo anterior T y F es la forma corta de especificar TRUE y FALSE. Es recomendable utilizar la forma explícita de TRUE y FALSE que la forma corta.

4.1.1 Secuencias

```
x <- c(1, 2, 3, 4, 5)
x <- 1:10
y <- -5:3
```

Para generar secuencias de números enteros consecutivos se puede utilizar `:`, pero si se desea generar otros tipos de secuencias, por ejemplo la secuencia 4,6,8,...,20, se debe utilizar la función `seq`. Los argumentos de esta función permiten generar secuencias con saltos o longitud definida por el usuario.

```
seq(from = 4, to = 20, by = 2)
```

```
## [1] 4 6 8 10 12 14 16 18 20
```

4.1.2 Vectores con valores repetidos

Cuando se desea generar un vector con valores repetidos se puede utilizar la función **rep**. Esta función replica los valores que se especifican en el primer argumento, tantas veces o el largo que se especifique.

```
rep(1, 5)
## [1] 1 1 1 1 1
x <- 1:3
rep(x, 2)
## [1] 1 2 3 1 2 3
rep(x, c(2,4,1))
## [1] 1 1 2 2 2 2 3
rep(x, length = 8)
## [1] 1 2 3 1 2 3 1 2
```

4.2 Matrices

Las matrices son vectores con atributo de dimensión (filas y columnas). A diferencia de los **data.frames**, todas las columnas de las matrices son de una misma clase. Para generar matrices se puede utilizar la función **matrix**.

```
x <- 1:20
matrix(x, nrow = 5, ncol = 4)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,] 1    6   11   16
## [2,] 2    7   12   17
## [3,] 3    8   13   18
## [4,] 4    9   14   19
## [5,] 5   10   15   20
```

Las matrices pueden ser creadas uniendo filas o columnas mediante las funciones **cbind()** y **rbind()**.

```
x <- 1:3
y <- 10:12
cbind(x, y)
```

```
##      x  y
## [1,] 1 10
## [2,] 2 11
## [3,] 3 12
```

```
rbind(x, y)
```

```
##      [,1] [,2] [,3]
## x      1    2    3
## y     10   11   12
```

4.2.1 Operaciones con matrices:

- `A %% B` : producto de matrices
- `t(A)` : traspuesta de la matriz A
- `solve(A)` : inversa de la matriz A
- `solve(A,b)` : solución del sistema de ecuaciones $Ax=b$.
- `svd(A)` : descomposición en valores singulares
- `qr(A)` : descomposición QR
- `eigen(A)` : valores y vectores propios
- `diag(b)` : matriz diagonal. (b es un vector)
- `diag(A)` : matriz diagonal. (A es una matriz)
- `A %o% B == outer(A,B)` : producto exterior de dos vectores o matrices

4.3 Listas

Una lista es la forma generalizada de un vector que puede contener elementos de diferentes clases (número, vector, matriz, lista, etc.). Para crear lista se puede utilizar la función `list()`. Dada su flexibilidad son contenedores generales de datos. Muchas funciones devuelven un conjunto de resultados de distinta longitud y distinto tipo en forma de lista.

```
n <- c(2, 4, 6)
s <- c("aa", "bb", "cc", "dd", "ee")
b <- c(TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, FALSE)
x <- list(n, s, b)
x
```

```
## [[1]]
## [1] 2 4 6
##
## [[2]]
## [1] "aa" "bb" "cc" "dd" "ee"
##
## [[3]]
## [1] TRUE FALSE TRUE FALSE FALSE
```

4.4 Hojas de datos (Data frames)

Es el objeto más común en R para almacenar datos. Sus columnas pueden ser de diferentes clases por ejemplo variables continuas y categóricas. Este tipo de objetos puede generarse mediante la función `data.frame()`.



`data.frame` convierte los vectores de caracteres en factores automáticamente.

```
x1 <- 1:10
x2 <- 24:33
x3 <- gl(2, 5, labels = c("si", "no"))
x4 <- letters[1:10]
data.frame(A = x1, B = x2, C = x3, D = x4)
```

```
##      A  B  C D
## 1    1 24 si a
## 2    2 25 si b
## 3    3 26 si c
## 4    4 27 si d
## 5    5 28 si e
## 6    6 29 no f
## 7    7 30 no g
## 8    8 31 no h
## 9    9 32 no i
## 10  10 33 no j
```

4.5 Algunas funciones básicas predefinidas

- `summay()`
 - `mean()`
 - `var()`
 - `sd()`
 - `cor()`
 - `sum()`
 - `min()`
 - `max()`
 - `seq()`
 - `which()`
 - `which.min()`
 - `which.min()`
 - `length()`
 - `table()`
 - `is.na()`
 - `is.null()`
 - `complete.cases()`
 - `as.character()`
 - `as.numeric()`
 - `paste()`
 - `gsub()`
 - `unique()`
 - `lm()`
 - `dim()`
 - `nrow()`
 - `ncol()`
 - `colnames()`
 - `rownames()`
 - `edit()`
 - `cbind()`
 - `rbind()`
 - `order()`
 - `install.packages()`
 - `library()`
-



4.5.1 Ejercitación

1. Vectores

Genere un vector **b** el cual contenga los valores de **x** y **a** ¿Cuántos elementos tiene el vector **b**?

2. Secuencias

Genere la secuencia 8,7,6,5,4

`seq(4,20,2)` ¿Este comando da error? ¿Por qué?

Genere usando comandos para secuencias el vector de componentes: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 73, 72, 71, 70, 69, 68, 3, 6, 9, 12, 15, 18.

3. Repetir valores

Genere un vector de componentes “azul”, “azul”, “azul”, “azul”, “amarillo”, “amarillo”, “verde”, “verde”, “verde”, llamado **col**. ¿Es un vector de factores?

4. Matrices

Calcule la inversa y los autovalores y autovectores de **A** = `matrix(c(1,3,3,9,5,9,3,5,6), nrow = 3)`

Sección 5

Control de flujo

5.1 Construcción condicional if

Es de la forma `if (expr 1) expr 2 else expr 3` donde `expr 1` debe producir un valor logico. Si `expr 1` es verdadero (T), se ejecutara `expr 2`. Si `expr 1` es falso (F), y se ha escrito la opcion `else`, que es opcional, se ejecutara `expr 3`.

```
if( 3 > 2) print("yes")
```

```
## [1] "yes"
```

```
if( 2 > 3) print("yes")
if( 2 > 3) print("yes") else print("no")
```

```
## [1] "no"
```

Ejemplo con dos condiciones supongamos que `x <- 75` es la nota numerica de examen de un alumno, queremos asignar nota “A”, “B” o “C”

```
if(x < 60) nota = "C"
if(x >= 60 & x < 80) nota = "B"
if(x >= 80) nota = "A"
```

`ifelse` es la versión vectorizada de `if`

Ejemplo

```
nota.num <- c(39, 51, 60, 65, 72, 78, 79, 83, 85, 85, 87, 89, 91, 95, 96, 97, 100, 100)

prueba <- ifelse (nota.num >= 60, "aprobado", "desaprobado")
prueba
```

```
## [1] "desaprobado" "desaprobado" "aprobado"      "aprobado"      "aprobado"
## [6] "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"
## [11] "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"
## [16] "aprobado"     "aprobado"     "aprobado"
```

5.2 Construcción repetitiva for

Es de la forma `for (nombre in expr 1) expr 2` donde `nombre` es la variable de control de iteración, `expr 1` es un vector (a menudo de la forma `m:n`), y `expr 2` es una expresión, a menudo agrupada, en cuyas sub-expresiones puede aparecer la variable de control, `nombre`. `expr 2` se evalúa repetidamente conforme `nombre` recorre los valores del vector `expr 1`.

```
for (i in 1:10) print(i)
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
## [1] 7
## [1] 8
## [1] 9
## [1] 10
```

```
x = numeric(10)
for (i in 1:10) x[i] = i^2

y = 0
for (i in 1:10) y = y + i
```

5.3 Construcción repetitiva while

Es de la forma `while (expr1) expr2`, indicando que se quiere repetir la acción `expr2` mientras que ocurra `expr1`.

```
i = 0
while (i < 15) {print(i); i = i+1}
```

```
## [1] 0
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
## [1] 7
## [1] 8
## [1] 9
## [1] 10
## [1] 11
## [1] 12
## [1] 13
## [1] 14
```



5.3.1 Ejercitación

1. Construcción condicional

Si se quiere poner notas “A”, “B” o “C”: “C” si `final_score < 60`, “B” si `60 <= final_score < 80`, “A” si `80 <= final_score <= 100`.

2. Construcción repetitiva

Usar un ciclo `for` para contar la cantidad de números mayores a 10 en el vector `x <- c(2,5,3,9,8,11,6,8,12,3,57,56)`

Sección 6

Generar nuevas funciones

R es un lenguaje que permite crear nuevas funciones. Una función se define con una asignación de la forma:

```
nombre <- function(arg1, arg2, ...) {  
  expresion  
}
```

La **expresion** es una fórmula o grupo de formulas (o sentencias) que utilizan los argumentos para calcular uno o varios valores. El resultado de dicha expresión es el valor que proporciona R en su salida y este puede ser un número, un vector, un gráfico, una lista y/o un mensaje. Una función devuelve el último valor impreso en la consola.

Ejemplos:

```
funcion1 <- function(x){ y = x + 4}  
  
(a<-funcion1(5))
```

```
## [1] 9
```

En el caso siguiente, si se desea guardar el resultado en un objeto solo se guardará el rango (último valor impreso en consola).

```
funcion2 <- function(muestra){ #El único argumento es un vector de datos  
  media = mean(muestra, na.rm = T)  
  varianza = var(muestra, na.rm = T)  
  rango = max(muestra, na.rm = T) - min(muestra, na.rm = T)  
  print(media)  
  print(varianza)  
  print(rango)  
}  
  
funcion2(rnorm(40,5,16))
```

```
## [1] 7.034034  
## [1] 178.2668  
## [1] 56.87808
```

Para que guarde los tres resultados hay que especificar que se haga una lista o vector.

```
funcion3 <- function(muestra){
  med = mean(muestra, na.rm = T)
  vari = var(muestra, na.rm = T)
  rang = max(muestra, na.rm = T) - min(muestra, na.rm = T)
  # list(media = med, varianza = vari ,rango = rang)
  c("Media"=med,"Var"=vari,"Rango"=rang)
}

ej <- funcion3(1:20)
ej
```

```
## Media    Var Rango
## 10.5    35.0   19.0
```

Los diferentes argumentos de las funciones se separan con ,. Éstos pueden tener un valor por defecto. Para especificarlo, en el momento de crear la función se especifica con el signo =, cuál es el valor que se usará si el usuario no lo especifica explícitamente.

```
funcion4 <- function(a,b,c = 4,d = FALSE){
  if (d == FALSE) x1 <- a*b else x1 <- a*b + c
  x1
}
```



6.0.1 Ejercitación

1. Funciones

Genere una función que grafique una variable en función de otra y coloque nombre al eje x que por defecto sea: “mi eje x”

Bibliografía

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., and Robledo, C. (2018). *InfoStat*.

Ihaka, R. and Gentleman, R. (1996). R: a language for data analysis and graphics. *Journal of computational and graphical statistics*, 5(3):299–314.

R Core Team (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RStudio Team (2016). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. RStudio, Inc., Boston, MA.