

# Introducción a R

Oscar Perpiñán Lamigueiro

24 de Enero de 2013

## Vectores

- Vectores numéricos
- Operaciones con vectores numéricos
- Valores ausentes

## Matrices

- Construcción de matrices
- Operaciones con matrices
- Indexado de matrices

## Funciones

- Definición de funciones
- Uso de funciones

## Listas y data.frame

- Listas
- Data.frame

## Gráficos

- Base
- Grid

# Contenidos

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

### Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

### Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

### Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

### Listas y data.frame

Listas

Data.frame

### Gráficos

Base

Grid

# Primeros pasos

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
x <- 1
```

```
x
```

```
length(x)
```

```
class(x)
```

```
x <- c(1, 2, 3)
```

```
x
```

```
length(x)
```

```
class(x)
```

# Primeras funciones

```
class(c)  
class(length)  
length
```

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

# Operaciones sencillas con vectores

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
x + 1  
y <- 1:10  
x + y  
x * y  
x^2
```

# Generar vectores con seq

```
x1 <- seq(1, 100, by=2)
x1
help(seq)

seq(1, 100, 10)
seq(1, 100, length=10)
seq(1, 1, 10)

x <- seq(1, 100, length=10)
x
length(x)

x <- seq(1, 100, length=10)
y <- seq(2, 100, length=50)
```

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

# Unir vectores con c

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
z <- c(x, y)
z
z + c(1, 2)
z + c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)
z <- c(z, z, z, z)
z
```

# Generar vectores con rep

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
rep(1:10, 4)
```

```
length(z)
```

```
rep(c(1, 2, 3), 10)
```

```
rep(c(1, 2, 3), each=10)
```

```
help(rep)
```



# Indexado numérico de vectores

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
x <- seq(1, 100, 2)
1:5
x[c(1, 2, 3, 4, 5)]
x[1:5]
x[10:5]
```

# Indexado de vectores con condiciones lógicas

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
condicion <- (x>30)
condicion
class(condicion)
```

# Indexado de vectores con condiciones lógicas

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
x==37  
x[x==37]  
x[x!=9]  
x[x>20]
```

Y aquí, ¿qué ocurre?

```
x[x=10]
```

# Indexado de vectores con %in%

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
y <- seq(101, 200, 2)
y %in% c(101, 127, 141)
y
y[y %in% c(101, 127, 141)]
```

# Indexado de vectores con condiciones múltiples

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
z <- c(x, y)
z
z>150
z[z>150]
z[z<30 | z>150]
z[z>=30 & z<=150]
z[c(1, 10, 40, 80)]
```

# Indexado de vectores con condiciones múltiples

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
cond <- (x>10) & (x<50)
cond
cond <- (x>=10) & (x<=50)
cond
x[cond]
```

# Con las condiciones se pueden hacer operaciones

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

### Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
sum(cond)
!cond
sum(!cond)
length(x[cond])
length(x[!cond])
as.numeric(cond)
```

# Aritmética sencilla

```
x + y  
x - y  
x * y  
x^2 + y^3  
exp(x)  
log(x)
```

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid



# Funciones predefinidas

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
summary(x)
mean(x)
sd(x)
median(x)
max(x)
min(x)
range(x)
quantile(x)
```

# Funciones y condiciones

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
sum(x)
sum(x[cond])
sum(x[(x>=10) & (x<=50)])
x[1] + x[2] + x[3] + x[4] + x[5]
sum(x[1:5])
```

# ¿Y qué hago cuando necesito ayuda?

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

```
help(exp)
help(sum)
help(quantile)
```

# ¿Qué es NA?

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
class(NA)
seq_along(x)
idx <- sample(seq_along(x), 10)
idx
x[idx]
x2 <- x
x2[idx] <- NA
x2
```

# NA en las funciones

```
summary(x2)  
mean(x2)  
sum(x2)
```

## Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

### Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores  
numéricos

**Valores ausentes**

### Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

### Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

### Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

### Gráficos

Base  
Grid

# NA en las funciones

```
mean(x2, na.rm=TRUE)
sum(x2, na.rm=TRUE)
sd(x2, na.rm=TRUE)
class(TRUE)
```

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

# Contenidos

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

# Construir una matriz

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
z <- 1:12
M <- matrix(z, nrow=3)
M
z
help(matrix)
class(M)
dim(M)
summary(M)
```



# Matrices a partir de vectores: rbind y cbind

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

**Construcción de matrices**  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
x <- 1:10  
y <- 1:10  
z <- 1:10  
z <- y <- x <- 1:10
```

```
M <- cbind(x, y, z)
```

```
M
```

```
M <- rbind(x, y, z)
```

```
M
```

```
rbind(M, M)
```

```
cbind(M, M)
```

# Transponer una matriz

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

**Construcción de matrices**  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
t(M)
class(t)
dim(t(M))
```

# Operaciones con matrices

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
**Operaciones con matrices**  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
M * M  
M ^ 2  
M %*% M  
M %*% t(M)  
help('"%*%"')
```

# Operaciones con matrices: funciones predefinidas

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
**Operaciones con matrices**  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
sum(M)  
rowSums(M)  
colSums(M)  
rowMeans(M)  
colMeans(M)
```

# La función apply

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
**Operaciones con matrices**  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
help(apply)
apply(M, 1, sum)
apply(M, 2, sum)
apply(M, 1, mean)
apply(M, 2, mean)
apply(M, 1, sd, na.rm=TRUE)
apply(M, 2, sd)
```

# Indexado de matrices

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores  
numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
**Indexado de matrices**

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
M
M[]
M[1, ]
M[, 1]
sum(M[, 1])
M[1:2, ]
M[1:2, 2:3]
M[1, c(1, 4)]
M[-1,]
M[-c(1, 2),]
```

# Contenidos

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

# Para definir una función usamos la función `function`

```
myFun <- function(x, y) x + y
myFun(3, 4)
class(myFun)
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid



# Definir una función a partir de funciones

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
foo <- function(x, ...){  
  mx <- mean(x, ...)  
  medx <- median(x, ...)  
  sdx <- sd(x, ...)  
  c(mx, medx, sdx)  
}
```

O en forma resumida:

```
foo <- function(x, ...){c(mean(x, ...), median(x,  
  ...), sd(x, ...))}
```

# Y ahora usamos la función con vectores

```
foo(1:10)

rnorm(100)
help(rnorm)
foo(rnorm(1e5))
```

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
**Uso de funciones**

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# Y también funciona con matrices

```
rowMeans(M)
apply(M, 1, foo)
colMeans(M)
apply(M, 2, foo)
```

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
**Uso de funciones**

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# La función outer

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
**Uso de funciones**

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
f <- function(x, y)x^2+y^2
f
f(1, 2)
x
y

z <- outer(x, y, f)
z
image(x, y, z)
```

# Contenidos

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

# Para crear una lista usamos la función `list`

```
lista <- list(a=c(1,3,5),  
             b=c('l', 'p', 'r', 's'),  
             c=3)  
  
class(list)  
class(lista)
```

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# Podemos acceder a los elementos por su nombre

```
lista  
lista$a  
lista$b  
lista$c
```

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

**Listas**  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# o por su índice

```
lista[1]
lista[[1]]

class(lista[1])
class(lista[[1]])

lista[2]
lista[[2]]

class(lista[2])
class(lista[[2]])
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

**Listas**  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid



# Cada elemento es de una clase diferente

```
class(lista)
class(lista$a)
class(lista$b)
class(lista$c)
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# y de una longitud diferente

```
length(lista)
length(lista$a)
length(lista$b)
length(lista$c)
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# Para matrices `apply`, para listas `lapply` y `sapply`

```
lapply(lista, length)
sapply(lista, length)

lista <- list(x = 1:10,
             y = seq(0, 10, 2),
             z = rnorm(30))

lista
lapply(lista, sum)
lapply(lista, median)
lapply(lista, foo)
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y `data.frame`

Listas  
`Data.frame`

## Gráficos

Base  
Grid

# Para crear un data.frame...

```
df <- data.frame(x = 1:10,  
                 y = rnorm(10),  
                 z = 0)
```

```
length(df)  
dim(df)
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

# Podemos acceder a los elementos por su nombre

```
df$x  
df$y  
df$z
```

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

- Vectores numéricos
- Operaciones con vectores numéricos
- Valores ausentes

## Matrices

- Construcción de matrices
- Operaciones con matrices
- Indexado de matrices

## Funciones

- Definición de funciones
- Uso de funciones

## Listas y data.frame

- Listas
- Data.frame**

## Gráficos

- Base
- Grid

# o por su índice

```
df  
df[1,]  
df[,1]  
df[,2]
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
**Data.frame**

## Gráficos

Base  
Grid

# La función `expand.grid`

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y `data.frame`

Listas  
**`Data.frame`**

## Gráficos

Base  
Grid

```
x <- y <- seq(-4*pi, 4*pi, len=200)
df <- expand.grid(x = x, y = y)
head(df)
tail(df)
summary(df)
dim(df)
names(df)
```

# Funciones sobre data.frame

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
circles <- function(object){  
  r <- with(object, sqrt(x^2 + y^2))  
  res <- cos(r^2)*exp(-r/6)  
  res}  
  
df$result <- circles(df)  
head(df)
```



# Contenidos

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

Introducción a R

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro

## Vectores

Vectores numéricos

Operaciones con vectores  
numéricos

Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices

Operaciones con matrices

Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones

Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas

Data.frame

## Gráficos

Base

Grid

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

**Base**  
Grid

```
plot(df$x, df$y)
```

# Lattice: xyplot

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
Grid

```
library(lattice)

xyplot(y ~ x, data=df)
xyplot(y ~ x, data=df, type='l')
xyplot(y ~ x, data=df, type='b')
xyplot(y ~ x, data=df, type=c('b', 'g'))
xyplot(y ~ x, data=df, type=c('b', 'r', 'g'))

help(xyplot)
```

# Lattice: levelplot

```
levelplot(result ~ x * y, data=df)  
xyplot(result ~ x, data=df)
```

## Vectores

Vectores numéricos  
Operaciones con vectores numéricos  
Valores ausentes

## Matrices

Construcción de matrices  
Operaciones con matrices  
Indexado de matrices

## Funciones

Definición de funciones  
Uso de funciones

## Listas y data.frame

Listas  
Data.frame

## Gráficos

Base  
**Grid**