

# BIO 4022. Manipulación de datos e investigación reproducible en R

*Derek Corcoran*

*2018-08-05*



# Contents

<b>Parte I</b>	<b>5</b>
<b>1 Requerimientos</b>	<b>7</b>
1.1 Si nunca has usado R antes . . . . .	7
1.2 Descripción . . . . .	7
1.3 Objetivos . . . . .	8
1.4 Contenidos . . . . .	8
1.5 Metodología . . . . .	8
1.6 Evaluación . . . . .	9
1.7 Objetivo del curso . . . . .	9
1.8 Bibliografía . . . . .	9
<b>2 Tidy Data y manipulación de datos</b>	<b>11</b>
2.1 Paquetes necesarios para este capítulo . . . . .	11
2.2 Tidy data . . . . .	11
2.3 dplyr . . . . .	11
<b>3 Investigación reproducible</b>	<b>19</b>
<b>4 El Tidyverso</b>	<b>21</b>
<b>5 Visualización de datos</b>	<b>23</b>
5.1 El esqueleto . . . . .	23
5.2 geom_algo . . . . .	23
5.3 Argumentos . . . . .	26
<b>6 Modelos en R</b>	<b>27</b>
<b>7 Loops (purrr) y bibliografía (rticles)</b>	<b>29</b>
<b>8 Presentaciones en R</b>	<b>31</b>

<b>9 Soluciones a porblemas</b>	<b>33</b>
9.1 Capítulo 1 . . . . .	33

# Parte I



# Chapter 1

## Requerimientos

La última versión de RStudio y R (R Core Team, 2018), también se requiere de los paquetes *pacman*, *tidyverse* y *tinytex*.

Si no han usado R o RStudio, pueden ver un video de como instalar ambos programas, así como los paquetes más necesarios para este curso, que son *pacman*, *rmarkdown*, *tidyverse* y *tinytex* en el siguiente link.

El código para la instalación de esos paquetes es el siguiente

```
install.packages("pacman", "rmarkdown", "tidyverse", "tinytex")
```

Si necesitan ayuda para la instalación contactarse con el instructor del curso.

### 1.1 Si nunca has usado R antes

Si nunca han usado R antes de este curso, porfavor instalar el paquete Swirl (Kross et al., 2017) y realizar los primeros 7 modulos del programa *R Programming: The basics of programming in R* que incluye:

- Basic Building Blocks
- Workspace and Files
- Sequences of Numbers
- Vectors
- Missing Values
- Subsetting Vectors
- Matrices and Data Frames

Pueden ver un video explicativo de como usar swirl en el siguiente Video

### 1.2 Descripción

Este curso está enfocado en entregar los principios de investigación reproducible en R, con énfasis en la recopilación y/o lectura de datos de forma reproducible y automatizada. Para esto se trabajará con bases de datos complejos, las cuales deberán ser transformadas y organizadas para optimizar su análisis. Se generarán documentos reproducibles integrando en un documento código, bibliografía, exploración y análisis de datos. Se culminará el curso con la generación de un manuscrito, presentación y/o documento interactivo reproducible.

## 1.3 Objetivos

1. Conocer y entender el concepto de Investigación reproducible como un forma y filosofía de investigación que permite que las investigaciones sean más ordenadas y replicables, desde la toma de datos hasta la escritura de resultados.
2. Conocer y aplicar el concepto de pipeline, el cual permite generar una modularidad desde la toma de datos hasta la escritura de resultados, donde la corrección independiente de un paso tiene un efecto cascada sobre el resultado final.
3. Aprender buenas prácticas de recolección y estandarización de bases de datos, con la finalidad de optimizar el análisis de datos y la revisión de estas por pares.
4. Realizar análisis críticos de la naturaleza de los datos al realizar análisis exploratorios, que permitirán determinar la mejor forma de comprobar hipótesis asociadas a estas bases de datos.

## 1.4 Contenidos

- Capítulo 2 *Tidy Data*: En este capítulo, aprenderemos de como optimizar una de base de datos, limpieza y transformación de bases de datos, que es una base de datos *tidy*, y como manipular estas bases de datos con el paquete *dplyr* (Wickham et al., 2018)
  - Capitulo 3 *Investigación reproducible*: entenderemos el como generar un documento que combine códigos de R y texto para generar documentos reporducibles utilizando el paquete *rmarkdown* (Allaire et al., 2018), además veremos como al usar RStudio podemos guardar nuestro proyecto en un repositorio de github.
  - Capitulo 4 *El tidyverso*, el concepto de pipeline. Limpieza de datos complejos
5. Visualización de datos, visualizar datos vs. visualizar modelos. Insertar gráficos con leyenda en un documento Rmd
  6. Creación de funciones propias y loops. Generación de funciones propias en R y loops
  7. Escritura de manuscritos en R, transformación de documentos Rmd en un manuscrito
  8. Presentaciones en R y generar documentos interactivos. Transformación de datos en una presentación o en una Shiny app. Realizar una presentación o aplicación en R.

## 1.5 Metodología

Todas las clases serán prácticas y estarán divididas en dos partes: I. Clases de principios y herramientas, donde se presentarán los principios de investigación reproducible y tidy data, junto con las herramientas actuales más utilizadas, y II. Clases aplicadas donde se trabajará con datos propios para desarrollar un documento reproducible. A los estudiantes que no cuenten con datos propios, se les será proporcionado un set de datos o se simularán dependiendo del caso.

Además se deberán generar informes y presentaciones siguiendo los principios de investigación reproducible, usando datos propios o entregados. Se realizará un informe final, en el cual se espera un trabajo



## 1.6 Evaluación

- Evaluación 1: Informe exploratorio de base de datos 25%
- Evaluación 2: Presentación 25%
- Evaluación 3: Informe final 50%

## 1.7 Objetivo del curso

Aprender los principios de investigación reproducible y tidy data a través del aprendizaje de programación y uso de R. Los principios de este curso están explicados en los siguientes libros gratuitos.

- Gandrud, Christopher. Reproducible Research with R and R Studio. CRC Press, 2013. Available for free in the following link
- Stodden, Victoria, Friedrich Leisch, and Roger D. Peng, eds. Implementing reproducible research. CRC Press, 2014. Available for free in the following link

## 1.8 Bibliografía



## Chapter 2

# Tidy Data y manipulación de datos

### 2.1 Paquetes necesarios para este capítulo

Para este capítulo necesitas tener instalado el paquete *tidyverse*

En este capítulo explicaremos que es una base de datos *tidy* (Wickham et al., 2014) y aprenderemos a usar funciones del paquete *dplyr* (Wickham et al., 2018) para manipular datos.

Recuerda que este libro es un apoyo para el curso BIO4022, puedes seguir la clase de este curso en este link, y en cuanto el video de la clase este disponible encontrarás un link aca.

### 2.2 Tidy data

Una base de datos tidy es una base de datos en la cuál (modificado de (Leek, 2015)):

- Cada variable que midas debiera estar en una columna.
- Cada observación distinta de esa variable debiera estar en una fila diferente.

En general, la forma en que representaríamos una base de datos *tidy* en R es usando un *data frame*.

### 2.3 dplyr

El paquete *dplyr* es definido por sus autores como una gramática para la manipulación de datos. De este modo sus funciones son conocidas como verbos. Un resumen útil de muchas de estas funciones se encuentra en este link.

Este paquete tiene un gran número de verbos y sería difícil ver todos en una clase, en este capítulo nos enfocaremos en sus funciones más utilizadas, las cuales son:

- *group\_by* (agrupa datos)
- *summarize* (resume datos agrupados)
- *mutate* (Genera variables nuevas)
- *%>%* pipeline
- *filter* (Encuentra filas con ciertas condiciones)
- *select* junto a *starts\_with*, *ends\_with* o *contains*

Table 2.1: una tabla con 10 filas de la base de datos iris.

Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species
5.8	4.0	1.2	0.2	setosa
4.7	3.2	1.6	0.2	setosa
5.1	3.8	1.9	0.4	setosa
5.2	2.7	3.9	1.4	versicolor
6.4	2.9	4.3	1.3	versicolor
5.5	2.5	4.0	1.3	versicolor
6.5	3.0	5.8	2.2	virginica
6.0	2.2	5.0	1.5	virginica
6.1	2.6	5.6	1.4	virginica
5.9	3.0	5.1	1.8	virginica

Table 2.2: Resumen del promedio y desviación estándar del largo de pétalo de las flores del generi Iris.

Mean.Petal.Length	SD.Petal.Length
3.758	1.765298

### 2.3.1 summarize

la función `summarize`, toma los datos de un data frame y las resume. Para usar esta función, el primer argumento que tomaríamos sería un data frame, seguido del nombre que queremos darle a una variable resumen, seguida del signo `=` y luego la formula a aplicar a una o mas columnas. Por ejemplo si tomaramos la base de datos `iris` (Anderson, 1935), que viene en R, y de las cual podemos ver parte de sus datos en la tabla 2.1

Si quisieramos resumir esa tabla y generar un par de variables que fueran la media y la desviación estándar de el largo del pétalo, lo haríamos con el siguiente código:

```
library(tidyverse)
Summary.Petal <- summarize(iris, Mean.Petal.Length = mean(Petal.Length),
  SD.Petal.Length = sd(Petal.Length))
```

El resultado lo vemos en la tabla 2.2, en el cuál obtenemos los promedios y desviaciones estándar de los largos de los pétalos. Es importante notar que al usar `summarize`, todas las otras variables desapareceran de la tabla.

### 2.3.2 group\_by

La función `group_by` por si sola no genera cambios visibles en tu base de datos, sin embargo al ser utilizada en conjunto con `summarize` te permite resumir una variable agrupada (usualmente) basada en una o más variables categóricas.

Como ejemplo seguiremos con el caso de las plantas del género *Iris*, el resumen que teníamos en el caso de la tabla 2.2, no es tan útil considerando que tenemos tres especies presentes en la tabla de datos. Si queremos ver el promedio del largo del pétalo por especie, ocupamos la función `group_by` de la siguiente forma:

Table 2.3: Resumen del promedio y desviación estándar del largo de pétalo de las flores del generi Iris.

Species	Mean.Petal.Length	SD.Petal.Length
setosa	1.462	0.1736640
versicolor	4.260	0.4699110
virginica	5.552	0.5518947

Table 2.4: Millas por galón promedio en vehiculos automáticos (am = 0) y manuales (am = 1), con los distintos tipos de cilindros

cyl	am	Eficiencia
4	0	22.90000
4	1	28.07500
6	0	19.12500
6	1	20.56667
8	0	15.05000
8	1	15.40000

```
BySpecies <- group_by(iris, Species)
Summary.BySpecies <- summarize(BySpecies, Mean.Petal.Length = mean(Petal.Length),
                                SD.Petal.Length = sd(Petal.Length))
```

Esto nos dá como resultado la tabla 2.3, con la cuál ya podemos ver que *Iris setosa* es tiene pétalos mucho más cortos que las otras dos especies del mismo género.

### 2.3.2.1 group\_by en mas de una variable

Podemos usar la función `group_by` en más de una variable, y esto generaría un resumen anidado. Como ejemplo usaremos la base de datos `mtcars` presente en R (Henderson and Velleman, 1981), en el cuál hay una variable `mpg` (Miles per gallon), una medida de eficiencia de combustible, y resumiremos esto en base a la variable `am`, (que se refiere al tipo de transmisión, donde 0 es automático y 1 es manual) y al número de cilindros del motor, para eso usamos el siguiente código:

```
Grouped <- group_by(mtcars, cyl, am)
Eficiencia <- summarize(Grouped, Eficiencia = mean(mpg))
```

Vemos en la tabla 2.4, que en todos los casos los autos con cambios manuales tienen mejor eficiencia de combustible. Prueba cambiar el orden de las variables con las cuales agrupas y observa los distintos resultados.

### 2.3.3 mutate

Esta función tiene como objetivo el crear variables nuevas basadas en otras variables. Es muy facil de usar, como argumento usamos el nombre de la variable nueva que queremos crear y realizamos una operación con variables que ya estan ahí. Por ejemplo, sigamos con la base de datos *Iris* y creemos una nueva variable que sea la razón entre el largo del pétalo y el del sépalo:

Table 2.5: Tabla con diez de las observaciones de la nueva base de datos con la variable nueva creada con `mutate`

Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width	Species	Petal.Sepal.Ratio
5.8	4.0	1.2	0.2	setosa	0.21
4.7	3.2	1.6	0.2	setosa	0.34
5.1	3.8	1.9	0.4	setosa	0.37
5.2	2.7	3.9	1.4	versicolor	0.75
6.4	2.9	4.3	1.3	versicolor	0.67
5.5	2.5	4.0	1.3	versicolor	0.73
6.5	3.0	5.8	2.2	virginica	0.89
6.0	2.2	5.0	1.5	virginica	0.83
6.1	2.6	5.6	1.4	virginica	0.92
5.9	3.0	5.1	1.8	virginica	0.86

```
DF <- mutate(iris, Petal.Sepal.Ratio = Petal.Length/Sepal.Length)
```

El resultado de esta operación es la tabla 2.5. Siempre la variable que acabamos de crear aparecerá al final de nuestro data frame

### 2.3.4 Pipeline (%>%)

El pipeline es un simbolo operatorio `%>%` el cual sirve para realizar varias operaciones de forma secuencial sin recurrir a muchos parentesis anidados o a sobrescribir multiples bases de datos, primero veamos como funcionaría esto con un vector.

Supongamos que tuvieramos una variable a la cual quisieramos primero obtener su logaritmo, luego su raíz cuadrada y finalmente obtener el promedio de esta variable con dos cifras significatigas, usalmente haríamos lo siguiente:

```
x <- c(1, 4, 6, 8)
y <- round(mean(sqrt(log(x))), 2)
```

Si hicieramos lo mismo con el pipeline, nos daría un código mucho más ordenado, donde partimos por el objeto a procesar, seguido de cada una de las funciones, con sus argumentos si es necesario:

```
x <- c(1, 4, 6, 8)
y <- x %>% log() %>% sqrt() %>% mean() %>% round(2)
```

```
## [1] 0.99
```

Este código es mucho más fácil de interpretar a primera vista ya que leemos de izquierda a derecha y no de adentro hacia afuera, y como veremos en el ejemplo siguiente, se hace aún más importante cuando lo usamos con un *Data frame*

#### 2.3.4.1 El pipeline en data frames

Tomemos como ejemplo el caso de querer resumir la variable recién creada de la razón entre el sépalos y el petalo. Esto, si empezaramos desde la base de datos original nos tomaría varias lineas de código y la creación de multiples bases de datos intermedias:

Table 2.6: Razón pétalo sépalo promedio para las tres especies de Iris

Species	MEAN	SD
setosa	0.2927557	0.0347958
versicolor	0.7177285	0.0536255
virginica	0.8437495	0.0438064

Table 2.7: Símbolos logicos de R y su significado

simbolo	significado	simbolo_cont	significado_cont
>	Mayor que	!=	distinto a
<	Menor que	%in%	dentro del grupo
==	Igual a	is.na	es NA
>=	mayor o igual a	!is.na	no es NA
<=	menor o igual a	&	o, y

```
DF <- mutate(iris, Petal.Sepal.Ratio = Petal.Length/Sepal.Length)
BySpecies <- group_by(DF, Species)
Summary.Byspecies <- summarize(BySpecies, MEAN = mean(Petal.Sepal.Ratio),
                                SD = sd(Petal.Sepal.Ratio))
```

Otra opción sería usar parentesis anidados, que nos daría el siguiente código

```
Summary.Byspecies <- summarize(group_by(mutate(iris, Petal.Sepal.Ratio = Petal.Length/Sepal.Length),
                                           Species), MEAN = mean(Petal.Sepal.Ratio), SD = sd(Petal.Sepal.Ratio))
```

Esto se simplifica mucho al usar el pipeline, lo cual nos permite usar partir en un *Data Frame* y luego usar el pipeline, esto nos permitiría tener el mismo resultado que en las operaciones anteriores con el siguiente código:

```
Summary.Byspecies <- iris %>% mutate(Petal.Sepal.Ratio = Petal.Length/Sepal.Length) %>%
  group_by(Species) %>% summarize(MEAN = mean(Petal.Sepal.Ratio),
                                   SD = sd(Petal.Sepal.Ratio))
```

Estos tres códigos son correctos (tabla 2.6), pero definitivamente el uso del pipeline nos da el código mas conciso y fácil de interpretar sin pasos intermedios.

### 2.3.5 filter

Esta función nos permite seleccionar filas que cumplan con ciertas condiciones, como por tener un valor mayor a un umbral o pertenecer a cierta clase, los símbolos más típicos a usar en este caso son los que vemos en la tabla 2.7.

Por ejemplo si quisiéramos estudiar las características florales de las plantas del género *Iris*, pero no tomar en cuenta a la especie *Iris versicolor* usaríamos el siguiente código:

```
data("iris")
DF <- iris %>% filter(Species != "versicolor") %>% group_by(Species) %>%
  summarise_all(mean)
```

Table 2.8: Resumen de la media de todas las características florales de las especies Iris setosa e Iris virginica

Species	Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width
setosa	5.006	3.428	1.462	0.246
virginica	6.588	2.974	5.552	2.026

Table 2.9: Número de plantas de cada especie con un largo de pétalo mayor a 4 y un largo de sépalo mayor a 5 centímetros

Species	N
versicolor	39
virginica	49

obteniendo como resultado la tabla 2.8, en este caso aprovechamos de introducir la función `summarize_all` de `summarize`, la cual aplica la función que se le da como argumento a todas las variables de la base de datos.

Por otro lado si quisiéramos estudiar cuantas plantas de cada especie tienen un largo de pétalo mayor a 4 y un largo de sépalo mayor a 5 usaríamos el siguiente código:

```
DF <- iris %>% filter(Petal.Length >= 4 & Sepal.Length >= 5) %>%
  group_by(Species) %>% summarise(N = n())
```

En la tabla 2.9 vemos que con este filtro, desaparecen de la base de datos todas las plantas de *Iris setosa* y que todas menos una planta de *Iris virginica* tienen ambas características.

### 2.3.6 select

Esta función permite seleccionar las variables a utilizar, en muchos casos nos encontraremos con bases de datos con demasiadas variables, y por lo tanto queremos reducirlas para solo trabajar en una tabla con las variables necesarias.

Con `select` hay varias formas de trabajar, por un lado podemos escribir las variables que usaremos, o restar las que no usaremos, en ese sentido estos cuatro códigos dan exactamente el mismo resultado, el cual vemos en la tabla 2.10

```
iris %>% group_by(Species) %>% select(Petal.Length, Petal.Width) %>%
  summarize_all(mean)
```

```
iris %>% group_by(Species) %>% select(-Sepal.Length, -Sepal.Width) %>%
  summarize_all(mean)
```

```
iris %>% group_by(Species) %>% select(contains("Petal")) %>%
  summarize_all(mean)
```

```
iris %>% group_by(Species) %>% select(-contains("Sepal")) %>%
  summarize_all(mean)
```



Table 2.10: Promedio de largo de pétalo y ancho de pétalo para las especies del genero Iris

Species	Petal.Length	Petal.Width
setosa	1.462	0.246
versicolor	4.260	1.326
virginica	5.552	2.026

## 2.3.7 Ejercicios

### 2.3.7.1 Ejercicio 1

Usando la base de datos `storm` del paquete `dplyr`, calcula la velocidad promedio y diámetro promedio (`hu_diameter`) de las tormentas que han sido declaradas huracanes para cada año.

### 2.3.7.2 Ejercicio 2

La base de datos `mpg` del paquete `ggplot2` tiene datos de eficiencia vehicular en millas por galón en ciudad (`cty`) en varios vehículos, obten los datos de vehiculos del año 2004 en adelante, que sean compactos, y transforma la eficiencia Km/litro (1 km = 1.609 millas; 1 galón = 3.78541 litros)

las soluciones a estos ejercicios se encuentran en el capítulo 9



## Chapter 3

# Investigación reproducible

Here is a review of existing methods.



## Chapter 4

# El Tidyverso

We describe our methods in this chapter.



## Chapter 5

# Visualización de datos

En este capítulo aprenderemos a usar el paquete *ggplot2* (Wickham, 2016), parte del paquete *tidyverse* (Wickham, 2017).

### 5.1 El esqueleto

El esqueleto de una visualización usando *ggplot2* es la siguiente

```
ggplot(data.frame, aes(nombres de columna)) + geom_algo(argumentos, aes(columnas)) + theme_algo()
```

Como ejemplo para discutir usaremos el siguiente código que genera la figura 5.1:

```
library(tidyverse)
data("diamonds")
ggplot(diamonds, aes(x = carat, y=price)) + geom_point(aes(color = cut)) + theme_classic()
```

En este caso general, lo primero que ponemos después de *ggplot* es el *data.frame* desde el cuál graficaremos algo, en el ejemplo de la figura 5.1 usamos la base de datos *diamonds* del paquete *ggplot2* (Wickham, 2016). Luego dentro de *aes* ponemos las columnas que graficaremos como *x* y/o *y*, en nuestro ejemplo dentro de *aes* ponemos como eje *x* los kilates de los diamantes (*carat*) y como *y* el precio de los mismos (*price*). La necesidad de poner *aes* en *ggplot2* (algo que no había sido necesario cuando usamos *dplyr* o *tidyr*) es que *ggplot2* es el paquete mas antiguo del *tidyverse*.

### 5.2 geom\_\_algo

Luego de especificar una base de datos, esto viene seguido de un *geom\_algo*, esto nos indicará que tipo de gráfico usaremos, estos pueden ser combinados como veremos en ejemplos futuros

#### 5.2.1 Una variable categórica una continua

Primero veremos algunos de los *geom* que podemos utilizar con una variable categórica y una continua

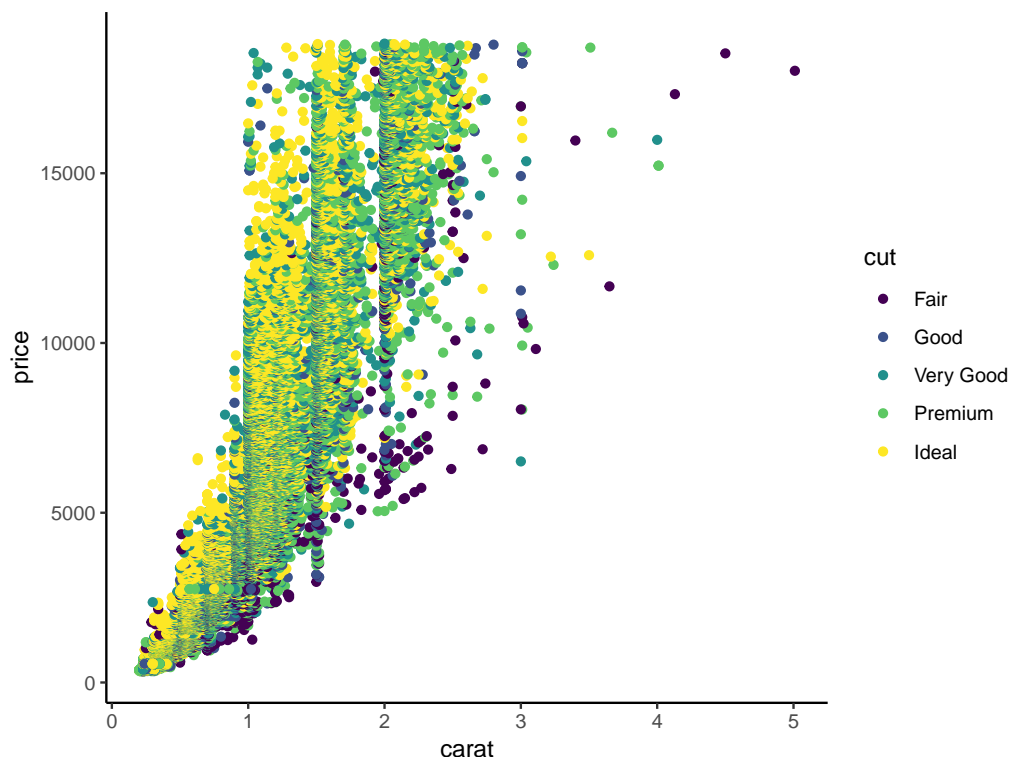


Figure 5.1: Gráfico en el cual graficamos los quilates de diamantes versus su precio, con el corte del diamante representado por el color

#### 5.2.1.1 geom\_boxplot

En la figura 5.2, generado a partir del código a continuación con la base de datos iris presente en R (Anderson, 1935).

```
data("iris")
ggplot(iris, aes(x = Species, y = Sepal.Length)) + geom_boxplot()
```

Los boxplots muestran una línea gruesa central (la mediana), una caja, que delimita el primer y tercer cuartil, y los bigotes, los cuales se extienden hasta los valores extremos. A menos que estos estén por sobre 1.5 veces la distancia entre el primer y tercer cuartil, en cuyo caso se consideran outliers, y estos son representados por puntos. En la figura 5.2, solo *Iris virginica* presenta un outlier en cuanto a las medidas del largo del sepalo.

Los boxplots, como todos los gráficos pueden ser personalizados usando otros argumentos, los cuales son detallados en la sección 5.3, pero en los ejemplos que mostraremos en esta sección los iremos introduciendo de a poco. Si quisiéramos por ejemplo que el color de las cajas del *boxplot* fuera de acuerdo a la especie, cambiamos el llenado (**fill**) de la caja, como vemos en el siguiente ejemplo y figura 5.3

```
ggplot(iris, aes(x = Species, y = Sepal.Length)) + geom_boxplot(aes(fill = Species))
```

Dos cosas a notar en este ejemplo, por un lado la leyenda se genera de forma automática, y por otro lado, vemos que es necesario poner *Species* dentro de **aes**, esto es debido a que *Species* es una columna y como se explicó al principio de este capítulo, todas las columnas deben ser incluidas dentro de la función **aes** para poder ser referenciadas.



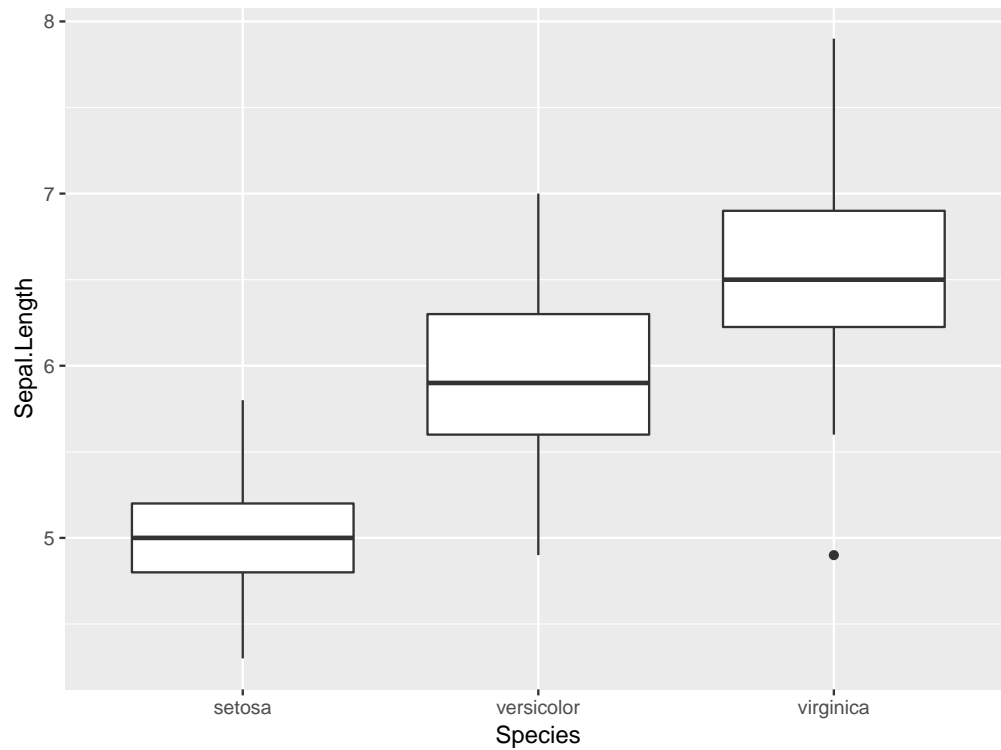


Figure 5.2: Boxplot que representa los largos del sépalos de tres especies del género Iris

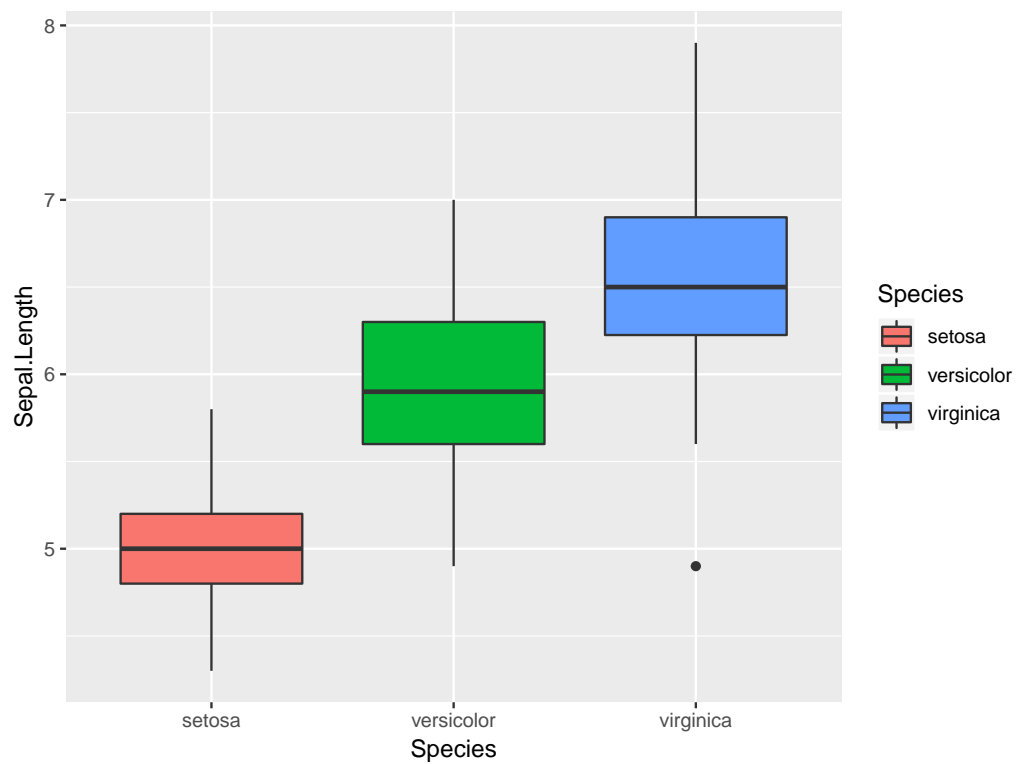


Figure 5.3: Boxplot que representa los largos del sépalos de tres especies del género Iris, en este caso el color de la caja representa la especie

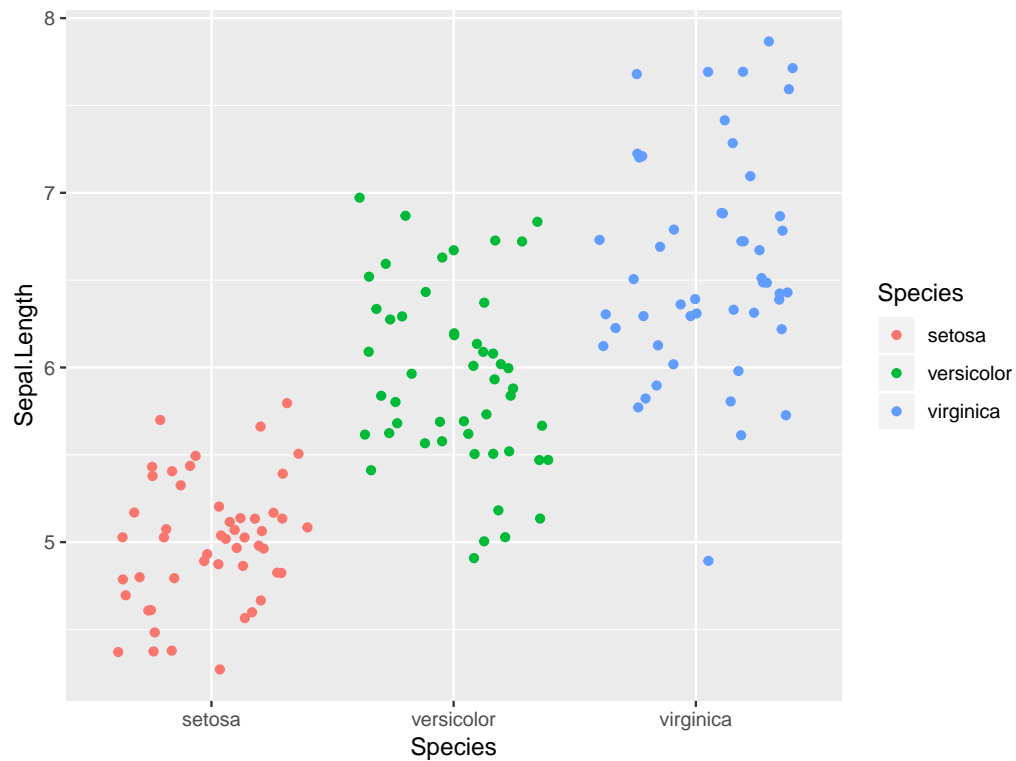


Figure 5.4: Boxplot que representa los largos del sépalo de tres especies del género Iris, en este caso el color de la caja representa la especie

#### 5.2.1.2 geom\_jitter

```
ggplot(iris, aes(x = Species, y = Sepal.Length)) + geom_jitter(aes(color = Species))
```

## 5.3 Argumentos

## Chapter 6

# Modelos en R

We have finished a nice book.



## Chapter 7

# Loops (purrr) y bibliografía (rticles)



## Chapter 8

# Presentaciones en R





## Chapter 9

# Soluciones a porblemas

Todos los problemas en programación tienen más de una forma de llegar a ellos, es por esto que las soluciones acá mostradas deben tomarse solo como una referencia, y revisar si el resultado final de tu código (aunque sea distinto de este), sea igual al que presentamos.

### 9.1 Capítulo 1

#### 9.1.1 Ejercicio 1

Algunas posibles soluciones:

```
storms %>% filter(status == "hurricane") %>% select(year, wind,  
  hu_diameter) %>% group_by(year) %>% summarize_all(mean)
```

```
storms %>% filter(status == "hurricane" & !is.na(hu_diameter)) %>%  
  select(year, wind, hu_diameter) %>% group_by(year) %>% summarize_all(mean)
```

```
storms %>% filter(status == "hurricane") %>% select(year, wind,  
  hu_diameter) %>% group_by(year) %>% summarize_all(funs(mean),  
  na.rm = TRUE)
```

#### 9.1.2 Ejercicio 2

Una de las soluciones posibles:

```
Solution <- mpg %>% filter(year > 2004 & class == "compact") %>%  
  mutate(kpl = (cty * 1.609)/3.78541)
```



# Bibliography

- Allaire, J., Xie, Y., McPherson, J., Luraschi, J., Ushey, K., Atkins, A., Wickham, H., Cheng, J., and Chang, W. (2018). *rmarkdown: Dynamic Documents for R*. R package version 1.10.
- Anderson, E. (1935). The irises of the gaspe peninsula. *Bulletin of the American Iris society*, 59:2–5.
- Henderson, H. V. and Velleman, P. F. (1981). Building multiple regression models interactively. *Biometrics*, pages 391–411.
- Kross, S., Carchedi, N., Bauer, B., and Grdina, G. (2017). *swirl: Learn R, in R*. R package version 2.4.3.
- Leek, J. (2015). The elements of data analytic style. *J. Leek.—Amazon Digital Services, Inc.*
- R Core Team (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
- Wickham, H. (2017). *tidyverse: Easily Install and Load the 'Tidyverse'*. R package version 1.2.1.
- Wickham, H. et al. (2014). Tidy data. *Journal of Statistical Software*, 59(10):1–23.
- Wickham, H., François, R., Henry, L., and Müller, K. (2018). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 0.7.6.