UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

Licenciatura en Estadística

Control Estadistico del Paquete R

"UNIDAD CINCO"
Práctica 23 - Prueba de hipótesis estadísticas. Dos poblaciones.

Alumna:
Martha Yoana Medina Sánchez

Fecha de elaboración
Santa Ana - 27 de noviembre de 2015

1. PRUEBA DE HIPÓTESIS ACERCA DE LA DIFERENCIA ENTRE DOS PROPORCIONES

Una fábrica de cigarrillos distribuye dos marcas de este producto. Se encuentra que 56 de 200 fumadores prefieren la marca A y que 29 de 150 prefieren la marca B. ¿Se puede concluir con un nivel de significancia de 5 %, que la marca A desplaza a la marca B en un 10 %?

- Formular las hipótesis
  H_o:P_A=P_B+0.1 ******* H_o:P_A+P_B=0.1
  H_1:P_A>P_B+0.1 ******* H_1:P_A-P_B>0.1
- Establecer n y $alfa$
  n_A=200; n_B=150; $alfa$=0.05
- Defenimos el estadístico de prueba
  $\hat{P}_A$=X_A/n_A, $\hat{P}_B$=X_B/n_B
  Z = ($\hat{P}_A$ - $\hat{P}_B$) - 0.1 / sqrt(($\hat{P}_A$(1 - $\hat{P}_A$)/n_A) + ($\hat{P}_B$(1 - $\hat{P}_B$)/n_B))
- Definir el criterio de decisión (región crítica o zona de rechazo)
  (RC)={Z_O>Z $_{0,05}$=1.645}
- Calculamos el valor del estadístico de prueba
  $\hat{P}_A$ = 56/200 = 0.28; $\hat{P}_B$ = 29/150 = 0.193
  Z_o = (0.28 - 0.193) - 0.1 / sqrt((0.28(1 - 0.28)/200) + (0.193(1 - 0.193)/150)) = 0.287
- Aplicar el criterio de decisión
  Como Z_o<1.645; aceptamos H_o

Es decir, que la marca A no desplaza a la marca B en un 10 %.

```r
# Construyendo una funci\'on en R para realizar la prueba de hip\'otesis.
Prueba.difeprop <- function(nA, nB, XA, XB, po, H1="Distinto", alfa=0.05)
{
op <- options();
options(digits=8)
PA = XA/nA
PB = XB/nB
PE = (XA + XB)/(nA + nB)
CM = (PE*(1 - PE))/nA
MC = (PE*(1 - PE))/nB
Zo <- ((PA - PB) - 0.1) /sqrt(CM + MC) #calcula el estad\'istico de prueba
# Si lower.tail = TRUE (por defecto), P[X <= x], en otro caso P[X > x]
if (H1 == "Menor" || H1 == "Mayor")
{
Z <- qnorm(alfa, mean=0, sd=1, lower.tail = FALSE, log.p = FALSE)
# calcula los valores cr\'iticos de la distribuci\'on N(0;1) en el caso de una
# prueba unilateral
valores <- rbind(Prop_Estimada=PE, Prop_Hipotetica=po, Z_critico=Z,Estadistico= Zo)
}
```

```
else
{
Z <- qnorm(alfa/2, mean=0, sd=1, lower.tail = FALSE, log.p = FALSE)
# calcula los valores cr\'iticos de la distribuci\'on N(0;1) en el caso de una
# prueba  bilateral
valores <- rbind(Prop_Estimada=PE, Prop_Hipotetica =po, Z_critico_menor=-Z,
Z_critico_mayor =Z, Zo)
} # esto es para encontrar los valores cr\'iticos
if (H1 == "Menor")
{
 if (Zo < -Z) decision <- paste("Como Estadistico <", round(-Z,3),
                                ", entonces rechazamos Ho")
 else decision <- paste("Como Estadistico>=", round(-Z,3),
                        ", entonces aceptamos Ho")
}
if (H1 == "Mayor")
{
if (Zo > Z) decision <- paste("Como Estadistico >", round(Z,3),
                              ", entonces rechazamos Ho")
else decision <- paste("Como Estadistico <=", round(Z,3),
                       ", entonces aceptamos Ho")
}
if (H1 == "Distinto")
{
 if (Zo < -Z) decision <- paste("Como Estadistico <", round(-Z,3),
                                ", entonces rechazamos Ho")
 if (Zo > Z) decision <- paste("Como Estadistico >", round(Z,3),
                               ", entonces rechazamos Ho")
 else decision <- paste("Como Estadistico pertenece a [", round(-Z,3), ",",
round(Z,3), "], entonces aceptamos Ho")
} # esto para llevar a cabo los contraste de hip\'otesis
print(valores)
print(decision)
options(op) # restablece todas las opciones iniciales
}
# note que en la funci\'on anterior, el argumento "H1" especifica el
# tipo de contraste que se est\'a realizando, bilateral (H1= "Distinto") o
# unilateral (H1= "Menor" o H1= "Mayor") ejecute las siguientes instrucciones y
# comente sobre los resultados y diferencias obtenidas en cada caso.
Prueba.difeprop (200, 150, 56, 29, 0.1, H1="Menor", alfa=0.05)
```

```
##                        [,1]
## Prop_Estimada    0.24285714
## Prop_Hipotetica  0.10000000
## Z_critico        1.64485363
## Estadistico     -0.28787303
## [1] "Como Estadistico>= -1.645 , entonces aceptamos Ho"
```

```
Prueba.difeprop (200, 150, 56, 29, 0.1, H1="Mayor", alfa=0.05)

##                         [,1]
## Prop_Estimada    0.24285714
## Prop_Hipotetica  0.10000000
## Z_critico        1.64485363
## Estadistico     -0.28787303
## [1] "Como Estadistico <= 1.645 , entonces aceptamos Ho"

Prueba.difeprop (200, 150, 56, 29, 0.1, H1="Distinto", alfa=0.05)

##                         [,1]
## Prop_Estimada    0.24285714
## Prop_Hipotetica  0.10000000
## Z_critico_menor -1.95996398
## Z_critico_mayor  1.95996398
## Zo              -0.28787303
## [1] "Como Estadistico pertenece a [ -1.96 , 1.96 ], entonces aceptamos Ho"
```

Nota: R tiene incorporada una función propia para contrastar únicamente la hipótesis de igualdad de dos proporciones, es decir, para contrastar H_o: $P_A = P_B$, un contraste en el cual la hipótesis sea como la anterior no es permitido en R. La función a utilizar es prot.test() únicamente considerar los observaciones comentadas al caso cuando se presentaron los intervalos de confianza para dos poblaciones.

2. PRUEBAS SOBRE DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES

Volviendo al problema de la importancia del estado nutricional (introducido en la practica 21) en pacientes diabéticos (pacientes) y saludables (grupo control) con complicaciones. Los datos se muestran en los siguientes cuadros.

```
sujecto <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,
                       18);
sujecto

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

IMC_Control <- c(23.6, 22.7, 21.2, 21.7, 20.7, 22.0, 21.8, 24.2, 20.1,
                 21.3, 20.5, 21.1, 21.4, 22.2, 22.6,
                 20.4, 23.3, 24.8);
IMC_Control

##  [1] 23.6 22.7 21.2 21.7 20.7 22.0 21.8 24.2 20.1 21.3 20.5 21.1 21.4 22.2
## [15] 22.6 20.4 23.3 24.8

hoja1 <- data.frame(Sujecto=sujecto, IMC_Control=IMC_Control); hoja1
```

```
##    Sujecto IMC_Control
## 1        1        23.6
## 2        2        22.7
## 3        3        21.2
## 4        4        21.7
## 5        5        20.7
## 6        6        22.0
## 7        7        21.8
## 8        8        24.2
## 9        9        20.1
## 10      10        21.3
## 11      11        20.5
## 12      12        21.1
## 13      13        21.4
## 14      14        22.2
## 15      15        22.6
## 16      16        20.4
## 17      17        23.3
## 18      18        24.8
```

```
sujecto <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14);
sujecto
```

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

```
IMC_Pacientes <- c(25.6, 22.7, 25.9, 24.3, 25.2, 29.6, 21.3, 25.5, 27.4,
                   22.3, 24.4, 23.7, 20.6, 22.8)
IMC_Pacientes
```

```
##  [1] 25.6 22.7 25.9 24.3 25.2 29.6 21.3 25.5 27.4 22.3 24.4 23.7 20.6 22.8
```

```
hoja1 <- data.frame(Sujecto=sujecto, IMC_Pacientes=IMC_Pacientes); hoja1
```

```
##    Sujecto IMC_Pacientes
## 1        1          25.6
## 2        2          22.7
## 3        3          25.9
## 4        4          24.3
## 5        5          25.2
## 6        6          29.6
## 7        7          21.3
## 8        8          25.5
## 9        9          27.4
## 10      10          22.3
## 11      11          24.4
## 12      12          23.7
## 13      13          20.6
## 14      14          22.8
```

Suponga ahora que los sujetos del grupo 1 y 2 corresponden a muestras de una supuesta población subyacente. El test implicado intentará probar si ambas medias no difieren, lo que implica que ambas muestras provienen de la misma población y contrariamente si difieren.

En el caso de contar con dos muestras, para nuestro ejemplo los grupos control y de pacientes, la prueba más difundida es la ”t-Student”. La prueba t es la prueba paramétrica más utilizada; la misma está basada en el cálculo del estadístico t y de los grados de libertad, con estos dos resultados y utilizando o bien una tabla o bien un cálculo de la distribución t se puede calcular el valor de P.

La prueba t de Student se basa en los dos siguientes supuestos:

- La distribución de los datos en cada una de las poblaciones es normal,
- Las muestras son independientes entre sí, y

* Las hipótesis a contrastar son:
H_o: $\mu_1 = \mu_2$
H_1: μ_1 distinto μ_2

En la práctica 21 se realizó el contraste de normalidad para ambas muestras, aceptado la normalidad de los datos en ambos casos.

En lenguaje R está implementada la prueba t, el siguiente código ejemplo la calcula para las dos muestras:

```
# Primero digitamos las observaciones correspondientes a ambas muestras

IMC_Control <- c(23.6, 22.7, 21.2, 21.7, 20.7, 22.0, 21.8, 24.2, 20.1, 21.3,
                 20.5, 21.1, 21.4, 22.2, 22.6, 20.4, 23.3, 24.8)

IMC_Pacientes <- c(25.6, 22.7, 25.9, 24.3, 25.2, 29.6, 21.3, 25.5, 27.4, 22.3,
                   24.4, 23.7, 20.6, 22.8)

# Realizamos el contraste de igualdad de medias

t.test(IMC_Control, IMC_Pacientes, var.equal=TRUE, mu=0)

##
##  Two Sample t-test
##
## data:  IMC_Control and IMC_Pacientes
## t = -3.5785, df = 30, p-value = 0.001198
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  -3.770935 -1.030653
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##  21.97778  24.37857
```

```
# Se concluye entonces que existe diferencia significativa en el IMC para ambos
# grupos de pacientes, pues el p valor de la prueba resulta ser muy peque\~no.
```

Note que en var.equal= TRUE se especifica si la varianza de ambas poblaciones son iguales, en caso de ser distintas debe usarse var.equal= FALSE. Además, no es necesario especificar el nivel de confianza de la prueba, puesto no afecta nuestra decisión. Mientras que en mu=0 se especifica el valor teórico de la diferencia de medias (inclusive puede ser cualquier valor distinto de cero).

3. PRUEBAS SOBRE DOS MUESTRAS PAREADAS.

El ejemplo anterior fue sobre dos muestras provenientes de dos grupos de distintos sujetos, en ciertas ocasiones necesitamos trabajar sobre un mismo grupo de sujetos al cual se les observa en forma repetida; por ejemplo antes y después de un tratamiento, en este caso los sujetos son controles de ellos mismos. La prueba t es distinta para poder tener en cuenta que las observaciones son repetidas sobre el mismo grupo de sujetos. Se define una nueva variable la cual es únicamente la diferencia entre las observaciones correspondientes de un mismo individuo (antes-después), y considerar a las diferencias así obtenidas como una nueva muestra, con el cual se contrastará la hipótesis de que la media poblacional es nula (equivalente a la igualdad de medias de ambas poblaciones).

La tabla 4 muestra los datos simulados (con fines didácticos), de las observaciones de la presión arterial sistólica (PAS) en un grupo de 10 pacientes antes y después de un tratamiento consistente en una dieta especial de bajo sodio y medicamentos.

Tabla 3: Presión Arterial Sistólica (PAS) antes y después del tratamiento.

```
sujecto <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10);
sujecto

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

PAS.Antes <- c(160, 155, 180, 140, 150, 130, 190, 192, 170, 165)
PAS.Antes

##  [1] 160 155 180 140 150 130 190 192 170 165

PAS.Despues <- c(139, 135, 175, 120, 145, 140, 170, 180, 149, 146)
PAS.Despues

##  [1] 139 135 175 120 145 140 170 180 149 146

hoja1 <- data.frame(Sujecto=sujecto, PAS.Antes=PAS.Antes, PAS.Despues=PAS.Despues); hoja1

##    Sujecto PAS.Antes PAS.Despues
## 1        1       160         139
## 2        2       155         135
## 3        3       180         175
```

```
## 4         4       140         120
## 5         5       150         145
## 6         6       130         140
## 7         7       190         170
## 8         8       192         180
## 9         9       170         149
## 10       10       165         146
```

- Las hipótesis a contrastar son:
  H_o: $\mu_1 = \mu_2$ (Es decir la PAS es igual antes y después del tratamiento.)
  H_1: μ_1 distinto μ_2

Como siempre primero verificamos la normalidad de las variable de interés, los resultados de las pruebas Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov fueron:

a) antes del tratamiento: P = 0.89 y P = 0.99, y

b) después del tratamiento: P = 0.40 y P = 0.65; la normalidad de las muestras es aceptada.

El código en lenguaje R para calcular la prueba t para dos muestras apareadas es el siguiente:

```
#introduciendo los datos

PAS.antes <- c(160, 155, 180, 140, 150, 130, 190, 192, 170, 165)

PAS.despues <- c(139, 135, 175, 120, 145, 140, 170, 180, 149, 146)

#verificando la normalidad

shapiro.test(PAS.antes)

##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  PAS.antes
## W = 0.97021, p-value = 0.8928

shapiro.test(PAS.despues)

##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  PAS.despues
## W = 0.92548, p-value = 0.4049

ks.test(PAS.antes,"pnorm",mean=mean(PAS.antes),sd=sd(PAS.antes))
```

```
##
##  One-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data:  PAS.antes
## D = 0.10476, p-value = 0.9992
## alternative hypothesis: two-sided

ks.test(PAS.despues,"pnorm",mean=mean(PAS.despues),sd=sd(PAS.despues))

##
##  One-sample Kolmogorov-Smirnov test
##
## data:  PAS.despues
## D = 0.21871, p-value = 0.6495
## alternative hypothesis: two-sided

#realizando la prueba t

t.test(PAS.antes, PAS.despues, paired=TRUE, mu=0)

##
##  Paired t-test
##
## data:  PAS.antes and PAS.despues
## t = 4.0552, df = 9, p-value = 0.002862
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##   5.880722 20.719278
## sample estimates:
## mean of the differences
##                    13.3

# El valor del estad\'istico t es 4.0552, con gl = 9, P = 0.0029. Con estos
# resultados se rechaza Ho y por lo tanto se concluye que la PAS antes y despu\'es
# del tratamiento es distinta, es decir, el tratamiento ha sido efectivo.
```

Note que en la instrucción paired=TRUE indicamos que se tratan de muestras dependientes (pareadas). Del mismo modo no es necesario especificar el nivel de confianza (significancia) en la prueba, pues el p valor no se ve afectado. Además en mu=0 especificamos el valor teórico (hipotético) de la diferencia de medias.

4. PRUEBA DE HIPÓTESIS ACERCA DE LA VARIANZA DE DOS POBLACIONES.

El director de una sucursal de una compañÃa de seguros espera que dos de sus mejores agentes consigan formalizar por término medio el mismo nÃºmero de pólizas mensuales. Los siguientes datos indican las pólizas formalizadas en los últimos 5 meses por ambos agentes.

```r
Agente_A <- c(12, 11, 18, 16, 13)

Agente_B <- c(14, 18, 18, 17, 16)

hoja1 <- data.frame(Agente_A, Agente_B); hoja1

##   Agente_A Agente_B
## 1       12       14
## 2       11       18
## 3       18       18
## 4       16       17
## 5       13       16
```

Admitiendo que el número de pólizas contratadas mensualmente por los dos agentes son variables aleatorias independientes y distribuidas normalmente, pruebe la igualdad de varianzas con un nivel de significación de 5 %.

- Las hipótesis a contrastar son:
  H_o: $sigma_1 = sigma_2$
  H_1: $sigma_1$ distinto $sigma_2$

El código en lenguaje R para calcular la prueba t para dos muestras apareadas es el siguiente:

```r
#introduciendo los datos

Agente_A <- c(12, 11, 18, 16, 13)

Agente_B <- c(14, 18, 18, 17, 16)

# realizando el contraste de igualdad de varianzas

var.test(Agente_A, Agente_B)

##
##  F test to compare two variances
##
## data:  Agente_A and Agente_B
## F = 3.0357, num df = 4, denom df = 4, p-value = 0.3075
## alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
## 95 percent confidence interval:
##   0.3160711 29.1566086
## sample estimates:
## ratio of variances
##           3.035714

# Como el p valor es alto se concluye que las varianzas pueden considerarse
# iguales.
```

Ejercicio:
Realizar una comparación de medias para los datos que se muestran a continuación.

Las tablas 5a y 5b muestran las observaciones de densidad de potencia espectral (DPE) calculados sobre los intervalos RR (RRi) provenientes de 30 minutos de ECG en reposo, en dos grupos: control y de pacientes con neuropatía autonómica cardiaca (datos simulados con fines didácticos).

Realiza la prueba en los siguientes pasos:

1. Primero contrastar la igualdad de varianzas.

2. Luego realizar el contraste de igualdad de medias.

Tabla 5a: DPE RRi grupo control (en ms^2)

```
sujecto <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
             20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36,
             37, 38, 39, 40)
sujecto

##  [1]  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
## [24] 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

Tabla_A <- c(2098, 2082, 2246, 2340, 2714, 2777, 2625, 2388, 2766, 3112, 3030,
             3375, 3038, 3017, 3136, 3204, 3174, 3220, 3464, 3870, 3689, 3783,
             3457, 4151, 4230, 3707, 4158, 4315, 4790, 4464, 4499, 4819, 4739,
             4912, 4494, 5698, 6349, 6630, 7585,8183)
Tabla_A

##  [1] 2098 2082 2246 2340 2714 2777 2625 2388 2766 3112 3030 3375 3038 3017
## [15] 3136 3204 3174 3220 3464 3870 3689 3783 3457 4151 4230 3707 4158 4315
## [29] 4790 4464 4499 4819 4739 4912 4494 5698 6349 6630 7585 8183

hoja1 <- data.frame(sujecto=sujecto, Tabla_A=Tabla_A); hoja1

##    sujecto Tabla_A
## 1        1    2098
## 2        2    2082
## 3        3    2246
## 4        4    2340
## 5        5    2714
## 6        6    2777
## 7        7    2625
## 8        8    2388
## 9        9    2766
## 10      10    3112
## 11      11    3030
```

```
## 12       12    3375
## 13       13    3038
## 14       14    3017
## 15       15    3136
## 16       16    3204
## 17       17    3174
## 18       18    3220
## 19       19    3464
## 20       20    3870
## 21       21    3689
## 22       22    3783
## 23       23    3457
## 24       24    4151
## 25       25    4230
## 26       26    3707
## 27       27    4158
## 28       28    4315
## 29       29    4790
## 30       30    4464
## 31       31    4499
## 32       32    4819
## 33       33    4739
## 34       34    4912
## 35       35    4494
## 36       36    5698
## 37       37    6349
## 38       38    6630
## 39       39    7585
## 40       40    8183
```

Tabla 5b: DPE RRi grupo pacientes (en ms^2)

```
sujecto <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
             20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36,
             37, 38, 39, 40)
sujecto

##  [1]  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
## [24] 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40

Tabla_B<- c(1209, 1115, 1151, 1208, 1170, 1198, 1390, 1480, 1359, 1337, 1415,
            1530, 1453, 1324, 1477, 1501, 1661, 1562, 1764, 1796, 1976, 1802,
            2000, 1923, 2097, 2110, 2214, 2069, 2324, 2309, 2353, 2091, 2187,
            2399, 2630, 2722, 2998, 3392, 3379, 3627)

Tabla_B
```

```
##  [1] 1209 1115 1151 1208 1170 1198 1390 1480 1359 1337 1415 1530 1453 1324
## [15] 1477 1501 1661 1562 1764 1796 1976 1802 2000 1923 2097 2110 2214 2069
## [29] 2324 2309 2353 2091 2187 2399 2630 2722 2998 3392 3379 3627
```

```
hoja1 <- data.frame(sujeto=sujeto, Tabla_B=Tabla_B); hoja1
```

```
##    sujeto Tabla_B
## 1       1    1209
## 2       2    1115
## 3       3    1151
## 4       4    1208
## 5       5    1170
## 6       6    1198
## 7       7    1390
## 8       8    1480
## 9       9    1359
## 10     10    1337
## 11     11    1415
## 12     12    1530
## 13     13    1453
## 14     14    1324
## 15     15    1477
## 16     16    1501
## 17     17    1661
## 18     18    1562
## 19     19    1764
## 20     20    1796
## 21     21    1976
## 22     22    1802
## 23     23    2000
## 24     24    1923
## 25     25    2097
## 26     26    2110
## 27     27    2214
## 28     28    2069
## 29     29    2324
## 30     30    2309
## 31     31    2353
## 32     32    2091
## 33     33    2187
## 34     34    2399
## 35     35    2630
## 36     36    2722
## 37     37    2998
## 38     38    3392
## 39     39    3379
## 40     40    3627
```

Solucción:

1. Primero contrastar la igualdad de varianzas.

```
# introduciendo los datos

Tabla_A <- c(2098, 2082, 2246, 2340, 2714, 2777, 2625, 2388, 2766, 3112, 3030,
             3375, 3038, 3017, 3136, 3204, 3174, 3220, 3464, 3870, 3689, 3783,
             3457, 4151, 4230, 3707, 4158, 4315, 4790, 4464, 4499, 4819, 4739,
             4912, 4494, 5698, 6349, 6630, 7585,8183)

Tabla_B<- c(1209, 1115, 1151, 1208, 1170, 1198, 1390, 1480, 1359, 1337, 1415,
            1530, 1453, 1324, 1477, 1501, 1661, 1562, 1764, 1796, 1976, 1802,
            2000, 1923, 2097, 2110, 2214, 2069, 2324, 2309, 2353, 2091, 2187,
            2399, 2630, 2722, 2998, 3392, 3379, 3627)

# realizando el contraste de igualdad de varianzas

var.test(Tabla_A, Tabla_B)

##
##  F test to compare two variances
##
## data:  Tabla_A and Tabla_B
## F = 4.7412, num df = 39, denom df = 39, p-value = 3.937e-06
## alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
## 95 percent confidence interval:
##  2.507604 8.964228
## sample estimates:
## ratio of variances
##           4.741174

# Como el p valor es bajo se concluye que las varianzas pueden considerarse iguales.
```

2. Luego realizar el contraste de igualdad de medias.

```
# Primero digitamos las observaciones correspondientes a ambas muestras

Tabla_A <- c(2098, 2082, 2246, 2340, 2714, 2777, 2625, 2388, 2766, 3112, 3030,
             3375, 3038, 3017, 3136, 3204, 3174, 3220, 3464, 3870, 3689, 3783,
             3457, 4151, 4230, 3707, 4158, 4315, 4790, 4464, 4499, 4819, 4739,
             4912, 4494, 5698, 6349, 6630, 7585,8183)

Tabla_B<- c(1209, 1115, 1151, 1208, 1170, 1198, 1390, 1480, 1359, 1337, 1415,
            1530, 1453, 1324, 1477, 1501, 1661, 1562, 1764, 1796, 1976, 1802,
            2000, 1923, 2097, 2110, 2214, 2069, 2324, 2309, 2353, 2091, 2187,
```

```
           2399, 2630, 2722, 2998, 3392, 3379, 3627)

# Realizamos el contraste de igualdad de medias

t.test(Tabla_A, Tabla_B, var.equal=TRUE, mu=0)

##
##  Two Sample t-test
##
## data:  Tabla_A and Tabla_B
## t = 8.0534, df = 78, p-value = 7.417e-12
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  1498.548 2482.752
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##   3908.20   1917.55

# Se concluye que existe diferencia significativa en la densidad de potencia
# espectral (DPE) para ambos grupos, puesto que el p valor de la prueba
# resulta ser muy peque\~no.
```