

ANOVA

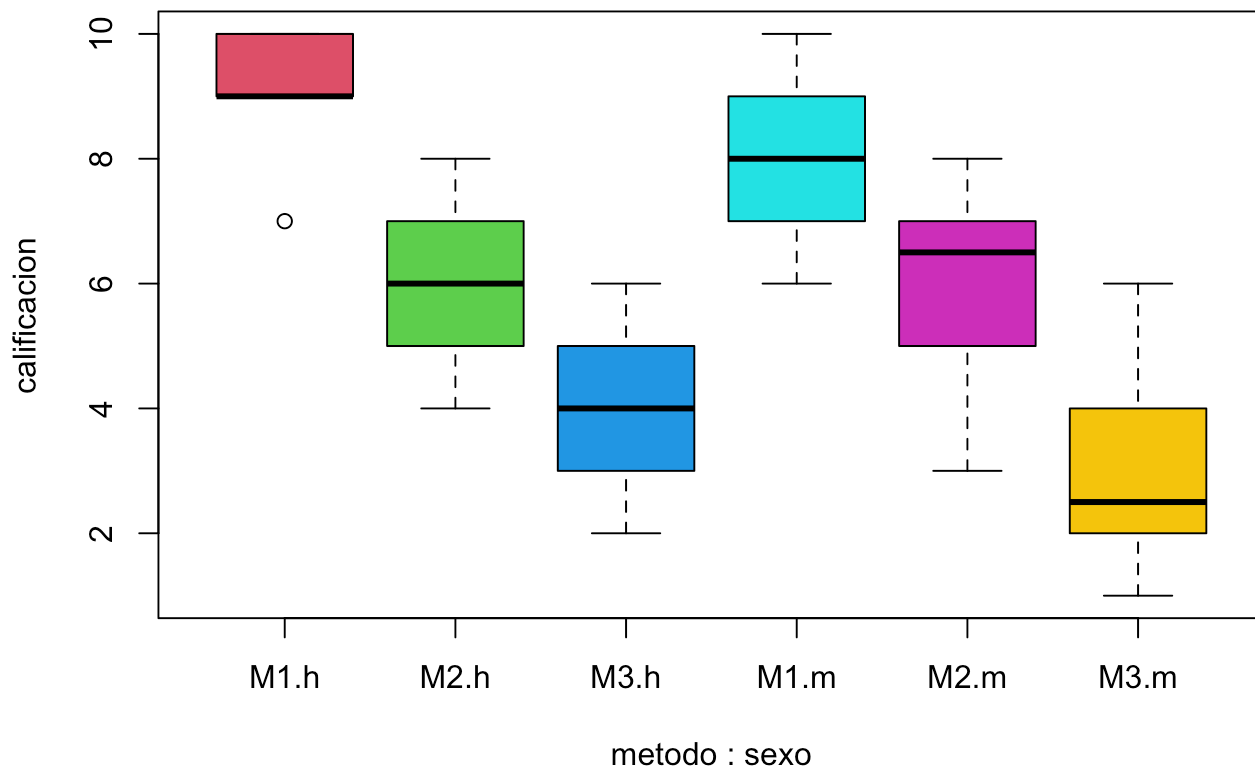
2024-08-27

Problema 1

Análisis exploratorio. Calcula la media para el rendimiento por método de enseñanza.

```
calificacion=c(10,7,9,9,9,10,5,7,6,6,8,4,2,6,3,5,5,3,9,7,8,8,10,6,8,3,5,6,7,7,2,6,2,1,4,3)
metodo=c(rep("M1",6),rep("M2",6),rep("M3",6),rep("M1",6),rep("M2",6),rep("M3",6))
sexo = c(rep("h", 18), rep("m",18))
metodo = factor(metodo)
sexo = factor(sexo)
datos = data.frame(calificacion, metodo, sexo)

boxplot(calificacion~metodo:sexo, datos, col=2:8)
```



Las hipótesis. Establece las hipótesis estadísticas (tienen que ser 3).

Hipótesis

F1: Método de enseñanza (M1, M2, M3) F2: Sexo (h,m)

Modelo: $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \tau_i\alpha_j + \varepsilon_{ijk}$

Donde:

$$\sum_{i=1}^{n_\tau} \tau_i = 0, \quad \sum_{j=1}^{n_\alpha} \alpha_j = 0, \quad \sum_{i=1}^{n_\tau} \sum_{j=1}^{n_\alpha} \tau_i \alpha_j = 0$$

Primera hipótesis:

$$H_0 : \tau_i = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \tau \neq 0$$

Segunda hipótesis:

$$H_0 : \alpha_j = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \alpha \neq 0$$

Tercera hipótesis:

$$H_0 : \tau_i \alpha_j = 0$$

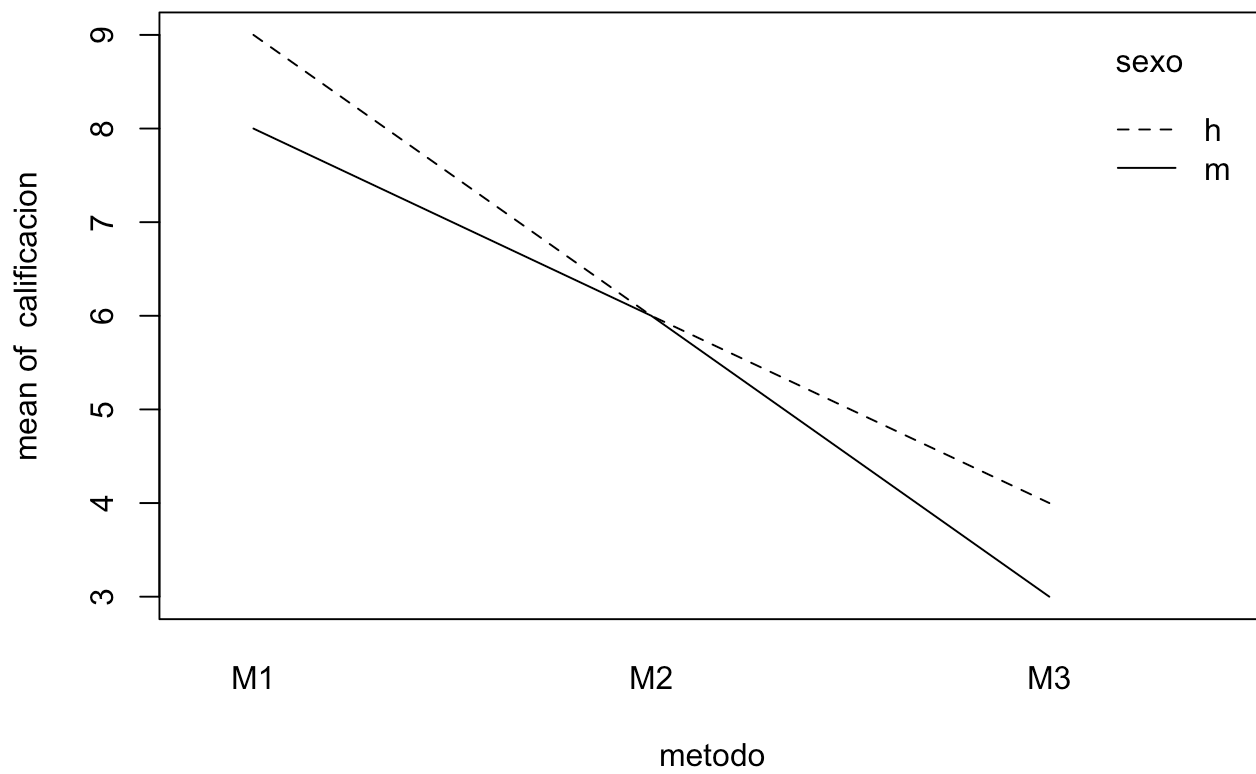
$$H_1 : \text{Algún } \tau_i \alpha_j \neq 0$$

Realiza el ANOVA para dos niveles con interacción:

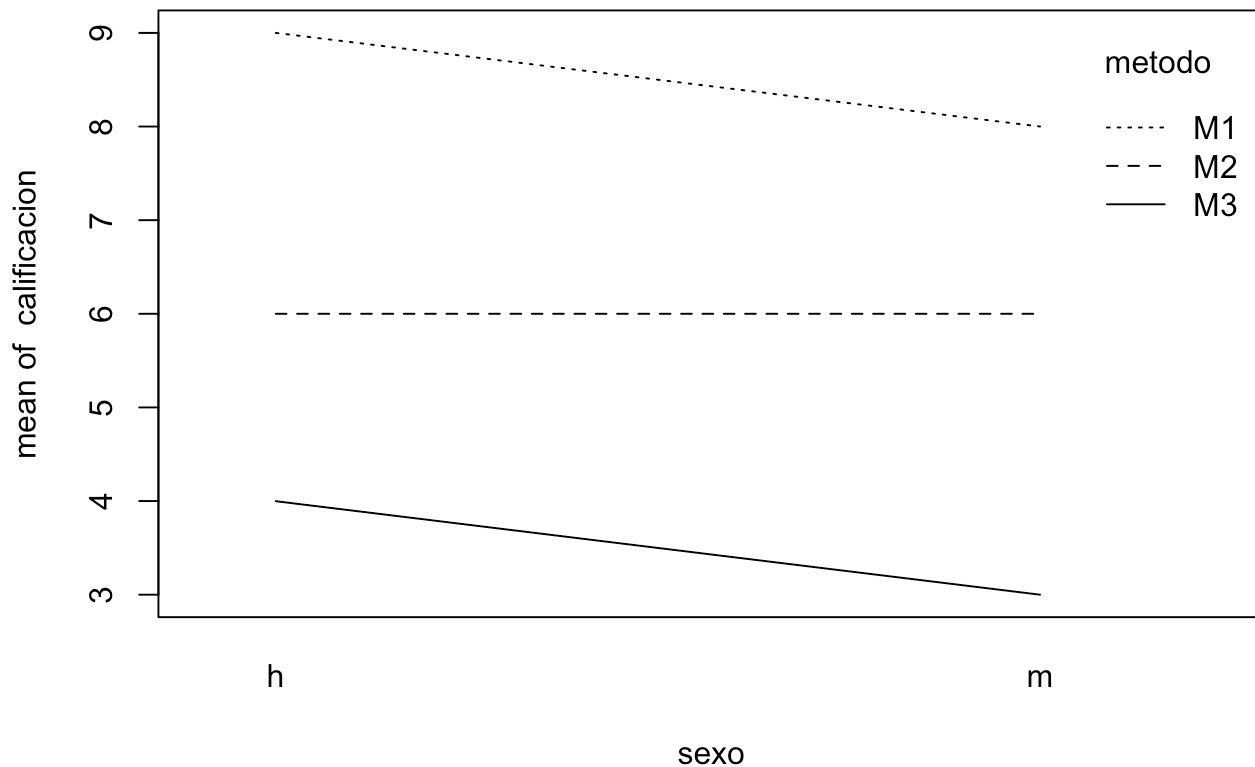
```
A<-aov(calificacion~metodo*sexo)
summary(A)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## metodo      2    150   75.00  32.143 3.47e-08 ***
## sexo        1     4    4.00   1.714  0.200
## metodo:sexo  2     2    1.00   0.429  0.655
## Residuals   30    70    2.33
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
interaction.plot(metodo,sexo,calificacion)
```



```
interaction.plot(sexo, metodo, calificacion)
```



Realiza el ANOVA para dos niveles sin interacción.

```
B<-aov(calificacion~metodo+sexo)
summary(B)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## metodo      2    150   75.00  33.333 1.5e-08 ***
## sexo        1     4    4.00   1.778  0.192
## Residuals   32     72    2.25
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
tapply(calificacion,sexo,mean)
```

```
##           h           m
## 6.333333 5.666667
```

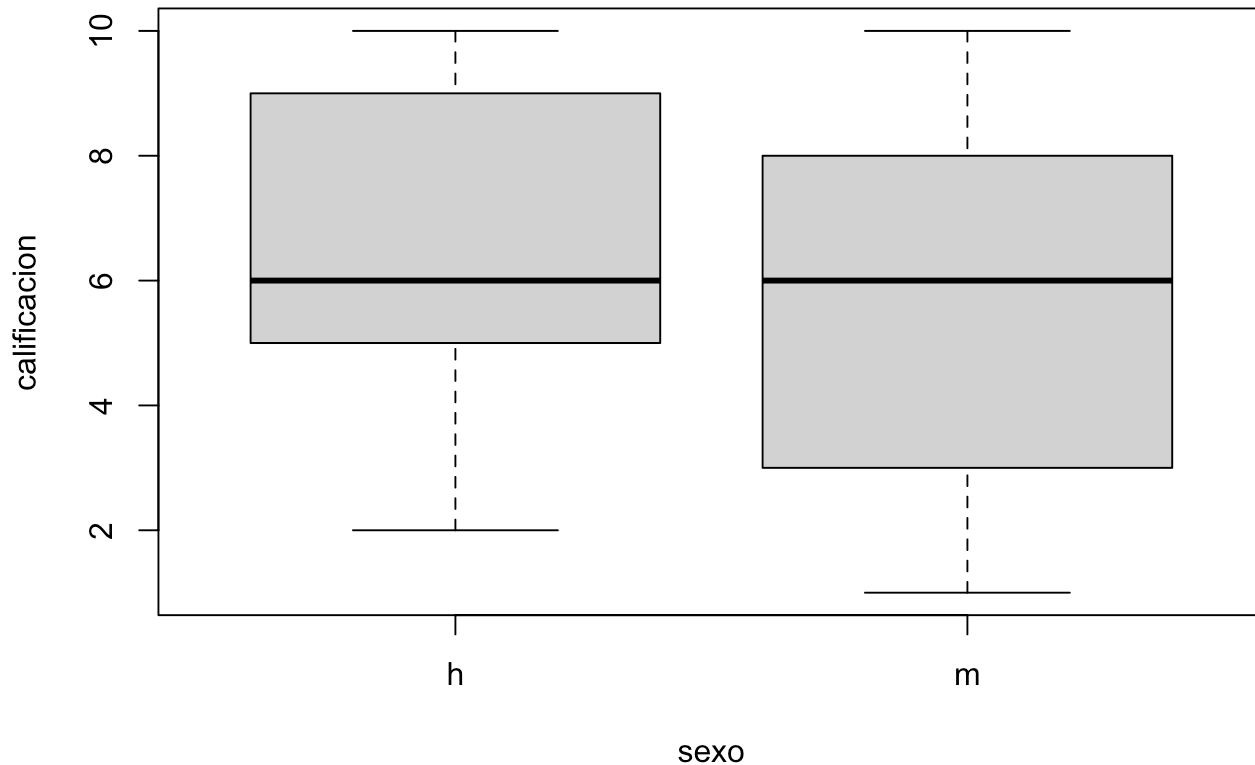
```
tapply(calificacion,metodo,mean)
```

```
##  M1  M2  M3
## 8.5 6.0 3.5
```

```
M=mean(calificacion)
M
```

```
## [1] 6
```

```
boxplot(calificacion ~ sexo)
```

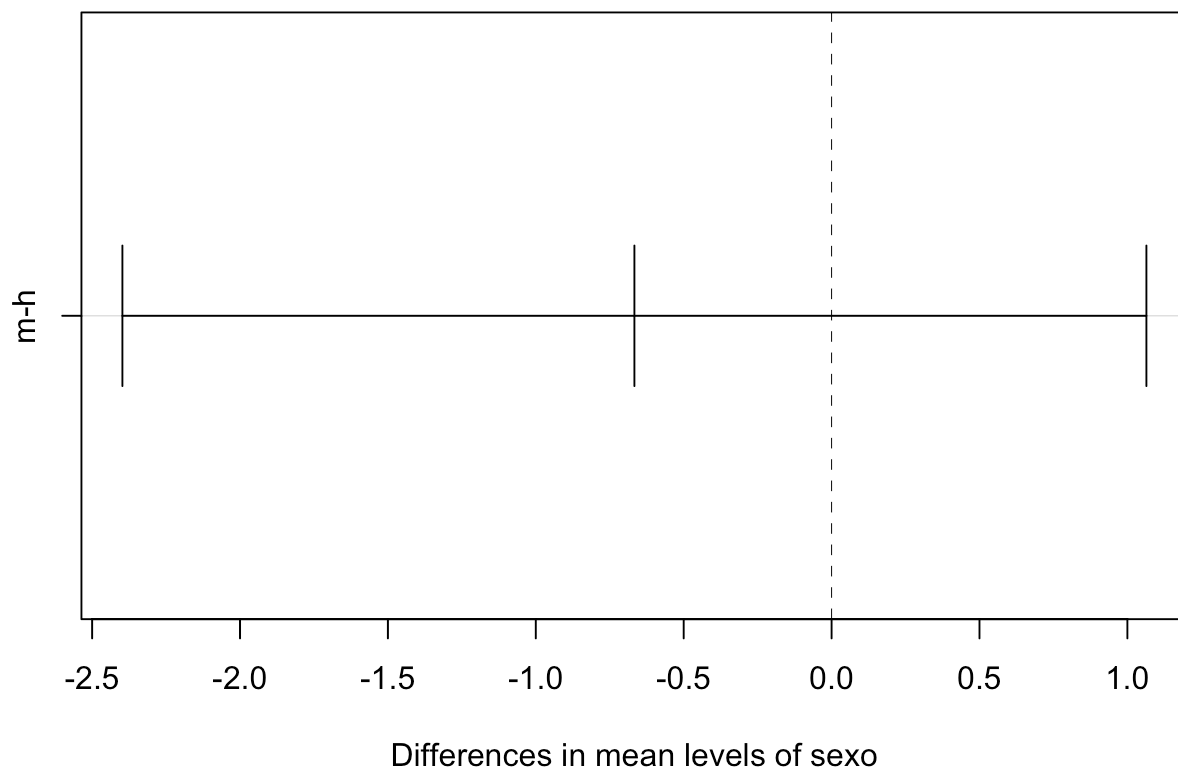


```
I = TukeyHSD(aov(calificacion ~ sexo))
I
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = calificacion ~ sexo)
##
## $sexo
##      diff      lwr      upr    p adj
## m-h -0.6666667 -2.397645 1.064312 0.4392235
```

```
plot(I)
```

95% family-wise confidence level



```

m = tapply(calificacion, sexo, mean)
s = tapply(calificacion, sexo, sd)
n = tapply(calificacion, sexo, length)

sm = s / sqrt(n)
E = abs(qt(0.025, n-1)) * sm
inf = m - E
sup = m + E

plot(1:length(m), m, ylim=c(min(inf), max(sup)), pch=16, xaxt='n', xlab="Sexo", ylab="Ca
lificación",
      main="Intervalos de Confianza para las Calificaciones por Sexo")

axis(1, at=1:length(m), labels=names(m))

arrows(x0=1:length(m), y0=inf, x1=1:length(m), y1=sup, angle=90, code=3, length=0.1, col
="red")

```

Intervalos de Confianza para las Calificaciones por Sexo



Realiza el ANOVA para un efecto principal

Haz el boxplot de rendimiento por método de enseñanza. Calcula la media.

```
C<-aov(calificacion~metodo)
summary(C)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## metodo      2    150    75.0    32.57 1.55e-08 ***
## Residuals  33     76     2.3
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

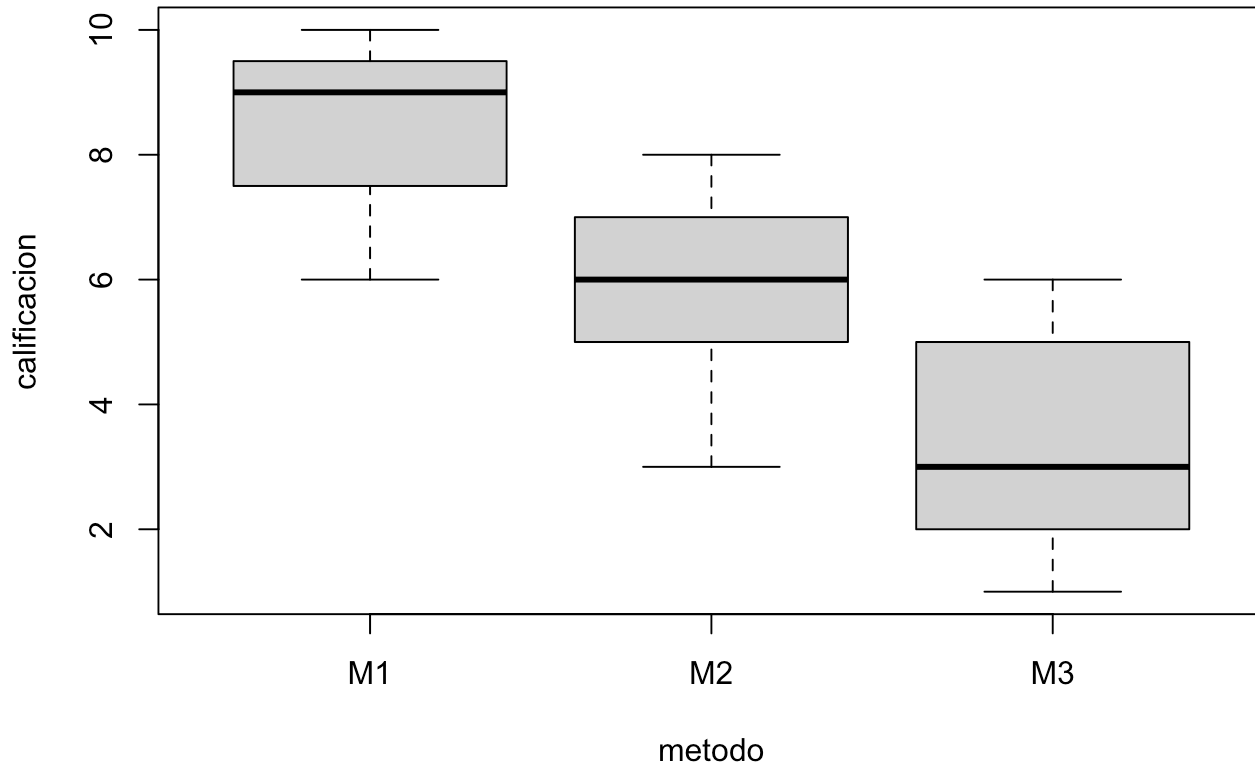
```
tapply(calificacion,metodo,mean)
```

```
##  M1  M2  M3
## 8.5 6.0 3.5
```

```
mean(calificacion)
```

```
## [1] 6
```

```
boxplot(calificacion ~ metodo)
```

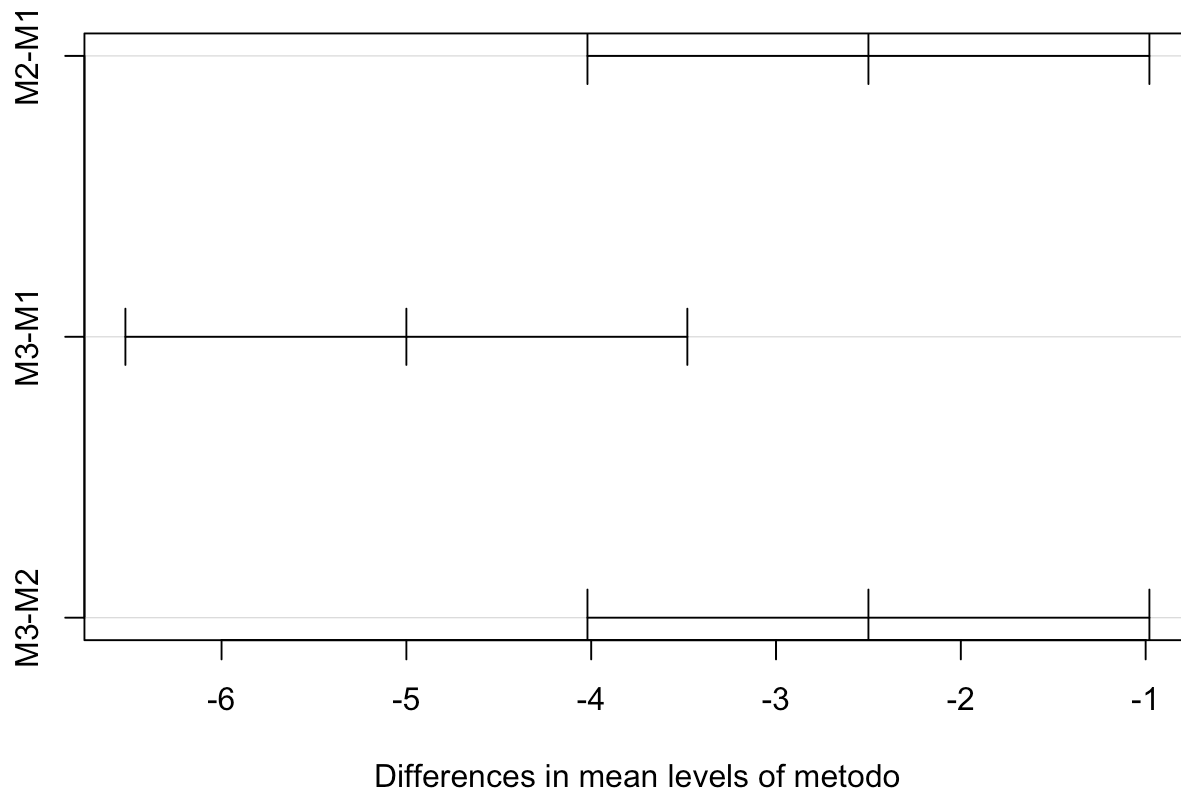


```
I = TukeyHSD(aov(calificacion ~ metodo))
I
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = calificacion ~ metodo)
##
## $metodo
##      diff      lwr      upr    p adj
## M2-M1 -2.5 -4.020241 -0.9797592 0.0008674
## M3-M1 -5.0 -6.520241 -3.4797592 0.0000000
## M3-M2 -2.5 -4.020241 -0.9797592 0.0008674
```

```
plot(I)
```


95% family-wise confidence level



```

m = tapply(calificacion, metodo, mean)
s = tapply(calificacion, metodo, sd)
n = tapply(calificacion, metodo, length)

sm = s / sqrt(n)
E = abs(qt(0.025, n-1)) * sm
inf = m - E
sup = m + E

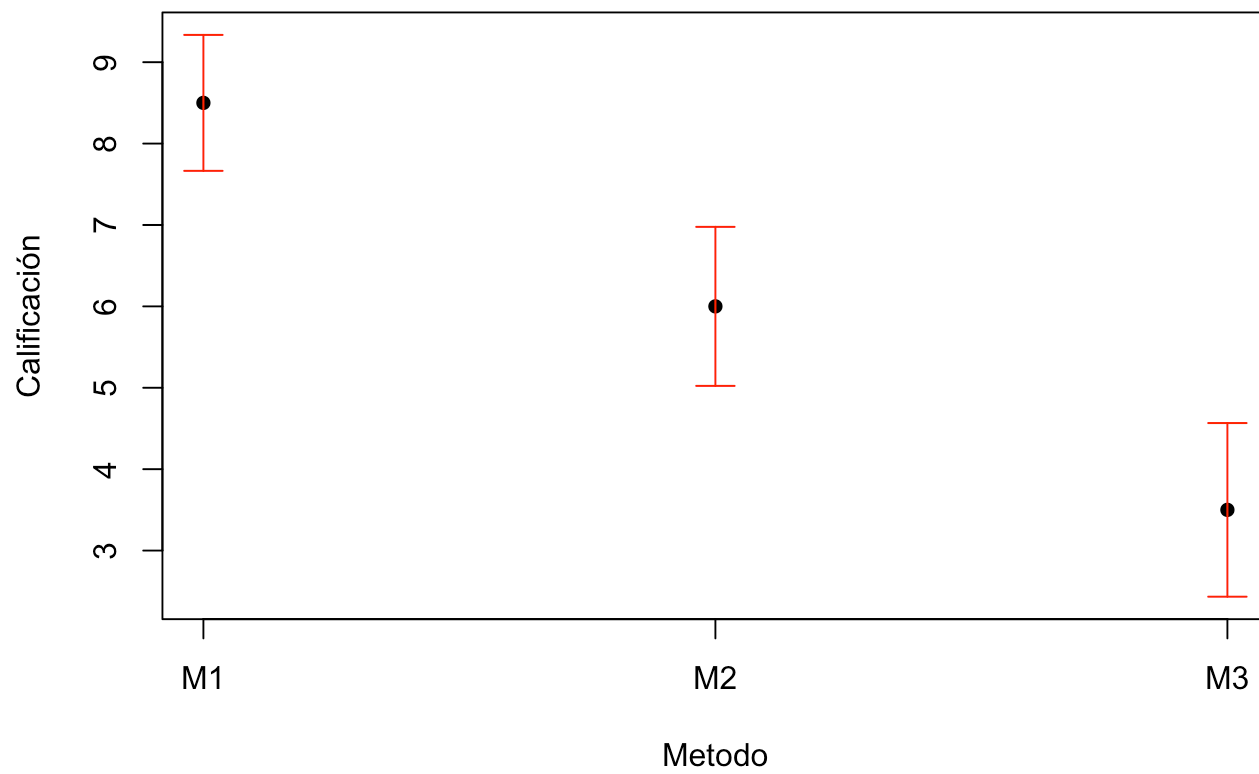
plot(1:length(m), m, ylim=c(min(inf), max(sup)), pch=16, xaxt='n', xlab="Metodo", ylab
="Calificación",
     main="Intervalos de Confianza para las Calificaciones por Metodo")

axis(1, at=1:length(m), labels=names(m))

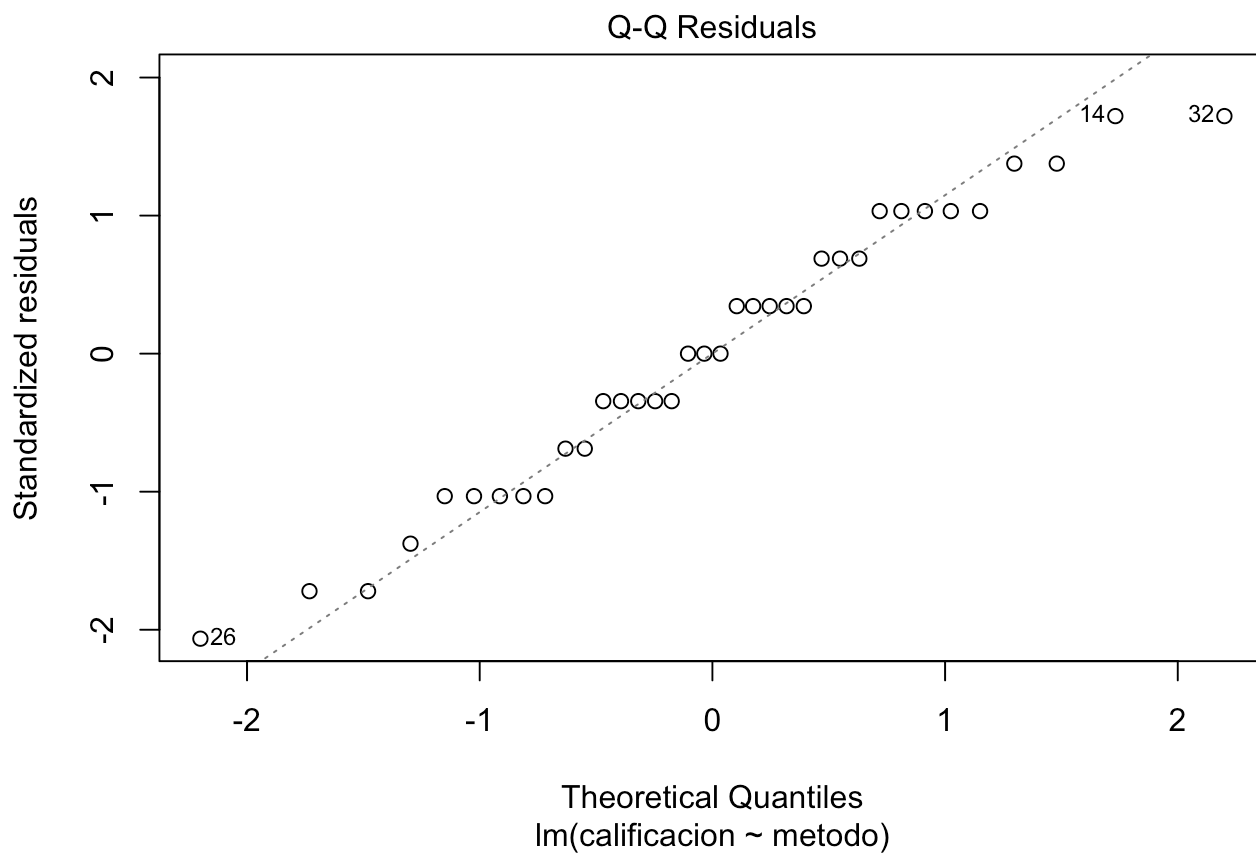
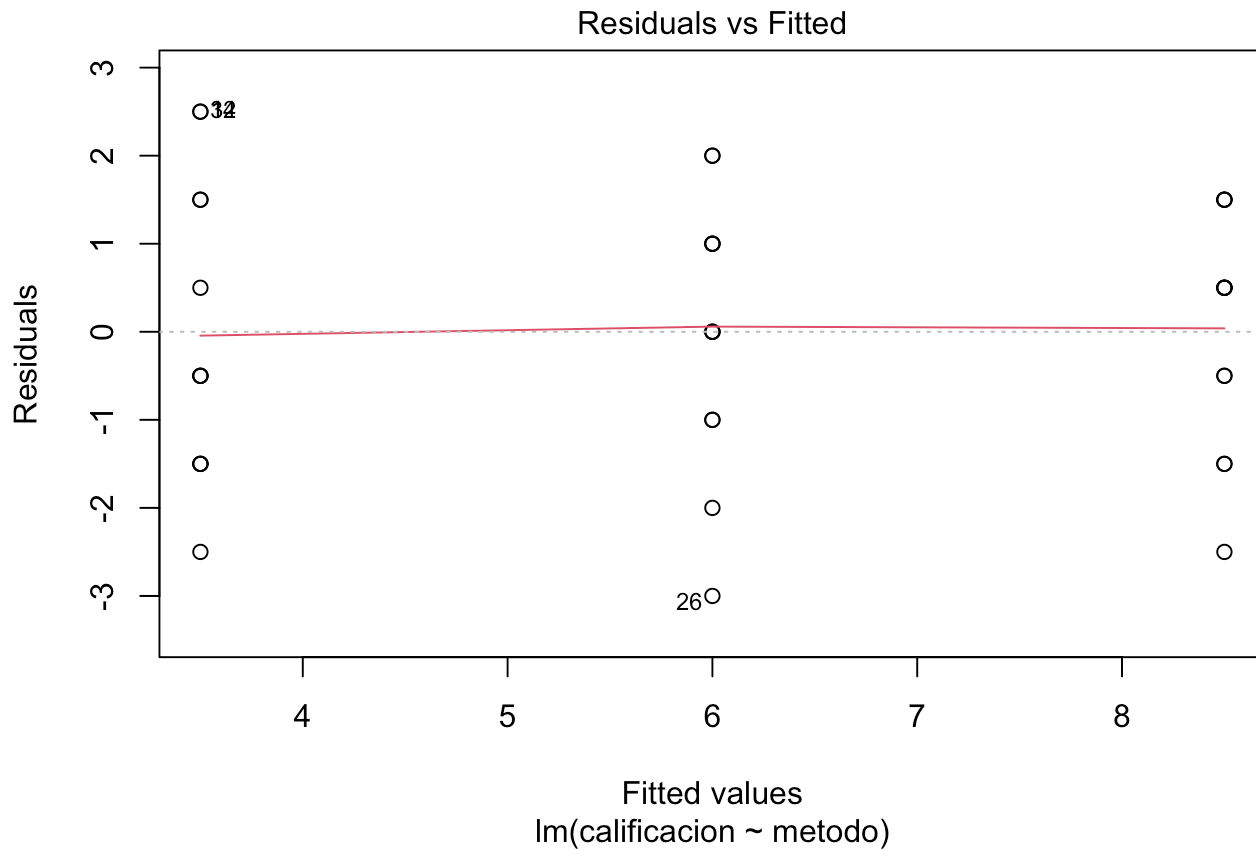
arrows(x0=1:length(m), y0=inf, x1=1:length(m), y1=sup, angle=90, code=3, length=0.1, col
="red")

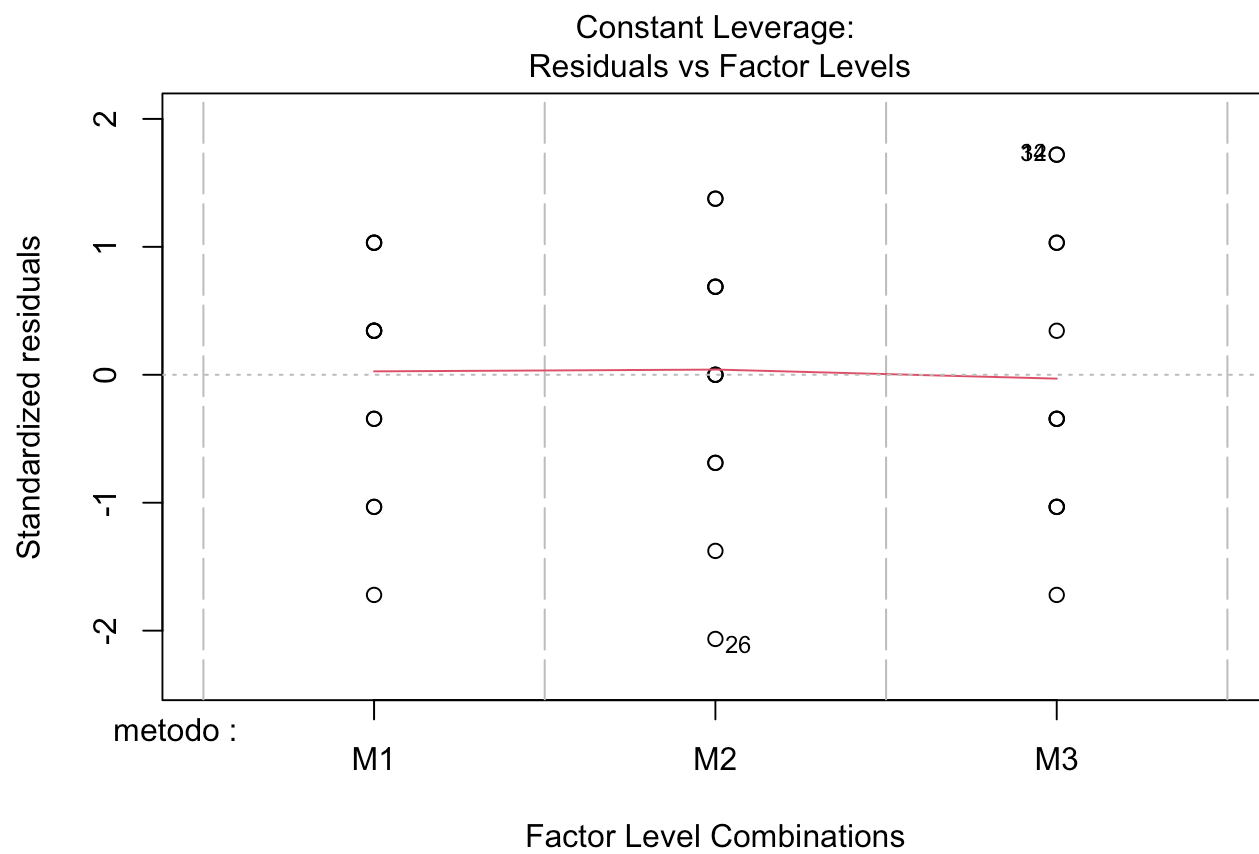
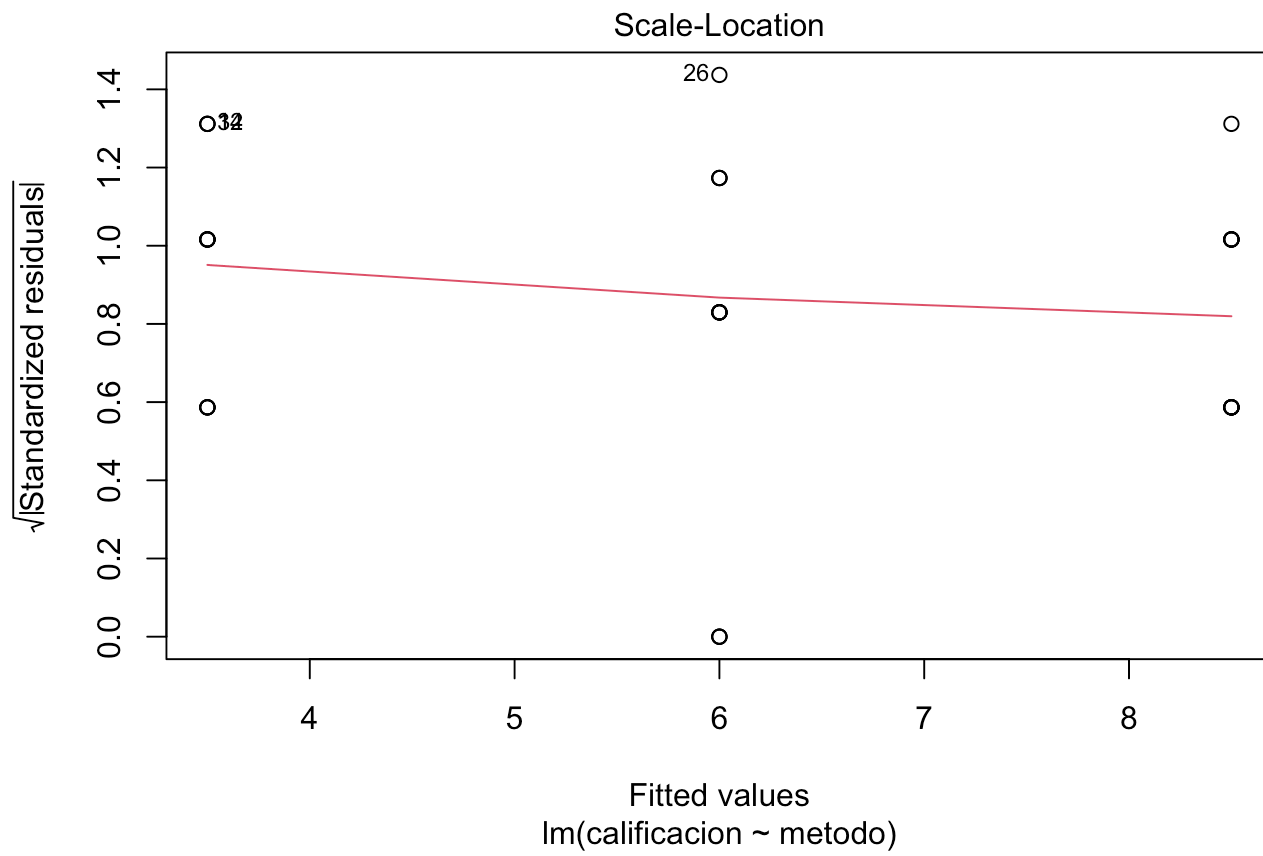
```

Intervalos de Confianza para las Calificaciones por Metodo



```
plot(lm(calificacion~metodo))
```

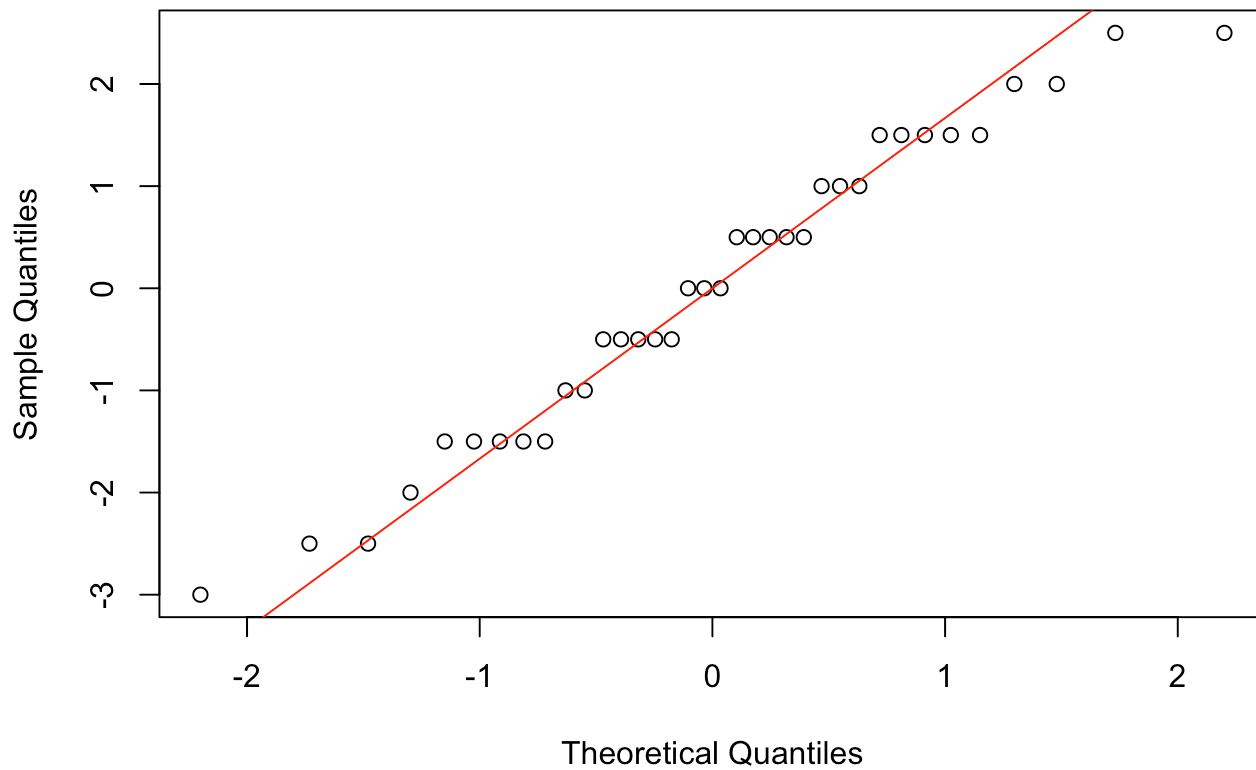




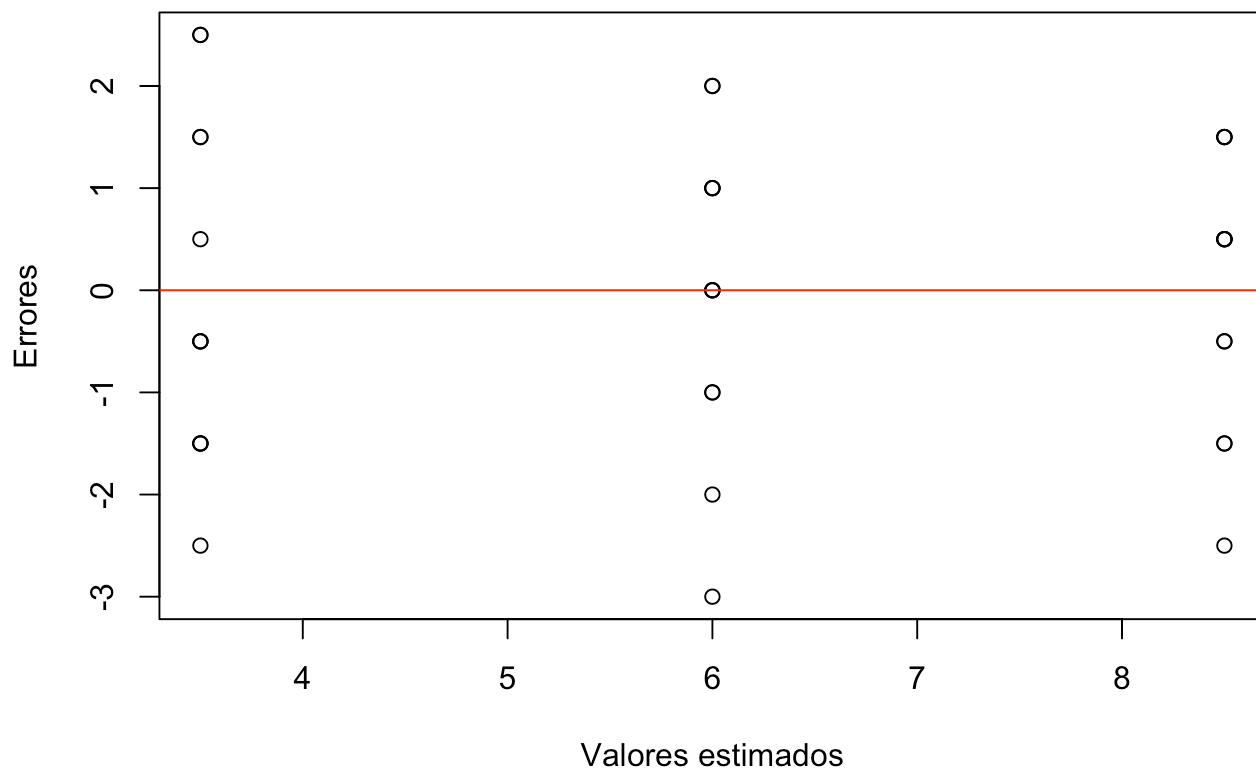
```
CD = 150/(150+76)
```

```
qqnorm(residuals(C))  
qqline(residuals(C), col="red")
```

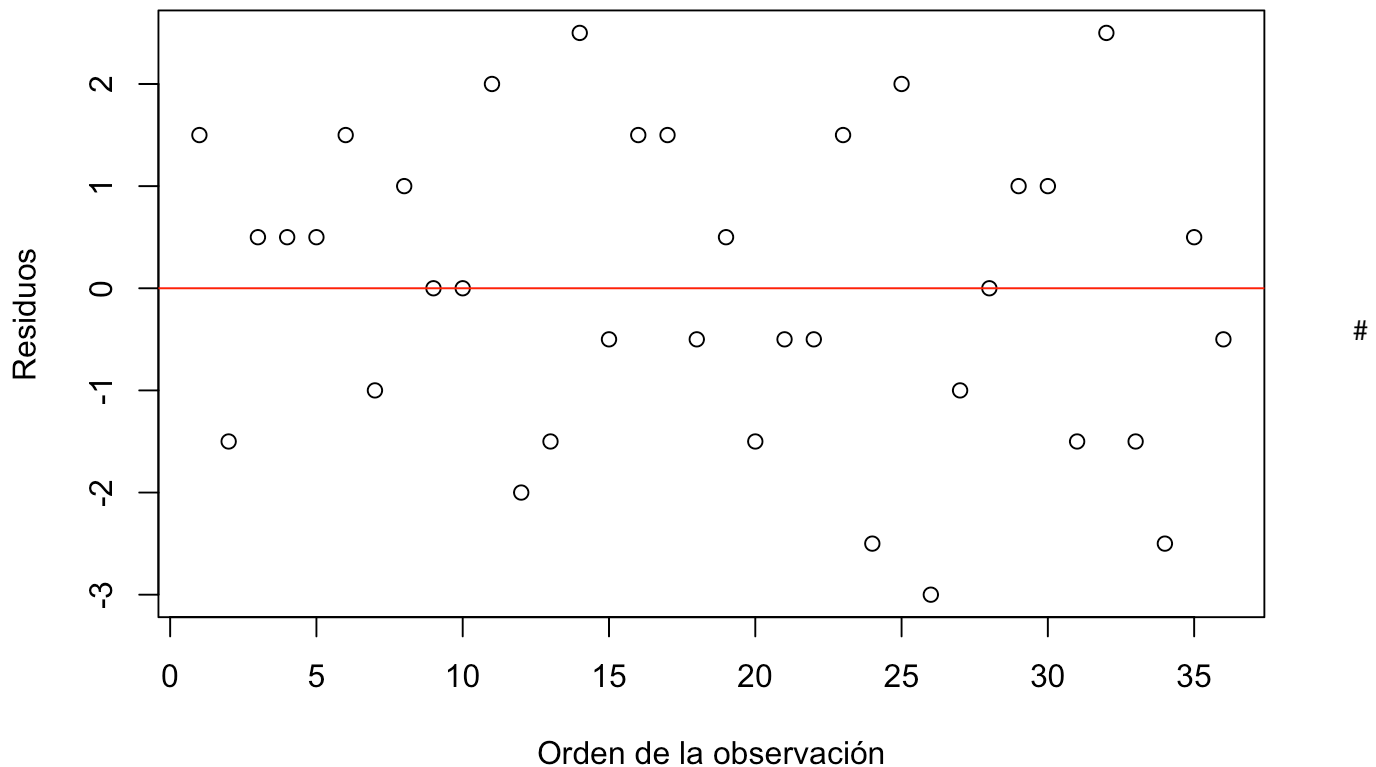
Normal Q-Q Plot



```
plot(C$fitted.values, C$residuals, ylab="Errores", xlab="Valores estimados")  
abline(h=0, col="red")
```



```
n = tapply(calificacion, metodo, length)
plot(c(1:sum(n)), residuals(C), xlab="Orden de la observación", ylab="Residuos")
abline(h=0, col="red")
```



Conclusiones Analizando las graficas y resultados obtenidos anteriormente, vemos que los metodos es lo que mas impacta los resultados de los estudiantes, el metodo 3 fue el que mas afecto el rendimiento, el metodo 2 no impacto significativamente y el metodo 1 mejoro el rendimiento de los estudiantes. Viendo esto vemos que la enseñanza es un factor clave en estos estudiantes. Tambien revisando nuestras ultimas graficas vemos que los datos cumplen con los supuestos de normalidad e independencia.

Problema 2

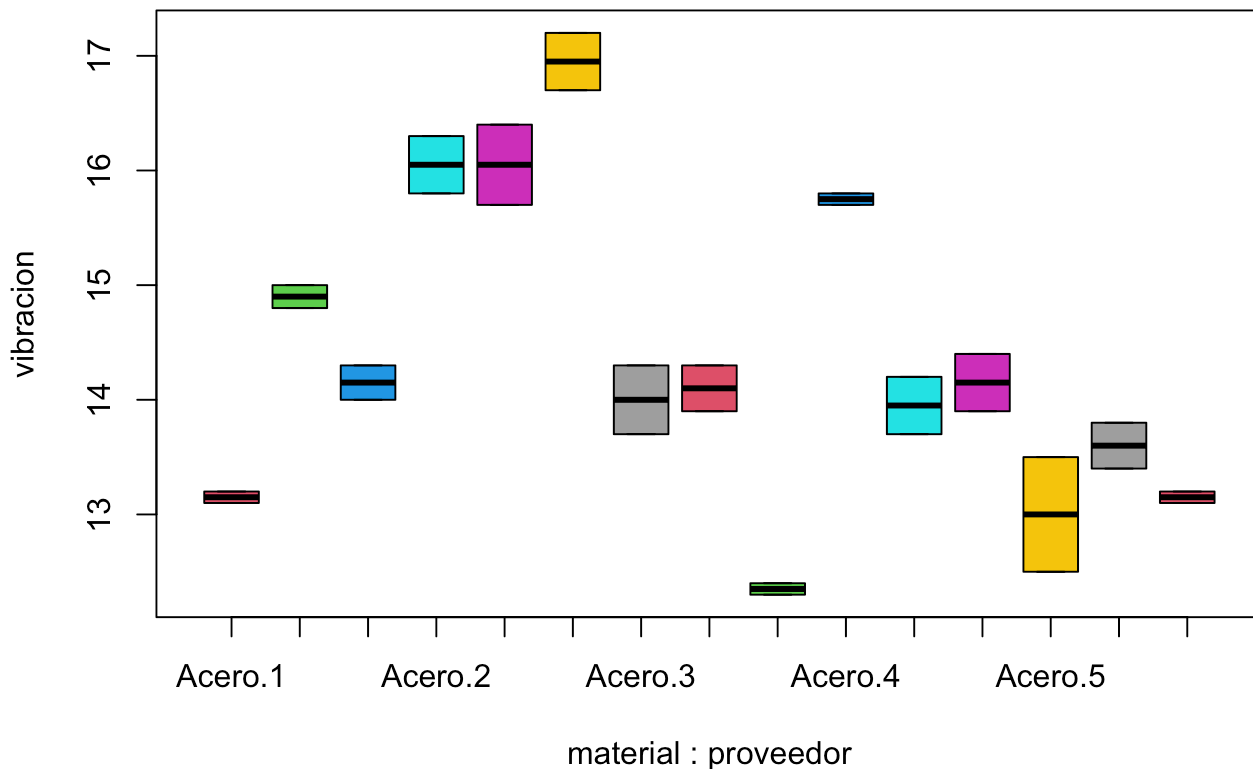
Análisis exploratorio. Calcula la media para el rendimiento por método de enseñanza.

```
vibracion = c(13.1, 16.3, 13.7, 15.7, 13.5, 13.2, 15.8, 14.3, 15.8, 12.5, 15.0, 15.7, 13.9, 13.7, 13.4, 14.8, 16.4, 14.3, 14.2, 13.8, 14.0, 17.2, 12.4, 14.4, 13.2, 14.3, 16.7, 12.3, 13.9, 13.1)

material = c(rep("Acero", 10), rep("Aluminio", 10), rep("Plástico", 10))
material = factor(material)
proveedor = factor(rep(1:5, each=1, times=6))

datos = data.frame(material, proveedor, vibracion)

boxplot(vibracion~material:proveedor, datos, col=2:8)
```



Las hipótesis. Establece las hipótesis estadísticas (tienen que ser 3).

Hipótesis

F1: Método de enseñanza (M1, M2, M3) F2: Sexo (h,m)

Modelo: $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \tau_i\alpha_j + \varepsilon_{ijk}$

Donde:

$$\sum_{i=1}^{n_\tau} \tau_i = 0, \quad \sum_{j=1}^{n_\alpha} \alpha_j = 0, \quad \sum_{i=1}^{n_\tau} \sum_{j=1}^{n_\alpha} \tau_i \alpha_j = 0$$

Primera hipótesis:

$$H_0 : \tau_i = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \tau \neq 0$$

Segunda hipótesis:

$$H_0 : \alpha_j = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \alpha \neq 0$$

Tercera hipótesis:

$$H_0 : \tau_i \alpha_j = 0$$

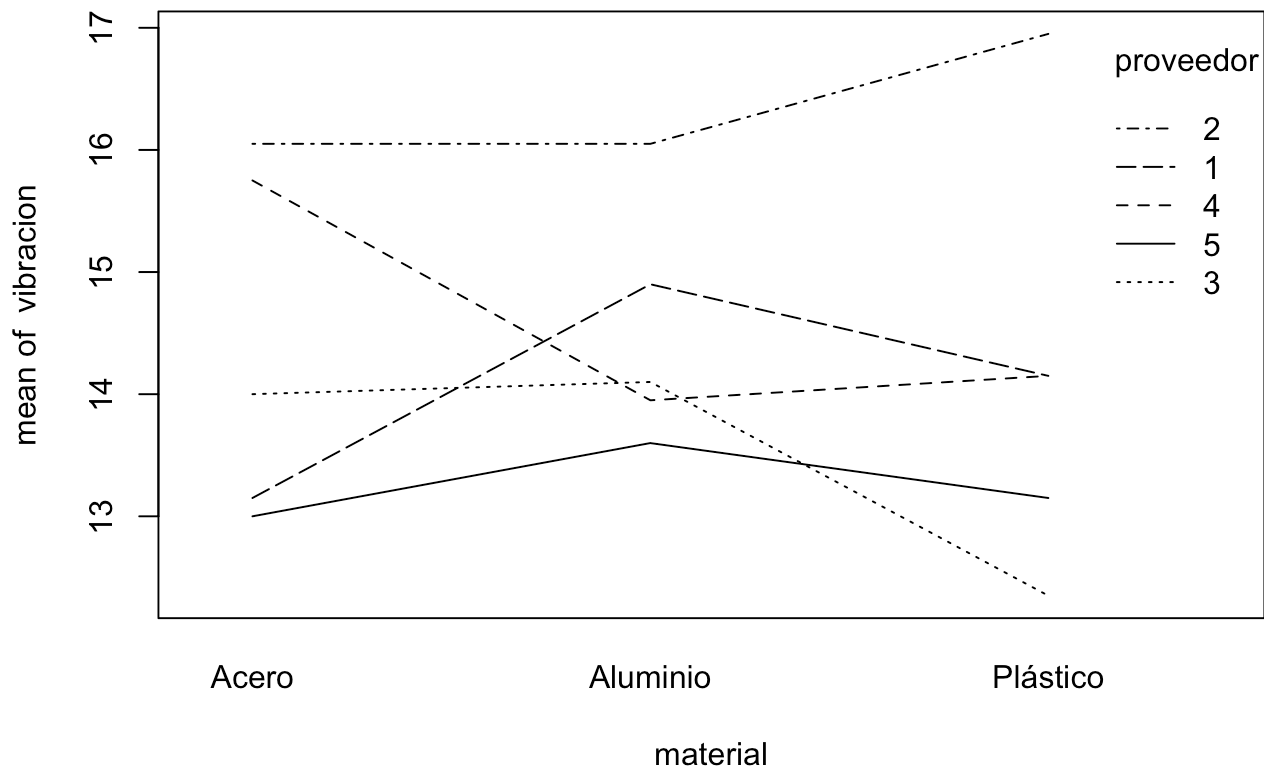
$$H_1 : \text{Algún } \tau_i \alpha_j \neq 0$$

Realiza el ANOVA para dos niveles con interacción:

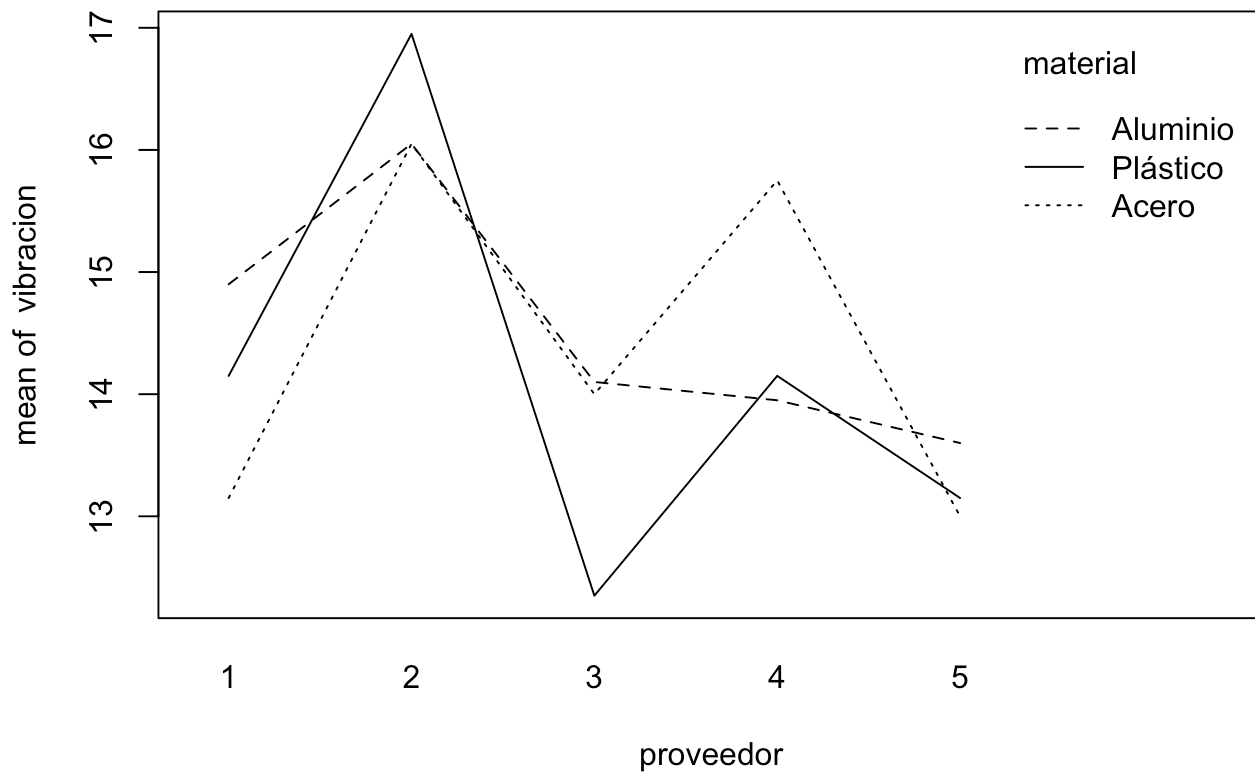
```
A2<-aov(vibracion ~ material * proveedor)
summary(A2)
```

```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## material      2   0.70   0.352    3.165   0.0713 .
## proveedor     4  36.67   9.169   82.353 5.07e-10 ***
## material:proveedor 8  11.61   1.451   13.030 1.76e-05 ***
## Residuals    15   1.67   0.111
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
interaction.plot(material,proveedor,vibracion)
```



```
interaction.plot(proveedor, material, vibracion)
```



Realiza el ANOVA para dos niveles sin interacción.

```
B<-aov(vibracion~material+proveedor)
summary(B)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## material    2   0.70   0.352    0.61    0.552
## proveedor   4  36.67   9.169   15.88 2.28e-06 ***
## Residuals  23  13.28   0.577
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
tapply(vibracion,proveedor,mean)
```

```
##           1           2           3           4           5
## 14.06667 16.35000 13.48333 14.61667 13.25000
```

```
tapply(vibracion,material,mean)
```

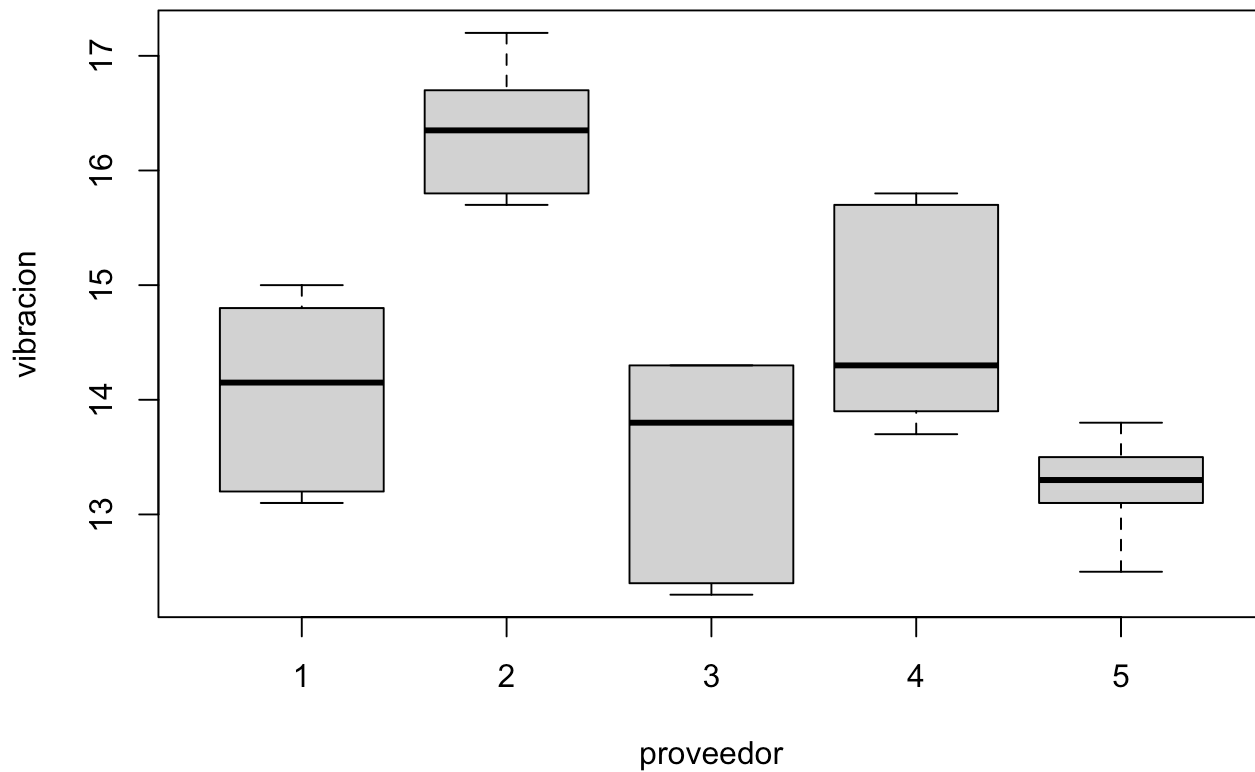
```
##      Acero Aluminio Plástico  
##      14.39      14.52      14.15
```

```
M2=mean(vibracion)
```

```
M2
```

```
## [1] 14.35333
```

```
boxplot(vibracion ~ proveedor)
```



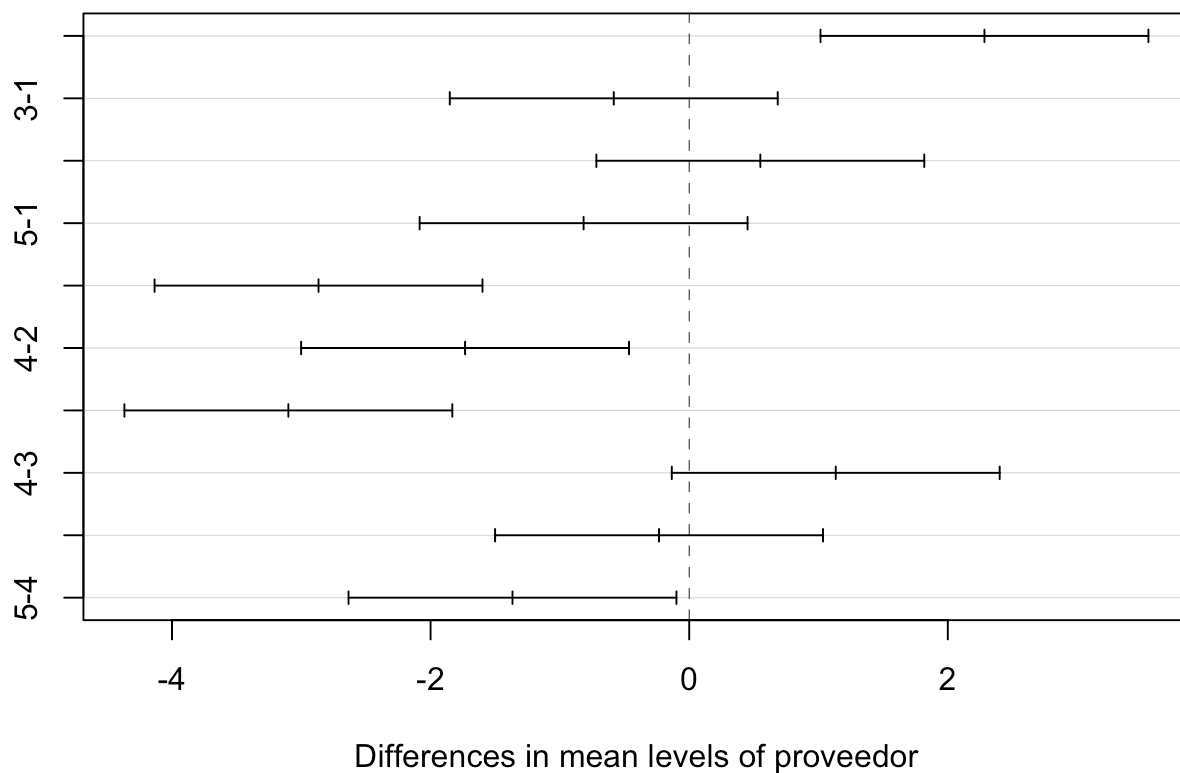
```
I2 = TukeyHSD(aov(vibracion ~ proveedor))
```

```
I2
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = vibracion ~ proveedor)
##
## $proveedor
##          diff          lwr          upr      p adj
## 2-1  2.2833333  1.0153666  3.55130006 0.0001595
## 3-1 -0.5833333 -1.8513001  0.68463339 0.6630108
## 4-1  0.5500000 -0.7179667  1.81796672 0.7089904
## 5-1 -0.8166667 -2.0846334  0.45130006 0.3474956
## 3-2 -2.8666667 -4.1346334 -1.59869994 0.0000055
## 4-2 -1.7333333 -3.0013001 -0.46536661 0.0039774
## 5-2 -3.1000000 -4.3679667 -1.83203328 0.0000015
## 4-3  1.1333333 -0.1346334  2.40130006 0.0959316
## 5-3 -0.2333333 -1.5013001  1.03463339 0.9821261
## 5-4 -1.3666667 -2.6346334 -0.09869994 0.0301318
```

```
plot(I2)
```

95% family-wise confidence level



```

m = tapply(vibracion, proveedor, mean)
s = tapply(vibracion, proveedor, sd)
n = tapply(vibracion, proveedor, length)

sm = s / sqrt(n)
E = abs(qt(0.025, n-1)) * sm
inf = m - E
sup = m + E

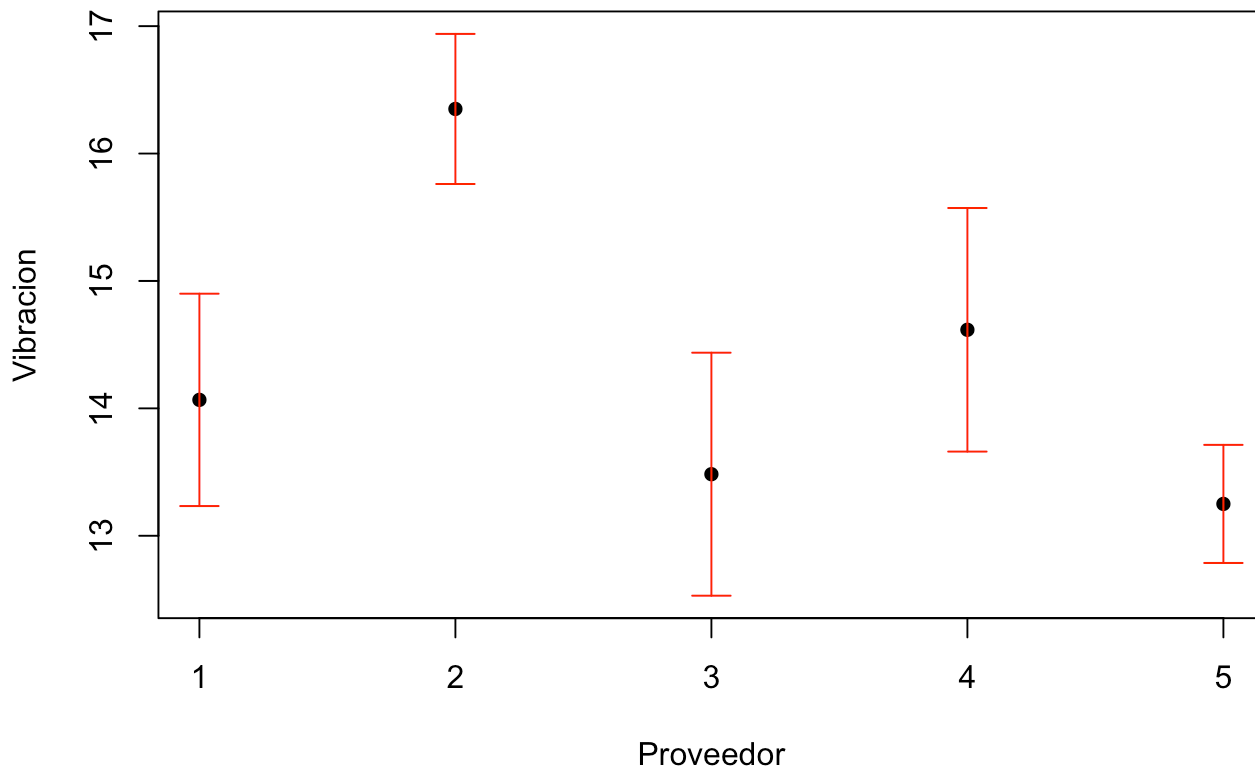
plot(1:length(m), m, ylim=c(min(inf), max(sup)), pch=16, xaxt='n', xlab="Proveedor", ylab="Vibracion",
     main="Intervalos de Confianza para la Vibracion por Proveedor")

axis(1, at=1:length(m), labels=names(m))

arrows(x0=1:length(m), y0=inf, x1=1:length(m), y1=sup, angle=90, code=3, length=0.1, col="red")

```

Intervalos de Confianza para la Vibracion por Proveedor



Realiza el ANOVA para un efecto principal

```

C2<-aov(vibracion~material)
summary(C2)

```

```
##          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## material    2   0.70   0.3523    0.19  0.828
## Residuals  27  49.95   1.8500
```

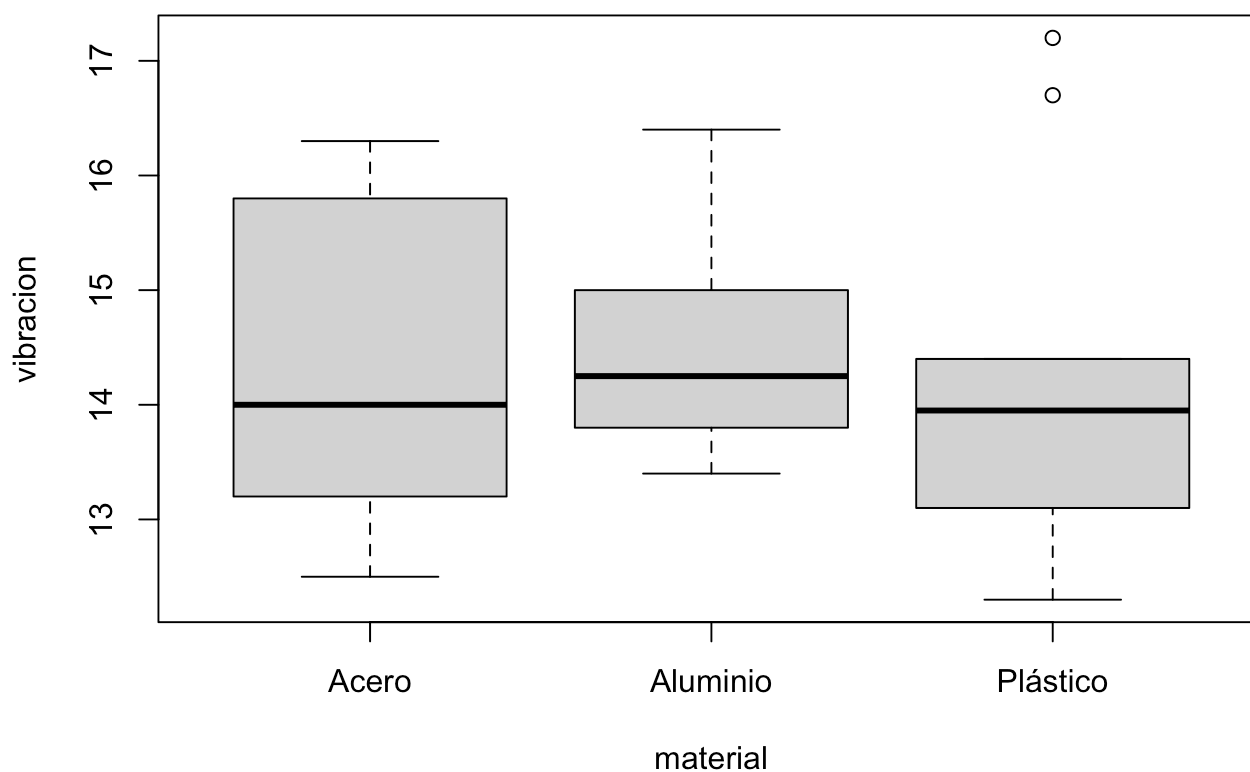
```
tapply(vibracion,material,mean)
```

```
##   Acero Aluminio Plástico
##  14.39   14.52   14.15
```

```
mean(vibracion)
```

```
## [1] 14.35333
```

```
boxplot(vibracion ~ material)
```



```
I2 = TukeyHSD(aov(vibracion ~ material*proveedor))
I2
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = vibracion ~ material * proveedor)
##
## $material
##           diff           lwr           upr      p adj
## Aluminio-Acero    0.13 -0.257595 0.51759501 0.6659655
## Plástico-Acero   -0.24 -0.627595 0.14759501 0.2726351
## Plástico-Aluminio -0.37 -0.757595 0.01759501 0.0623701
##
## $proveedor
##           diff           lwr           upr      p adj
## 2-1  2.2833333  1.68846801  2.87819865 0.0000000
## 3-1 -0.5833333 -1.17819865  0.01153199 0.0558767
## 4-1  0.5500000 -0.04486532  1.14486532 0.0766903
## 5-1 -0.8166667 -1.41153199 -0.22180135 0.0054714
## 3-2 -2.8666667 -3.46153199 -2.27180135 0.0000000
## 4-2 -1.7333333 -2.32819865 -1.13846801 0.0000017
## 5-2 -3.1000000 -3.69486532 -2.50513468 0.0000000
## 4-3  1.1333333  0.53846801  1.72819865 0.0002501
## 5-3 -0.2333333 -0.82819865  0.36153199 0.7452814
## 5-4 -1.3666667 -1.96153199 -0.77180135 0.0000313
##
## `$material:proveedor`
##           diff           lwr           upr      p adj
## Aluminio:1-Acero:1  1.750000e+00  0.41711725  3.08288275 0.0053857
## Plástico:1-Acero:1  1.000000e+00 -0.33288275  2.33288275 0.2556633
## Acero:2-Acero:1    2.900000e+00  1.56711725  4.23288275 0.0000207
## Aluminio:2-Acero:1  2.900000e+00  1.56711725  4.23288275 0.0000207
## Plástico:2-Acero:1  3.800000e+00  2.46711725  5.13288275 0.0000006
## Acero:3-Acero:1    8.500000e-01 -0.48288275  2.18288275 0.4635832
## Aluminio:3-Acero:1  9.500000e-01 -0.38288275  2.28288275 0.3161401
## Plástico:3-Acero:1 -8.000000e-01 -2.13288275  0.53288275 0.5475696
## Acero:4-Acero:1    2.600000e+00  1.26711725  3.93288275 0.0000782
## Aluminio:4-Acero:1  8.000000e-01 -0.53288275  2.13288275 0.5475696
## Plástico:4-Acero:1  1.000000e+00 -0.33288275  2.33288275 0.2556633
## Acero:5-Acero:1   -1.500000e-01 -1.48288275  1.18288275 0.9999999
## Aluminio:5-Acero:1  4.500000e-01 -0.88288275  1.78288275 0.9809255
## Plástico:5-Acero:1  8.881784e-15 -1.33288275  1.33288275 1.0000000
## Plástico:1-Aluminio:1 -7.500000e-01 -2.08288275  0.58288275 0.6344630
## Acero:2-Aluminio:1  1.150000e+00 -0.18288275  2.48288275 0.1270924
## Aluminio:2-Aluminio:1 1.150000e+00 -0.18288275  2.48288275 0.1270924
## Plástico:2-Aluminio:1 2.050000e+00  0.71711725  3.38288275 0.0011233
## Acero:3-Aluminio:1 -9.000000e-01 -2.23288275  0.43288275 0.3857597
## Aluminio:3-Aluminio:1 -8.000000e-01 -2.13288275  0.53288275 0.5475696
## Plástico:3-Aluminio:1 -2.550000e+00 -3.88288275 -1.21711725 0.0000984
## Acero:4-Aluminio:1  8.500000e-01 -0.48288275  2.18288275 0.4635832
## Aluminio:4-Aluminio:1 -9.500000e-01 -2.28288275  0.38288275 0.3161401
## Plástico:4-Aluminio:1 -7.500000e-01 -2.08288275  0.58288275 0.6344630
## Acero:5-Aluminio:1 -1.900000e+00 -3.23288275 -0.56711725 0.0024397
## Aluminio:5-Aluminio:1 -1.300000e+00 -2.63288275  0.03288275 0.0593800
```

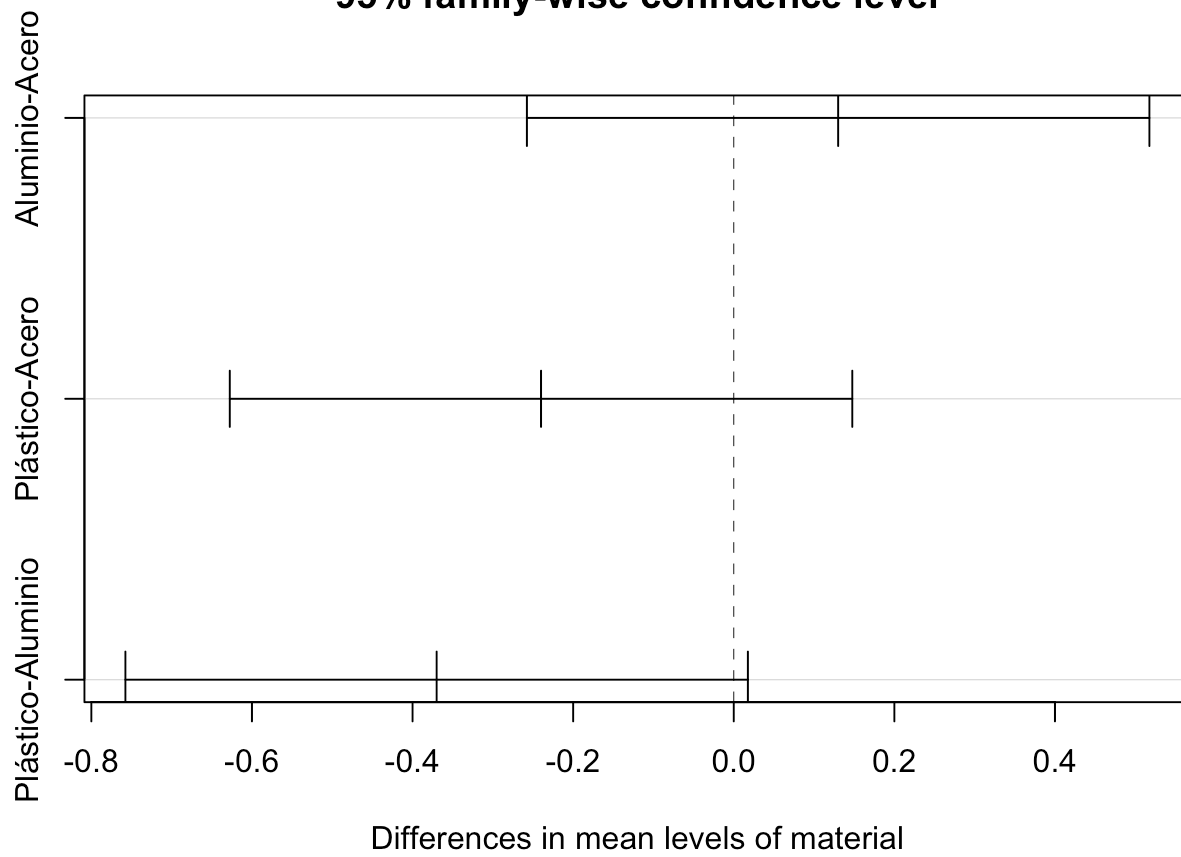
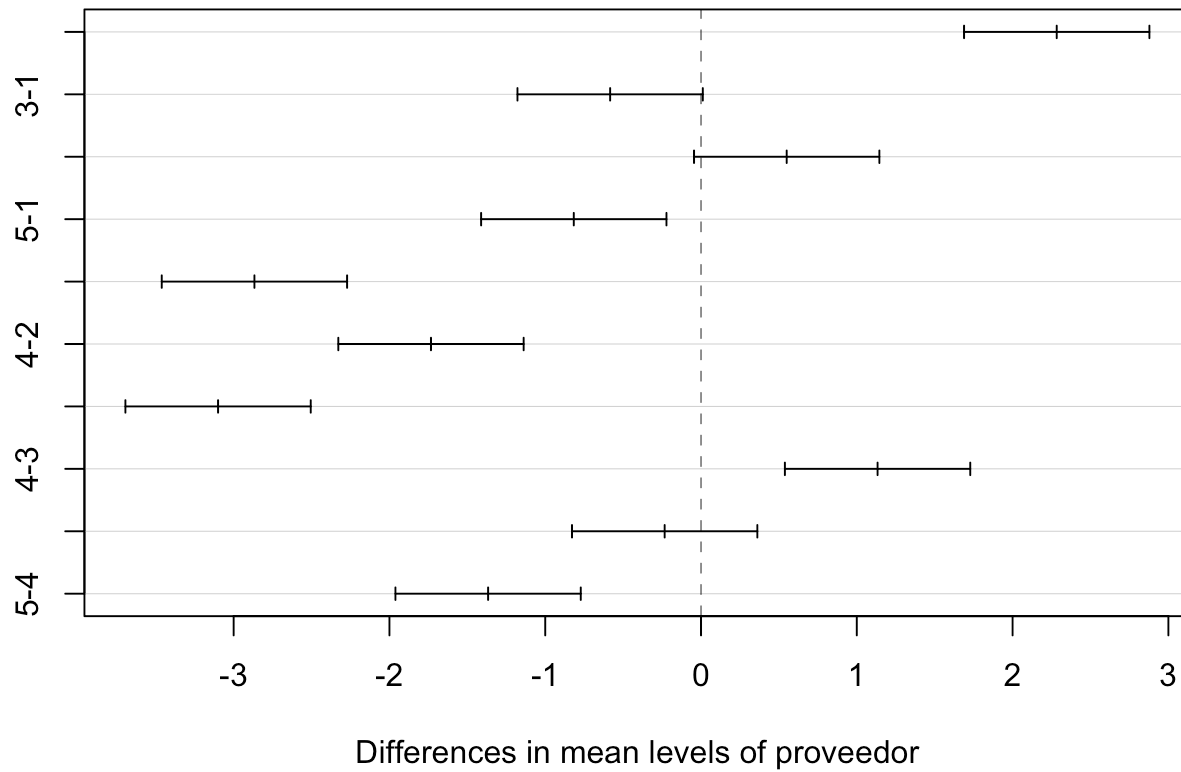
## Plástico:5-Aluminio:1	-1.750000e+00	-3.08288275	-0.41711725	0.0053857
## Acero:2-Plástico:1	1.900000e+00	0.56711725	3.23288275	0.0024397
## Aluminio:2-Plástico:1	1.900000e+00	0.56711725	3.23288275	0.0024397
## Plástico:2-Plástico:1	2.800000e+00	1.46711725	4.13288275	0.0000320
## Acero:3-Plástico:1	-1.500000e-01	-1.48288275	1.18288275	0.9999999
## Aluminio:3-Plástico:1	-5.000000e-02	-1.38288275	1.28288275	1.0000000
## Plástico:3-Plástico:1	-1.800000e+00	-3.13288275	-0.46711725	0.0041300
## Acero:4-Plástico:1	1.600000e+00	0.26711725	2.93288275	0.0120178
## Aluminio:4-Plástico:1	-2.000000e-01	-1.53288275	1.13288275	0.9999962
## Plástico:4-Plástico:1	0.000000e+00	-1.33288275	1.33288275	1.0000000
## Acero:5-Plástico:1	-1.150000e+00	-2.48288275	0.18288275	0.1270924
## Aluminio:5-Plástico:1	-5.500000e-01	-1.88288275	0.78288275	0.9202907
## Plástico:5-Plástico:1	-1.000000e+00	-2.33288275	0.33288275	0.2556633
## Aluminio:2-Acero:2	0.000000e+00	-1.33288275	1.33288275	1.0000000
## Plástico:2-Acero:2	9.000000e-01	-0.43288275	2.23288275	0.3857597
## Acero:3-Acero:2	-2.050000e+00	-3.38288275	-0.71711725	0.0011233
## Aluminio:3-Acero:2	-1.950000e+00	-3.28288275	-0.61711725	0.0018801
## Plástico:3-Acero:2	-3.700000e+00	-5.03288275	-2.36711725	0.0000009
## Acero:4-Acero:2	-3.000000e-01	-1.63288275	1.03288275	0.9995788
## Aluminio:4-Acero:2	-2.100000e+00	-3.43288275	-0.76711725	0.0008711
## Plástico:4-Acero:2	-1.900000e+00	-3.23288275	-0.56711725	0.0024397
## Acero:5-Acero:2	-3.050000e+00	-4.38288275	-1.71711725	0.0000110
## Aluminio:5-Acero:2	-2.450000e+00	-3.78288275	-1.11711725	0.0001570
## Plástico:5-Acero:2	-2.900000e+00	-4.23288275	-1.56711725	0.0000207
## Plástico:2-Aluminio:2	9.000000e-01	-0.43288275	2.23288275	0.3857597
## Acero:3-Aluminio:2	-2.050000e+00	-3.38288275	-0.71711725	0.0011233
## Aluminio:3-Aluminio:2	-1.950000e+00	-3.28288275	-0.61711725	0.0018801
## Plástico:3-Aluminio:2	-3.700000e+00	-5.03288275	-2.36711725	0.0000009
## Acero:4-Aluminio:2	-3.000000e-01	-1.63288275	1.03288275	0.9995788
## Aluminio:4-Aluminio:2	-2.100000e+00	-3.43288275	-0.76711725	0.0008711
## Plástico:4-Aluminio:2	-1.900000e+00	-3.23288275	-0.56711725	0.0024397
## Acero:5-Aluminio:2	-3.050000e+00	-4.38288275	-1.71711725	0.0000110
## Aluminio:5-Aluminio:2	-2.450000e+00	-3.78288275	-1.11711725	0.0001570
## Plástico:5-Aluminio:2	-2.900000e+00	-4.23288275	-1.56711725	0.0000207
## Acero:3-Plástico:2	-2.950000e+00	-4.28288275	-1.61711725	0.0000168
## Aluminio:3-Plástico:2	-2.850000e+00	-4.18288275	-1.51711725	0.0000257
## Plástico:3-Plástico:2	-4.600000e+00	-5.93288275	-3.26711725	0.0000000
## Acero:4-Plástico:2	-1.200000e+00	-2.53288275	0.13288275	0.0991311
## Aluminio:4-Plástico:2	-3.000000e+00	-4.33288275	-1.66711725	0.0000136
## Plástico:4-Plástico:2	-2.800000e+00	-4.13288275	-1.46711725	0.0000320
## Acero:5-Plástico:2	-3.950000e+00	-5.28288275	-2.61711725	0.0000004
## Aluminio:5-Plástico:2	-3.350000e+00	-4.68288275	-2.01711725	0.0000033
## Plástico:5-Plástico:2	-3.800000e+00	-5.13288275	-2.46711725	0.0000006
## Aluminio:3-Acero:3	1.000000e-01	-1.23288275	1.43288275	1.0000000
## Plástico:3-Acero:3	-1.650000e+00	-2.98288275	-0.31711725	0.0091899
## Acero:4-Acero:3	1.750000e+00	0.41711725	3.08288275	0.0053857
## Aluminio:4-Acero:3	-5.000000e-02	-1.38288275	1.28288275	1.0000000
## Plástico:4-Acero:3	1.500000e-01	-1.18288275	1.48288275	0.9999999
## Acero:5-Acero:3	-1.000000e+00	-2.33288275	0.33288275	0.2556633
## Aluminio:5-Acero:3	-4.000000e-01	-1.73288275	0.93288275	0.9929168
## Plástico:5-Acero:3	-8.500000e-01	-2.18288275	0.48288275	0.4635832
## Plástico:3-Aluminio:3	-1.750000e+00	-3.08288275	-0.41711725	0.0053857


```

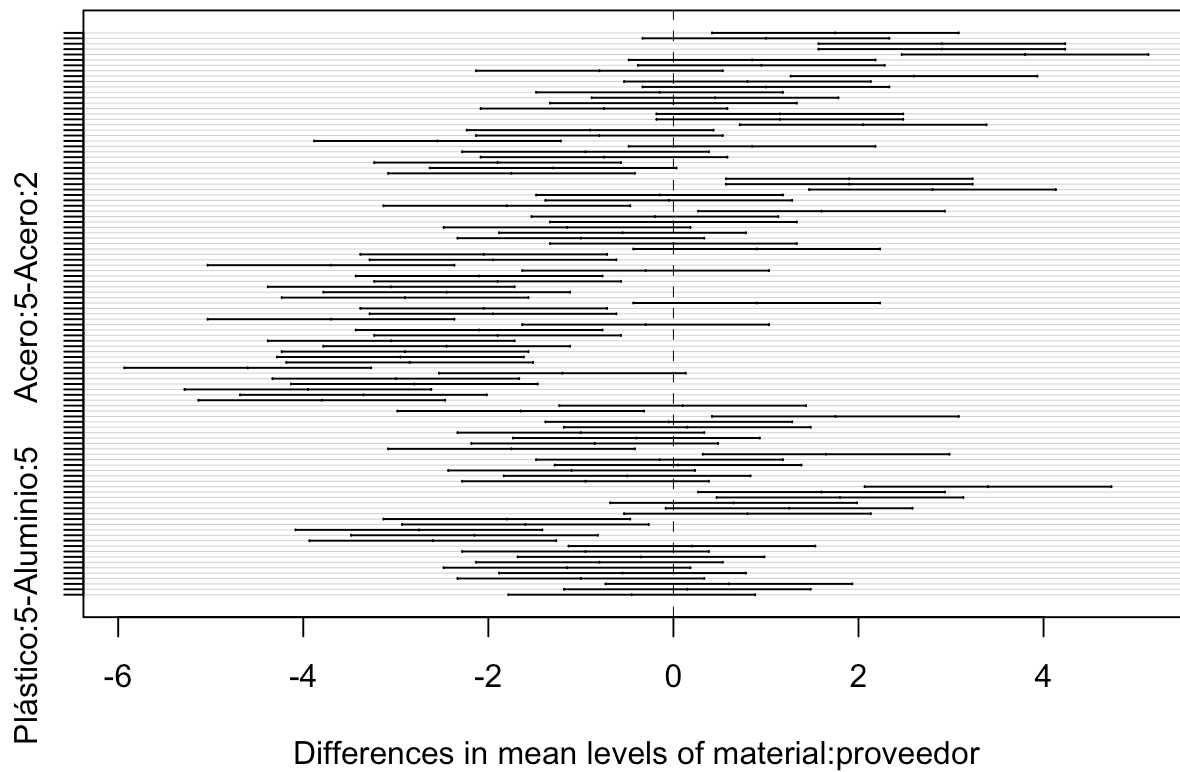
## Acero:4-Aluminio:3      1.650000e+00  0.31711725  2.98288275  0.0091899
## Aluminio:4-Aluminio:3 -1.500000e-01 -1.48288275  1.18288275  0.9999999
## Plástico:4-Aluminio:3  5.000000e-02 -1.28288275  1.38288275  1.0000000
## Acero:5-Aluminio:3     -1.100000e+00 -2.43288275  0.23288275  0.1618380
## Aluminio:5-Aluminio:3 -5.000000e-01 -1.83288275  0.83288275  0.9578436
## Plástico:5-Aluminio:3 -9.500000e-01 -2.28288275  0.38288275  0.3161401
## Acero:4-Plástico:3      3.400000e+00  2.06711725  4.73288275  0.0000027
## Aluminio:4-Plástico:3   1.600000e+00  0.26711725  2.93288275  0.0120178
## Plástico:4-Plástico:3   1.800000e+00  0.46711725  3.13288275  0.0041300
## Acero:5-Plástico:3      6.500000e-01 -0.68288275  1.98288275  0.7989869
## Aluminio:5-Plástico:3   1.250000e+00 -0.08288275  2.58288275  0.0768938
## Plástico:5-Plástico:3   8.000000e-01 -0.53288275  2.13288275  0.5475696
## Aluminio:4-Acero:4     -1.800000e+00 -3.13288275 -0.46711725  0.0041300
## Plástico:4-Acero:4     -1.600000e+00 -2.93288275 -0.26711725  0.0120178
## Acero:5-Acero:4        -2.750000e+00 -4.08288275 -1.41711725  0.0000398
## Aluminio:5-Acero:4     -2.150000e+00 -3.48288275 -0.81711725  0.0006770
## Plástico:5-Acero:4     -2.600000e+00 -3.93288275 -1.26711725  0.0000782
## Plástico:4-Aluminio:4   2.000000e-01 -1.13288275  1.53288275  0.9999962
## Acero:5-Aluminio:4     -9.500000e-01 -2.28288275  0.38288275  0.3161401
## Aluminio:5-Aluminio:4 -3.500000e-01 -1.68288275  0.98288275  0.9979595
## Plástico:5-Aluminio:4 -8.000000e-01 -2.13288275  0.53288275  0.5475696
## Acero:5-Plástico:4     -1.150000e+00 -2.48288275  0.18288275  0.1270924
## Aluminio:5-Plástico:4 -5.500000e-01 -1.88288275  0.78288275  0.9202907
## Plástico:5-Plástico:4 -1.000000e+00 -2.33288275  0.33288275  0.2556633
## Aluminio:5-Acero:5      6.000000e-01 -0.73288275  1.93288275  0.8669272
## Plástico:5-Acero:5     1.500000e-01 -1.18288275  1.48288275  0.9999999
## Plástico:5-Aluminio:5 -4.500000e-01 -1.78288275  0.88288275  0.9809255

```

```
plot(I2)
```

95% family-wise confidence level**95% family-wise confidence level**

95% family-wise confidence level



```
m = tapply(vibracion, material, mean)
s = tapply(vibracion, material, sd)
n = tapply(vibracion, material, length)

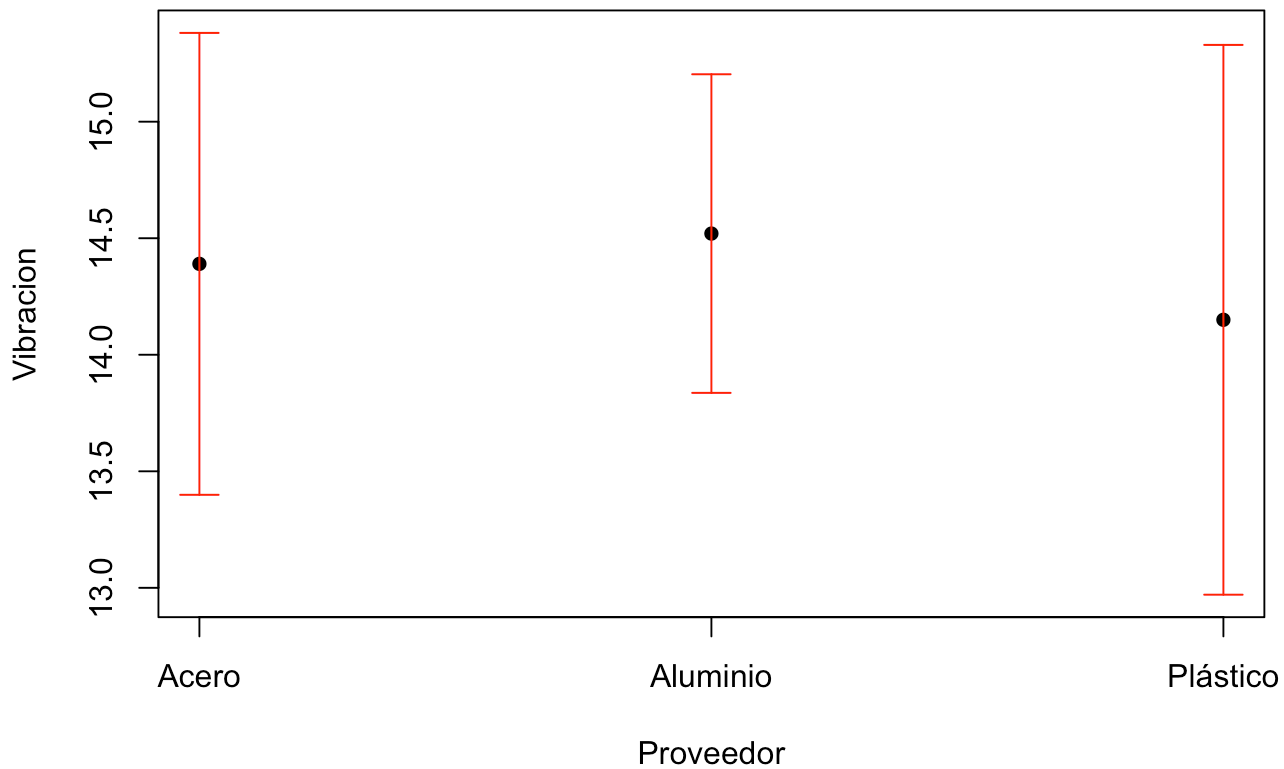
sm = s / sqrt(n)
E = abs(qt(0.025, n-1)) * sm
inf = m - E
sup = m + E

plot(1:length(m), m, ylim=c(min(inf), max(sup)), pch=16, xaxt='n', xlab="Proveedor", ylab="Vibracion",
     main="Intervalos de Confianza para la Vibracion por Proveedor")

axis(1, at=1:length(m), labels=names(m))

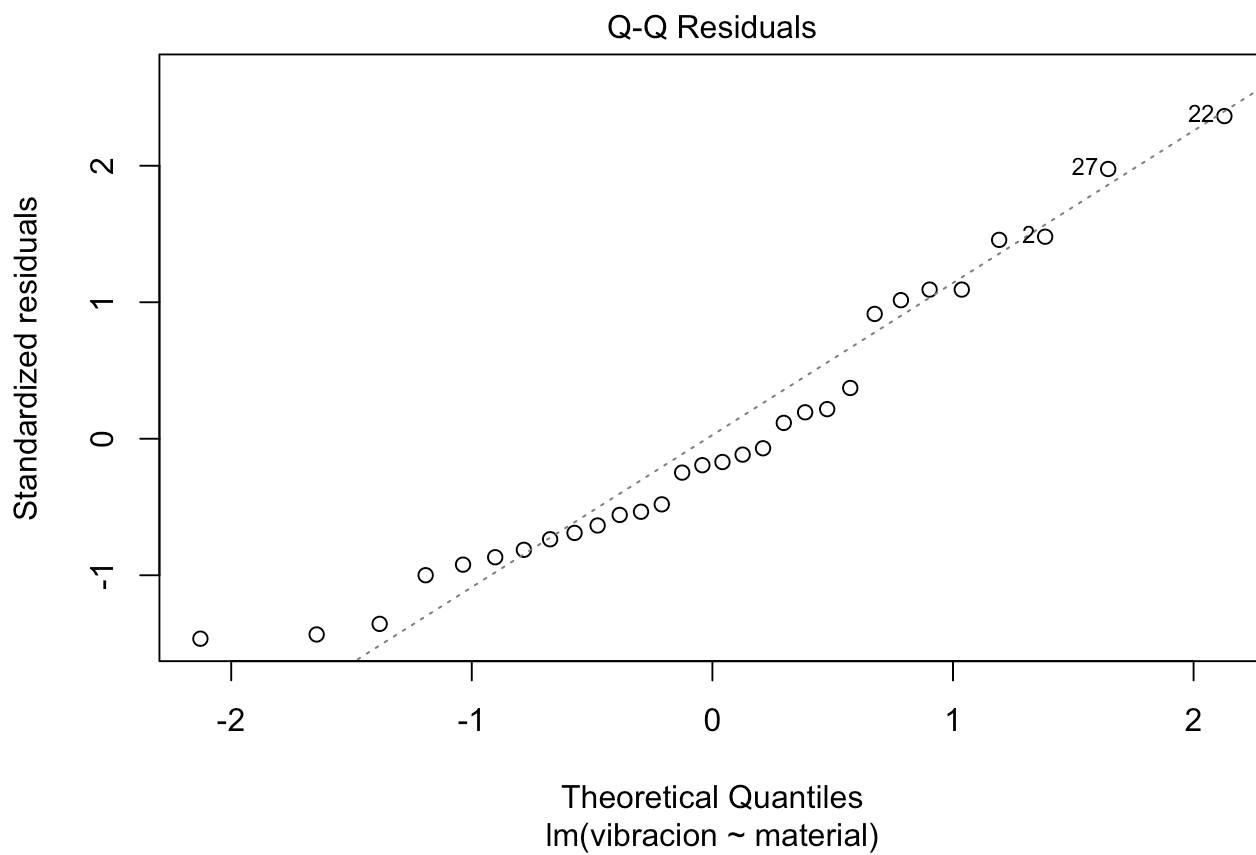
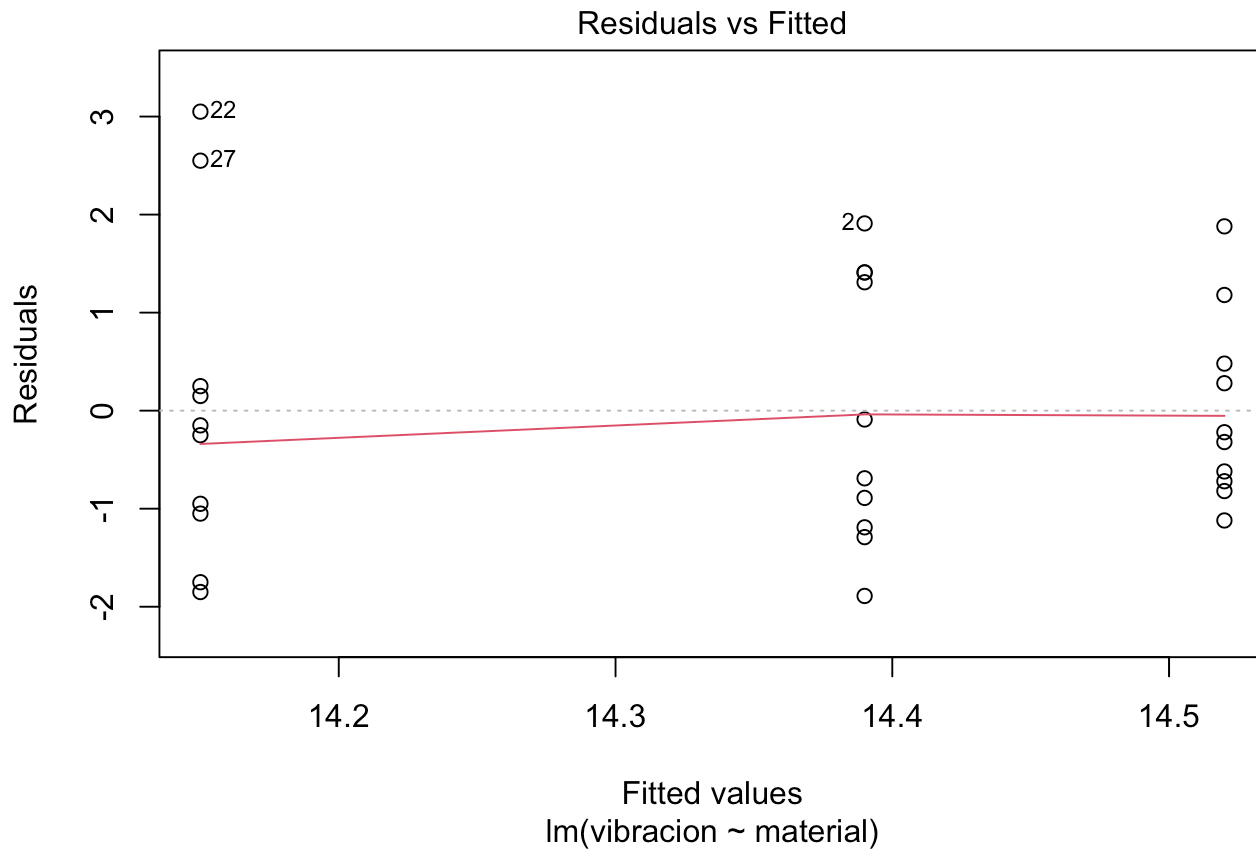
arrows(x0=1:length(m), y0=inf, x1=1:length(m), y1=sup, angle=90, code=3, length=0.1, col="red")
```

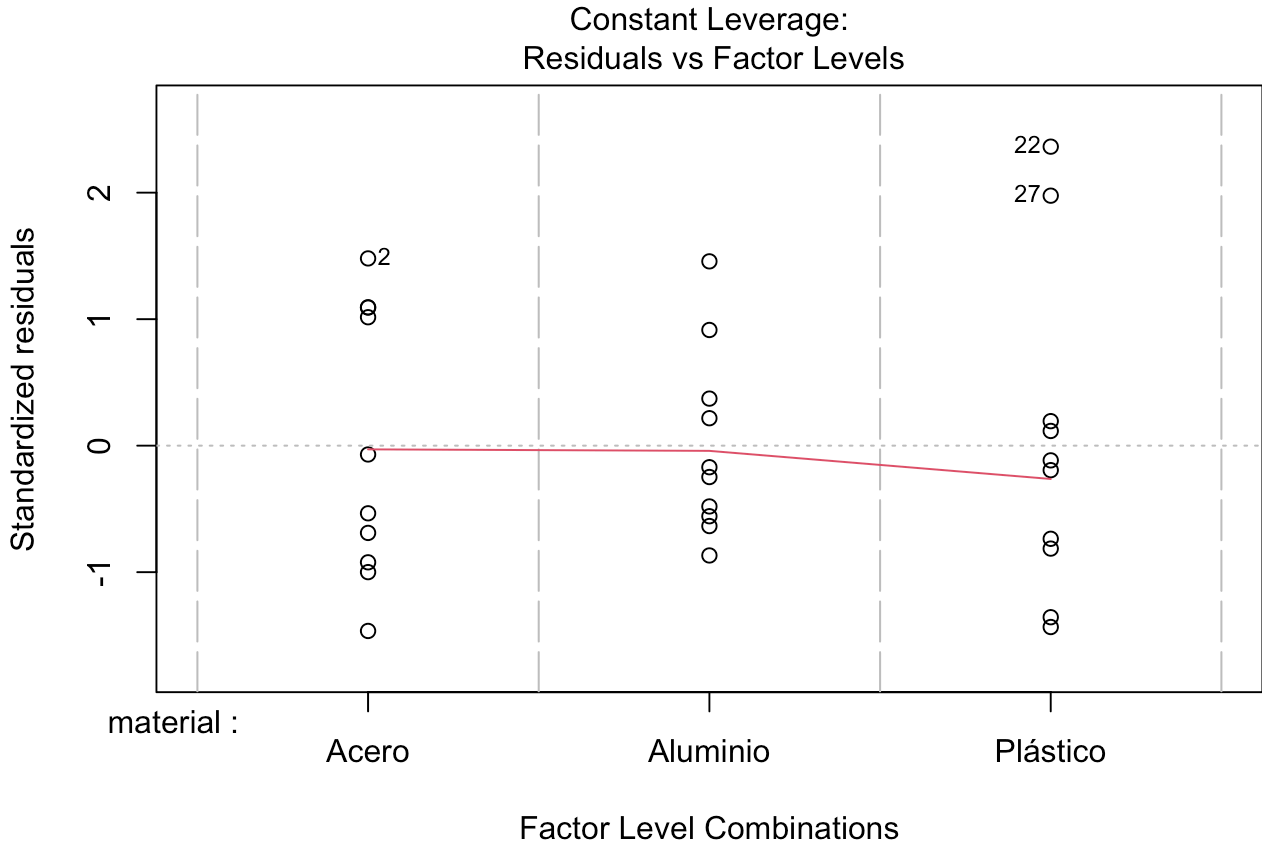
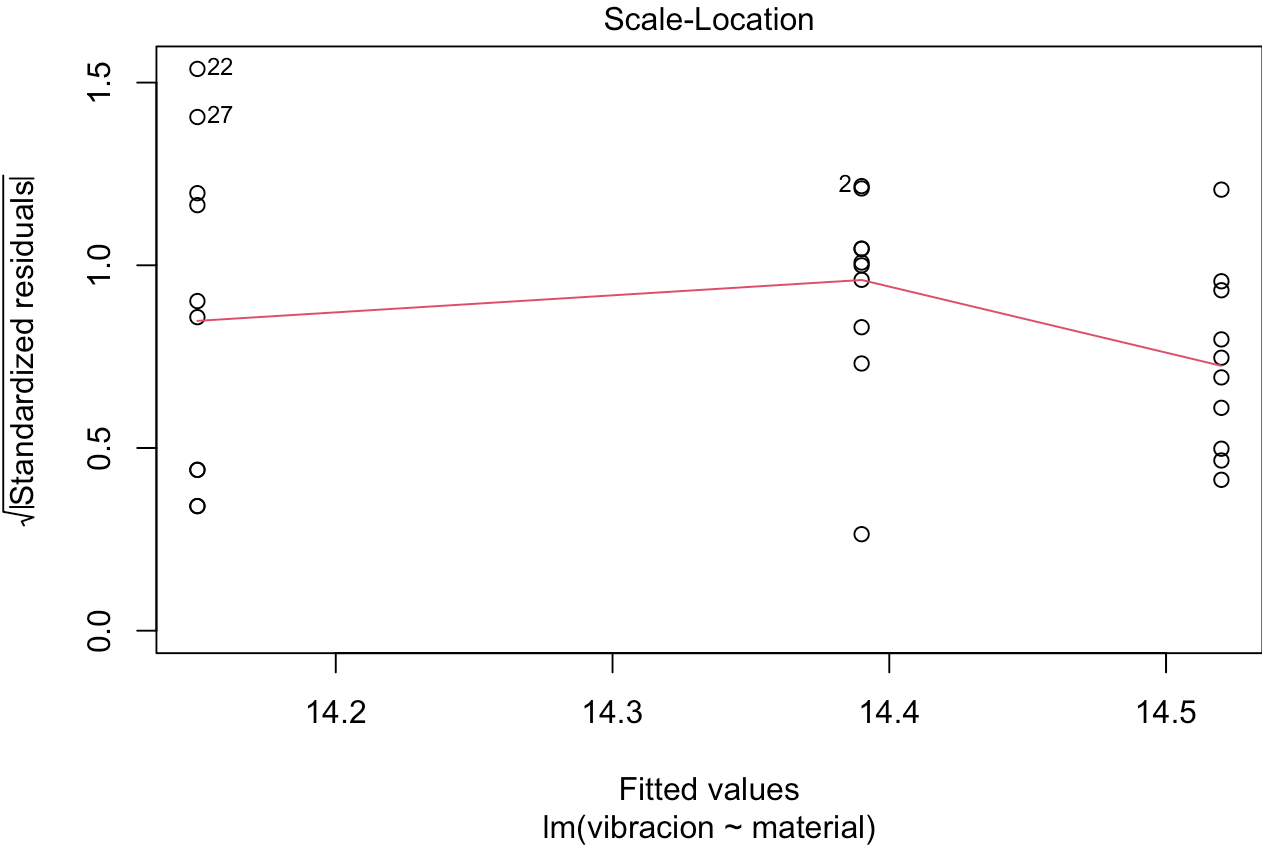
Intervalos de Confianza para la Vibracion por Proveedor



**Comprueba la validez del modelo.
Comprueba:**

```
plot(lm(vibracion~material))
```

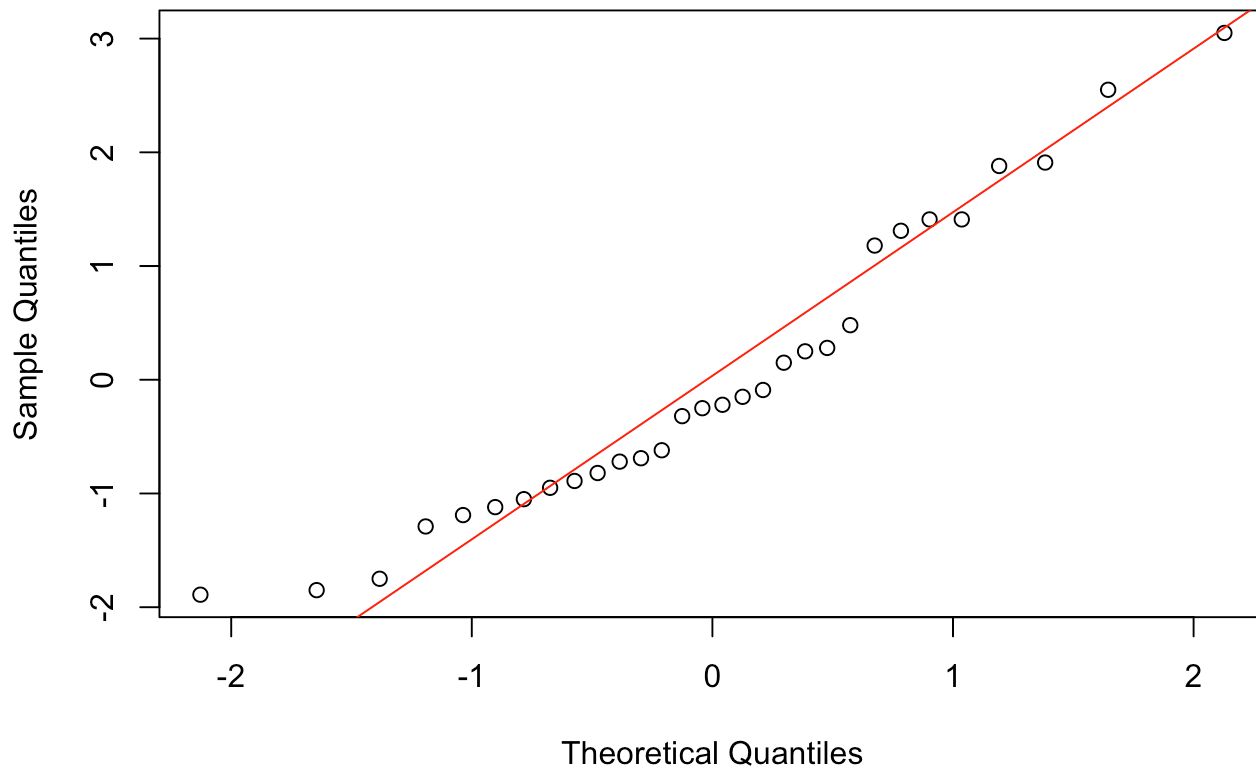




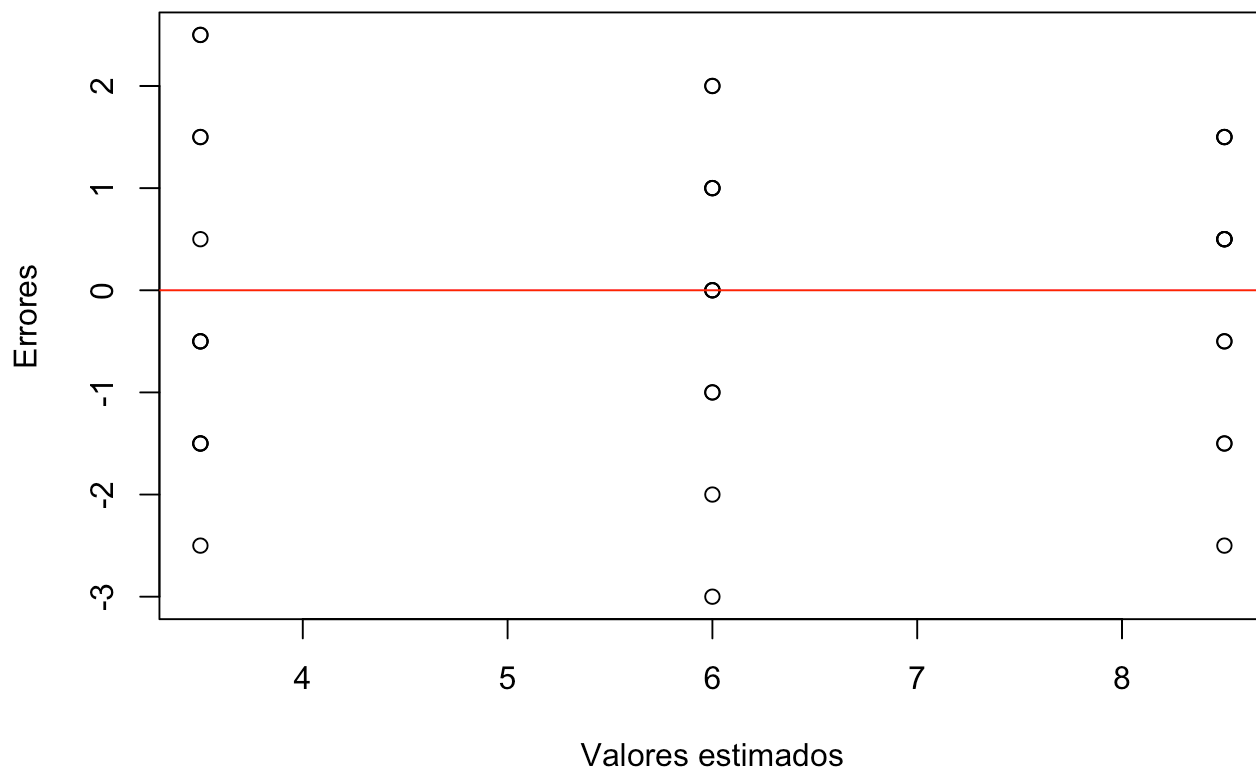
```
CD = 150/(150+76)
```

```
qqnorm(residuals(C2))  
qqline(residuals(C2), col="red")
```

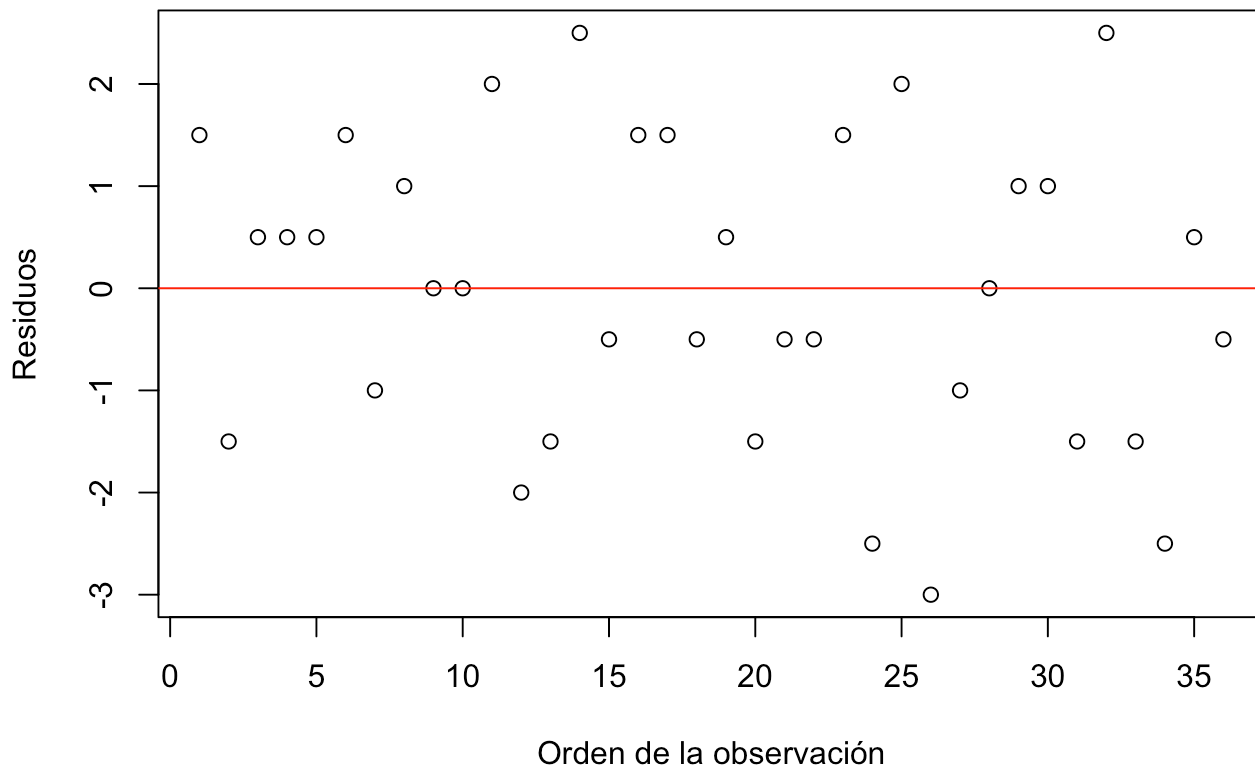
Normal Q-Q Plot



```
plot(C$fitted.values, C$residuals, ylab="Errores", xlab="Valores estimados")  
abline(h=0, col="red")
```



```
n = tapply(calificacion, metodo, length)
plot(c(1:sum(n)), residuals(C), xlab="Orden de la observación", ylab="Residuos")
abline(h=0, col="red")
```

Con estas graficas podemos ver que la manera en la que se afecta la vibracion es combinando ambos factores de material y proveedor, tambien viendo las diferentes graficas vemos como estan las diferencias en las vibraciones entre las diferentes combinaciones de material y proveedor.