

A9_ANOVA

Nallely Serna

2024-08-28

##Problema 1

#Introduciendo Los datos

```
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)
```

#Cálculo de La media para el rendimiento por método de enseñanza:

```
mean_por_metodo <- tapply(calificacion, metodo, mean)
print(mean_por_metodo)
```

```
##  M1  M2  M3
```

```
## 8.5 6.0 3.5
```

Las medias por método de enseñanza reflejan el rendimiento promedio de los estudiantes bajo cada método. Un método con una media más alta indica que, en promedio, los estudiantes obtuvieron mejores calificaciones con ese método en particular. Esto sugiere que algunos métodos pueden ser más efectivos que otros en mejorar el rendimiento estudiantil.

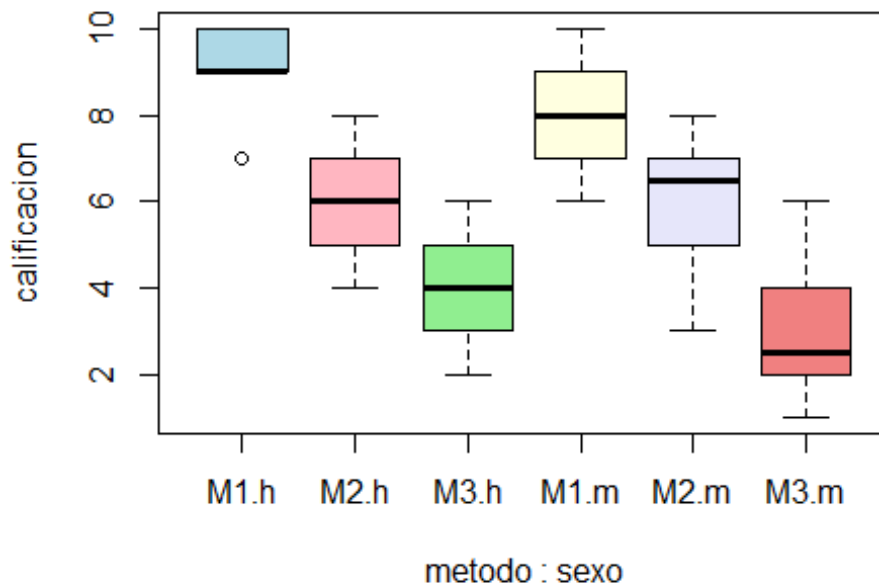
El análisis preliminar muestra diferencias en el rendimiento promedio entre los diferentes métodos de enseñanza. Esto sugiere que el método de enseñanza puede ser un factor importante en el rendimiento de los estudiantes.

#Boxplot de rendimiento por método de enseñanza:

Definir colores pastel

```
colores_pastel <- c("lightblue", "lightpink", "lightgreen", "lightyellow", "lavender", "lightcoral")
boxplot(calificacion ~ metodo:sexo, data = datos, main = "Boxplot de Rendimiento por Método de Enseñanza", col = colores_pastel)
```

Boxplot de Rendimiento por Método de Enseñanza



H1: No hay diferencias significativas en el rendimiento entre los métodos de enseñanza. H2: No hay diferencias significativas en el rendimiento entre sexos. H3: No hay interacción significativa entre el método de enseñanza y el sexo en el rendimiento

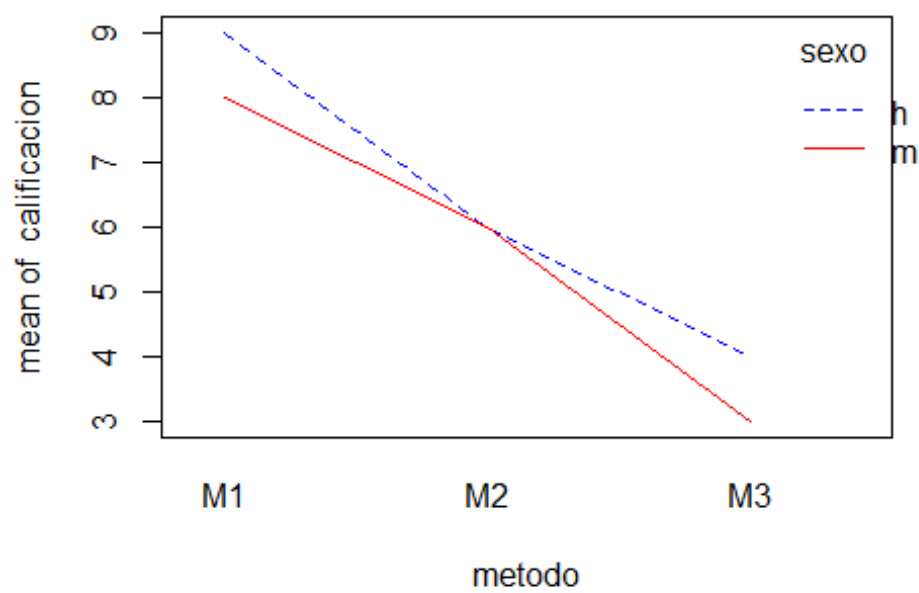
#Realizar el ANOVA para dos niveles con interacción:

```
A <- aov(calificacion ~ metodo * sexo, data = datos)
summary(A)
```

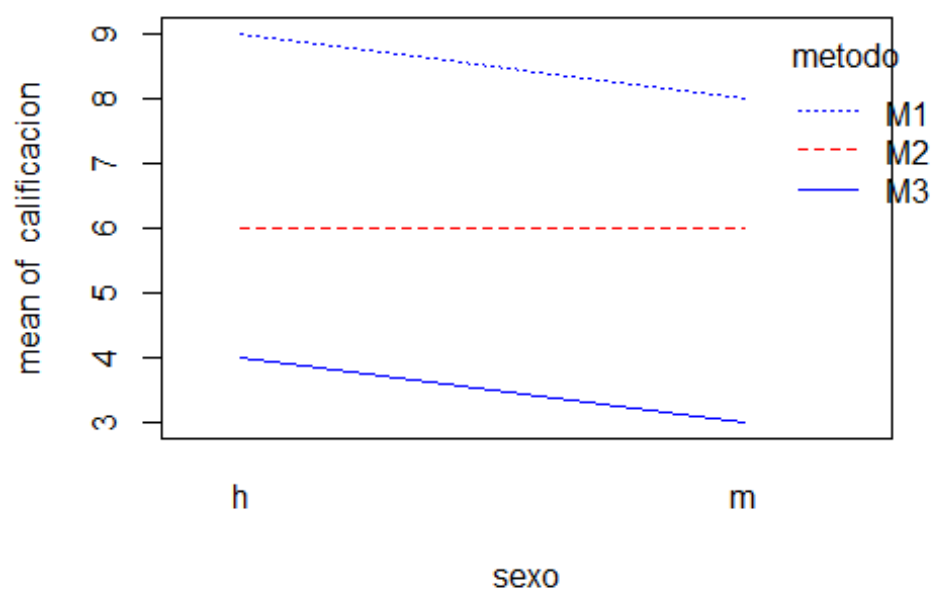
```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## metodo      2    150   75.00  32.143 3.47e-08 ***
## sexo        1     4    4.00   1.714  0.200
## metodo:sexo  2     2    1.00   0.429  0.655
## Residuals   30    70    2.33
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' '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

#Gráfica de interacción de dos factores:

```
interaction.plot(metodo, sexo, calificacion, col = c("blue", "red"))
```



```
interaction.plot(sexo, metodo, calificacion, col = c("blue", "red"))
```



El hecho de que solo el método de enseñanza sea significativo implica que este es el factor principal que influye en las calificaciones de los estudiantes. El sexo no parece tener un impacto significativo en el rendimiento, y no hay evidencia de que la combinación de método y sexo tenga un efecto conjunto en las calificaciones.

#Realizar el ANOVA sin interacción:

```
A_sin_interaccion <- aov(calificacion ~ metodo + sexo, data = datos)
summary(A_sin_interaccion)
```

```
##              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
```

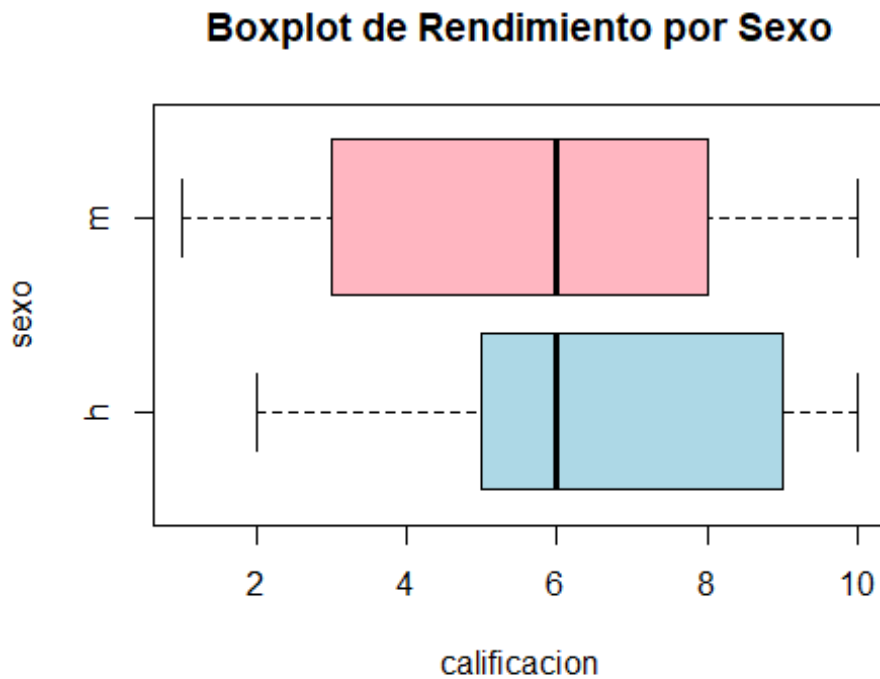
#Realizar el ANOVA para un efecto principal:

```
A_metodo <- aov(calificacion ~ metodo, data = datos)
summary(A_metodo)
```

```
##              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
```

#Boxplot de rendimiento por sexo:

```
boxplot(calificacion ~ sexo, data = datos, horizontal = TRUE,
        main = "Boxplot de Rendimiento por Sexo", col = c("lightblue",
"lightpink"))
```



No hay diferencias significativas en el rendimiento entre sexos, lo que es consistente con los análisis estadísticos realizados anteriormente.

#Intervalos de confianza para el rendimiento por sexo:

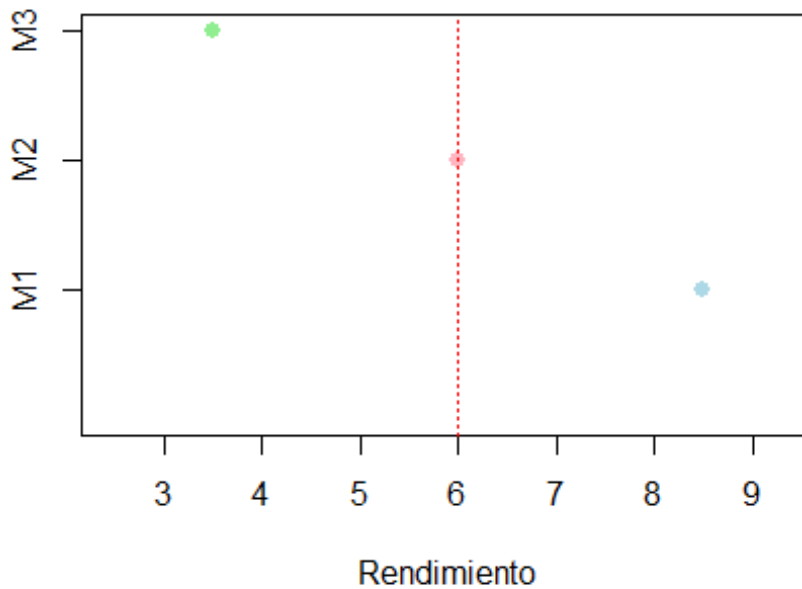
```
m <- tapply(calificacion, metodo, mean)
s <- tapply(calificacion, metodo, sd)
n <- tapply(calificacion, metodo, length)

sm <- s/sqrt(n)
E <- abs(qt(0.025, n-1)) * sm
I <- m - E
Sup <- m + E

plot(0, ylim = c(0, 3), xlim = range(I, Sup), yaxt = "n", ylab = "", xlab = "Rendimiento",
     main = "Intervalos de Confianza por Método de Enseñanza")
axis(2, at = c(1:3), labels = c("M1", "M2", "M3"))

for (i in 1:3) {
  arrows(Inf[i], i, Sup[i], i, angle = 90, code = 3, length = 0.1, lwd = 2, col = colores_pastel[i])
  points(m[i], i, pch = 19, cex = 1.1, col = colores_pastel[i])
}
abline(v = mean(calificacion), lty = 3, col = "red")
```

Intervalos de Confianza por Método de Enseñanz



Los intervalos de confianza sugieren que los métodos de enseñanza difieren significativamente en su efectividad, con ciertos métodos proporcionando mejores resultados en promedio.

#Prueba de comparaciones múltiples de Tukey:

```
Tukey <- TukeyHSD(A_metodo)
print(Tukey)
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = calificacion ~ metodo, data = datos)
##
## $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(Tukey)
```

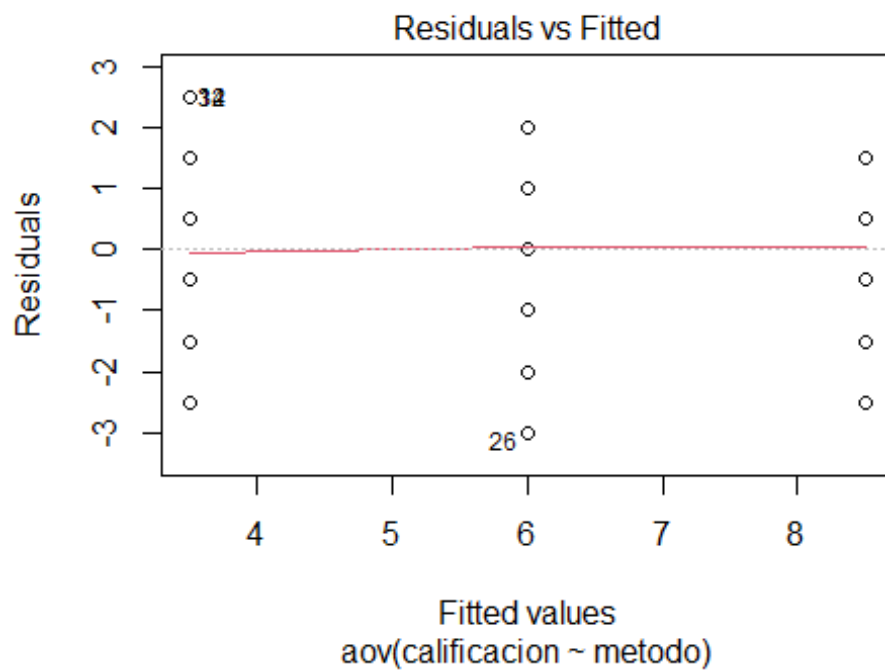


Los métodos de enseñanza M1 y M2 tienen un rendimiento intermedio, mientras que el método M3 parece ser significativamente menos efectivo. Estas diferencias son estadísticamente significativas.

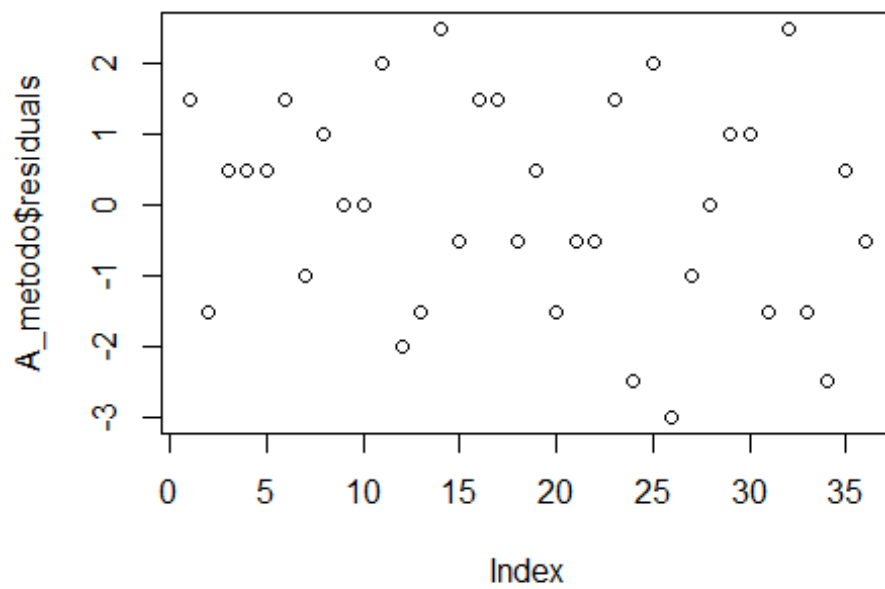
```
#Comprobación de Normalidad:
shapiro.test(residuals(A_metodo))

##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  residuals(A_metodo)
## W = 0.96734, p-value = 0.3573

#Comprobación de Homocedasticidad:
plot(A_metodo, 1)
```



#Comprobación de Independencia:
`plot(A_metodo$residuals)`



El método de enseñanza es el factor principal que afecta significativamente el rendimiento de los estudiantes, mientras que el sexo no tiene un impacto significativo. El análisis sugiere que algunos métodos son significativamente mejores que otros. Los supuestos del modelo ANOVA fueron cumplidos, lo que valida los resultados obtenidos.

M3 - Deficiente M2 - No tiene efecto M1 - Incrementa rendimiento

##Problema 2

```
# Introducción de Los datos
material <- factor(rep(c("Acero", "Aluminio", "Plastico"), each = 10))
proveedor <- factor(rep(1:5, times = 6))
vibracion <- c(13.1, 13.2, 16.3, 15.8, 13.7, 14.3, 15.7, 15.8, 13.5,
12.5,
               15.0, 14.8, 15.7, 16.4, 13.9, 14.3, 13.7, 14.2, 13.4,
13.8,
               14.0, 14.3, 17.2, 16.7, 12.4, 12.3, 14.4, 13.9, 13.2,
13.1)

datos <- data.frame(material, proveedor, vibracion)

mean_por_material <- tapply(vibracion, material, mean)
print(mean_por_material)

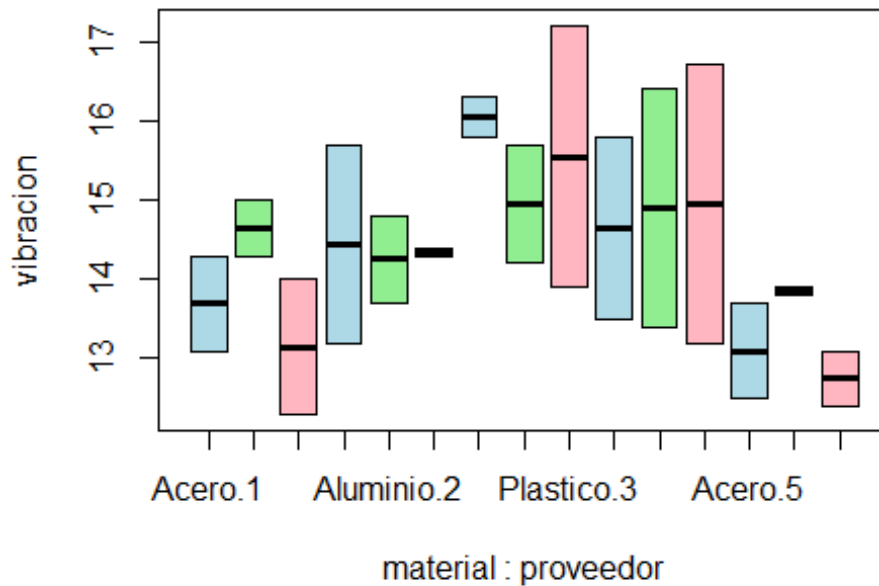
##      Acero Aluminio Plastico
##      14.39   14.52   14.15
```

Las medias de vibración para los tres materiales (Acero, Aluminio y Plástico) son bastante similares:

Acero: 14.39 micrones Aluminio: 14.52 micrones Plástico: 14.15 micrones Estas cifras sugieren que, en promedio, no parece haber una gran diferencia en la vibración causada por los diferentes materiales utilizados para la carcasa del motor.

```
# Definir colores pastel
colores_pastel <- c("lightblue", "lightgreen", "lightpink")
boxplot(vibracion ~ material:proveedor, data = datos, main = "Boxplot de
Vibración por Material y Proveedor", col = colores_pastel)
```

Boxplot de Vibración por Material y Proveedor



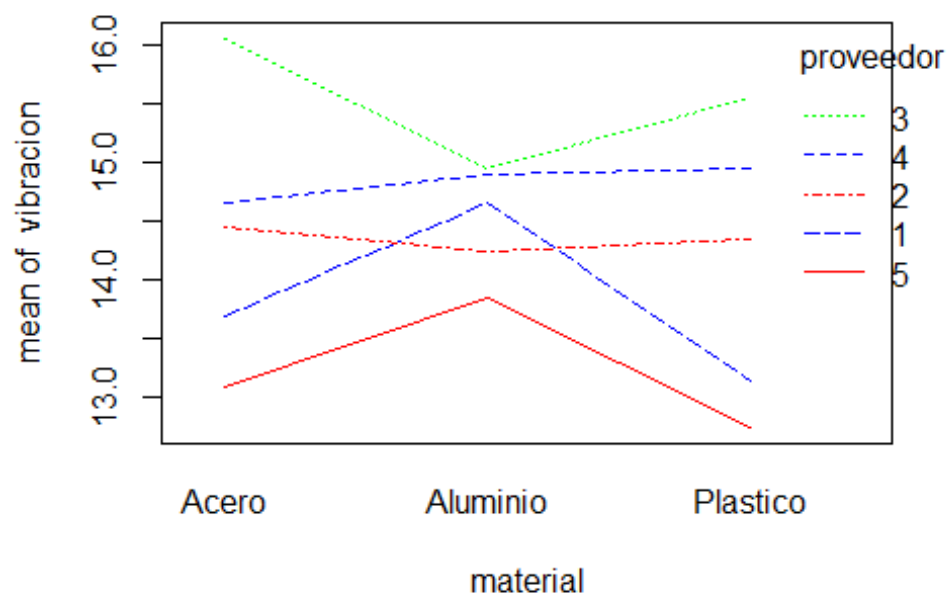
H1: No hay diferencias significativas en la vibración entre los materiales. H2: No hay diferencias significativas en la vibración entre los proveedores. H3: No hay interacción significativa entre el material y el proveedor en la vibración.

```
anova_interaccion <- aov(vibracion ~ material * proveedor, data = datos)
summary(anova_interaccion)
```

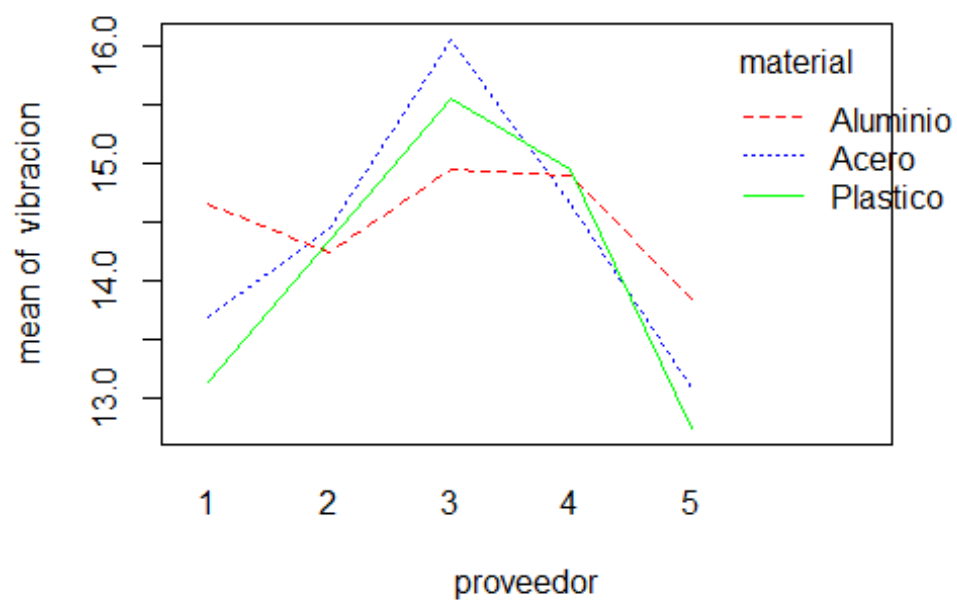
```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## material      2  0.705    0.352   0.195 0.8248
## proveedor     4 18.651    4.663   2.583 0.0797 .
## material:proveedor 8  4.219    0.527   0.292 0.9579
## Residuals    15 27.080    1.805
```

```
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
interaction.plot(material, proveedor, vibracion, col = c("blue", "red",
"green"))
```



```
interaction.plot(proveedor, material, vibracion, col = c("blue", "red",
"green"))
```



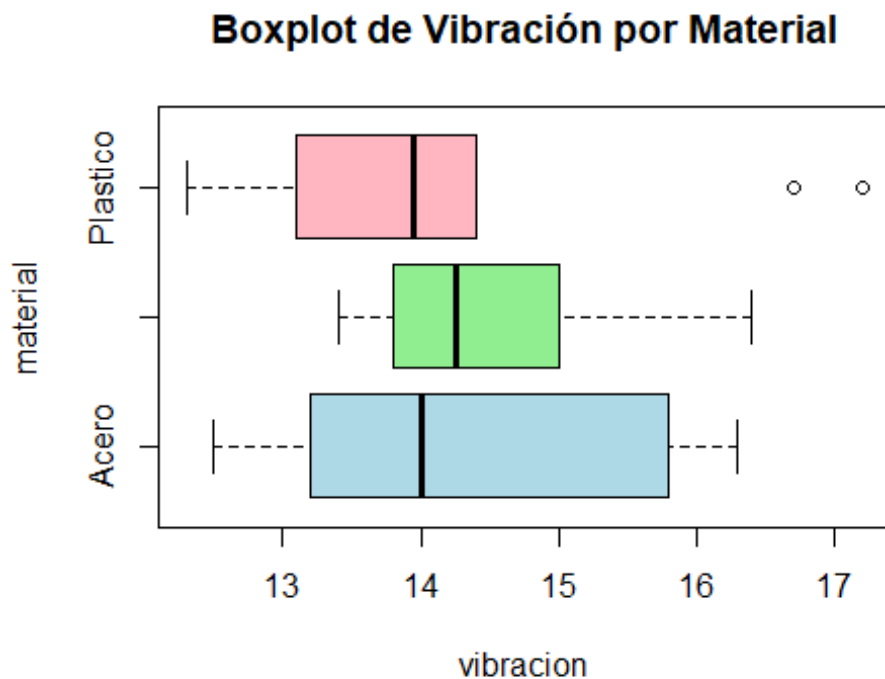
```

anova_sin_interaccion <- aov(vibracion ~ material + proveedor, data =
datos)
summary(anova_sin_interaccion)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## material      2  0.705   0.352   0.259 0.7741
## proveedor     4 18.651   4.663   3.427 0.0245 *
## Residuals    23 31.299   1.361
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

boxplot(vibracion ~ material, data = datos, horizontal = TRUE,
main = "Boxplot de Vibración por Material", col = colores_pastel)

```



```

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
I <- m - E
Sup <- m + E

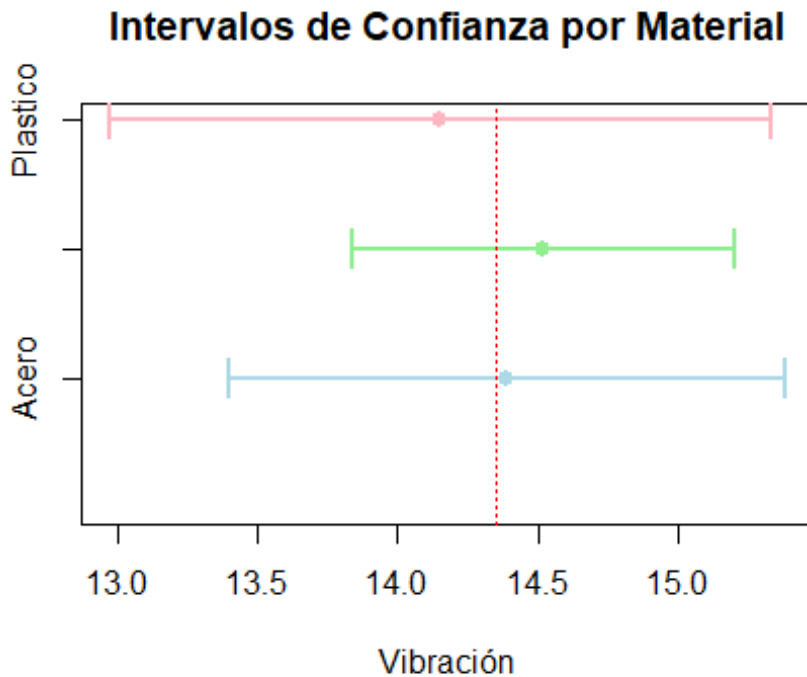
plot(0, ylim = c(0, 3), xlim = range(I, Sup), yaxt = "n", ylab = "", xlab =
"Vibración",
main = "Intervalos de Confianza por Material")
axis(2, at = c(1:3), labels = c("Acero", "Aluminio", "Plastico"))

```

```

for (i in 1:3) {
  arrows(I[i], i, Sup[i], i, angle = 90, code = 3, length = 0.1, lwd = 2,
col = colores_pastel[i])
  points(m[i], i, pch = 19, cex = 1.1, col = colores_pastel[i])
}
abline(v = mean(vibracion), lty = 3, col = "red")

```



```

Tukey <- TukeyHSD(anova_interaccion)
print(Tukey)

##   Tukey multiple comparisons of means
##     95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = vibracion ~ material * proveedor, data = datos)
##
## $material
##           diff          lwr          upr      p adj
## Aluminio-Acero  0.13 -1.430789  1.690789  0.9745707
## Plastico-Acero -0.24 -1.800789  1.320789  0.9163036
## Plastico-Aluminio -0.37 -1.930789  1.190789  0.8138331
##
## $proveedor
##           diff          lwr          upr      p adj
## 2-1  0.5166667 -1.8787703  2.9121036  0.9607683
## 3-1  1.6833333 -0.7121036  4.0787703  0.2430111
## 4-1  1.0000000 -1.3954370  3.3954370  0.7015093

```

```

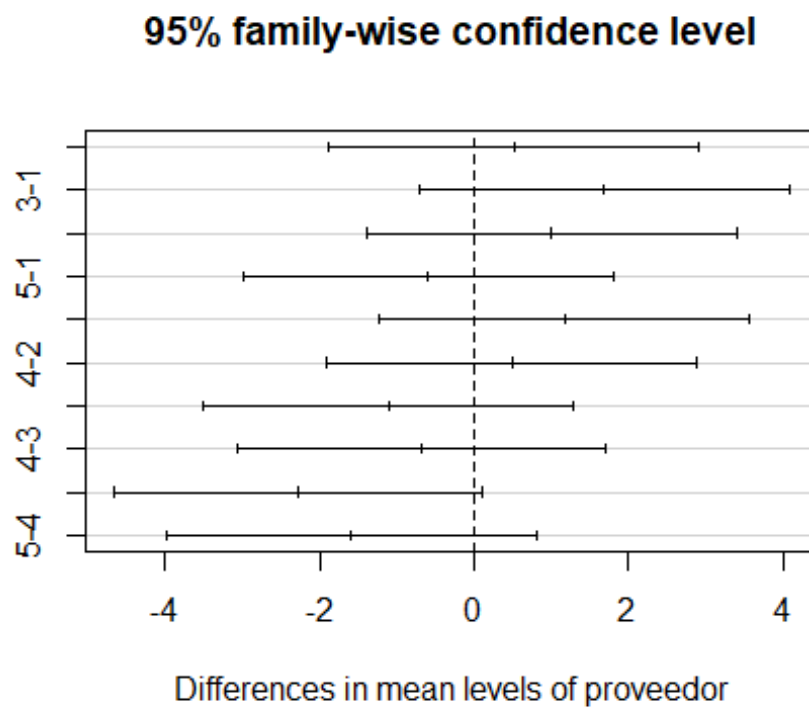
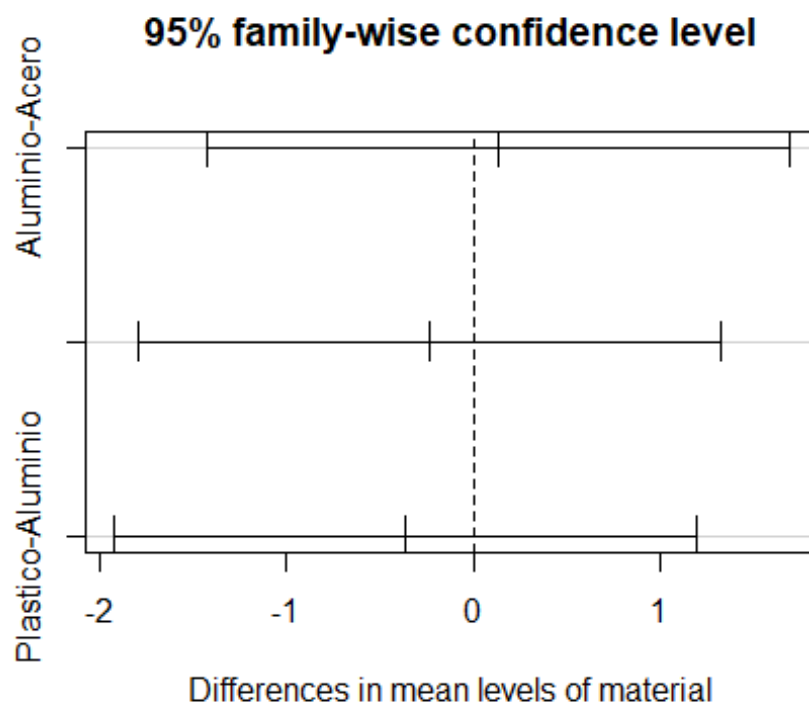
## 5-1 -0.6000000 -2.9954370 1.7954370 0.9344031
## 3-2 1.1666667 -1.2287703 3.5621036 0.5754536
## 4-2 0.4833333 -1.9121036 2.8787703 0.9690201
## 5-2 -1.1166667 -3.5121036 1.2787703 0.6135396
## 4-3 -0.6833333 -3.0787703 1.7121036 0.8995600
## 5-3 -2.2833333 -4.6787703 0.1121036 0.0652975
## 5-4 -1.6000000 -3.9954370 0.7954370 0.2852836
##
## `$material:proveedor`
##
## diff lwr upr p adj
## Aluminio:1-Acero:1 9.500000e-01 -4.417327 6.317327 0.9999718
## Plastico:1-Acero:1 -5.500000e-01 -5.917327 4.817327 1.0000000
## Acero:2-Acero:1 7.500000e-01 -4.617327 6.117327 0.9999984
## Aluminio:2-Acero:1 5.500000e-01 -4.817327 5.917327 1.0000000
## Plastico:2-Acero:1 6.500000e-01 -4.717327 6.017327 0.9999997
## Acero:3-Acero:1 2.350000e+00 -3.017327 7.717327 0.8861694
## Aluminio:3-Acero:1 1.250000e+00 -4.117327 6.617327 0.9993955
## Plastico:3-Acero:1 1.850000e+00 -3.517327 7.217327 0.9775483
## Acero:4-Acero:1 9.500000e-01 -4.417327 6.317327 0.9999718
## Aluminio:4-Acero:1 1.200000e+00 -4.167327 6.567327 0.9996079
## Plastico:4-Acero:1 1.250000e+00 -4.117327 6.617327 0.9993955
## Acero:5-Acero:1 -6.000000e-01 -5.967327 4.767327 0.9999999
## Aluminio:5-Acero:1 1.500000e-01 -5.217327 5.517327 1.0000000
## Plastico:5-Acero:1 -9.500000e-01 -6.317327 4.417327 0.9999718
## Plastico:1-Aluminio:1 -1.500000e+00 -6.867327 3.867327 0.9962974
## Acero:2-Aluminio:1 -2.000000e-01 -5.567327 5.167327 1.0000000
## Aluminio:2-Aluminio:1 -4.000000e-01 -5.767327 4.967327 1.0000000
## Plastico:2-Aluminio:1 -3.000000e-01 -5.667327 5.067327 1.0000000
## Acero:3-Aluminio:1 1.400000e+00 -3.967327 6.767327 0.9980889
## Aluminio:3-Aluminio:1 3.000000e-01 -5.067327 5.667327 1.0000000
## Plastico:3-Aluminio:1 9.000000e-01 -4.467327 6.267327 0.9999852
## Acero:4-Aluminio:1 1.776357e-15 -5.367327 5.367327 1.0000000
## Aluminio:4-Aluminio:1 2.500000e-01 -5.117327 5.617327 1.0000000
## Plastico:4-Aluminio:1 3.000000e-01 -5.067327 5.667327 1.0000000
## Acero:5-Aluminio:1 -1.550000e+00 -6.917327 3.817327 0.9949867
## Aluminio:5-Aluminio:1 -8.000000e-01 -6.167327 4.567327 0.9999965
## Plastico:5-Aluminio:1 -1.900000e+00 -7.267327 3.467327 0.9724444
## Acero:2-Plastico:1 1.300000e+00 -4.067327 6.667327 0.9990919
## Aluminio:2-Plastico:1 1.100000e+00 -4.267327 6.467327 0.9998486
## Plastico:2-Plastico:1 1.200000e+00 -4.167327 6.567327 0.9996079
## Acero:3-Plastico:1 2.900000e+00 -2.467327 8.267327 0.6859407
## Aluminio:3-Plastico:1 1.800000e+00 -3.567327 7.167327 0.9819175
## Plastico:3-Plastico:1 2.400000e+00 -2.967327 7.767327 0.8717669
## Acero:4-Plastico:1 1.500000e+00 -3.867327 6.867327 0.9962974
## Aluminio:4-Plastico:1 1.750000e+00 -3.617327 7.117327 0.9856143
## Plastico:4-Plastico:1 1.800000e+00 -3.567327 7.167327 0.9819175
## Acero:5-Plastico:1 -5.000000e-02 -5.417327 5.317327 1.0000000
## Aluminio:5-Plastico:1 7.000000e-01 -4.667327 6.067327 0.9999993
## Plastico:5-Plastico:1 -4.000000e-01 -5.767327 4.967327 1.0000000
## Aluminio:2-Acero:2 -2.000000e-01 -5.567327 5.167327 1.0000000

```

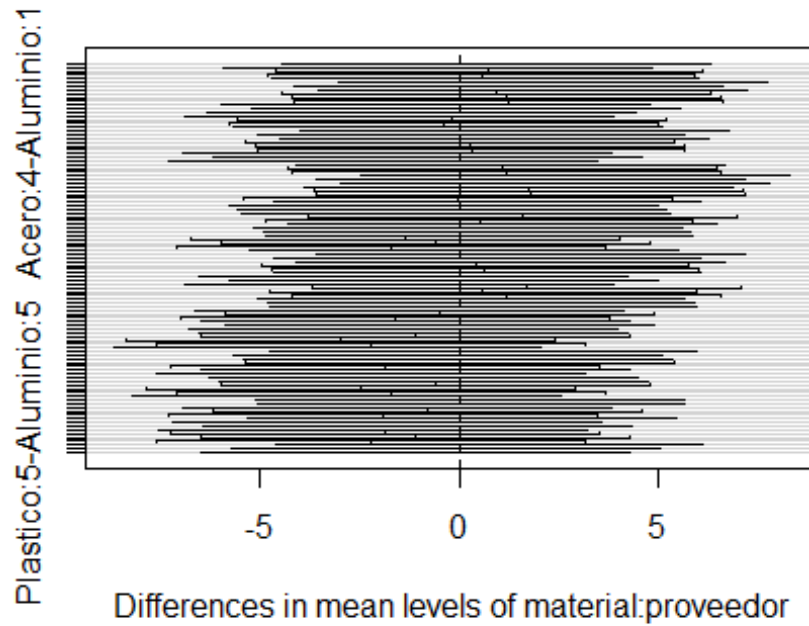
## Plastico:2-Acero:2	-1.000000e-01	-5.467327	5.267327	1.0000000
## Acero:3-Acero:2	1.600000e+00	-3.767327	6.967327	0.9933253
## Aluminio:3-Acero:2	5.000000e-01	-4.867327	5.867327	1.0000000
## Plastico:3-Acero:2	1.100000e+00	-4.267327	6.467327	0.9998486
## Acero:4-Acero:2	2.000000e-01	-5.167327	5.567327	1.0000000
## Aluminio:4-Acero:2	4.500000e-01	-4.917327	5.817327	1.0000000
## Plastico:4-Acero:2	5.000000e-01	-4.867327	5.867327	1.0000000
## Acero:5-Acero:2	-1.350000e+00	-6.717327	4.017327	0.9986679
## Aluminio:5-Acero:2	-6.000000e-01	-5.967327	4.767327	0.9999999
## Plastico:5-Acero:2	-1.700000e+00	-7.067327	3.667327	0.9887039
## Plastico:2-Aluminio:2	1.000000e-01	-5.267327	5.467327	1.0000000
## Acero:3-Aluminio:2	1.800000e+00	-3.567327	7.167327	0.9819175
## Aluminio:3-Aluminio:2	7.000000e-01	-4.667327	6.067327	0.9999993
## Plastico:3-Aluminio:2	1.300000e+00	-4.067327	6.667327	0.9990919
## Acero:4-Aluminio:2	4.000000e-01	-4.967327	5.767327	1.0000000
## Aluminio:4-Aluminio:2	6.500000e-01	-4.717327	6.017327	0.9999997
## Plastico:4-Aluminio:2	7.000000e-01	-4.667327	6.067327	0.9999993
## Acero:5-Aluminio:2	-1.150000e+00	-6.517327	4.217327	0.9997526
## Aluminio:5-Aluminio:2	-4.000000e-01	-5.767327	4.967327	1.0000000
## Plastico:5-Aluminio:2	-1.500000e+00	-6.867327	3.867327	0.9962974
## Acero:3-Plastico:2	1.700000e+00	-3.667327	7.067327	0.9887039
## Aluminio:3-Plastico:2	6.000000e-01	-4.767327	5.967327	0.9999999
## Plastico:3-Plastico:2	1.200000e+00	-4.167327	6.567327	0.9996079
## Acero:4-Plastico:2	3.000000e-01	-5.067327	5.667327	1.0000000
## Aluminio:4-Plastico:2	5.500000e-01	-4.817327	5.917327	1.0000000
## Plastico:4-Plastico:2	6.000000e-01	-4.767327	5.967327	0.9999999
## Acero:5-Plastico:2	-1.250000e+00	-6.617327	4.117327	0.9993955
## Aluminio:5-Plastico:2	-5.000000e-01	-5.867327	4.867327	1.0000000
## Plastico:5-Plastico:2	-1.600000e+00	-6.967327	3.767327	0.9933253
## Aluminio:3-Acero:3	-1.100000e+00	-6.467327	4.267327	0.9998486
## Plastico:3-Acero:3	-5.000000e-01	-5.867327	4.867327	1.0000000
## Acero:4-Acero:3	-1.400000e+00	-6.767327	3.967327	0.9980889
## Aluminio:4-Acero:3	-1.150000e+00	-6.517327	4.217327	0.9997526
## Plastico:4-Acero:3	-1.100000e+00	-6.467327	4.267327	0.9998486
## Acero:5-Acero:3	-2.950000e+00	-8.317327	2.417327	0.6646437
## Aluminio:5-Acero:3	-2.200000e+00	-7.567327	3.167327	0.9235816
## Plastico:5-Acero:3	-3.300000e+00	-8.667327	2.067327	0.5142663
## Plastico:3-Aluminio:3	6.000000e-01	-4.767327	5.967327	0.9999999
## Acero:4-Aluminio:3	-3.000000e-01	-5.667327	5.067327	1.0000000
## Aluminio:4-Aluminio:3	-5.000000e-02	-5.417327	5.317327	1.0000000
## Plastico:4-Aluminio:3	-1.776357e-15	-5.367327	5.367327	1.0000000
## Acero:5-Aluminio:3	-1.850000e+00	-7.217327	3.517327	0.9775483
## Aluminio:5-Aluminio:3	-1.100000e+00	-6.467327	4.267327	0.9998486
## Plastico:5-Aluminio:3	-2.200000e+00	-7.567327	3.167327	0.9235816
## Acero:4-Plastico:3	-9.000000e-01	-6.267327	4.467327	0.9999852
## Aluminio:4-Plastico:3	-6.500000e-01	-6.017327	4.717327	0.9999997
## Plastico:4-Plastico:3	-6.000000e-01	-5.967327	4.767327	0.9999999
## Acero:5-Plastico:3	-2.450000e+00	-7.817327	2.917327	0.8564424
## Aluminio:5-Plastico:3	-1.700000e+00	-7.067327	3.667327	0.9887039
## Plastico:5-Plastico:3	-2.800000e+00	-8.167327	2.567327	0.7276516

```
## Aluminio:4-Acero:4      2.500000e-01 -5.117327 5.617327 1.0000000
## Plastico:4-Acero:4     3.000000e-01 -5.067327 5.667327 1.0000000
## Acero:5-Acero:4       -1.550000e+00 -6.917327 3.817327 0.9949867
## Aluminio:5-Acero:4    -8.000000e-01 -6.167327 4.567327 0.9999965
## Plastico:5-Acero:4    -1.900000e+00 -7.267327 3.467327 0.9724444
## Plastico:4-Aluminio:4  5.000000e-02 -5.317327 5.417327 1.0000000
## Acero:5-Aluminio:4    -1.800000e+00 -7.167327 3.567327 0.9819175
## Aluminio:5-Aluminio:4 -1.050000e+00 -6.417327 4.317327 0.9999103
## Plastico:5-Aluminio:4 -2.150000e+00 -7.517327 3.217327 0.9340827
## Acero:5-Plastico:4    -1.850000e+00 -7.217327 3.517327 0.9775483
## Aluminio:5-Plastico:4 -1.100000e+00 -6.467327 4.267327 0.9998486
## Plastico:5-Plastico:4 -2.200000e+00 -7.567327 3.167327 0.9235816
## Aluminio:5-Acero:5     7.500000e-01 -4.617327 6.117327 0.9999984
## Plastico:5-Acero:5    -3.500000e-01 -5.717327 5.017327 1.0000000
## Plastico:5-Aluminio:5 -1.100000e+00 -6.467327 4.267327 0.9998486
```

```
plot(Tukey)
```

95% family-wise confidence level



```
shapiro.test(residuals(anova_interaccion))
```

```
##
```

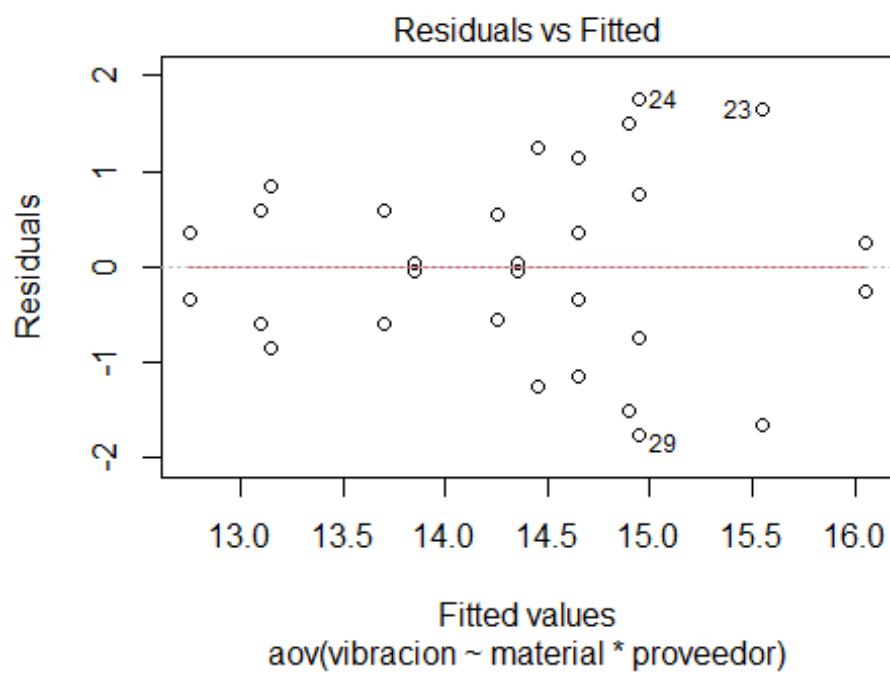
```
## Shapiro-Wilk normality test
```

```
##
```

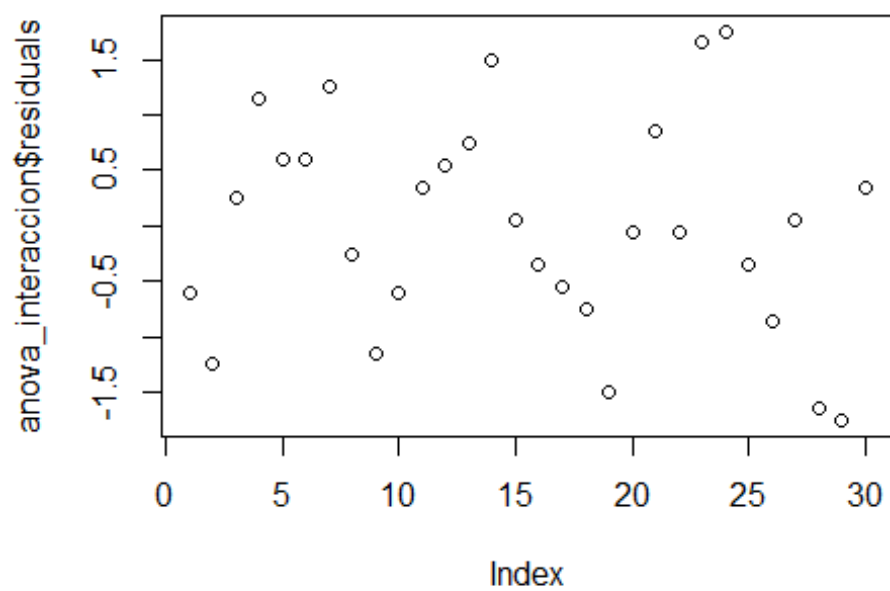
```
## data: residuals(anova_interaccion)
```

```
## W = 0.9786, p-value = 0.7871
```

```
plot(anova_interaccion, 1)
```



```
plot(anova_interaccion$residuals)
```



Material de la Carcasa: No parece tener un impacto significativo en la cantidad de vibración de los motores. Las medias de vibración son similares para Acero, Aluminio y Plástico, y los resultados del ANOVA confirman que las diferencias no son estadísticamente significativas.

Proveedor de Cojinetes: Existe una evidencia moderada de que el proveedor de los cojinetes influye en la vibración del motor. En el ANOVA sin interacción, este factor resultó ser significativo, sugiriendo que los motores contruidos con cojinetes de diferentes proveedores podrían mostrar diferencias en la cantidad de vibración.

Interacción entre Material y Proveedor: No se encontró una interacción significativa entre el material de la carcasa y el proveedor de los cojinetes. Esto significa que el efecto del material sobre la vibración es consistente independientemente del proveedor.