Ejercicio

Un equipo de mejora es contratado por un investigador para analizar el efecto de cuatro métodos de ensamblaje (A, B, C y D) sobre el tiempo de ensamblaje en minutos. Los análisis son llevados a cabo en una planta y solo tres operadores pueden efectuar dicha operación. Debido a que el operador puede ser una fuente de variabilidad que afecta al método de ensamblaje, el equipo de mejora decide utilizar un diseño de bloques completos al azar. Las observaciones se muestran en la siguiente tabla:

Operador	**Método de ensamblaje**			
	A	**B**	**C**	**D**
1	13	22	18	39
2	16	24	17	44
3	5	4	1	22

a. Responda:
Diseño Factorial: Bloques
Unidad Experimental: Un producto ensamblado
Tamaño del experimento:12
Variable Respuesta: Tiempo de ensamblaje en minutos
Factor(es) en estudio y sus niveles:

1. Metodo de ensamblaje (Niveles: 4)
2. Operador (Niveles: 3)

Tratamientos:

1. A, B, C, D
2. 1,2,3

Factor(es) de bloqueo: Operador

Modelo aditivo lineal inicial:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk} \qquad \mathrm{i} = 1,2,3,4 \text{ (Tratamientos)}$$

$$j = 1,2,3 \text{ (Bloques)}$$

$$k = 1,2, \dots ,12 \text{ (Repetición)}$$

Donde:

Y_{ijk} : Es el tiempo de ensamblaje según el método de ensamblaje i con el operador j en la repetición k

μ : media del tiempo de ensamblaje

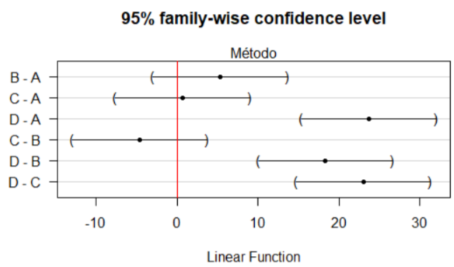
τ_i : es el efecto del $i - esimo$ método de ensamblaje A sobre el tiempo de ensamblaje

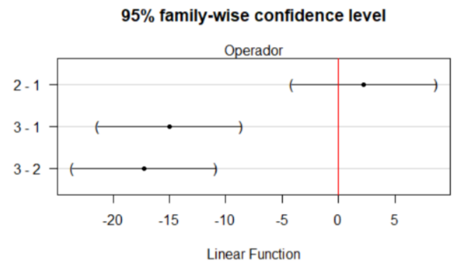
β_j : es el efecto del j –ésimo operador sobre el tiempo de ensamblaje

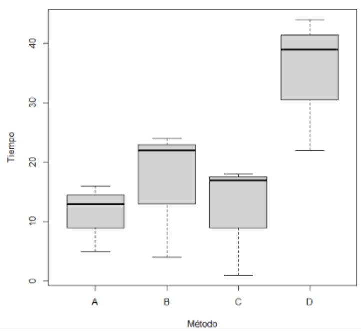
ε_{ijk} : es el error aleatorio con distribución $N(0, \sigma^2)$ e independientes entre si

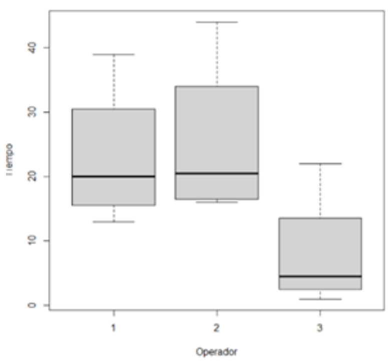
b. Defina las hipótesis para el modelo y realice las pruebas de hipótesis que deben ser aplicadas para saber cuáles de los efectos estimados son significantes y describa el modelo final y comente sus conclusiones.

```
AnovaModel.2 <- (aov(Tiempo ~ Método+Operador, data=ti))
Anova(AnovaModel.2)
TukeyHSD(AnovaModel.2)
old.oma <- par(oma=c(0,5,0,0))
.Pairs <- glht(AnovaModel.2, linfct = mcp(Método = "Tukey"))
confint(.Pairs) # confidence intervals
mtext('Método')
plot(confint(.Pairs))
.Pairs <- glht(AnovaModel.2, linfct = mcp(Operador = "Tukey"))
confint(.Pairs) # confidence intervals
plot(confint(.Pairs))
par(old.oma)
remove(.Pairs)
Boxplot(Tiempo ~ Método, data=ti, id=list(method="y"))
Boxplot(Tiempo ~ Operador, data=ti, id=list(method="y"))
```









Mejor método de ensamblaje: A

Mejor operador: 3

c. Estime e interprete los efectos principales

Tratamientos:

T1 = $\overline{M_1} - \bar{Y}$

T2 = $\overline{M_2} - \bar{Y}$

T3 = $\overline{M_3} - \bar{Y}$

T4 = $\overline{M_4} - \bar{Y}$

Bloques:

B1 = $\overline{B_1} - \bar{Y}$

B2 = $\overline{B_2} - \bar{Y}$

B3 = $\overline{B_3} - \bar{Y}$

Promedio Y =	18.75		**Efecto Tratamientos:**					
Promedio MA	11.33		T1	-7.42		Es el efecto del Método de ensamblaje 1		
Promedio MB	16.67		T2	-2.08		Es el efecto del Método de ensamblaje 2		
Promedio MC	12		T3	-6.75		Es el efecto del Método de ensamblaje 3		
Promedio MD	35		T4	16.25		Es el efecto del Método de ensamblaje 4		
Promedio Y =	18.75		**Efecto Bloques:**					
Promedio O1	23.00		B1	4.25		Es el efecto del Operador 1		
Promedio O2	25.25		B2	6.50		Es el efecto del Operador 2		
Promedio O3	8		B3	-10.75		Es el efecto del Operador 3		