

# Diseño de experimentos

25/1/2021

*Dimas Ramírez Luis Daniel*

## Planteamiento del problema

Para este trabajo diseñamos un experimento para probar la resistencia de los diferentes papeles higiénico que existen en el mercado.

El planteamiento de este trabajo surge a partir de la creatividad condicionada a las opciones que tenemos dentro de nuestras casas debido a las condiciones sanitarias de la CDMX.

Tomamos las marcas en función de las opciones que tenía cada integrante dentro de nuestras casas. Decidimos medir la resistencia de la siguiente manera:

- Pusimos tres cuadritos de cada marca de papel higiénico sobre un vaso.
- Con una liga, tensamos el papel higiénico.
- Colocamos diferentes tipos de monedas para cada prueba.
- Una vez teniendo este escenario completo.
- Con un gotero comenzamos a dejar caer gotas sobre el papel higiénico hasta que el peso de la moneda hiciera que se rompiera el papel.



*La resistencia la medimos en función de la cantidad de gotas que el papel puede soportar antes de que se rompa con cierta moneda.*

El desarrollo del análisis lo realizamos en dos partes;

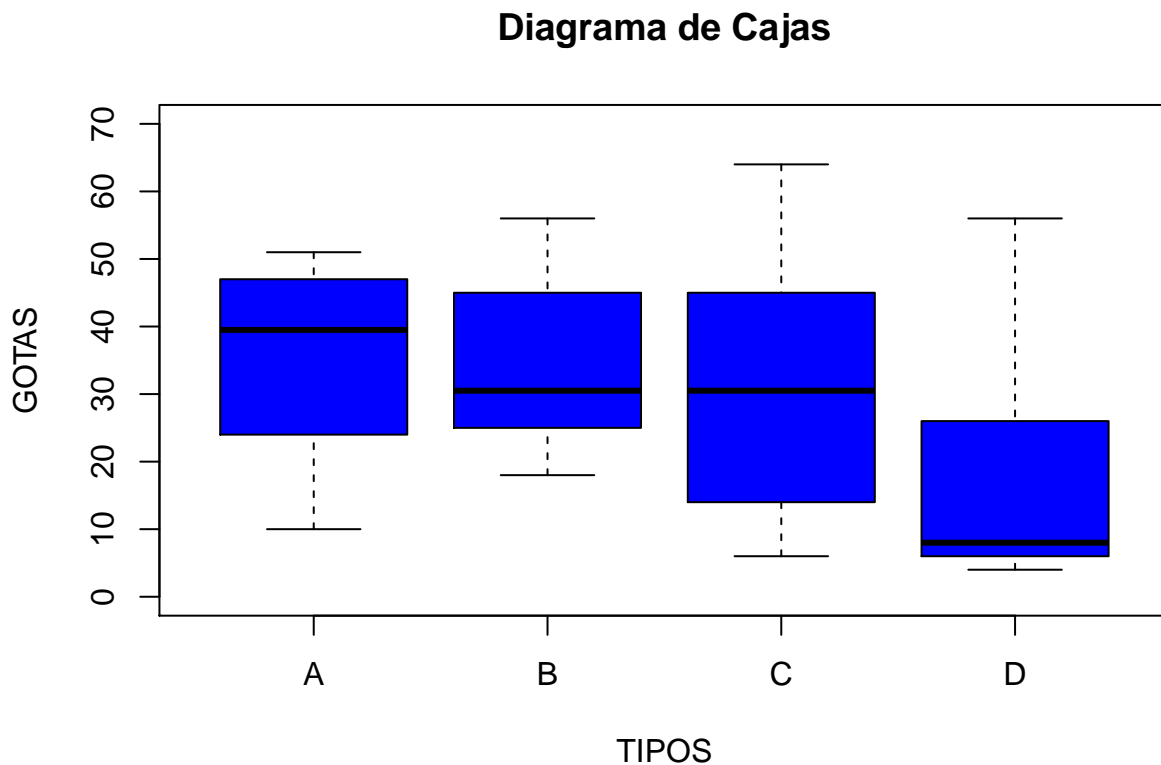


```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## TIPOS      3   5987   1995.8    5.083 0.0031 **
## Residuals 68  26698    392.6
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

La probabilidad es  $P = 0.0031$  por lo tanto, con la función “aov()”, se concluye que  $P > \alpha$  con un  $\alpha = 0.05$ ; existe suficiente evidencia para rechazar la  $H_0$  : *Todas las marcas son igual de resistentes*

## Diagrama de caja

```
boxplot(GOTAS ~ TIPOS, data = datos3, col = "BLUE", main="Diagrama de Cajas", ylim=c(0,70))
```



*A simple vista podemos notar que hay una probable intersección de todas las marcas, sin embargo el análisis con la función aov() nos indica que sí existe diferencia entre al menos alguna de las marcas.*

## LSD test

```
library(agricolae)
```

```
## Warning: package 'agricolae' was built under R version 3.6.3
```

```
LSD.test(mod1, "TIPOS", console = TRUE)
```

```
##
## Study: mod1 ~ "TIPOS"
##
## LSD t Test for GOTAS
##
## Mean Square Error: 392.6119
##
## TIPOS, means and individual ( 95 %) CI
##
##      GOTAS      std  r      LCL      UCL Min Max
## A 43.55556 28.21185 18 34.236102 52.87501 10 119
## B 34.72222 11.41107 18 25.402768 44.04168 18 56
## C 30.55556 18.71842 18 21.236102 39.87501 6 64
## D 18.22222 17.14490 18 8.902768 27.54168 4 56
##
## Alpha: 0.05 ; DF Error: 68
## Critical Value of t: 1.995469
##
## least Significant Difference: 13.1797
##
## Treatments with the same letter are not significantly different.
##
##      GOTAS groups
## A 43.55556      a
## B 34.72222      a
## C 30.55556     ab
## D 18.22222      b
```

*Con el análisis con LSD, podemos concluir que la marca A y B no son significativamente diferentes, sin embargo la marca C Y D sí son significativamente diferentes. Por lo tanto para la marca A y B podríamos inferir que tienen la misma resistencia, mientras que la marca C y D tienen resistencias diferentes a las de la marca A y B.*

## TUKEY test

```
TukeyHSD(mod1)
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = GOTAS ~ TIPOS, data = datos3)
##
## $TIPOS
##      diff      lwr      upr      p adj
## B-A -8.833333 -26.22854 8.5618743 0.5426548
## C-A -13.000000 -30.39521 4.3952076 0.2101605
## D-A -25.333333 -42.72854 -7.9381257 0.0015446
## C-B -4.166667 -21.56187 13.2285409 0.9217539
```

```
## D-B -16.500000 -33.89521 0.8952076 0.0692013
## D-C -12.333333 -29.72854 5.0618743 0.2517358
```

- La marca B y A no son significativamente diferentes.  $B = A$
- La marca C y A no son significativamente diferentes.  $C = A$
- La marca D y A sí son significativamente diferentes.  $D \neq A$
- La marca C y B no son significativamente diferentes.  $C = B$
- La marca D y B no son significativamente diferentes.  $D = B$
- La marca D y C no son significativamente diferentes.  $D = C$

*No hay conclusión porque hay contradicción.*

## DUNCAN test

```
duncan.test(mod1, "TIPOS", console = TRUE)
```

```
##
## Study: mod1 ~ "TIPOS"
##
## Duncan's new multiple range test
## for GOTAS
##
## Mean Square Error: 392.6119
##
## TIPOS, means
##
##      GOTAS      std  r Min Max
## A 43.55556 28.21185 18 10 119
## B 34.72222 11.41107 18 18 56
## C 30.55556 18.71842 18 6 64
## D 18.22222 17.14490 18 4 56
##
## Alpha: 0.05 ; DF Error: 68
##
## Critical Range
##      2      3      4
## 13.17970 13.86623 14.32001
##
## Means with the same letter are not significantly different.
##
##      GOTAS groups
## A 43.55556      a
## B 34.72222      a
## C 30.55556     ab
## D 18.22222      b
```

*Con la prueba Duncan test concluimos lo mismo que con LSD test.*

## Modelo de Bloques Completos

Para el modelo de bloques completos, introducimos un factor como bloqueo.

El bloque que decidimos introducir fue el de varios tipos de monedas para determinar si efectivamente la resistencia depende del peso de las monedas.

Diseñamos los pesos de la siguiente manera:

- Una moneda de \$5 :  $M1$
- Dos monedas de \$5 :  $M2$
- Una moneda de \$10 :  $M3$
- Dos monedas de \$10 :  $M4$

```
tipos2 <- c("A","B","C","D")
m<- c("M1","M2","M3","M4")
datos4 <- matrix(c(58,15,54,6,101,18,88,23,37,13,20,5,54,12,20,5),byrow = T ,ncol = 4, nrow = 4)
datos5 <- c(58,15,54,6,101,18,88,23,37,13,20,5,54,12,20,5)
rownames(datos4) <- tipos2
colnames(datos4) <- m

datos4
```

```
##      M1 M2 M3 M4
## A   58 15 54  6
## B  101 18 88 23
## C   37 13 20  5
## D   54 12 20  5
```

```
marcas <- rep(tipos2, each=4)
monedas <- rep(m, times=4)
length(marcas)
```

```
## [1] 16
```

```
modelo2 <- aov(datos5 ~ marcas + monedas)

summary(modelo2)
```

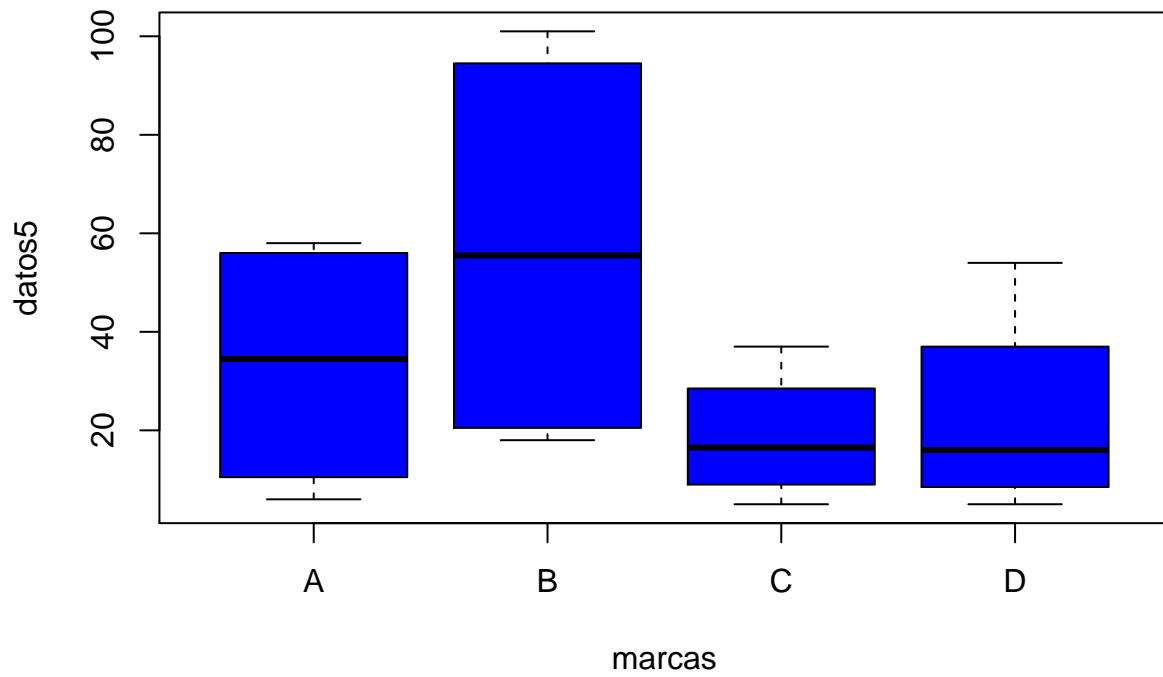
```
##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## marcas          3   3634   1211.2     5.38 0.02136 *
## monedas          3   7637   2545.7    11.31 0.00208 **
## Residuals        9    2026    225.1
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

## Diagrama de cajas

```
boxplot(datos5 ~ marcas,col = "BLUE", main="#Gotas VS Marcas" )
```

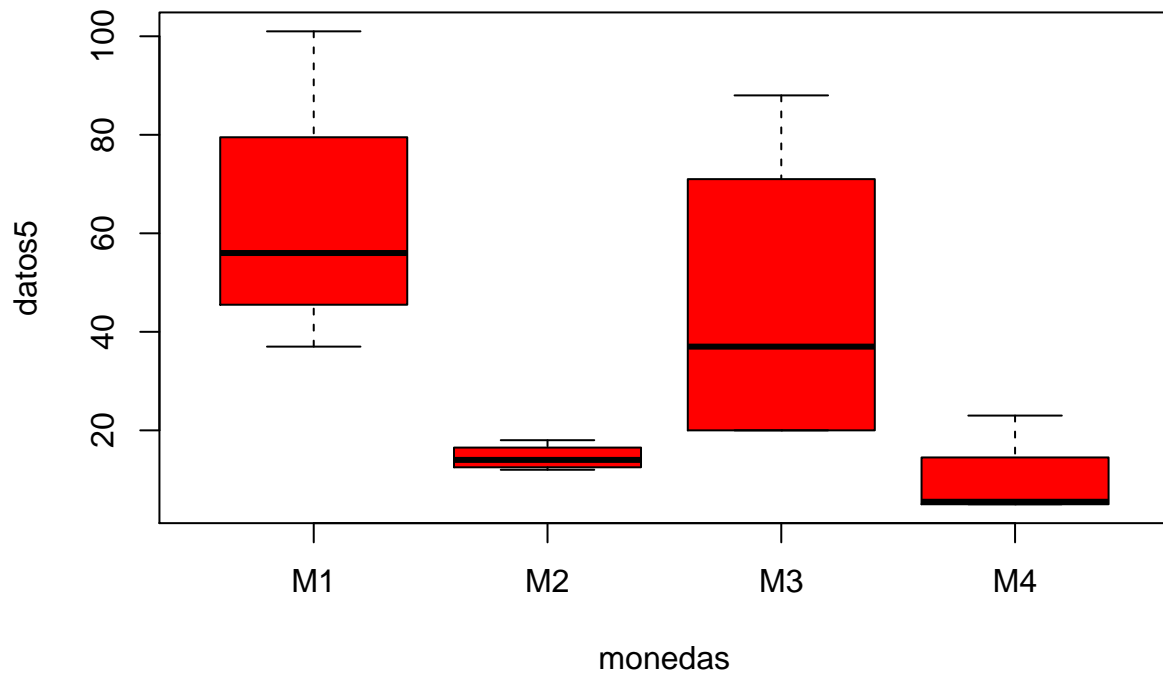


## #Gotas VS Marcas



```
boxplot(datos5 ~ monedas,col = "RED", main="#Gotas VS Monedas" )
```

## #Gotas VS Monedas



*A partir del análisis de varianza, podemos afirmar que existe suficiente evidencia para afirmar que no todas las marcas tienen la misma resistencia y que además el peso de las monedas afecta el desempeño de la resistencia de cada papel higiénico a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$*