

H3-JFS.R

Usuario

2025-09-21

```
# HW3
# Crear los datos
concentracion <- c(
  28.2, 33.2, 36.4, 34.6, 29.1, 31.0, # Grayson's Pond
  39.6, 40.8, 37.9, 37.1, 43.6, 42.4, # Beaver Lake
  46.3, 42.1, 43.5, 48.8, 43.7, 40.1, # Angler's Cove
  41.0, 44.1, 46.4, 40.2, 38.6, 36.3, # Appletree Lake
  56.3, 54.1, 59.4, 62.7, 60.0, 57.3 # Rock River
)

# sitio
sitio <- factor(rep(c("Graysons Pond", "Beaver Lake", "Anglers Cove", "Appletree Lake", "Rock River"),

# ANOVA
anova_result <- aov(concentracion ~ sitio)

# Mostrar la tabla de ANOVA
summary(anova_result)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## sitio          4 2193.4    548.4    56.16 3.95e-12 ***
## Residuals     25  244.1      9.8
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

#prueba LSD
MS_res <- 9.8 # Mean Square Residual (Residuals Mean Sq)
n <- 6 # Número de observaciones por grupo
df_res <- 25 # Grados de libertad del residuo
alpha <- 0.05

# Valor crítico t
t_crit <- qt(1 - alpha/2, df = df_res)

# Cálculo LSD
LSD <- t_crit * sqrt(2 * MS_res / n)
LSD

## [1] 3.722394
```

```
# Calcular medias por grupo
```

```
media_por_sitio <- tapply(concentracion, sitio, mean)
```

```
media_por_sitio
```

```
##      Anglers Cove Appletree Lake      Beaver Lake      Graysons Pond      Rock River
##      44.08333      41.10000      40.23333      32.08333      58.30000
```

```
# medias por sitio
```

```
media_por_sitio <- c(
  "Anglers Cove"   = 44.08333,
  "Appletree Lake" = 41.10000,
  "Beaver Lake"    = 40.23333,
  "Graysons Pond"  = 32.08333,
  "Rock River"     = 58.30000
)
```

```
LSD <- 3.722394 # tu valor calculado
```

```
# Crear todas las combinaciones de pares
```

```
pares <- t(combn(names(media_por_sitio), 2))
```

```
# Calcular diferencias absolutas
```

```
diferencias <- abs(media_por_sitio[pares[,1]] - media_por_sitio[pares[,2]])
```

```
# Comparar con el LSD y generar una columna de "Sí/No"
```

```
signif_LSD <- ifelse(diferencias > LSD, "Sí", "No")
```

```
# Tabla final
```

```
tabla_comparacion <- data.frame(
  Comparación = paste(pares[,1], "-", pares[,2]),
  Diferencia  = round(diferencias, 2),
  Significativa = signif_LSD,
  stringsAsFactors = FALSE
)
```

```
# Ordenar por diferencia
```

```
tabla_comparacion <- tabla_comparacion[order(-tabla_comparacion$Diferencia), ]
```

```
# resultado en consola
```

```
print(tabla_comparacion, row.names = FALSE)
```

```
##              Comparación Diferencia Significativa
##      Graysons Pond - Rock River      26.22      Sí
##      Beaver Lake - Rock River      18.07      Sí
##      Appletree Lake - Rock River      17.20      Sí
##      Anglers Cove - Rock River      14.22      Sí
##      Anglers Cove - Graysons Pond      12.00      Sí
##      Appletree Lake - Graysons Pond      9.02      Sí
##      Beaver Lake - Graysons Pond      8.15      Sí
##      Anglers Cove - Beaver Lake      3.85      Sí
##      Anglers Cove - Appletree Lake      2.98      No
##      Appletree Lake - Beaver Lake      0.87      No
```

```
# Prueba Tukey HSD
tukey_result <- TukeyHSD(anova_result)
print(tukey_result)

## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = concentracion ~ sitio)
##
## $sitio
##
```

	diff	lwr	upr	p adj
## Appletree Lake-Anglers Cove	-2.9833333	-8.281979	2.315312	0.4791100
## Beaver Lake-Anglers Cove	-3.8500000	-9.148645	1.448645	0.2376217
## Graysons Pond-Anglers Cove	-12.0000000	-17.298645	-6.701355	0.0000053
## Rock River-Anglers Cove	14.2166667	8.918021	19.515312	0.0000003
## Beaver Lake-Appletree Lake	-0.8666667	-6.165312	4.431979	0.9884803
## Graysons Pond-Appletree Lake	-9.0166667	-14.315312	-3.718021	0.0003339
## Rock River-Appletree Lake	17.2000000	11.901355	22.498645	0.0000000
## Graysons Pond-Beaver Lake	-8.1500000	-13.448645	-2.851355	0.0011293
## Rock River-Beaver Lake	18.0666667	12.768021	23.365312	0.0000000
## Rock River-Graysons Pond	26.2166667	20.918021	31.515312	0.0000000

```
# Parámetros
alpha <- 0.05
k <- 5 # Número de grupos
gl_error <- 25 # Grados de libertad del error

# Valor crítico q
q_crit <- qtukey(1 - alpha, nmeans = k, df = gl_error)
q_crit
```

```
## [1] 4.153363
```

```
# MS_res del ANOVA
MS_res <- 9.8
n <- 6

# DMS de Tukey
DMS_Tukey <- q_crit * sqrt(MS_res / n)
DMS_Tukey
```

```
## [1] 5.308078
```

```
# === Datos previos ===
media_por_sitio <- c(
  "Anglers Cove" = 44.08333,
  "Appletree Lake" = 41.10000,
  "Beaver Lake" = 40.23333,
  "Graysons Pond" = 32.08333,
  "Rock River" = 58.30000
)
```

```

LSD <- 3.722394 # valor LSD
# resultado del ANOVA
anova_result <- aov(concentracion ~ sitio)

# === 1) Comparaciones LSD ===
pares <- t(combn(names(media_por_sitio), 2))
dif_LSD <- abs(media_por_sitio[pares[,1]] - media_por_sitio[pares[,2]])
sig_LSD <- ifelse(dif_LSD > LSD, "Sí", "No")

tabla_LSD <- data.frame(
  Par = paste(pares[,1], "-", pares[,2]),
  Dif = round(dif_LSD, 2),
  LSD_Signif = sig_LSD,
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Comparaciones Tukey ===
tuk <- TukeyHSD(anova_result)$sitio
# renombrar tabla
tabla_Tukey <- data.frame(
  Par = rownames(tuk),
  Tukey_Dif = round(tuk[, "diff"], 2),
  Tukey_p = round(tuk[, "p adj"], 4),
  Tukey_Signif = ifelse(tuk[, "p adj"] < 0.05, "Sí", "No"),
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Unir tablas
tabla_Tukey$Par <- gsub("-", " - ", tabla_Tukey$Par)

comparacion <- merge(tabla_LSD, tabla_Tukey,
  by = "Par", all = TRUE, sort = FALSE)

# resultado
comparacion[order(-comparacion$Dif), ]

```

	Par	Dif	LSD_Signif	Tukey_Dif	Tukey_p
##					
## 10	Graysons Pond - Rock River	26.22	Sí	NA	NA
## 9	Beaver Lake - Rock River	18.07	Sí	NA	NA
## 7	Appletree Lake - Rock River	17.20	Sí	NA	NA
## 4	Anglers Cove - Rock River	14.22	Sí	NA	NA
## 3	Anglers Cove - Graysons Pond	12.00	Sí	NA	NA
## 6	Appletree Lake - Graysons Pond	9.02	Sí	NA	NA
## 8	Beaver Lake - Graysons Pond	8.15	Sí	NA	NA
## 2	Anglers Cove - Beaver Lake	3.85	Sí	NA	NA
## 1	Anglers Cove - Appletree Lake	2.98	No	NA	NA
## 5	Appletree Lake - Beaver Lake	0.87	No	NA	NA
## 11	Appletree Lake - Anglers Cove	NA	<NA>	-2.98	0.4791
## 12	Beaver Lake - Anglers Cove	NA	<NA>	-3.85	0.2376
## 13	Graysons Pond - Anglers Cove	NA	<NA>	-12.00	0.0000
## 14	Rock River - Anglers Cove	NA	<NA>	14.22	0.0000
## 15	Beaver Lake - Appletree Lake	NA	<NA>	-0.87	0.9885
## 16	Graysons Pond - Appletree Lake	NA	<NA>	-9.02	0.0003

```
## 17      Rock River - Appletree Lake      NA      <NA>      17.20  0.0000
## 18      Graysons Pond - Beaver Lake      NA      <NA>      -8.15  0.0011
## 19      Rock River - Beaver Lake         NA      <NA>      18.07  0.0000
## 20      Rock River - Graysons Pond       NA      <NA>      26.22  0.0000
##      Tukey_Signif
## 10      <NA>
## 9       <NA>
## 7       <NA>
## 4       <NA>
## 3       <NA>
## 6       <NA>
## 8       <NA>
## 2       <NA>
## 1       <NA>
## 5       <NA>
## 11      No
## 12      No
## 13      Sí
## 14      Sí
## 15      No
## 16      Sí
## 17      Sí
## 18      Sí
## 19      Sí
## 20      Sí
```

```
# seccion preguntas
#Ho no hay deiferencias significativas de concentracion entre sitios
# H1 hay diferecia significativa entre al menos dos sitios
# se rechaza la hipotesis nula
# Rock River tiene, con claridad, la concentración media más alta
# Anglers Cove, Appletree Lake y Beaver Lake constituyen un conjunto sin diferencias significativas ent
#Elevadas concentraciones en Rock River sugieren mayor carga de nutrientes o contaminantes (p. ej., fós.
# esto puede causar eutrofización, puede ser derivado de una fuente de contaminacion puntual
# Graysons Pond muestra las concentraciones más baja
# HW3
# Crear los datos
concentracion <- c(
  28.2, 33.2, 36.4, 34.6, 29.1, 31.0, # Grayson's Pond
  39.6, 40.8, 37.9, 37.1, 43.6, 42.4, # Beaver Lake
  46.3, 42.1, 43.5, 48.8, 43.7, 40.1, # Angler's Cove
  41.0, 44.1, 46.4, 40.2, 38.6, 36.3, # Appletree Lake
  56.3, 54.1, 59.4, 62.7, 60.0, 57.3 # Rock River
)
# ANOVA
anova_result <- aov(concentracion ~ sitio)

# Mostrar la tabla de ANOVA
summary(anova_result)
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## sitio      4 2193.4    548.4    56.16 3.95e-12 ***
## Residuals 25   244.1      9.8
## ---
```

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

```
#prueba LSD
MS_res <- 9.8          # Mean Square Residual (Residuals Mean Sq)
n <- 6                # Número de observaciones por grupo
df_res <- 25           # Grados de libertad del residuo
alpha <- 0.05

# Valor crítico t
t_crit <- qt(1 - alpha/2, df = df_res)

# Cálculo LSD
LSD <- t_crit * sqrt(2 * MS_res / n)
LSD
```

```
## [1] 3.722394
```

```
# Calcular medias por grupo
media_por_sitio <- tapply(concentracion, sitio, mean)
media_por_sitio
```

```
##    Anglers Cove Appletree Lake    Beaver Lake Graysons Pond    Rock River
##      44.08333      41.10000      40.23333      32.08333      58.30000
```

```
# medias por sitio
media_por_sitio <- c(
  "Anglers Cove"   = 44.08333,
  "Appletree Lake" = 41.10000,
  "Beaver Lake"    = 40.23333,
  "Graysons Pond"  = 32.08333,
  "Rock River"     = 58.30000
)
LSD <- 3.722394 # tu valor calculado

# Crear todas las combinaciones de pares
pares <- t(combn(names(media_por_sitio), 2))

# Calcular diferencias absolutas
diferencias <- abs(media_por_sitio[pares[,1]] - media_por_sitio[pares[,2]])

# Comparar con el LSD y generar una columna de "Sí/No"
signif_LSD <- ifelse(diferencias > LSD, "Sí", "No")

# Tabla final
tabla_comparacion <- data.frame(
  Comparación = paste(pares[,1], "-", pares[,2]),
  Diferencia  = round(diferencias, 2),
  Significativa = signif_LSD,
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Ordenar por diferencia
tabla_comparacion <- tabla_comparacion[order(-tabla_comparacion$Diferencia), ]
```

```
# resultado en consola
print(tabla_comparacion, row.names = FALSE)
```

```
##          Comparación Diferencia Significativa
## Graysons Pond - Rock River      26.22         Sí
## Beaver Lake - Rock River       18.07         Sí
## Appletree Lake - Rock River     17.20         Sí
## Anglers Cove - Rock River      14.22         Sí
## Anglers Cove - Graysons Pond    12.00         Sí
## Appletree Lake - Graysons Pond   9.02         Sí
## Beaver Lake - Graysons Pond     8.15         Sí
## Anglers Cove - Beaver Lake      3.85         Sí
## Anglers Cove - Appletree Lake   2.98         No
## Appletree Lake - Beaver Lake    0.87         No
```

```
# Prueba Tukey HSD
tukey_result <- TukeyHSD(anova_result)
print(tukey_result)
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = concentracion ~ sitio)
##
## $sitio
##          diff          lwr          upr          p adj
## Appletree Lake-Anglers Cove -2.9833333 -8.281979  2.315312 0.4791100
## Beaver Lake-Anglers Cove    -3.8500000 -9.148645  1.448645 0.2376217
## Graysons Pond-Anglers Cove -12.0000000 -17.298645 -6.701355 0.0000053
## Rock River-Anglers Cove     14.2166667  8.918021 19.515312 0.0000003
## Beaver Lake-Appletree Lake  -0.8666667 -6.165312  4.431979 0.9884803
## Graysons Pond-Appletree Lake -9.0166667 -14.315312 -3.718021 0.0003339
## Rock River-Appletree Lake    17.2000000 11.901355 22.498645 0.0000000
## Graysons Pond-Beaver Lake   -8.1500000 -13.448645 -2.851355 0.0011293
## Rock River-Beaver Lake      18.0666667 12.768021 23.365312 0.0000000
## Rock River-Graysons Pond     26.2166667 20.918021 31.515312 0.0000000
```

```
# Parámetros
alpha <- 0.05
k <- 5          # Número de grupos
gl_error <- 25  # Grados de libertad del error

# Valor crítico q
q_crit <- qtkey(1 - alpha, nmeans = k, df = gl_error)
q_crit
```

```
## [1] 4.153363
```

```
# MS_res del ANOVA
MS_res <- 9.8
n <- 6
```

```
# DMS de Tukey
DMS_Tukey <- q_crit * sqrt(MS_res / n)
DMS_Tukey
```

```
## [1] 5.308078
```

```
# === Datos previos ===
media_por_sitio <- c(
  "Anglers Cove" = 44.08333,
  "Appletree Lake" = 41.10000,
  "Beaver Lake" = 40.23333,
  "Graysons Pond" = 32.08333,
  "Rock River" = 58.30000
)

LSD <- 3.722394 # valor LSD
# resultado del ANOVA
anova_result <- aov(concentracion ~ sitio)

# === 1) Comparaciones LSD ===
pares <- t(combn(names(media_por_sitio), 2))
dif_LSD <- abs(media_por_sitio[pares[,1]] - media_por_sitio[pares[,2]])
sig_LSD <- ifelse(dif_LSD > LSD, "Si", "No")

tabla_LSD <- data.frame(
  Par = paste(pares[,1], "-", pares[,2]),
  Dif = round(dif_LSD, 2),
  LSD_Signif = sig_LSD,
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Comparaciones Tukey ===
tuk <- TukeyHSD(anova_result)$sitio
# renombrar tabla
tabla_Tukey <- data.frame(
  Par = rownames(tuk),
  Tukey_Dif = round(tuk[, "diff"], 2),
  Tukey_p = round(tuk[, "p adj"], 4),
  Tukey_Signif = ifelse(tuk[, "p adj"] < 0.05, "Si", "No"),
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Unir tablas
tabla_Tukey$Par <- gsub("-", " - ", tabla_Tukey$Par)

comparacion <- merge(tabla_LSD, tabla_Tukey,
  by = "Par", all = TRUE, sort = FALSE)

# resultado
comparacion[order(-comparacion$Dif), ]
```

```
##               Par      Dif LSD_Signif Tukey_Dif Tukey_p
```


## 10	Graysons Pond - Rock River	26.22	Sí	NA	NA
## 9	Beaver Lake - Rock River	18.07	Sí	NA	NA
## 7	Appletree Lake - Rock River	17.20	Sí	NA	NA
## 4	Anglers Cove - Rock River	14.22	Sí	NA	NA
## 3	Anglers Cove - Graysons Pond	12.00	Sí	NA	NA
## 6	Appletree Lake - Graysons Pond	9.02	Sí	NA	NA
## 8	Beaver Lake - Graysons Pond	8.15	Sí	NA	NA
## 2	Anglers Cove - Beaver Lake	3.85	Sí	NA	NA
## 1	Anglers Cove - Appletree Lake	2.98	No	NA	NA
## 5	Appletree Lake - Beaver Lake	0.87	No	NA	NA
## 11	Appletree Lake - Anglers Cove	NA	<NA>	-2.98	0.4791
## 12	Beaver Lake - Anglers Cove	NA	<NA>	-3.85	0.2376
## 13	Graysons Pond - Anglers Cove	NA	<NA>	-12.00	0.0000
## 14	Rock River - Anglers Cove	NA	<NA>	14.22	0.0000
## 15	Beaver Lake - Appletree Lake	NA	<NA>	-0.87	0.9885
## 16	Graysons Pond - Appletree Lake	NA	<NA>	-9.02	0.0003
## 17	Rock River - Appletree Lake	NA	<NA>	17.20	0.0000
## 18	Graysons Pond - Beaver Lake	NA	<NA>	-8.15	0.0011
## 19	Rock River - Beaver Lake	NA	<NA>	18.07	0.0000
## 20	Rock River - Graysons Pond	NA	<NA>	26.22	0.0000
##	Tukey_Signif				
## 10	<NA>				
## 9	<NA>				
## 7	<NA>				
## 4	<NA>				
## 3	<NA>				
## 6	<NA>				
## 8	<NA>				
## 2	<NA>				
## 1	<NA>				
## 5	<NA>				
## 11	No				
## 12	No				
## 13	Sí				
## 14	Sí				
## 15	No				
## 16	Sí				
## 17	Sí				
## 18	Sí				
## 19	Sí				
## 20	Sí				

```
# seccion preguntas
```

```
#Ho no hay deiferencias significativas de concentracion entre sitios
```

```
# H1 hay diferecia significativa entre al menos dos sitios
```

```
# se rechaza la hipotesis nula
```

```
# Rock River tiene, con claridad, la concentración media más alta
```

```
# Anglers Cove, Appletree Lake y Beaver Lake constituyen un conjunto sin diferencias significativas ent
```

```
#Elevadas concentraciones en Rock River sugieren mayor carga de nutrientes o contaminantes (p. ej., fós.
```

```
# esto puede causar eutrofizacion, puede ser derivado de una fuente de contaminacion puntual
```

```
# Graysons Pond muestra las concentraciones más baja
```

```
# HW3
```

```
# Crear los datos
```

```
concentracion <- c(
```

```

28.2, 33.2, 36.4, 34.6, 29.1, 31.0, # Grayson's Pond
39.6, 40.8, 37.9, 37.1, 43.6, 42.4, # Beaver Lake
46.3, 42.1, 43.5, 48.8, 43.7, 40.1, # Angler's Cove
41.0, 44.1, 46.4, 40.2, 38.6, 36.3, # Appletree Lake
56.3, 54.1, 59.4, 62.7, 60.0, 57.3 # Rock River
)
# ANOVA
anova_result <- aov(concentracion ~ sitio)

# Mostrar la tabla de ANOVA
summary(anova_result)

##              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## sitio         4 2193.4   548.4    56.16 3.95e-12 ***
## Residuals    25  244.1     9.8
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

#prueba LSD
MS_res <- 9.8          # Mean Square Residual (Residuals Mean Sq)
n <- 6                 # Número de observaciones por grupo
df_res <- 25           # Grados de libertad del residuo
alpha <- 0.05

# Valor crítico t
t_crit <- qt(1 - alpha/2, df = df_res)

# Cálculo LSD
LSD <- t_crit * sqrt(2 * MS_res / n)
LSD

## [1] 3.722394

# Calcular medias por grupo
media_por_sitio <- tapply(concentracion, sitio, mean)
media_por_sitio

##   Anglers Cove Appletree Lake   Beaver Lake Graysons Pond   Rock River
##    44.08333    41.10000    40.23333    32.08333    58.30000

# medias por sitio
media_por_sitio <- c(
  "Anglers Cove"   = 44.08333,
  "Appletree Lake" = 41.10000,
  "Beaver Lake"    = 40.23333,
  "Graysons Pond"  = 32.08333,
  "Rock River"     = 58.30000
)
LSD <- 3.722394 # tu valor calculado

# Crear todas las combinaciones de pares
pares <- t(combn(names(media_por_sitio), 2))

```

```

# Calcular diferencias absolutas
diferencias <- abs(media_por_sitio[pares[,1]] - media_por_sitio[pares[,2]])

# Comparar con el LSD y generar una columna de "Sí/No"
signif_LSD <- ifelse(diferencias > LSD, "Sí", "No")

# Tabla final
tabla_comparacion <- data.frame(
  Comparación = paste(pares[,1], "-", pares[,2]),
  Diferencia = round(diferencias, 2),
  Significativa = signif_LSD,
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Ordenar por diferencia
tabla_comparacion <- tabla_comparacion[order(-tabla_comparacion$Diferencia), ]

# resultado en consola
print(tabla_comparacion, row.names = FALSE)

```

```

##              Comparación Diferencia Significativa
##      Graysons Pond - Rock River      26.22         Sí
##      Beaver Lake - Rock River       18.07         Sí
##      Appletree Lake - Rock River     17.20         Sí
##      Anglers Cove - Rock River      14.22         Sí
##      Anglers Cove - Graysons Pond    12.00         Sí
##      Appletree Lake - Graysons Pond   9.02         Sí
##      Beaver Lake - Graysons Pond      8.15         Sí
##      Anglers Cove - Beaver Lake       3.85         Sí
##      Anglers Cove - Appletree Lake    2.98         No
##      Appletree Lake - Beaver Lake     0.87         No

```

```

# Prueba Tukey HSD
tukey_result <- TukeyHSD(anova_result)
print(tukey_result)

```

```

##      Tukey multiple comparisons of means
##      95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = concentracion ~ sitio)
##
## $sitio
##              diff              lwr              upr              p adj
## Appletree Lake-Anglers Cove -2.9833333 -8.281979  2.315312 0.4791100
## Beaver Lake-Anglers Cove    -3.8500000 -9.148645  1.448645 0.2376217
## Graysons Pond-Anglers Cove -12.0000000 -17.298645 -6.701355 0.0000053
## Rock River-Anglers Cove     14.2166667  8.918021 19.515312 0.0000003
## Beaver Lake-Appletree Lake  -0.8666667 -6.165312  4.431979 0.9884803
## Graysons Pond-Appletree Lake -9.0166667 -14.315312 -3.718021 0.0003339
## Rock River-Appletree Lake    17.2000000 11.901355 22.498645 0.0000000
## Graysons Pond-Beaver Lake    -8.1500000 -13.448645 -2.851355 0.0011293
## Rock River-Beaver Lake      18.0666667 12.768021 23.365312 0.0000000
## Rock River-Graysons Pond     26.2166667 20.918021 31.515312 0.0000000

```

```

# Parámetros
alpha <- 0.05
k <- 5          # Número de grupos
gl_error <- 25  # Grados de libertad del error

# Valor crítico q
q_crit <- qtkey(1 - alpha, nmeans = k, df = gl_error)
q_crit

```

```
## [1] 4.153363
```

```

# MS_res del ANOVA
MS_res <- 9.8
n <- 6

# DMS de Tukey
DMS_Tukey <- q_crit * sqrt(MS_res / n)
DMS_Tukey

```

```
## [1] 5.308078
```

```

# === Datos previos ===
media_por_sitio <- c(
  "Anglers Cove"   = 44.08333,
  "Appletree Lake" = 41.10000,
  "Beaver Lake"    = 40.23333,
  "Graysons Pond"  = 32.08333,
  "Rock River"     = 58.30000
)

LSD <- 3.722394  # valor LSD
# resultado del ANOVA
anova_result <- aov(concentracion ~ sitio)

# === 1) Comparaciones LSD ===
pares <- t(combn(names(media_por_sitio), 2))
dif_LSD <- abs(media_por_sitio[pares[,1]] - media_por_sitio[pares[,2]])
sig_LSD <- ifelse(dif_LSD > LSD, "Sí", "No")

tabla_LSD <- data.frame(
  Par = paste(pares[,1], "-", pares[,2]),
  Dif = round(dif_LSD, 2),
  LSD_Signif = sig_LSD,
  stringsAsFactors = FALSE
)

# Comparaciones Tukey ===
tuk <- TukeyHSD(anova_result)$sitio
# renombrar tabla
tabla_Tukey <- data.frame(
  Par = rownames(tuk),
  Tukey_Dif = round(tuk[, "diff"], 2),

```

```

Tukey_p = round(tuk[, "p adj"], 4),
Tukey_Signif = ifelse(tuk[, "p adj"] < 0.05, "Sí", "No"),
stringsAsFactors = FALSE
)

# Unir tablas
tabla_Tukey$Par <- gsub("-", " - ", tabla_Tukey$Par)

comparacion <- merge(tabla_LSD, tabla_Tukey,
                     by = "Par", all = TRUE, sort = FALSE)

# resultado
comparacion[order(-comparacion$Dif), ]

```

```

##               Par    Dif LSD_Signif Tukey_Dif Tukey_p
## 10 Graysons Pond - Rock River 26.22      Sí      NA      NA
## 9   Beaver Lake - Rock River 18.07      Sí      NA      NA
## 7   Appletree Lake - Rock River 17.20      Sí      NA      NA
## 4   Anglers Cove - Rock River 14.22      Sí      NA      NA
## 3   Anglers Cove - Graysons Pond 12.00      Sí      NA      NA
## 6   Appletree Lake - Graysons Pond 9.02      Sí      NA      NA
## 8   Beaver Lake - Graysons Pond 8.15      Sí      NA      NA
## 2   Anglers Cove - Beaver Lake 3.85      Sí      NA      NA
## 1   Anglers Cove - Appletree Lake 2.98      No      NA      NA
## 5   Appletree Lake - Beaver Lake 0.87      No      NA      NA
## 11 Appletree Lake - Anglers Cove  NA      <NA>    -2.98 0.4791
## 12 Beaver Lake - Anglers Cove  NA      <NA>    -3.85 0.2376
## 13 Graysons Pond - Anglers Cove  NA      <NA>   -12.00 0.0000
## 14 Rock River - Anglers Cove  NA      <NA>    14.22 0.0000
## 15 Beaver Lake - Appletree Lake  NA      <NA>    -0.87 0.9885
## 16 Graysons Pond - Appletree Lake  NA      <NA>    -9.02 0.0003
## 17 Rock River - Appletree Lake  NA      <NA>    17.20 0.0000
## 18 Graysons Pond - Beaver Lake  NA      <NA>    -8.15 0.0011
## 19 Rock River - Beaver Lake  NA      <NA>    18.07 0.0000
## 20 Rock River - Graysons Pond  NA      <NA>    26.22 0.0000
##      Tukey_Signif
## 10      <NA>
## 9       <NA>
## 7       <NA>
## 4       <NA>
## 3       <NA>
## 6       <NA>
## 8       <NA>
## 2       <NA>
## 1       <NA>
## 5       <NA>
## 11      No
## 12      No
## 13      Sí
## 14      Sí
## 15      No
## 16      Sí
## 17      Sí

```

## 18	Sí
## 19	Sí
## 20	Sí

seccion preguntas

#Ho no hay deiferencias significativas de concentracion entre sitios

H1 hay diferecia significativa entre al menos dos sitios

se rechaza la hipotesis nula

Rock River tiene, con claridad, la concentración media más alta

Anglers Cove, Appletree Lake y Beaver Lake constituyen un conjunto sin diferencias significativas ent

#Elevadas concentraciones en Rock River sugieren mayor carga de nutrientes o contaminantes (p. ej., fós.

esto puede causar eutrofizacion, puede ser derivado de una fuente de contaminacion puntual

Graysons Pond muestra las concentraciones más baja