

# Gaby.R

Usuario

2025-09-22

```
#Laboratorio 3 ANOVA
```

```
#Ana Gabriela Gauna Rodríguez
```

```
#22/09/25
```

```
#Ejercicio: Comparación de concentraciones de estroncio en
```

```
#cuerpos de agua
```

```
#Análisis de varianza
```

```
#Hipótesis
```

```
#H0: No hay diferencias significativas en las concentraciones
```

```
#de estroncio entre los cinco cuerpos de agua.
```

```
#H1: Al menos uno de los cuerpos de agua tiene una concentración
```

```
#de estroncio diferente a los demás.
```

```
read.csv("C:/Users/Usuario/Downloads/Estroncio.csv", header=T)
```

```
## Muestra Grayson.s.Pond Beaver.Lake Angler.s.Cove Appletree.Lake Rock.River
## 1      1      28.2      39.6      46.3      41.0      56.3
## 2      2      33.2      40.8      42.1      44.1      54.1
## 3      3      36.4      37.9      43.5      46.4      59.4
## 4      4      34.6      37.1      48.8      40.2      62.7
## 5      5      29.1      43.6      43.7      38.6      60.0
## 6      6      31.0      42.4      40.1      36.3      57.3
```

```
Estroncio <- read.csv("C:/Users/Usuario/Downloads/Estroncio.csv", header=T)
```

```
summary(Estroncio)
```

```
## Muestra Grayson.s.Pond Beaver.Lake Angler.s.Cove Appletree.Lake
## Min. :1.00 Min. :28.20 Min. :37.10 Min. :40.10 Min. :36.30
## 1st Qu.:2.25 1st Qu.:29.57 1st Qu.:38.33 1st Qu.:42.45 1st Qu.:39.00
## Median :3.50 Median :32.10 Median :40.20 Median :43.60 Median :40.60
## Mean :3.50 Mean :32.08 Mean :40.23 Mean :44.08 Mean :41.10
## 3rd Qu.:4.75 3rd Qu.:34.25 3rd Qu.:42.00 3rd Qu.:45.65 3rd Qu.:43.33
## Max. :6.00 Max. :36.40 Max. :43.60 Max. :48.80 Max. :46.40
## Rock.River
## Min. :54.10
## 1st Qu.:56.55
## Median :58.35
## Mean :58.30
## 3rd Qu.:59.85
## Max. :62.70
```

```
head(Estroncio)
```

```
##   Muestra Grayson.s.Pond Beaver.Lake Angler.s.Cove Appletree.Lake Rock.River
## 1      1          28.2      39.6          46.3          41.0          56.3
## 2      2          33.2      40.8          42.1          44.1          54.1
## 3      3          36.4      37.9          43.5          46.4          59.4
## 4      4          34.6      37.1          48.8          40.2          62.7
## 5      5          29.1      43.6          43.7          38.6          60.0
## 6      6          31.0      42.4          40.1          36.3          57.3
```

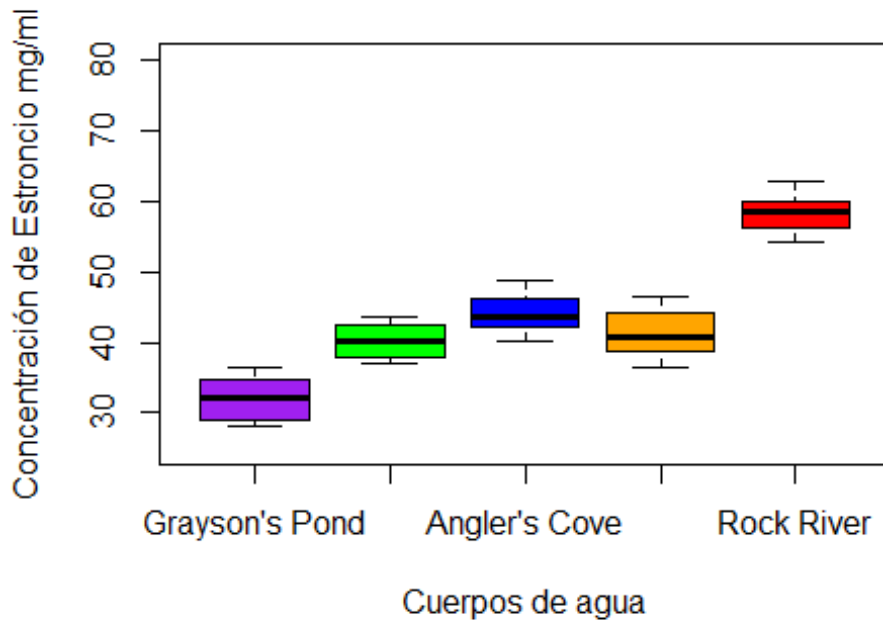
```
str(Estroncio)
```

```
## 'data.frame':    6 obs. of  6 variables:
## $ Muestra      : int  1 2 3 4 5 6
## $ Grayson.s.Pond: num  28.2 33.2 36.4 34.6 29.1 31
## $ Beaver.Lake   : num  39.6 40.8 37.9 37.1 43.6 42.4
## $ Angler.s.Cove : num  46.3 42.1 43.5 48.8 43.7 40.1
## $ Appletree.Lake: num  41 44.1 46.4 40.2 38.6 36.3
## $ Rock.River    : num  56.3 54.1 59.4 62.7 60 57.3
```

```
# Visualización -----
```

```
boxplot(Estroncio$Grayson.s.Pond, Estroncio$Beaver.Lake,
        Estroncio$Angler.s.Cove, Estroncio$Appletree.Lake,
        Estroncio$Rock.River,
        names = c("Grayson's Pond", "Beaver Lake",
                  "Angler's Cove", "Appletree Lake",
                  "Rock River"),
        col = c("purple", "green", "blue", "orange", "red"),
        main = "Concentración de Estroncio en cuerpos de agua",
        ylab = "Concentración de Estroncio mg/ml",
        xlab = "Cuerpos de agua",
        ylim = c(25, 80))
```

## Concentración de Estroncio en cuerpos de agua



```
estroncio_largo <- Estroncio %>%
  pivot_longer(cols = -Muestra,
               names_to = "Sitios",
               values_to = "Concentracion")

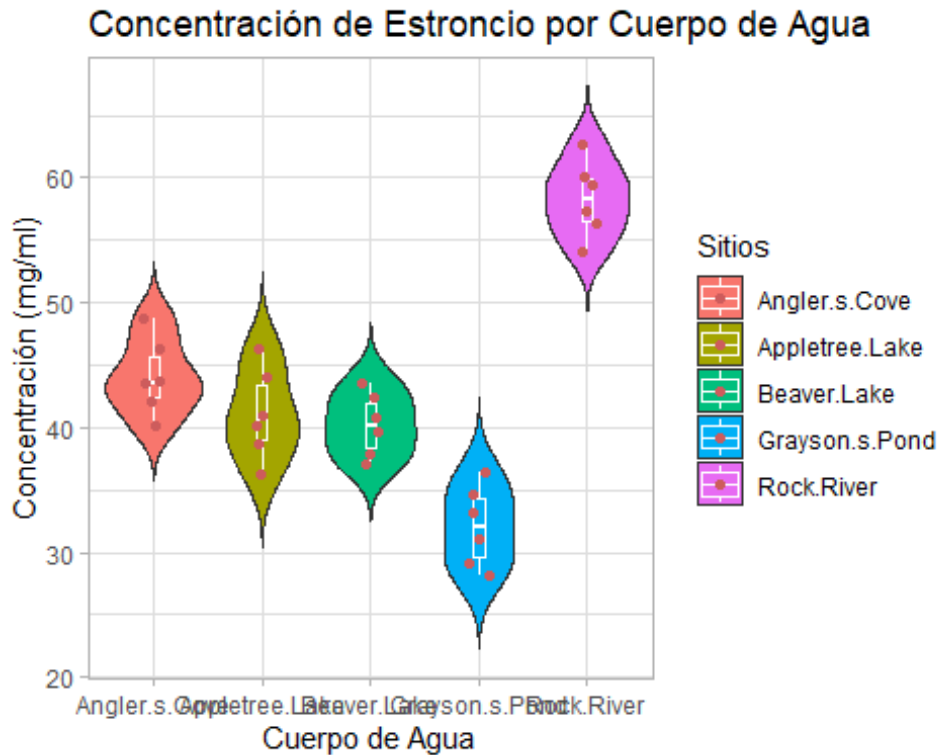
head(estroncio_largo)

## # A tibble: 6 × 3
##   Muestra Sitios      Concentracion
##   <int> <chr>      <dbl>
## 1     1 Grayson.s.Pond      28.2
## 2     1 Beaver.Lake        39.6
## 3     1 Angler.s.Cove       46.3
## 4     1 Appletree.Lake       41
## 5     1 Rock.River          56.3
## 6     2 Grayson.s.Pond       33.2

estroncio_largo$Sitios <- as.factor(estroncio_largo$Sitios)

ggplot(estroncio_largo, aes(x = Sitios, y = Concentracion, fill = Sitios)) +
  geom_violin(trim = FALSE) +
  geom_boxplot(width = 0.1, color = "white", alpha = 0.2) +
  geom_jitter(width = 0.1, color = "indianred") +
  theme_light() +
  labs(
    title = "Concentración de Estroncio por Cuerpo de Agua",
    x = "Cuerpo de Agua",
```

```
y = "Concentración (mg/ml)"
)
```



*#Promedios y varianzas*

```
tapply(estroncio_largo$Concentracion, estroncio_largo$Sitios, mean)
```

```
## Angler.s.Cove Appletree.Lake Beaver.Lake Grayson.s.Pond Rock.River
## 44.08333 41.10000 40.23333 32.08333 58.30000
```

```
tapply(estroncio_largo$Concentracion, estroncio_largo$Sitios, var)
```

```
## Angler.s.Cove Appletree.Lake Beaver.Lake Grayson.s.Pond Rock.River
## 9.489667 13.440000 6.402667 10.273667 9.220000
```

*#ANOVA*

```
resultado <- aov(Concentracion ~ Sitios,
                 data = estroncio_largo)
```

```
summary(resultado)
```

```
##          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## Sitios      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
```

*#Se rechaza La H0*

```

#LSD diferencia mínima en las medias

#con un nivel de significancia de 0.05
qt(0.975,25)

## [1] 2.059539

#El siguiente resultado es el LSD La diferencia mínima entre 2 medias
sqrt((2*9.8)/6)*qt(0.975,25)

## [1] 3.722394

#3.77 es el valor de la diferencia mínima

tapply(estroncio_largo$Concentracion,estroncio_largo$Sitios,mean)

## Angler.s.Cove Appletree.Lake Beaver.Lake Grayson.s.Pond Rock.River
## 44.08333 41.10000 40.23333 32.08333 58.30000

summary(estroncio_largo)

## Muestra Sitios Concentracion
## Min. :1.0 Angler.s.Cove :6 Min. :28.20
## 1st Qu.:2.0 Appletree.Lake:6 1st Qu.:37.30
## Median :3.5 Beaver.Lake :6 Median :41.55
## Mean :3.5 Grayson.s.Pond:6 Mean :43.16
## 3rd Qu.:5.0 Rock.River :6 3rd Qu.:46.38
## Max. :6.0 Max. :62.70

#diferencia de medias Rock.River vs Angler.s.Cove
58.30000-44.08333

## [1] 14.21667

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Rock.River vs Appletree.Lake
58.30000- 41.10000

## [1] 17.2

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Rock.River vs Beaver.Lake
58.30000- 40.23333

## [1] 18.06667

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Rock.River vs Grayson.s.Pond
58.30000- 32.08333

## [1] 26.21667

```

```

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Angler.s.Cove vs Appletree.Lake
44.08333-41.10000

## [1] 2.98333

#no hay diferencia significativa
#diferencia de medias Angler.s.Cove vs Beaver.Lake
44.08333-40.23333

## [1] 3.85

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Angler.s.Cove vs Grayson.s.Pond
44.08333-32.08333

## [1] 12

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Appletree.Lake vs Beaver.Lake
41.10000 -40.23333

## [1] 0.86667

#no hay diferencia significativa
#diferencia de medias Appletree.Lake vs Grayson.s.Pond
41.10000-32.08333

## [1] 9.01667

#si hay diferencia significativa
#diferencia de medias Beaver.Lake vs Grayson.s.Pond
40.23333-32.08333

## [1] 8.15

#si hay diferencia significativa

#Prueba de Tukey diferencia mínima significativa (MSD)
#que se requiere
MS_error <- 9.8 # resultado mean de anova
n <- 6          # Número de observaciones por grupo 6 muestras
k <- 5          # Número de grupos 5 lagos
df <- 25        # Grados de Libertad del error
#0.95% de confiabilidad
#Valor crítico de Tukey
sqrt(9.8/6)*qtukey(0.95,nmeans = 5,df=25)

## [1] 5.308078

TukeyHSD(resultado)

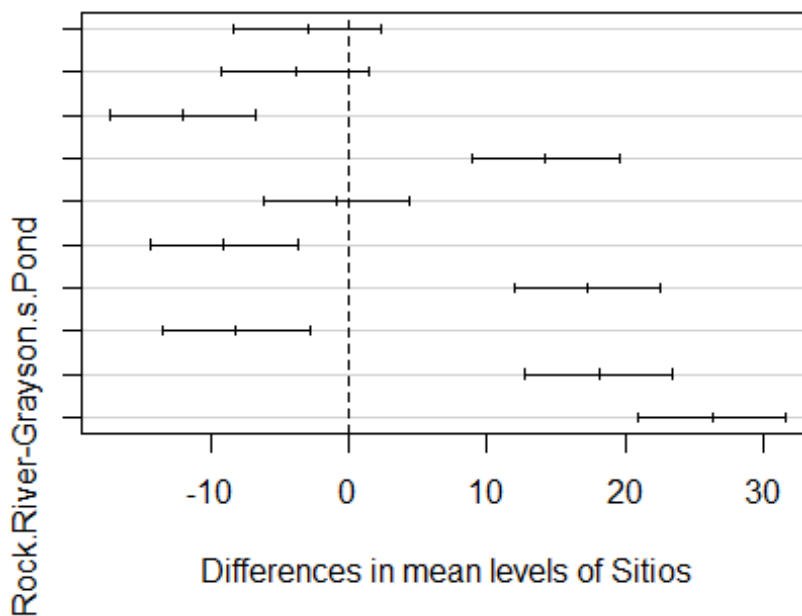
```

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

	diff	lwr	upr	p adj
## Appletree.Lake-Angler.s.Cove	-2.9833333	-8.281979	2.315312	0.4791100
## Beaver.Lake-Angler.s.Cove	-3.8500000	-9.148645	1.448645	0.2376217
## Grayson.s.Pond-Angler.s.Cove	-12.0000000	-17.298645	-6.701355	0.0000053
## Rock.River-Angler.s.Cove	14.2166667	8.918021	19.515312	0.0000003
## Beaver.Lake-Appletree.Lake	-0.8666667	-6.165312	4.431979	0.9884803
## Grayson.s.Pond-Appletree.Lake	-9.0166667	-14.315312	-3.718021	0.0003339
## Rock.River-Appletree.Lake	17.2000000	11.901355	22.498645	0.0000000
## Grayson.s.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-Grayson.s.Pond	26.2166667	20.918021	31.515312	0.0000000

```
plot(TukeyHSD(resultado))
```

### 95% family-wise confidence level



```
tinytex::tinytex_root()
```

```
## [1] "C:\\Users\\Usuario\\AppData\\Roaming\\TinyTeX"
```

Compare los resultados con la prueba LSD: ¿ los mismos pares resultan significativos?

#Respuesta: los primeros pares fueron no significativos para ambos. Y Beaver Lake vs Angler's Cove solo no fue significativo en la prueba de Tukey

# Interpretación -----

#¿Qué cuerpo de agua presenta las concentraciones más altas?

#Rock River muestra concentraciones de estroncio más elevadas, con una media de 58.3 mg/ml, muy por encima de los demás sitios.

#¿Qué sitios no difieren entre sí?

#No significativos: Appletree Lake, Beaver Lake y Angler's Cove: forman un grupo similar.

#Desde el punto de vista ambiental, ¿qué implicaciones podrían tener estas diferencias en la calidad del agua?

#Las diferencias en las concentraciones de estroncio reflejan que algunos cuerpos de agua (especialmente Rock River) podrían estar bajo mayor riesgo Ambiental. Siendo un element químico que se encuentra en la naturaleza se tendría que monitorear que no tenga más concentración de lo normal, ya que hay especies que con un simple cambio de su habitat pueden desestabilizarse.