

Tarea-3.R

Usuario

2025-09-22

```
# Eusebio Alberto Espinosa Saucedo
# Matricula: 1854858
# Fecha: 22 de septiembre de 2025

# Analisis de Datos -----
-----

# Datos de concentración de estroncio (mg/mL)
estroncio <- data.frame(
  Sitio = rep(c("Graysons_Pond", "Beaver_Lake", "Anglers_Cove",
               "Appletree_Lake", "Rock_River"), each = 6),
  Valor = 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
  )
)

# Ver los registros
head(estroncio)

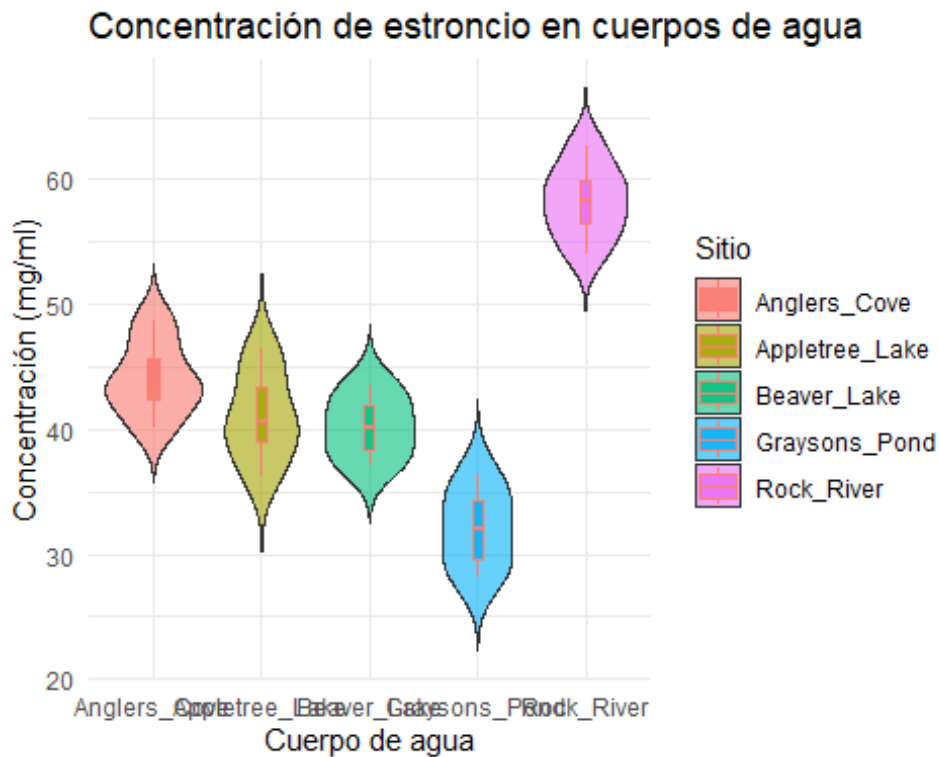
##           Sitio Valor
## 1 Graysons_Pond  28.2
## 2 Graysons_Pond  33.2
## 3 Graysons_Pond  36.4
## 4 Graysons_Pond  34.6
## 5 Graysons_Pond  29.1
## 6 Graysons_Pond  31.0

# Grafico de comparaciones por sitio -----
--

library(ggplot2)

ggplot(estroncio, aes(x = Sitio, y = Valor, fill = Sitio)) +
  geom_violin(trim = FALSE, alpha = 0.6) + # Forma del violín
  geom_boxplot(width = 0.1, color = "salmon", alpha = 0.8) + # Caja
dentro
  labs(title = "Concentración de estroncio en cuerpos de agua",
       x = "Cuerpo de agua",
```

```
y = "Concentración (mg/ml)" +  
theme_minimal()
```



```
# Hipótesis -----  
--  
  
# H0 (nula): No existen diferencias significativas en la concentración  
# media de  
# estroncio entre los cinco cuerpos de agua.  
  
# H1 (alternativa): Al menos un cuerpo de agua presenta una concentración  
# media significativamente diferente.  
  
# Prueba de Anova -----  
--  
  
# ANOVA de una vía  
modelo <- aov(Valor ~ Sitio, data = estroncio)  
  
# Tabla de ANOVA  
summary(modelo)  
  
##           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 -----

# Extraer MSE y gl de la tabla ANOVA
anova_tab <- anova(modelo)
MSE <- anova_tab["Residuals", "Mean Sq"]
gl_error <- anova_tab["Residuals", "Df"]

# Número de réplicas por sitio
n <- 6

# Valor crítico t
t_crit <- qt(0.975, df = gl_error) # 0.975 porque es bilateral con
alfa=0.05

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

## [1] 3.715779

# Comparación de medias
medias <- aggregate(Valor ~ Sitio, data = estroncio, mean)
medias

##           Sitio      Valor
## 1 Anglers_Cove 44.08333
## 2 Appletree_Lake 41.10000
## 3 Beaver_Lake 40.23333
## 4 Graysons_Pond 32.08333
## 5 Rock_River 58.30000

# Comparación par a par
comb <- combn(medias$Valor, 2)
diferencias <- abs(comb[1,] - comb[2,])
diferencias

## [1] 2.983333 3.850000 12.000000 14.216667 0.866667 9.016667
## [7] 17.200000 8.150000 18.066667 26.216667

# Ver si superan el LSD
diferencias > LSD

## [1] FALSE TRUE TRUE TRUE FALSE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE

# Prueba de Tukey HSD -----

tukey <- TukeyHSD(modelo)
tukey
```

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

Interpretación y análisis de resultados -----

#El análisis ANOVA mostró diferencias significativas en las concentraciones de estroncio entre los cinco cuerpos de agua evaluados, lo que indica que al menos uno de ellos tiene un comportamiento distinto.

#Rock River registró los niveles más altos (por encima de 54 mg/mL, llegando hasta 62.7 mg/mL), mientras que Grayson's Pond tuvo las concentraciones más bajas (28–36 mg/mL). Las pruebas post-hoc (LSD y Tukey) confirmaron que ambos se diferencian significativamente del resto.

#En contraste, Beaver Lake, Angler's Cove y Appletree Lake presentaron valores similares entre sí, sin diferencias estadísticas relevantes.

#La alta concentración en Rock River podría deberse a fuentes de

contaminación

#como actividades industriales o agrícolas, mientras que los bajos niveles en

#Grayson's Pond podrían reflejar un entorno menos alterado o condiciones naturales que limitan la presencia de estroncio.

#Estos resultados permiten identificar zonas prioritarias para vigilancia ambiental. En particular, Rock River debería ser objeto de estudios más detallados para determinar el origen del estroncio y evaluar posibles impactos

#ecológicos y sanitarios. Esta información es clave para apoyar decisiones en

#gestión de recursos hídricos y protección de ecosistemas acuáticos.