

# ***Diseño experimental y estadística aplicada para ciencias ambientales***

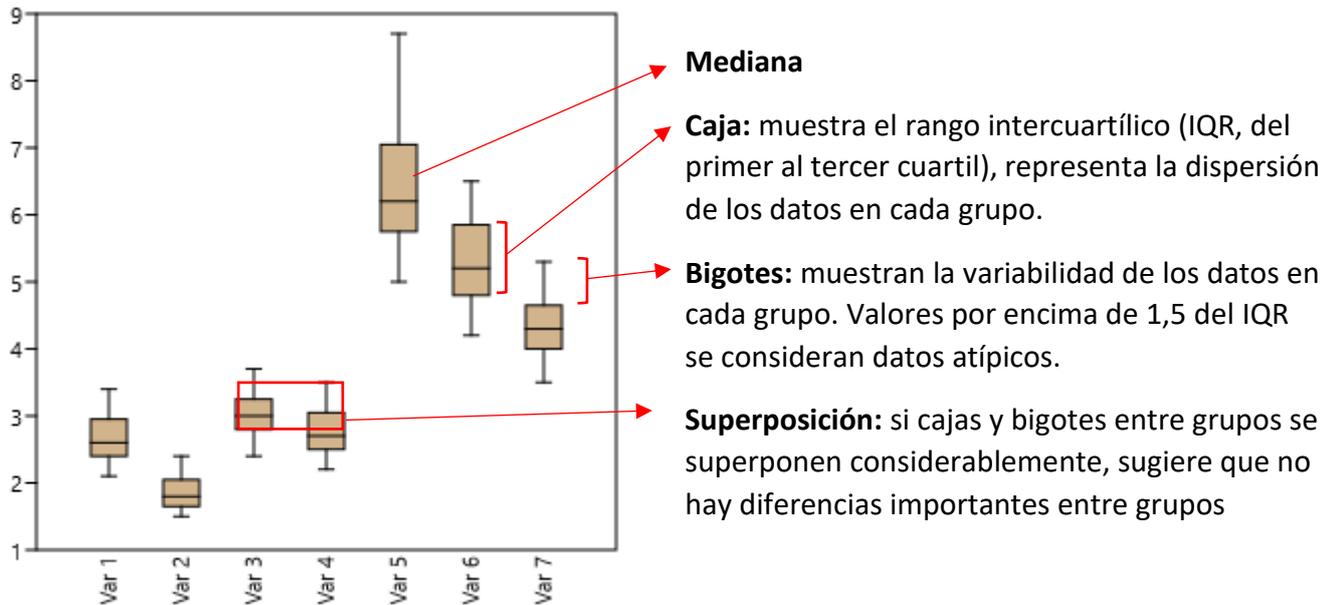
Diego Mota de Echeandía y Rocío López Flores  
Escuela Politécnica Superior - Universidad de Zaragoza



Diseño experimental y estadística aplicada para ciencias ambientales by Diego Mota de Echeandía & Rocío López-Flores is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License.



En el recuadro rojo se muestran los resultados del análisis ANOVA. Si observamos el *p*-valor obtenido, podemos concluir con que la varianza entre los grupos no es homogénea (*p*-valor <0,05) y que existen diferencias significativas entre los grupos. Es conveniente apoyar el resultado del test con un gráfico que permita una mejor interpretación. Las opciones que más se ajustan al ANOVA son: gráficos de barras o columnas, gráficos de dispersión o por ejemplo, un gráfico de cajas y bigotes como el siguiente...



Recuerda que el análisis de un ANOVA no se basa únicamente en los resultados gráficos. Lo principal es considerar los resultados estadísticos, como los valores de puntuación F y los valores p asociados, para determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

En el caso en el que las muestras no cumplan los requisitos para realizar un ANOVA, existen otras técnicas como la transformación de datos o la prueba de Kruskal Wallis que nos permite trabajar con datos no paramétricos.

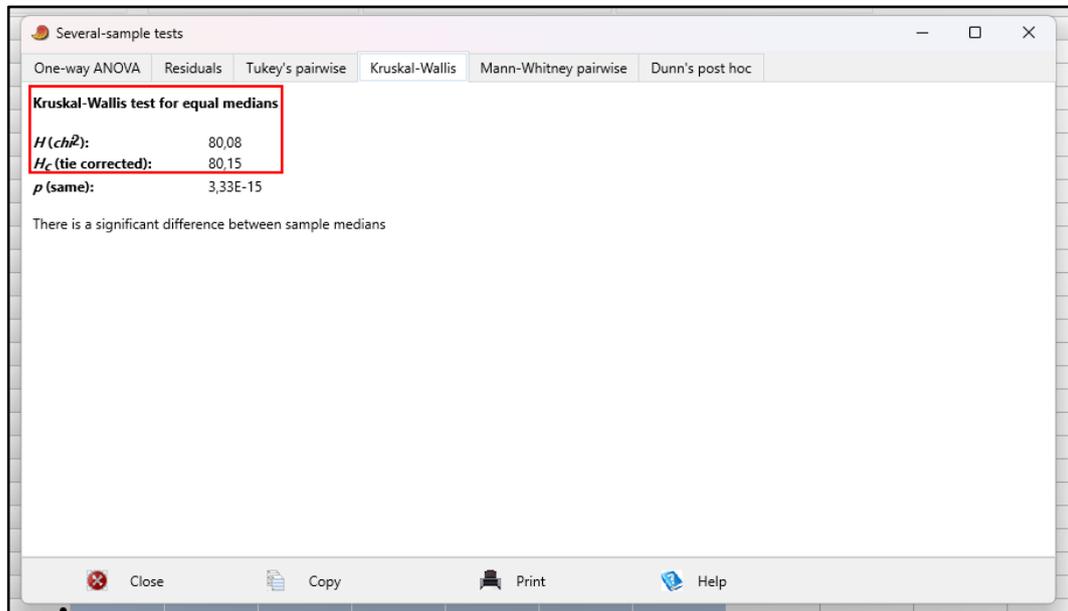
**KRUSKAL WALLIS:** La prueba de Kruskal-Wallis es una prueba no paramétrica utilizada para comparar las medianas de tres o más grupos independientes. Es una alternativa al análisis de varianza (ANOVA) cuando los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas no se cumplen.

La prueba de Kruskal-Wallis se basa en los rangos de los datos en lugar de los valores originales. A continuación, se describen los requisitos para llevar a cabo esta prueba:

- Datos independientes: Al igual que en el ANOVA, los grupos deben ser independientes entre sí.

## ¿Cómo realizar un Kruskal Wallis en PAST?

Una vez comprobado que las variables son no paramétricas y no es posible realizar un ANOVA, haremos click en “**Univariate>ANOVA etc. (several samples)>Several sample-tests (ANOVA – Kruskal Wallis)**” e iremos a la ventana “**Kruskal-Wallis**”



En el recuadro rojo se muestran los resultados del análisis Kruskal Wallis. Si observamos el  $p$ -valor obtenido, podemos concluir con que la varianza entre los grupos no es homogénea ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) y que existen diferencias significativas entre los grupos.

Ya sea con un análisis ANOVA o Kruskal Wallis, si encontramos diferencias significativas, sabemos que la varianza entre grupos no es homogénea pero estos análisis no nos dicen qué grupos específicos difieren entre sí. Para ello, se puede realizar una prueba *post hoc*, como por ejemplo la **prueba de Mann-Whitney U**. Existen otras pruebas como la **t de Student** pero es aconsejable usar la primera ya que es más robusta ante violaciones de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

## ¿Cómo realizar una prueba de Mann-Whitney U en PAST?

Seleccionaremos aquellas variables que nos interesen y haremos click en “**Univariate>ANOVA etc. (several samples)>Several sample-tests (ANOVA – Kruskal Wallis)**” e iremos a la ventana “**Mann Whitney pairwise**”

Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7	I	J	K	L
3,4	2,4	3,2	3,5	8,7	6,5	4,5				
2,6	1,8	3,0	2,7	6,2	5,2	4,3				
2,8	2,0	3,3	2,9	6,8	5,6	4,7				
2,5	1,8	2,9	2,6	6,0	5,0	4,2				
2,3	1,6	2,7	2,4	5,6	4,7	3,9				
3,1	2,1	3,5	3,2	7,3	6,1	5,1				

Several-sample tests

One-way ANOVA   Residuals   Tukey's pairwise   Kruskal-Wallis   Mann-Whitney pairwise   Dunn's post hoc

Raw p values, uncorrected significance

	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7
Var 1		4,813E-05	0,03494	0,4243	1,595E-05	1,595E-05	1,595E-05
Var 2	4,813E-05		1,745E-05	3,081E-05	1,569E-05	1,569E-05	1,569E-05
Var 3	0,03494	1,745E-05		0,08882	1,595E-05	1,595E-05	2,822E-05
Var 4	0,4243	3,081E-05	0,08882		1,595E-05	1,595E-05	1,786E-05
Var 5	1,595E-05	1,569E-05	1,595E-05	1,595E-05		0,005939	3,189E-05
Var 6	1,595E-05	1,569E-05	1,595E-05	1,595E-05	0,005939		0,002216
Var 7	1,595E-05	1,569E-05	2,822E-05	1,786E-05	3,189E-05	0,002216	

En rojo se muestran los grupos que difieren entre sí ( $p$ -valor  $< 0,05$ ), en este caso, podemos observar que el la *Variable 1* y la *Variable 4* difieren entre sí de manera significativa, así como la *Variable 3* y la *Variable 4*.