

# Estadística

## Diseño de bloques completos al azar

Daniel Martínez Bello

Universidad de Santander  
Maestría en Biotecnología

Mayo de 2024



# Diseño de bloques completos al azar

## Idea principal

- ▶ Queremos comparar entre tratamientos que consisten en varios niveles de un factor, y la respuesta es continua, pero las unidades experimentales están anidadas en bloques.
- ▶ El interés es establecer si el promedio entre tratamientos es igual en la población, dado que se tiene el efecto de bloque
- ▶ Utilizamos el **análisis de varianza**, que corresponde a una descomposición de todas las fuentes de variación.



# Diseño de bloques completos al azar

## Ejemplo

Un químico quiere probar el efecto de cuatro agentes químicos sobre la fortaleza de un tipo particular de tejido. Debido a que existe variabilidad de un tornillo a otro, el químico utiliza un diseño completamente al azar con los tornillos del tejido considerados como bloques. Ella elige cinco tornillos y aplica todos los cuatro químicos de forma aleatoria a cada tornillo. La variable respuesta corresponde a la fuerza tensil del tejido. Analice los datos y obtenga conclusiones.



## Diseño de bloques completos al azar

Factor Nivel			
1	2	3	4
$y_{11}$	$y_{12}$	$y_{13}$	$y_{14}$
$y_{21}$	$y_{22}$	$y_{23}$	$y_{24}$
$y_{31}$	$y_{32}$	$y_{33}$	$y_{34}$
$y_{41}$	$y_{42}$	$y_{43}$	$y_{44}$
$y_{51}$	$y_{52}$	$y_{53}$	$y_{54}$

Cada columna representa un tratamiento y a su vez representa un nivel del factor bajo estudio, entonces hay cuatro tratamientos, cada tratamiento tiene entre cinco replicaciones, pero cada replica esta anidada en un bloque



## Diseño de bloques completos al azar

Bloque	Factor Nivel			
	1	2	3	4
1	$y_{11}$	$y_{12}$	$y_{13}$	$y_{14}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	$y_{23}$	$y_{24}$
3	$y_{31}$	$y_{32}$	$y_{33}$	$y_{34}$
4	$y_{41}$	$y_{42}$	$y_{43}$	$y_{44}$
5	$y_{51}$	$y_{52}$	$y_{53}$	$y_{54}$

Cada columna representa un tratamiento y a su vez representa un nivel del factor bajo estudio, entonces hay cuatro tratamientos, cada tratamiento tiene entre cinco replicaciones, pero cada replica esta anidada en un bloque



## Diseño de bloques completos al azar

Bloque	Factor Nivel			
	1	2	3	4
1	$y_{11}$	$y_{12}$	$y_{13}$	$y_{14}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	$y_{23}$	$y_{24}$
3	$y_{31}$	$y_{32}$	$y_{33}$	$y_{34}$
4	$y_{41}$	$y_{42}$	$y_{43}$	$y_{44}$
5	$y_{51}$	$y_{52}$	$y_{53}$	$y_{54}$

Cada columna representa un tratamiento y a su vez representa un nivel del factor bajo estudio, entonces hay cuatro tratamientos, cada tratamiento tiene entre cinco replicaciones, pero cada replica esta anidada en un bloque



## Diseño de bloques completos al azar

Bloque	Agente químico			
	Nivel			
	1	2	3	4
1	$y_{11}$	$y_{12}$	$y_{13}$	$y_{14}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	$y_{23}$	$y_{24}$
3	$y_{31}$	$y_{32}$	$y_{33}$	$y_{34}$
4	$y_{41}$	$y_{42}$	$y_{43}$	$y_{44}$
5	$y_{51}$	$y_{52}$	$y_{53}$	$y_{54}$

Cada columna representa un tratamiento y a su vez representa un nivel del factor bajo estudio, entonces hay cuatro tratamientos, cada tratamiento tiene cinco replicaciones, y existen cinco bloques.



## Diseño de bloques completos al azar

- ▶ Variable de respuesta: fuerza tensil del tejido.





# Diseño de bloques completos al azar

## Hipótesis estadística

- ▶  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- ▶ La hipótesis nula dice que el promedio de fuerza tensil es igual entre los agentes químicos teniendo en cuenta el efecto de bloque.
- ▶  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$
- ▶ La hipótesis alternadice que el promedio de fuerza tensil es diferente entre los agentes químicos teniendo en cuenta el efecto de bloque



# Diseño de bloques completos al azar

## Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

$$\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$b_j \sim N(0, \sigma_b^2)$$

El modelo se puede interpretar como que la respuesta depende de un valor medio definido por  $\mu$  mas un efecto de cada tratamiento  $\alpha_i$  mas el componente de error de cada medición + el efecto aleatorio dado por el bloque  $b_j$ .



# Diseño de bloques completos al azar

## Estadística descriptiva por tratamiento

Table: Descriptive Statistics

	strength			
	1	2	3	4
Valid	5	5	5	5
Median	71	72	73	73
Mean	70.600	71.400	72.400	72.600
Std. Deviation	3.050	3.050	4.393	2.608
Minimum	67	67	68	69
Maximum	74	75	78	75



# Diseño de bloques completos al azar

## Estadística descriptiva por bloque

Table: Descriptive Statistics

	strength				
	1	2	3	4	5
Valid	4	4	4	4	4
Median	73	68	75	72.500	68.500
Mean	73.500	68.500	75.500	72.750	68.500
Std. Deviation	1	1.732	1.732	1.708	1.291
Minimum	73	67	74	71	67
Maximum	75	71	78	75	70



# Diseño de bloques completos al azar

## Estadísticos de ajuste

Table: Fit statistics

Deviance (REML)	log Lik.	df	AIC	BIC
76.460	−38.230	6	88.460	94.435

Table: ANOVA Summary

Effect	df	F	p
chemical	3, 12.00	2.376	0.121



# Diseño de bloques completos al azar

## Estimados de los efectos fijos

Table: Fixed Effects Estimates

Term	Estimate	SE	df	t	p
Intercept	71.750	1.401	4	51.217	< .001
chemical (1)	-1.150	0.522	12	-2.203	0.048
chemical (2)	-0.350	0.522	12	-0.670	0.515
chemical (3)	0.650	0.522	12	1.245	0.237



# Diseño de bloques completos al azar

## Estimados de los efectos aleatorios (efecto de bloque)

Table: bolt: Variance Estimates

Term	Std. Deviation	Variance
Intercept	3.059	9.358

Table: bolt: Random Effect Estimates

bolt	(Intercept)
1	1.669
2	-3.100
3	3.576
4	0.954
5	-3.100

