

# Biometría



Diseño experimental

# Principios del diseño experimental

---

1. Replicación
2. Aleatorización
3. Control del error experimental

# 1. Replicación

---

- ❑ Consiste en aplicar un tratamiento a **más de una** unidad experimental. La cantidad de réplicas es la cantidad de repeticiones **de cada tratamiento**
- ❑ Implica una **repetición independiente** del experimento
- ❑ Demuestra que se pueden reproducir los resultados, al menos bajo las mismas condiciones experimentales
- ❑ Permite una estimación del error experimental
- ❑ Mejora la **precisión** de un experimento
  
- ❑ Nota: Cuando todos los tratamientos tienen la misma cantidad de réplicas se dice que el diseño es **balanceado**

# ¿Cuántas réplicas?

- A mayor cantidad de réplicas, mayor es la precisión del experimento (se obtienen estimadores más precisos) y mayor es la potencia de la prueba (capacidad para detectar diferencias en caso de haberlas)
- La cantidad de réplicas ( $n_i$ ) necesaria para un experimento depende de:
  - La variabilidad de la variable respuesta
  - La magnitud del efecto que se quiere detectar  $d$
  - El nivel de significación  $\alpha$
  - La potencia  $1-\beta$ , es decir la probabilidad de detectar el efecto

Tamaño muestral para...

Detectar una DMS | Estimar una media | Estimar una proporción | Dif Prop

Número de tratamientos: 2

Varianza común dentro de tratamientos: 1

Nivel de significación: 0,05

Mínima diferencia que se quiere detectar: 1

Repeticiones por tratamiento (n): 11

Potencia alcanzada: 0,60310

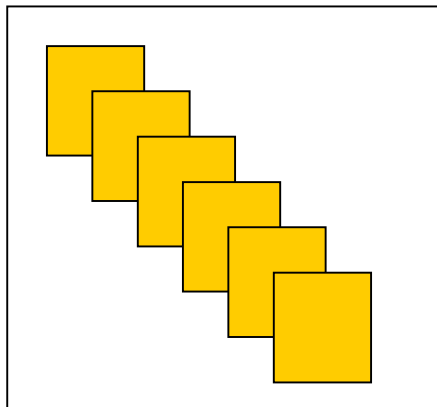
Cancelar Ayuda

# ¿Cuántas réplicas?

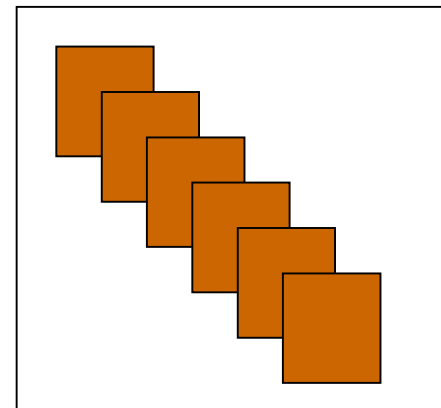


- Se llevó a cabo un experimento a fin de evaluar la respuesta del isópodo *Exosphaeroma gigas* a la exposición de dosis subletales de cadmio. Se dispone de 12 ejemplares que son asignados al azar a dos peceras: con y sin cadmio

Pecera 1  
Control



Pecera 2  
Cadmio



$n_i?$

# Pseudorreplicación

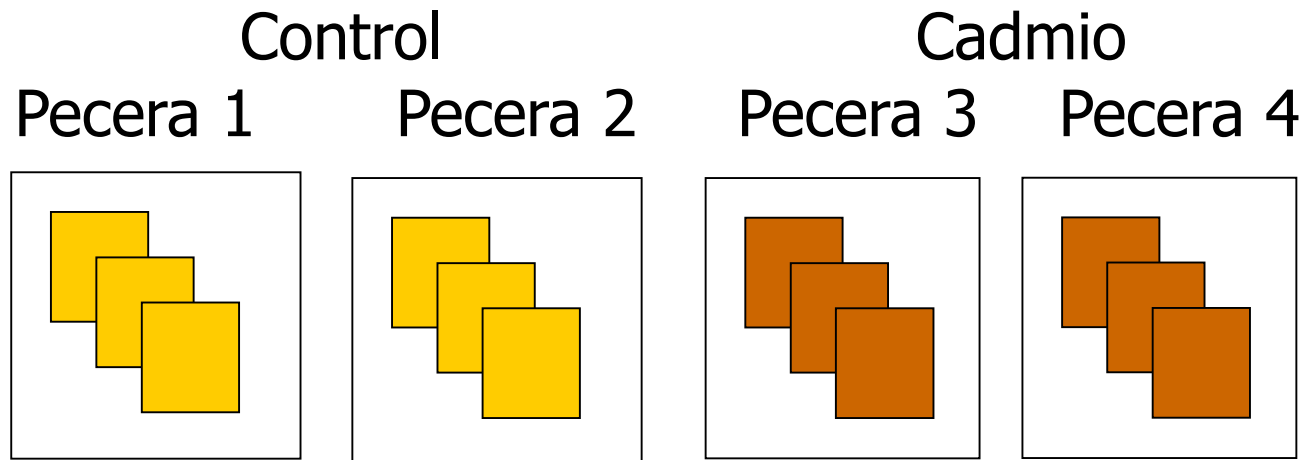
---

- ❑ Consiste en la utilización de “réplicas” que **no son independientes** entre sí
- ❑ Es uno de los errores más frecuentes en diseño experimental
- ❑ Se puede originar por un mal diseño o por un mal análisis

# ¿Cuántas réplicas?



- Se rediseña el ensayo anterior. Los animales se dividen en 4 peceras de 3 animales cada uno. A cada pecera se le asigna un tratamiento



$n_i?$

## 2. Aleatorización

---

- ❑ En un estudio experimental, consiste en la asignación al azar de los tratamientos a las unidades experimentales
- ❑ En un estudio observacional, consiste en la selección al azar de los individuos
- ❑ Logra que los factores no controlados por el experimentador en el diseño experimental y que pueden influir en los resultados serán asignados al azar a las unidades experimentales (**se eliminan sesgos**)



### 3. Control del error

---

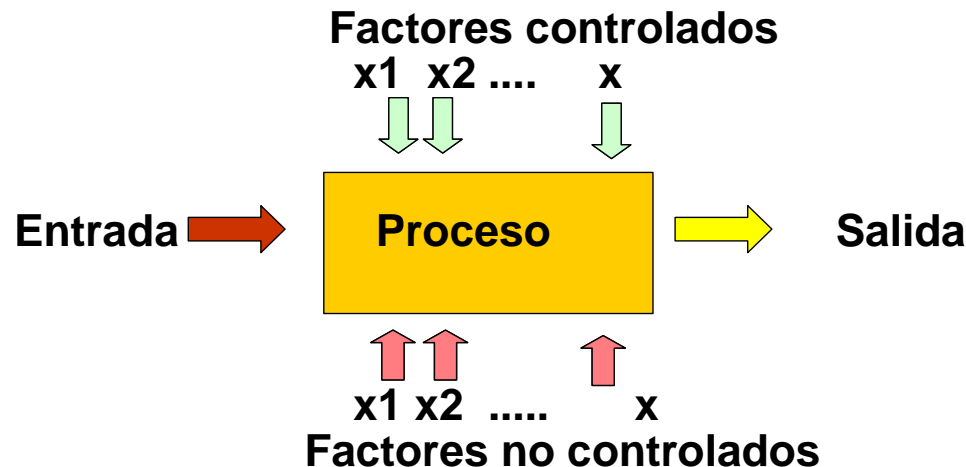
- **Error experimental:** es la variabilidad existente entre unidades experimentales igualmente tratadas
- Causas:
  - variabilidad natural entre unidades experimentales
  - variables no controladas
  - variabilidad debida a la técnica experimental

# La clave está en la variabilidad

---

Fuentes de variabilidad en la variable respuesta:

- ▣ Debida a las variables explicatorias o factores (controladas)
- ▣ Debida al error experimental (no controlable)



# Control del error

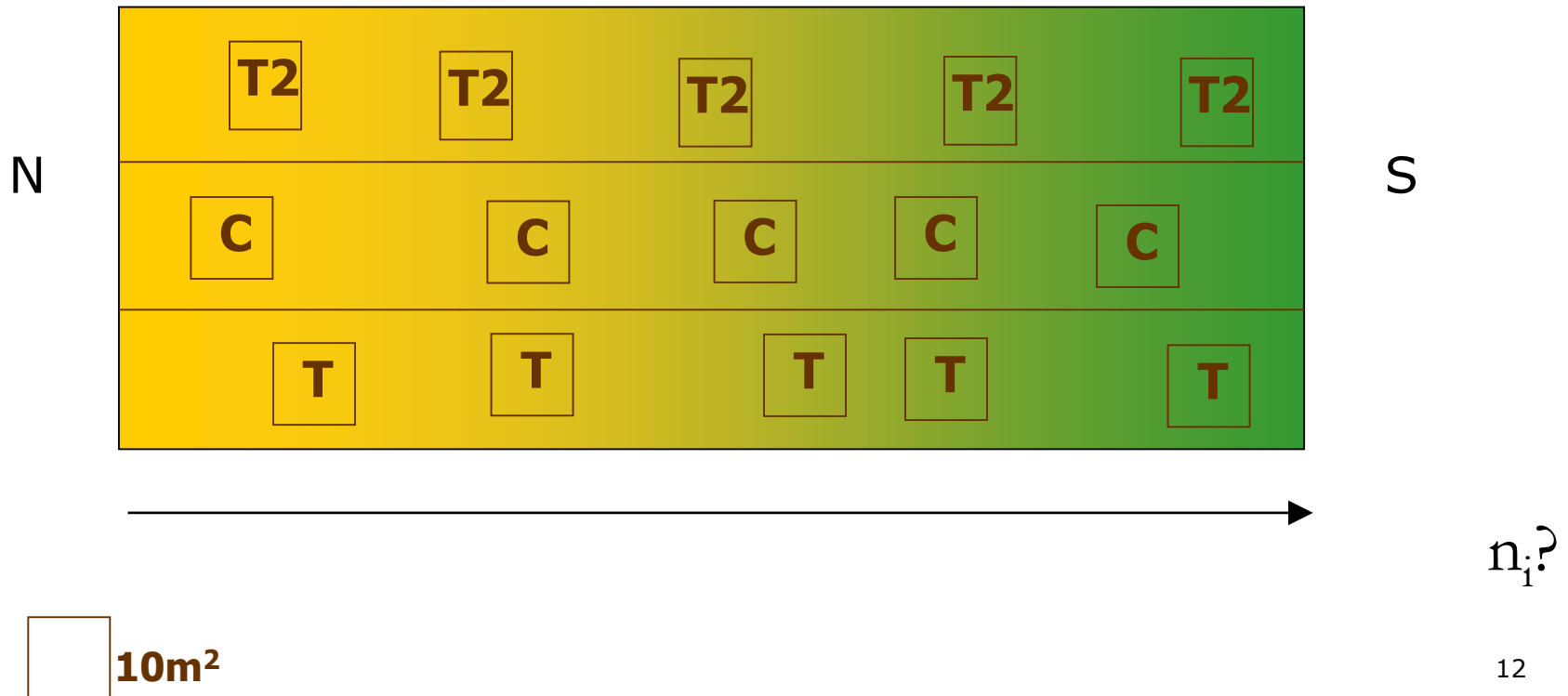
---

- ❑ Utilizar unidades experimentales **homogéneas**
- ❑ Bloquear: si las unidades experimentales son heterogéneas, se las puede agrupar en unidades más o menos homogéneas (**bloques**) y dentro de estos aplicar los tratamientos
- ❑ Refinar la técnica experimental

# Determinación de la efectividad de un fungicida en el control de la roya en trigo, mejorando la productividad



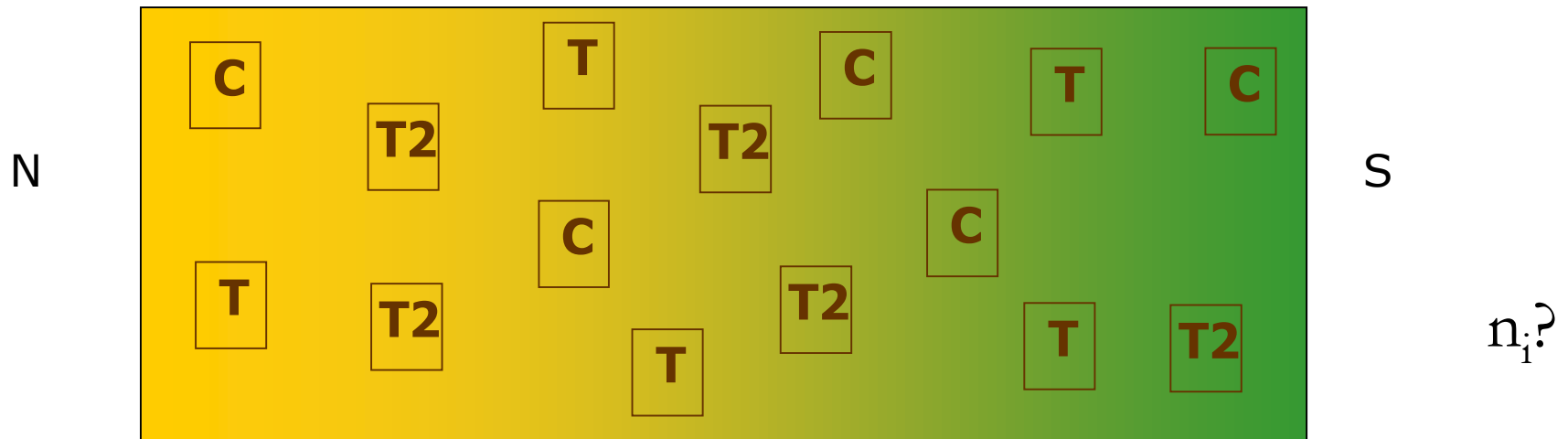
**Diseño 1:** Se dispone de un campo con un gradiente de fertilidad norte sur. Se divide en tres sectores y se asignan al azar los tratamientos. Se cosechan 5 parcelas en cada sector.



# Efectividad de un fungicida



**Diseño 2:** Se eligen 15 parcelas y en cada una se decide al azar el tratamiento

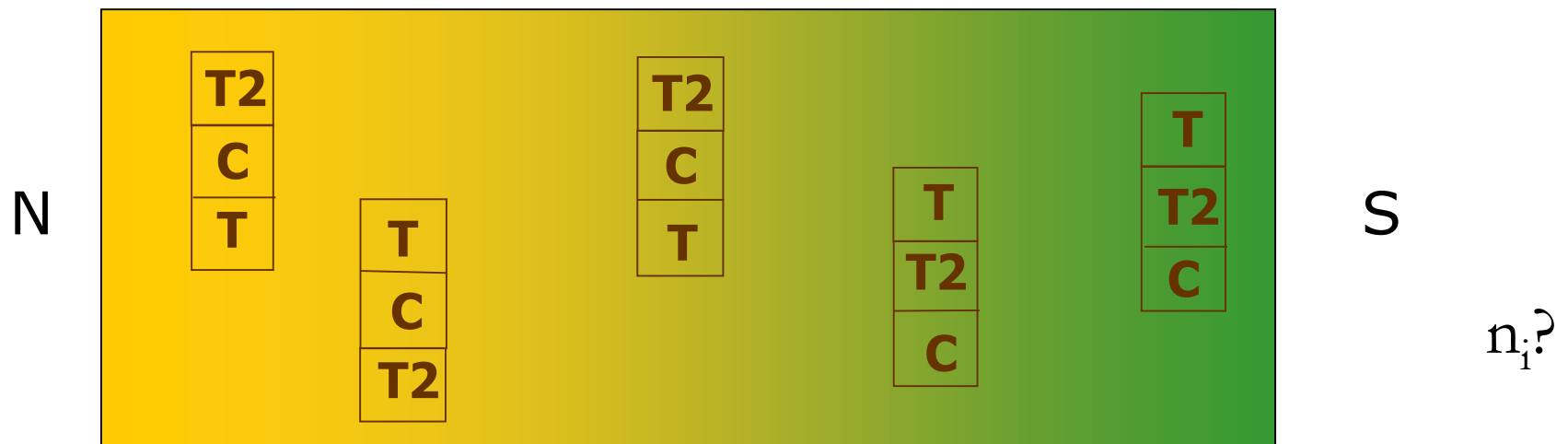


Muestras independientes =  
Diseño completamente aleatorizado (DCA)  
Hay pobre control del error

# Efectividad de un fungicida



**Diseño 3:** Se eligen 5 parcelas perpendiculares al gradiente. Cada parcela se divide en tres y se decide al azar cuál subparcela es tratada o no con fungicida



Muestras dependientes = Diseño de bloques al azar (DBA)

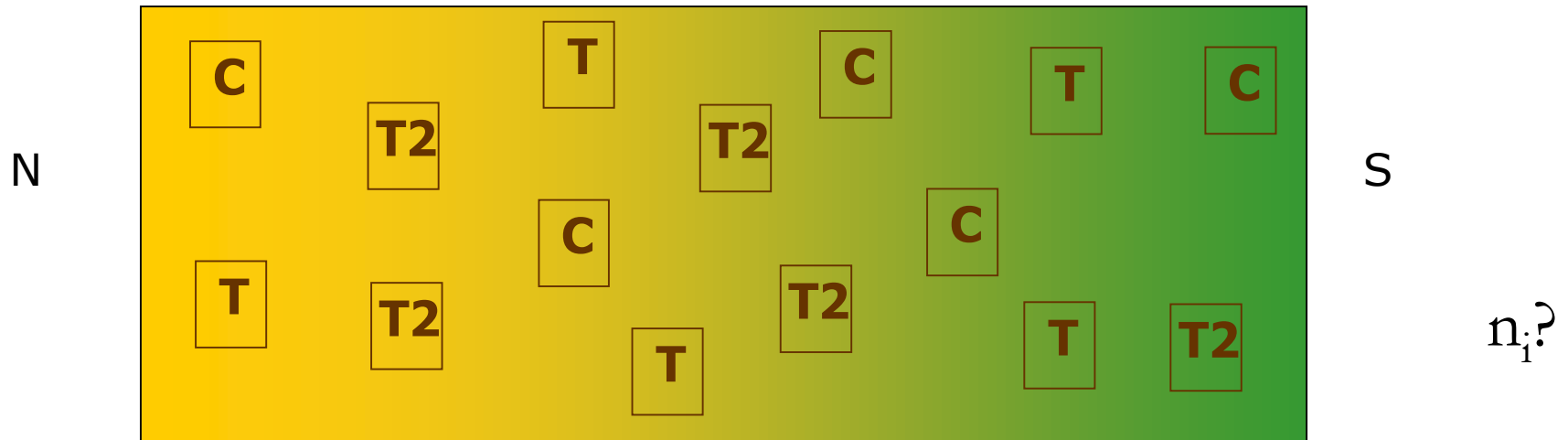
Mejor control del error

Maximiza la variabilidad entre bloques y  
minimiza la variabilidad dentro del bloque

# Efectividad de un fungicida



**Diseño 4:** Se eligen 15 parcelas y en cada una se decide al azar el tratamiento. En cada parcela se registra además una variable cualitativa asociada al gradiente (ej Fertilidad del suelo Alta, Media o Baja).



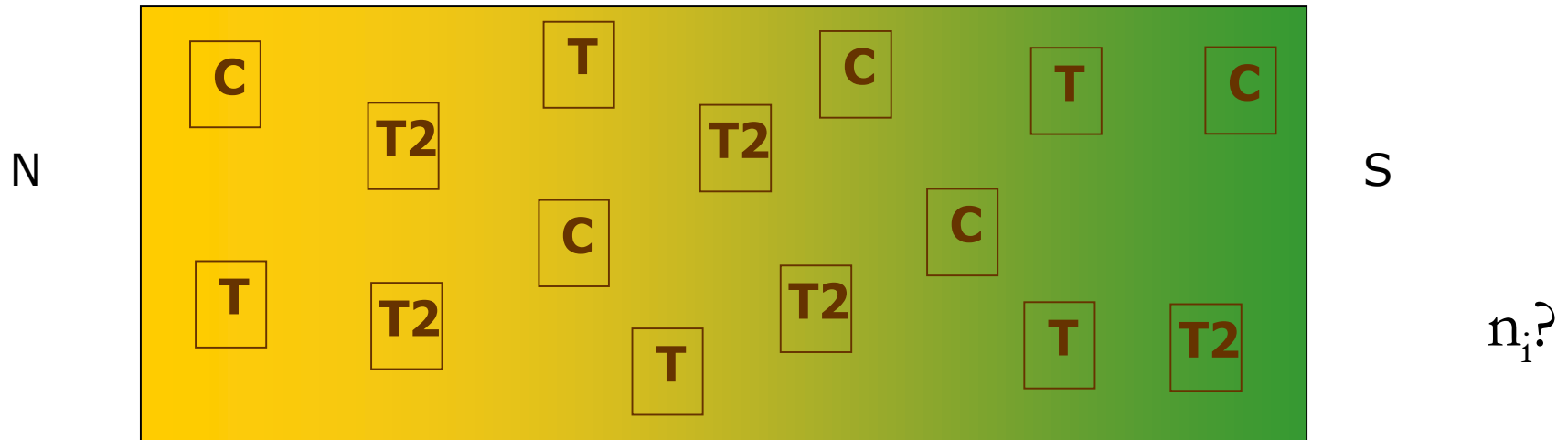
Modelo lineal general con 2 predictoras cualitativas  
ANOVA de 2 factores

Se analiza el efecto del fungicida (Factor 1) y de la Fertilidad de suelo (Factor 2) sobre la productividad del trigo

# Efectividad de un fungicida



**Diseño 5:** Se eligen 15 parcelas y en cada una se decide al azar el tratamiento. En cada parcela se registra además una variable cuantitativa asociada al gradiente (ej % de humedad en el suelo).



Modelo lineal general con 2 predictoras  
**ANCOVA (análisis de la covarianza)**

Se analiza el efecto del fungicida (Factor) y de la Humedad de suelo (covariable) sobre la productividad del trigo



# Diseños

---

- ❑ Muestras independientes: Diseño Completamente aleatorizado (DCA) de 1 Factor
  - ✓ es el más simple
  - ✓ los tratamientos son asignados al azar a las u.e.
  - ✓ no es recomendable cuando las u.e. son heterogéneas
  
- ❑ Muestras dependientes: Diseño de Bloques al azar (DBA)
  - ✓ Ofrece una gran ventaja cuando las u.e. son heterogéneas
  - ✓ Ofrece una pequeña desventaja cuando las u.e. son homogéneas
  - ✓ Mayor alcance (no requiere u.e. homogéneas)
  - ✓ No se analiza la fuente de error que genera la heterogeneidad (sólo la controla)

# Diseños

---

- ❑ Muestras independientes: Diseño Completamente aleatorizado (DCA) Anova de 2 Factor
  - ✓ Analiza el efecto combinado de dos variables cualitativas fijas (factores) sobre una variable respuesta continua.
  - ✓ Puede utilizarse como método de control de error cuando la fuente de heterogeneidad está claramente definida por una variable cualitativa (ej Fertilidad: baja-alta)
  
- ❑ Muestras independientes: Diseño Completamente aleatorizado, ANCOVA
  - ✓ Analizar el efecto combinado de dos variables una cualitativa (factor) y una cuantitativa (covariable) sobre una variable respuesta continua.
  - ✓ Se utiliza como método de control de error cuando la fuente de heterogeneidad está claramente definida por una variable cuantitativa (ej % de humedad del suelo).
  - ✓ Supone relación lineal entre la variable respuesta y la covariable para cada nivel del factor