



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Elementos del Diseño de Experimento

Erika Kania Kuhl
Ing. Agr. Dr.



1



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Elementos del Diseño de Experimentos

- ✓ Unidad experimental
- ✓ Unidad de observación
- ✓ Variable respuesta
- ✓ Error Experimental
- ✓ Tratamiento
- ✓ Tratamiento Control
- ✓ Tratamiento Testigo
- ✓ Factores y Niveles
- ✓ Estructura factorial de tratamientos
- ✓ Repetición
- ✓ Submuestreo
- ✓ Aleatorización
- ✓ Bloque
- ✓ Covariable

2



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

En las Ciencias Agropecuarias es frecuente conducir ensayos con el fin de evaluar comparativamente dos o más tratamientos.

Experimento

Se define a un experimento como la acción de aplicar uno o más tratamientos a un conjunto de **unidades experimentales** para valorar sus **respuestas.**

3



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental (UE)

Es el elemento o **unidad básica del ensayo** o la **mínima porción del material experimental** sobre el cual se aplica un tratamiento

....y sobre la que, posteriormente, se evalúan **una o más variables respuestas** para evaluar el efecto de los tratamientos



4



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



En las Ciencias Agropecuarias en particular se suele usar el término "parcela experimental" por trabajarse efectivamente con parcelas de tierra como unidad experimental

5



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

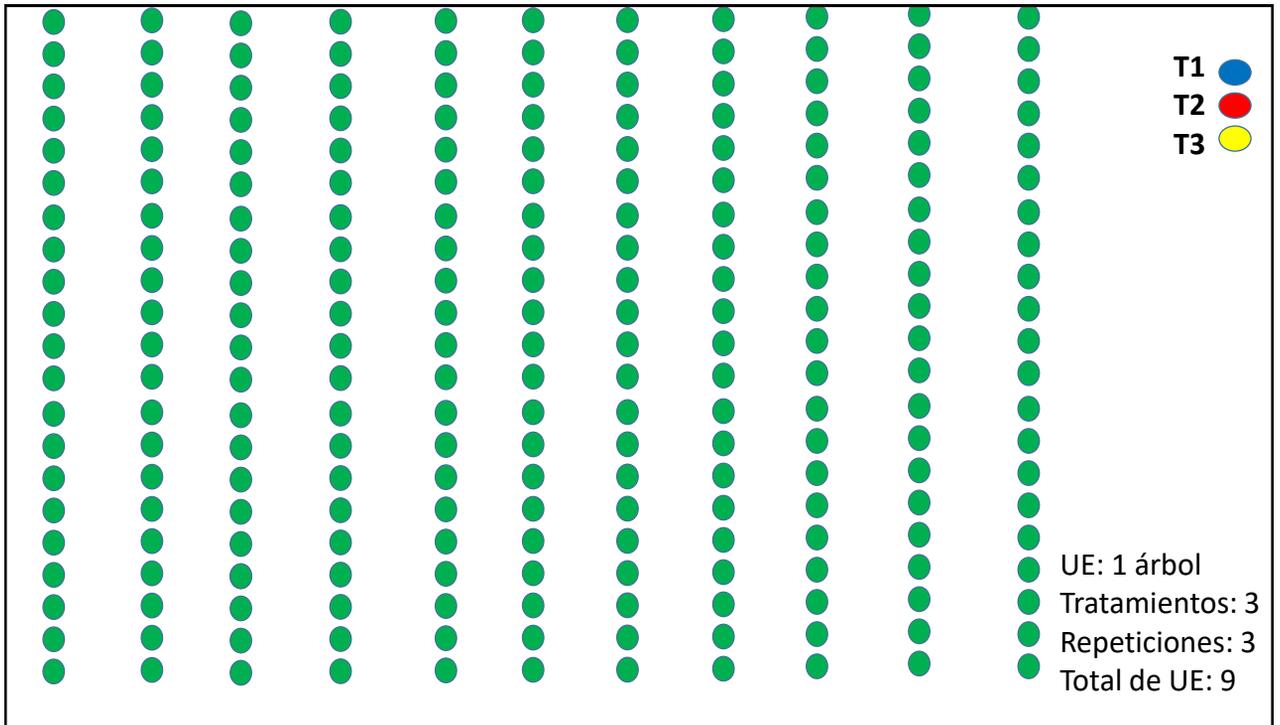
Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.

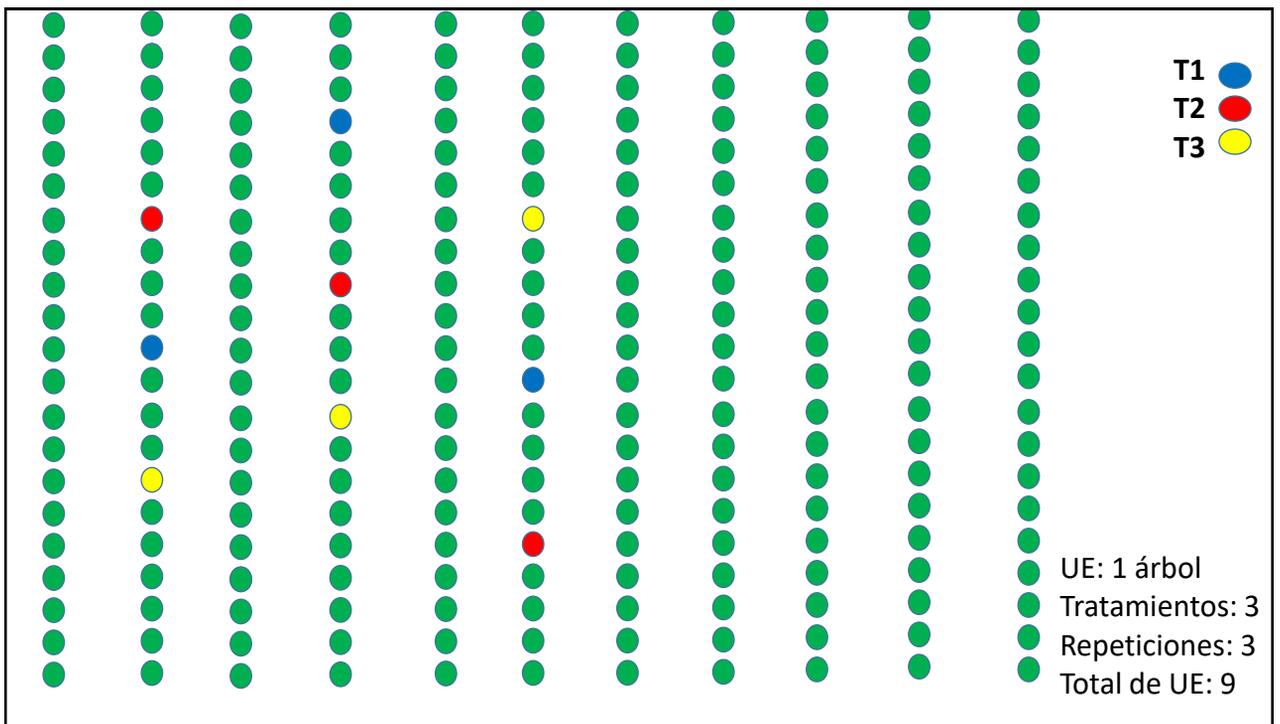
Formas de aplicación



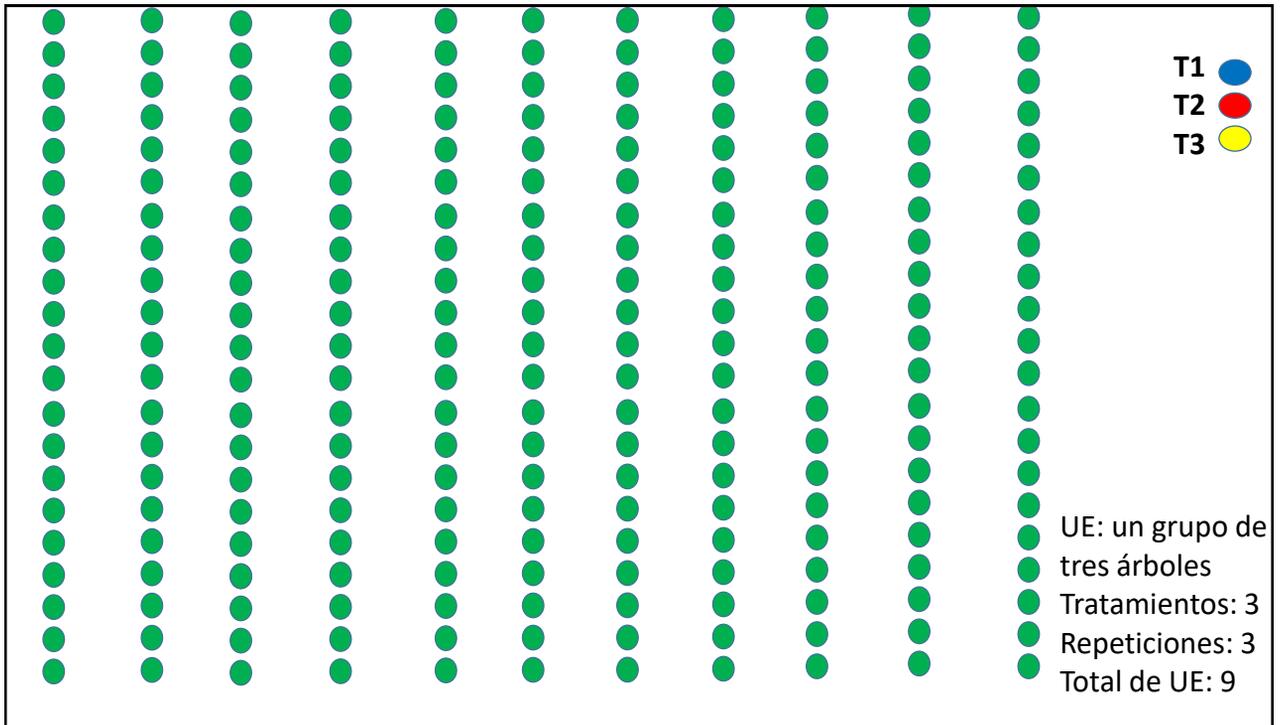
6



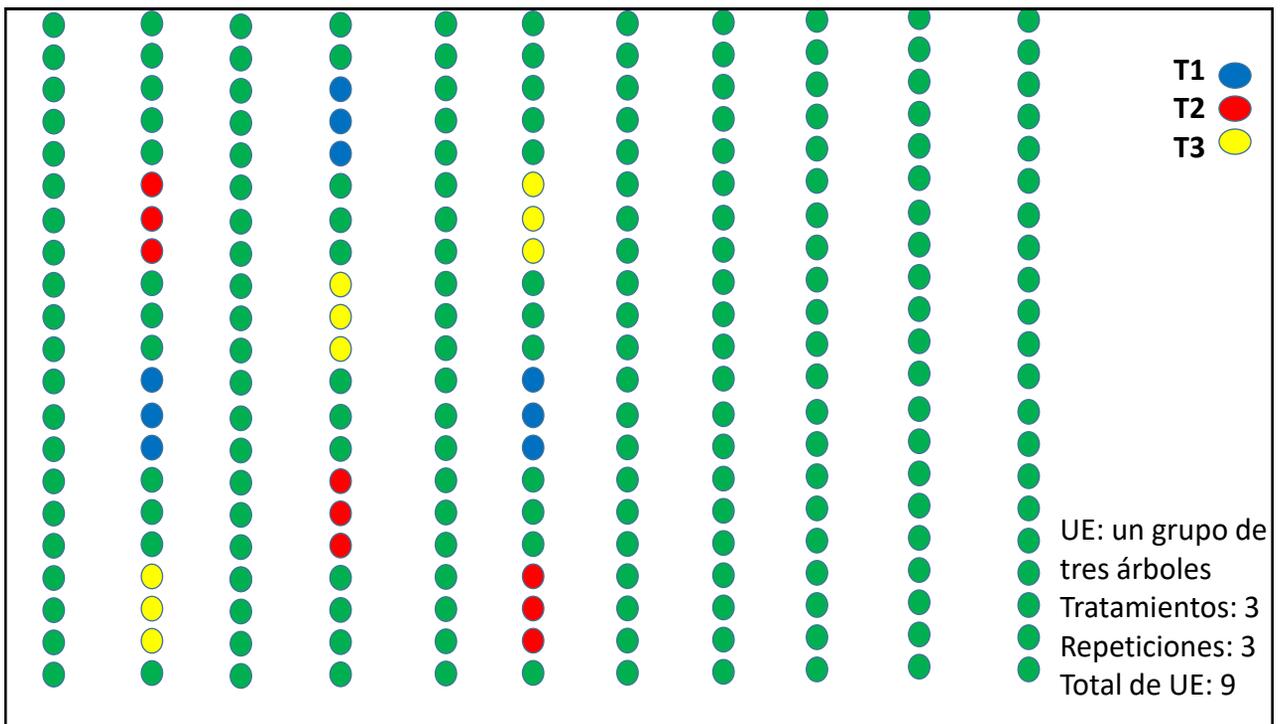
7



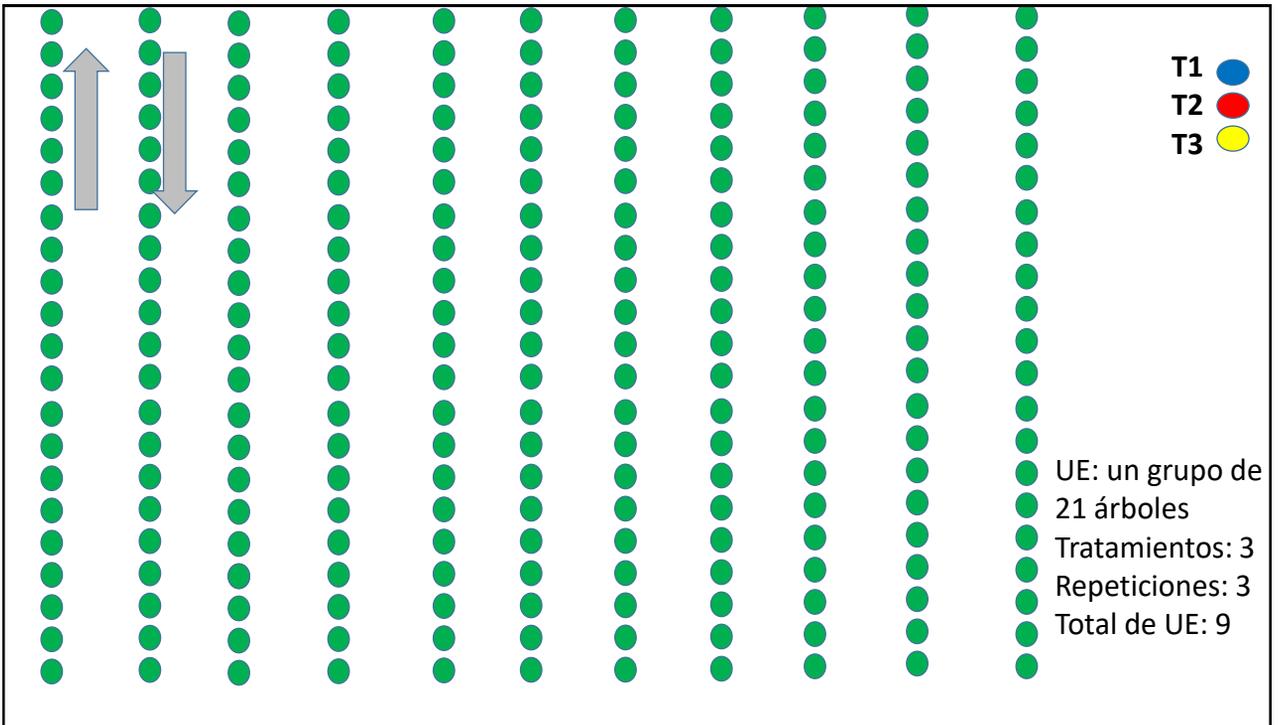
8



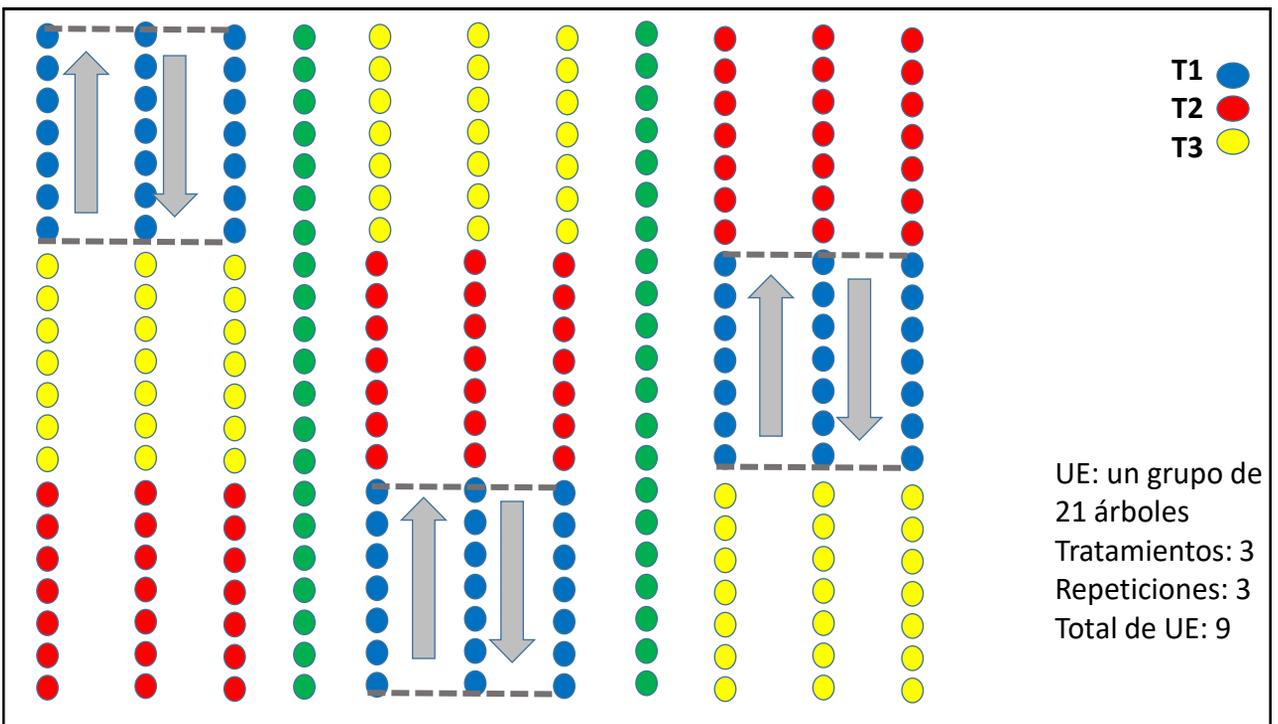
9



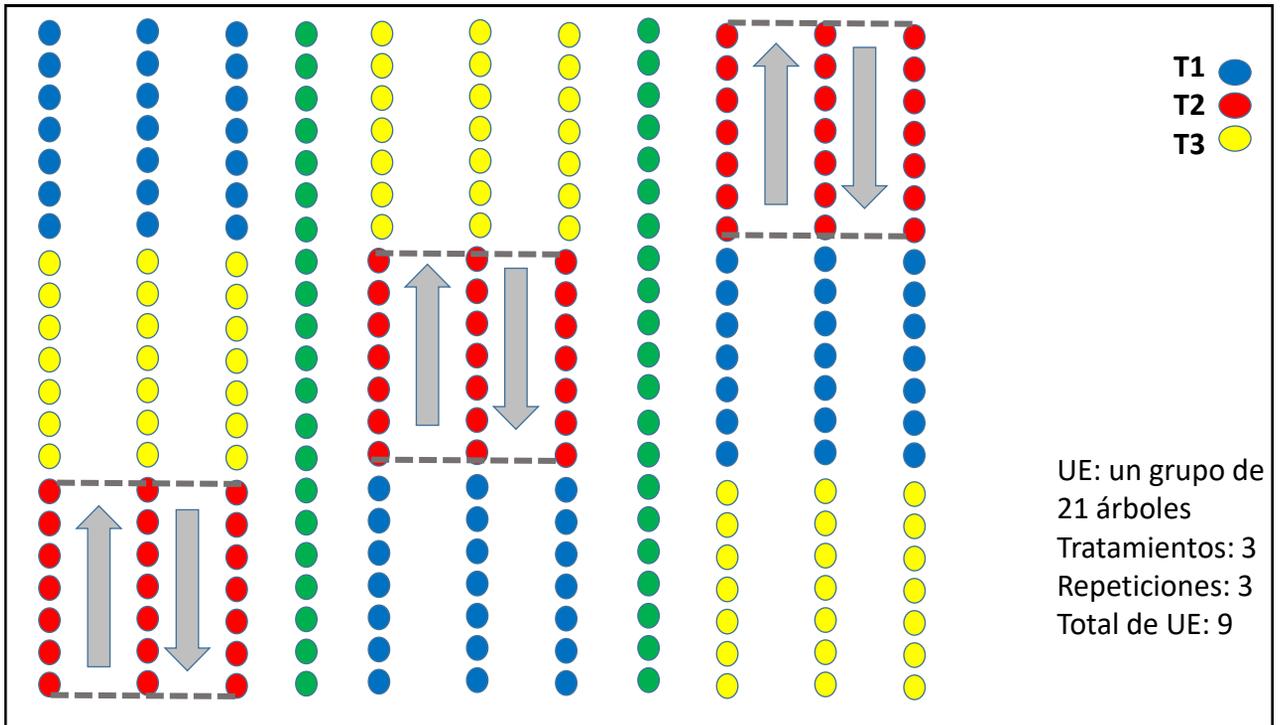
10



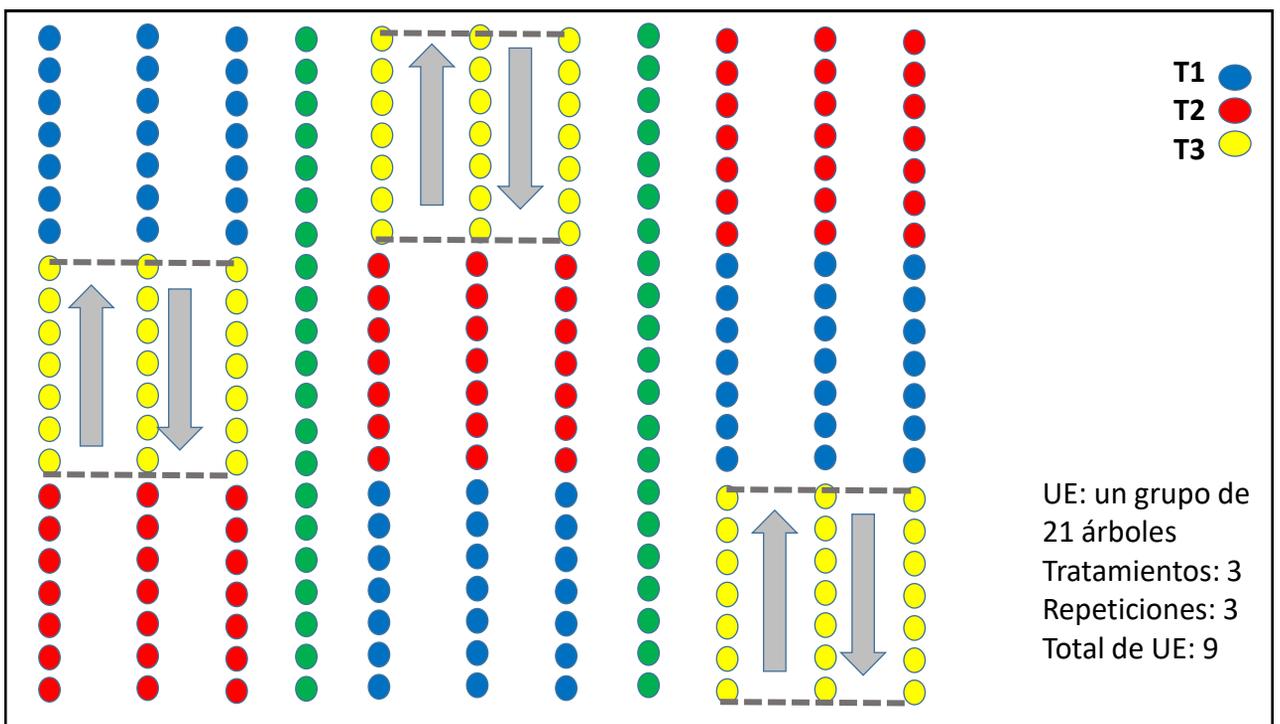
11



12



13



14



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



15



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



16



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



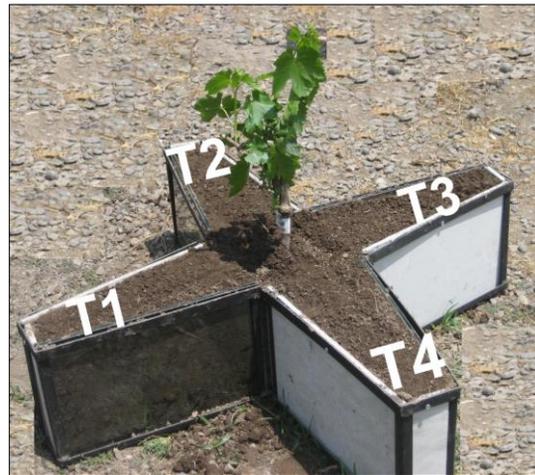
17



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



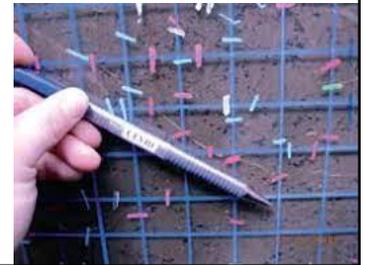
18



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



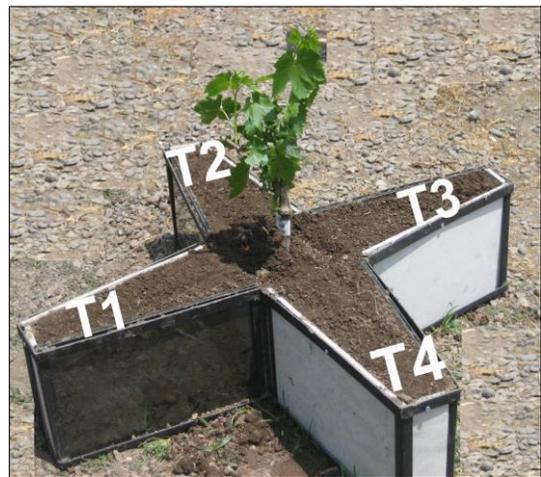
19



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



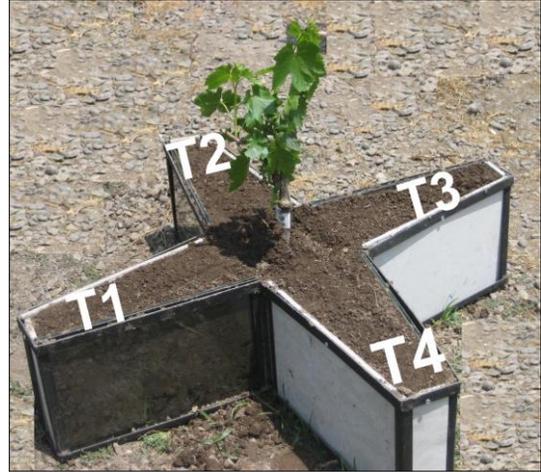
20



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



21



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



22



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



23



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.



24



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

La UE es propia de cada ensayo.

- Una parcela de terreno de 10 x 10 mt.
- Una planta en maceta
- Una planta en terreno
- Un grupo de plantas
- Un racimo
- Una caja de fruta
- Un animal
- Un grupo de Insectos en una placa Petri
- Una cuba
- Una piscina con 100 peces.
- Etc.

25

Ejemplo ensayo herbicida

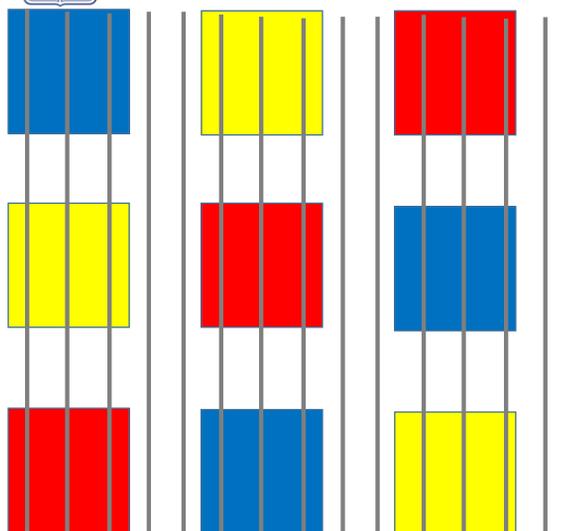


FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

Es común en la investigación agropecuaria:

Dejar espacio suficiente entre una unidad experimental y otra para evitar derivas de producto,



T1 ●
T2 ●
T3 ●

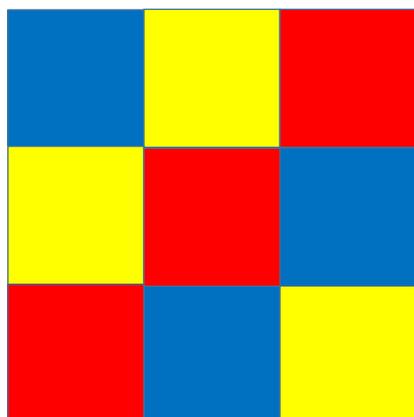
UE: una parcela de terreno de 8 x 8 metros
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

26



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo ensayo herbicida



O no dejar espacios libres, con el fin de simular mejor las condiciones reales del cultivo, y luego evaluar el sector central de cada parcela. La superficie de la parcela que no producirá datos para el análisis se suele denominar **bordura**

T1 ●
T2 ●
T3 ●

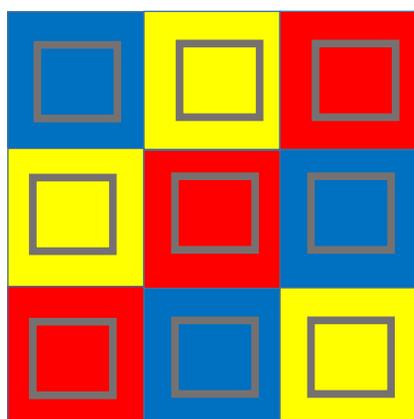
UE: una parcela de terreno de 8 x 8 metros
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

27



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo ensayo herbicida



O no dejar espacios libres, con el fin de simular mejor las condiciones reales del cultivo, y luego evaluar el sector central de cada parcela. La superficie de la parcela que no producirá datos para el análisis se suele denominar **bordura**

T1 ●
T2 ●
T3 ●

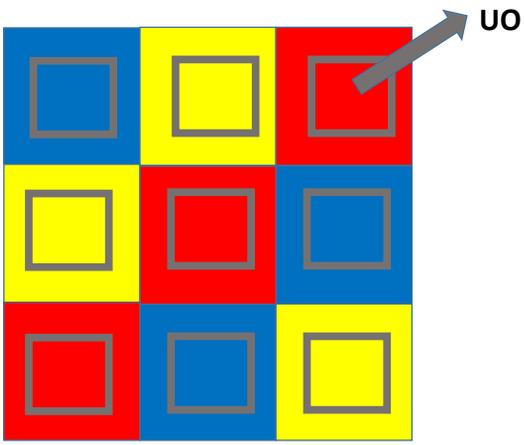
UE: una parcela de terreno de 8 x 8 metros
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

28

Ejemplo ensayo herbicida



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



UE: una parcela de terreno de 8 x 8 metros
UO: parcela central de cada UE
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

T1 ●
 T2 ●
 T3 ●

29



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Observacional (UO)

Es la porción de la unidad experimental que se mide u observa

En muchos estudios, la unidad experimental coincide con la unidad de observación, pero en otros, una unidad experimental puede representar un conjunto de unidades observacionales.

Cuando en un estudio se registran dos o más variables, la unidad observacional puede ser distinta para cada una de ellas

30



¿Unidad Observacional?

Ejemplo Trigo

Se realizó un ensayo en que se evaluaron tres variedades de trigo

Unidad experimental: una parcela de 10 x 20 metros con plantas de trigo

Variables evaluadas:

- a) Rendimiento sobre toda la parcela
- b) Número de espigas por planta en un grupo de 10 plantas por parcela

31

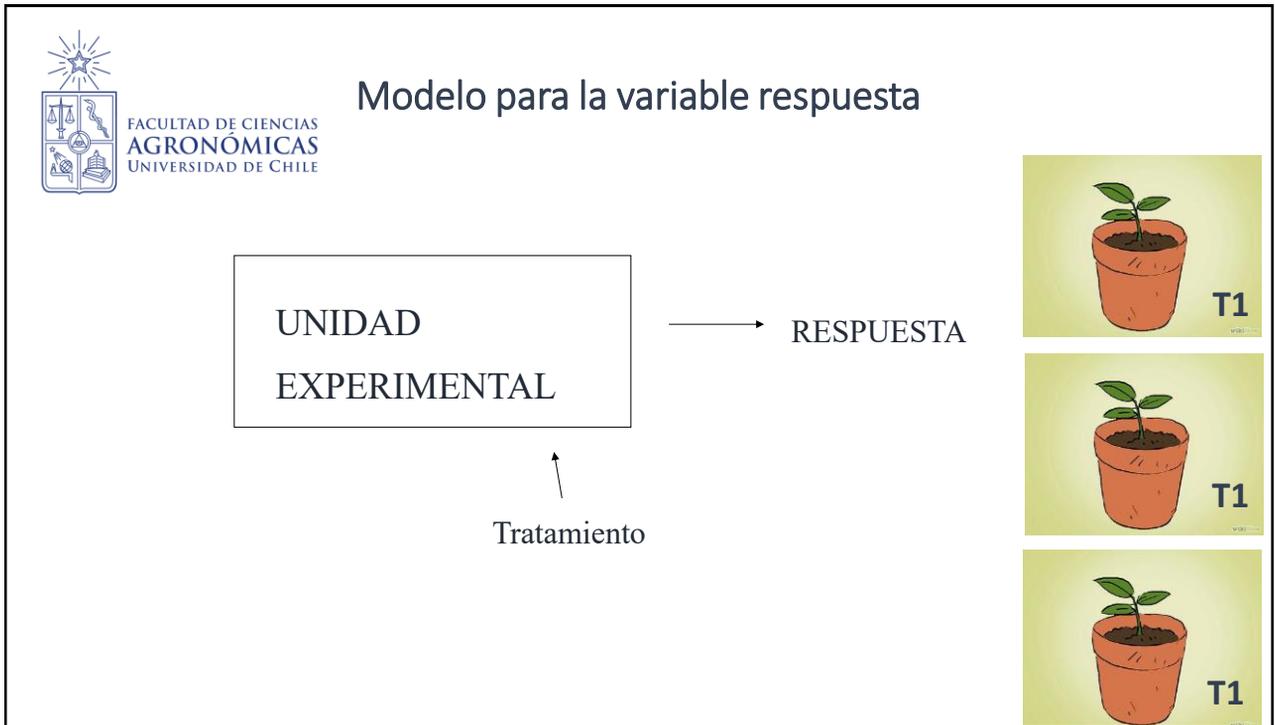


FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

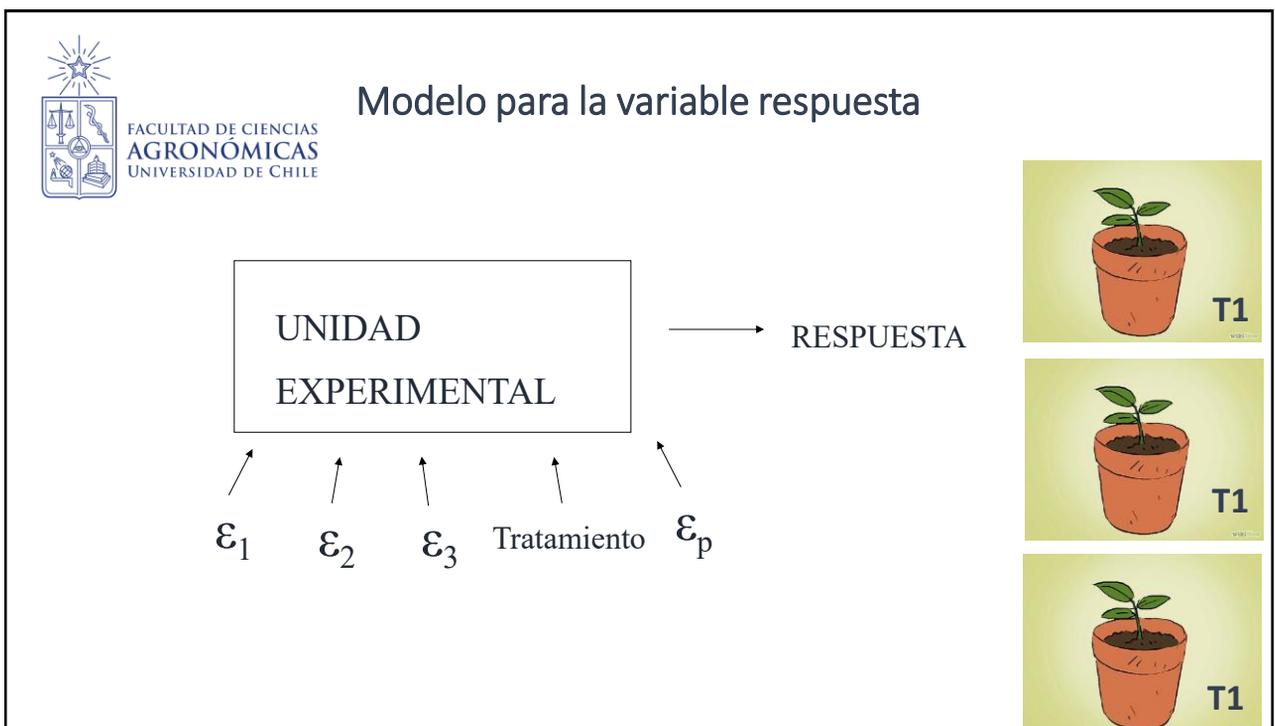
Variable respuesta

Medida u observación que se obtiene de cada una de las unidades experimentales

32



33



34



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Error Experimental

Si dos o más unidades experimentales son tratadas de igual manera (es decir pertenecen al mismo tratamiento), sería de esperar que su respuesta (el dato recolectado desde cada unidad) sea el mismo.

Sin embargo, en la práctica se observan diferencias entre las respuestas de unidades experimentales tratadas de igual manera



35



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Una empresa agrícola necesita establecer si le conviene fertilizar sus cultivos de soja y si es así, seleccionar el mejor fertilizante. Para este propósito se realizó un ensayo en un lote de 5 hectáreas, dividido en parcelas de $\frac{1}{4}$ ha. cada una asignando los tratamientos en forma aleatoria. Los rendimientos obtenidos se expresaron en qq/ha:

InfoStat/P

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas

Soja

Caso	Tratamiento	Repetición	Rendimiento Ensayo 1	Rendimiento Ensayo 2
1	Control	1	23	16
2	Control	2	20	35
3	Control	3	22	18
4	Control	4	20	17
5	Control	5	21	22
6	Fert. A	1	30	38
7	Fert. A	2	32	34
8	Fert. A	3	29	22
9	Fert. A	4	35	37
10	Fert. A	5	33	28
11	Fert. B	1	28	29
12	Fert. B	2	36	35
13	Fert. B	3	31	19
14	Fert. B	4	32	37
15	Fert. B	5	34	39
16	Fert. C	1	27	25
17	Fert. C	2	25	26
18	Fert. C	3	24	38
19	Fert. C	4	28	17
20	Fert. C	5	26	22
21				

Archivo Soja

36



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Soja

- 1) ¿Cuál es la unidad experimental?
- 2) ¿Son las unidades experimentales homogéneas (UE)?
- 3) ¿Cuál es la unidad de observación?
- 4) Realice un esquema de la disposición de las UE en terreno.
- 5) ¿Cuáles son y cuántos tratamientos se desean comparar?
- 6) ¿Cómo se asignan los tratamientos a las unidades experimentales?
- 7) ¿Cuántas repeticiones por tratamiento se realizaron?

37



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Soja

Test: LSD Fisher; DMS=2,92977 (qq/ha)

Tratamiento	Rendimiento Ensayo 1 (qq/ha)	
Control	21	A
Fert.C	26	B
Fert. A	32	C
Fert. B	32	C

Promedios unidos por letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de LSD($p < 0,05$)

Test: LSD Fisher; DMS=10,21081 (qq/ha)

Tratamiento	Rendimiento Ensayo 2 (qq/ha)	
Control	22	A
Fert.C	26	A
Fert. B	32	A
Fert. A	32	A

Promedios unidos por letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según la prueba de LSD($p < 0,05$)

38



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Error Experimental

El error experimental es el responsable de la variación observada entre unidades experimentales tratadas de la misma forma
(Entre las repeticiones de cada tratamiento)

39



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Tratamiento

Se denomina tratamiento al conjunto de acciones que se aplican a las unidades experimentales con la finalidad de observar como responden a éstas

40



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Control y Testigo

Control: nivel del factor tratamiento que representa ausencia de “tratamiento”

Ej. Evaluar varias dosis de un fertilizante N sobre el rendimiento en una especie

Control: “sin fertilizar”

41



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Control y Testigo

Testigo: tratamiento tradicional que se desea comparar con nuevos tratamientos.

Ej. Evaluar tres variedades nuevas de trigo en cuanto a su rendimiento,

Testigo: “variedad tradicional”

.....comparar el rendimiento de las nuevas variedades versus el testigo bajo las mismas condiciones experimentales

42



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Tratamiento

- Distintas dosis de un fungicida
- Cantidades variables de agua.
- Distintos tipos de insecticidas.
- Distintas dosis de N.
- Diferentes dietas a animales.
- Distintas densidades de siembra
- Etc.



**Experimento
unifactorial**

43



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Tratamiento

- Distintas dosis de un **fungicida**
- Cantidades variables de **agua**.
- Distintos tipos de **insecticidas**.
- Distintas dosis de **N**.
- Diferentes **dietas a animales**.
- Distintas **densidades de siembra**
- Etc.



**Experimento
unifactorial**

Los tratamientos consisten en aplicar
distintos niveles de un mismo factor

44



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo de un experimento unifactorial:

Se ensayan distintos niveles de N.....

La combinación de niveles evaluados para un conjunto de factores recibe el nombre de **tratamiento**

FACTOR	NIVELES
N	10
	15
	30



Los distintos estados o valores de los **factores** se designan **niveles**

45



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Tratamiento

- Tres variedades de una especie en dos fechas de siembra
- Tres dosis de N y dos dosis de P
- Tres dosis de un fungicida en dos momentos de aplicación



Experimento con estructura factorial de tratamientos

46



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Tratamiento

- Tres **variedades** de una especie en dos **fechas de siembra**
- Tres dosis de **N** y dos dosis de **P**
- Tres dosis de un **fungicida** en dos **momentos de aplicación**



**Experimento con
estructura factorial de
tratamientos**

Los tratamientos consisten en aplicar la
**combinación de niveles de 2 o más
factores**

47



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo de un experimento multifactorial:

Se ensayan distintos niveles de N y P.....

FACTOR	NIVELES
N	10
	15
	30
P	5
	15

48



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo de un experimento multifactorial:

Aquí el tratamiento es una combinación de 2 Factores:

FACTOR A: N con 3 niveles

FACTOR B: P con 2 niveles

Tratamiento	FACTOR N	FACTOR P
T1	10	5
T2	10	15
T3	15	5
T4	15	15
T5	30	5
T6	30	15

En este ensayo se tienen 6 tratamientos
(Tratamiento con estructura factorial 3 x 2)

49



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Factores - Niveles

Las potenciales fuentes de variación de la respuesta en un sistema experimental identificadas a priori por el investigador son llamados **factores**. (Factor Riego, Factor Insecticida, Factor Fertilizante, etc).

Los distintos estados o valores de los factores se designan **niveles**

La combinación de niveles evaluados para un conjunto de factores recibe el nombre de **tratamiento**

50



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Ajo virosis



En un experimento sobre la incidencia de una virosis sobre el perímetro de las cabezas de ajo blanco, se comparó el perímetro medio de las cabezas obtenidas de plantas libre de virus y de plantas enfermas, bajo dos frecuencias de riego: cada 15 días y cada 30 días. El experimento se realizó siguiendo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos 2x2 (Factor Tipo de planta con 2 niveles, y Factor Riego con 2 niveles) con tres repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 5 metros cada uno y de los cuales sólo se tomó el surco central para evitar efectos de bordura.

51



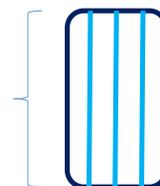
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Ajo virosis



En un experimento sobre la incidencia de una virosis sobre el perímetro de las cabezas de ajo blanco, se comparó el perímetro medio de las cabezas obtenidas de plantas libre de virus y de plantas enfermas, bajo dos frecuencias de riego: cada 15 días y cada 30 días. El experimento se realizó siguiendo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos 2x2 (Factor Tipo de planta con 2 niveles, y Factor Riego con 2 niveles) con tres repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 5 metros cada uno y de los cuales sólo se tomó el surco central para evitar efectos de bordura.

5 metros



52



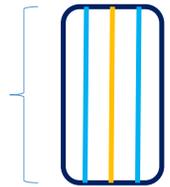
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Ajo virosis



En un experimento sobre la incidencia de una virosis sobre el perímetro de las cabezas de ajo blanco, se comparó el perímetro medio de las cabezas obtenidas de plantas libre de virus y de plantas enfermas, bajo dos frecuencias de riego: cada 15 días y cada 30 días. El experimento se realizó siguiendo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos 2x2 (Factor Tipo de planta con 2 niveles, y Factor Riego con 2 niveles) con tres repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue una parcela de 3 surcos de 5 metros cada uno y de los cuales sólo se tomó el surco central para evitar efectos de bordura.

5 metros



53



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

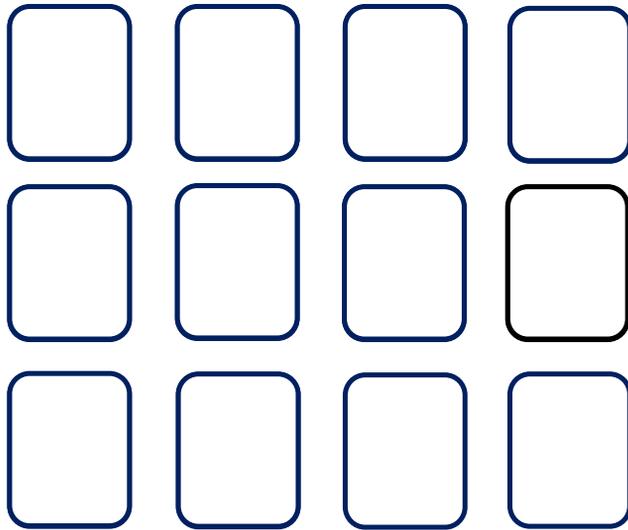
Archivo Ajo virosis

- 1) ¿Cuál es la unidad experimental y la unidad de observación?
- 2) ¿Cuáles son y cuántos tratamientos se desean comparar? Indique número de Factores y Niveles.
- 3) ¿Cómo se asignan los tratamientos a las unidades experimentales?

54

Esquema campo

(experimento archivo "Ajo Virosis")

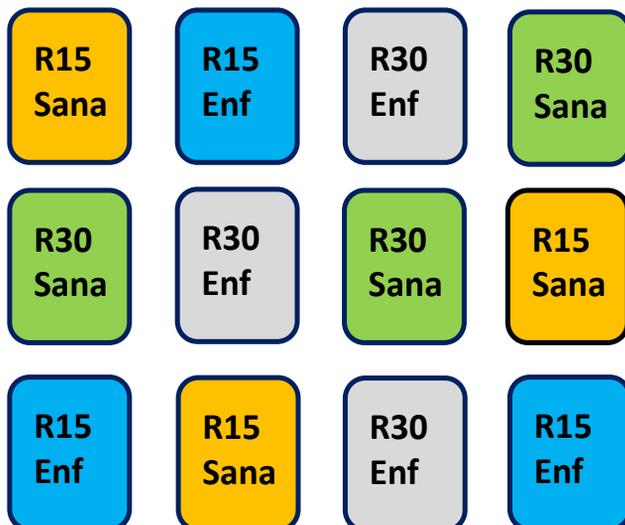


55

55

Esquema campo

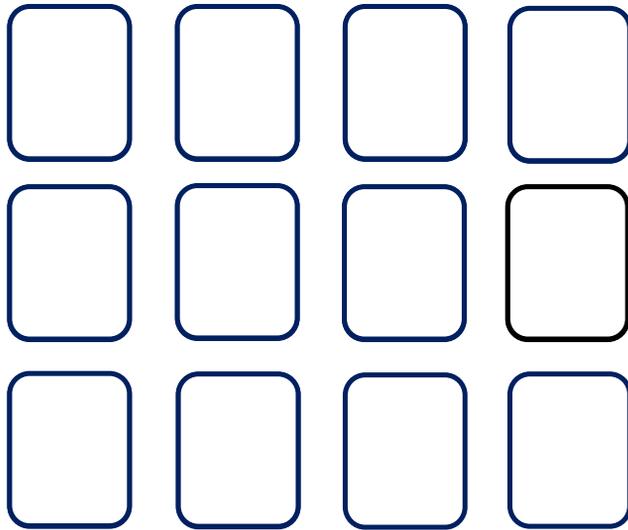
(experimento archivo "Ajo Virosis")



56

56

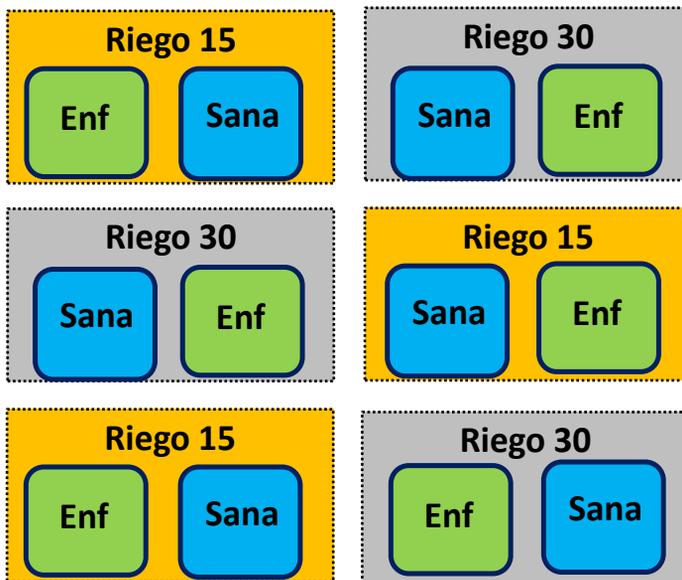
Esquema de otro experimento



57

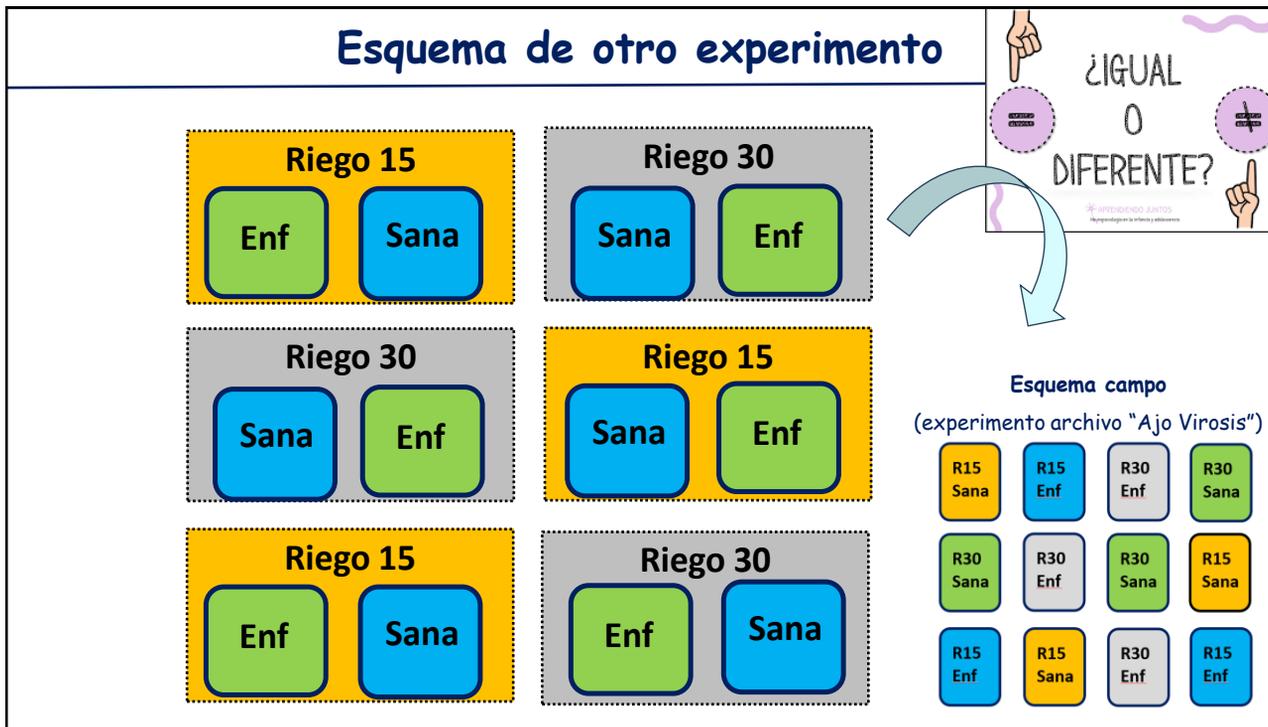
57

Esquema de otro experimento



58

58



59

Grafique el efecto del factor Riego en cada nivel del factor Tipo de planta sobre el perímetro de las cabezas de ajo

60

Grafique el efecto del factor Tipo de planta en cada nivel del factor Riego sobre el perímetro de las cabezas de ajo

61



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Variedades Fertilizantes Arveja

Se realiza un ensayo con el fin de evaluar el efecto de tres diferentes dosis de un fertilizante nitrogenado (10 kg/ha; 50 Kg/ha; 75 kg/ha), sobre el rendimiento de dos variedades de arveja (1 y 2). Se presentan los rendimientos por unidad experimental

62



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Repetición

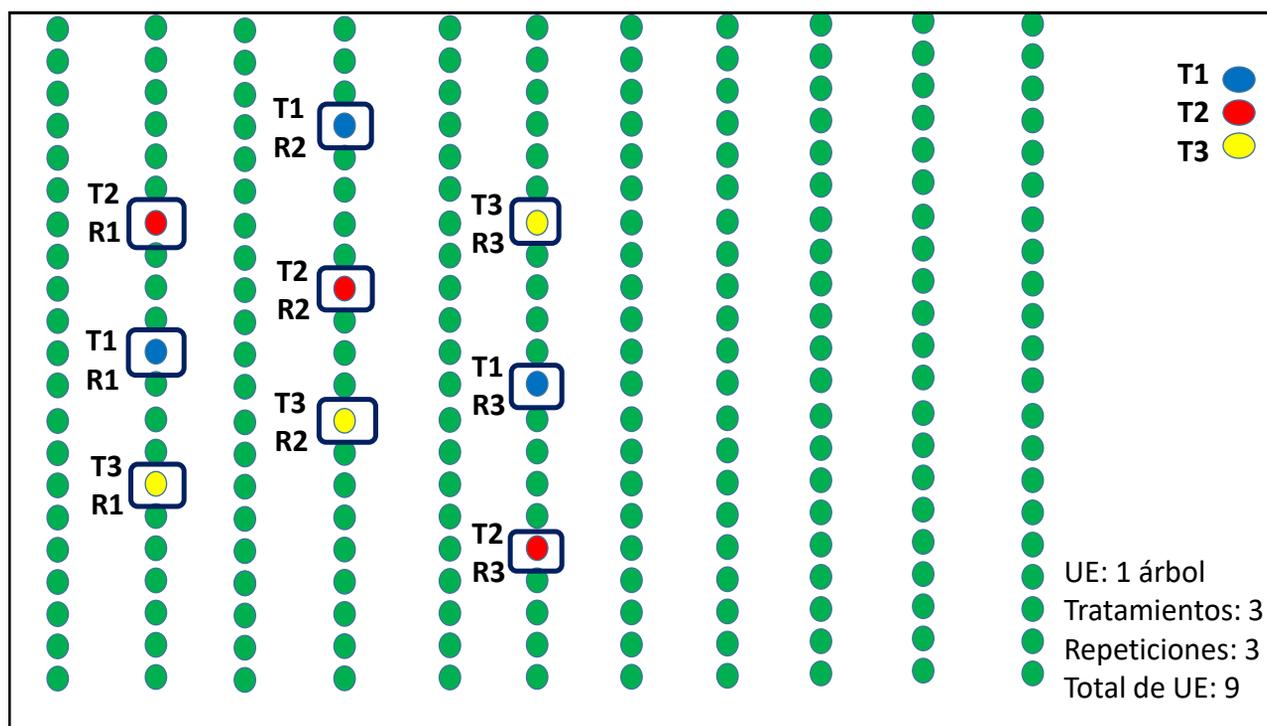
Se llama repetición a cada una de las realizaciones independientes de un tratamiento a una nueva unidad experimental

Cada una de las “n” unidades experimentales que reciben un mismo tratamiento y que permiten generar “n” datos independientes conforman las repeticiones

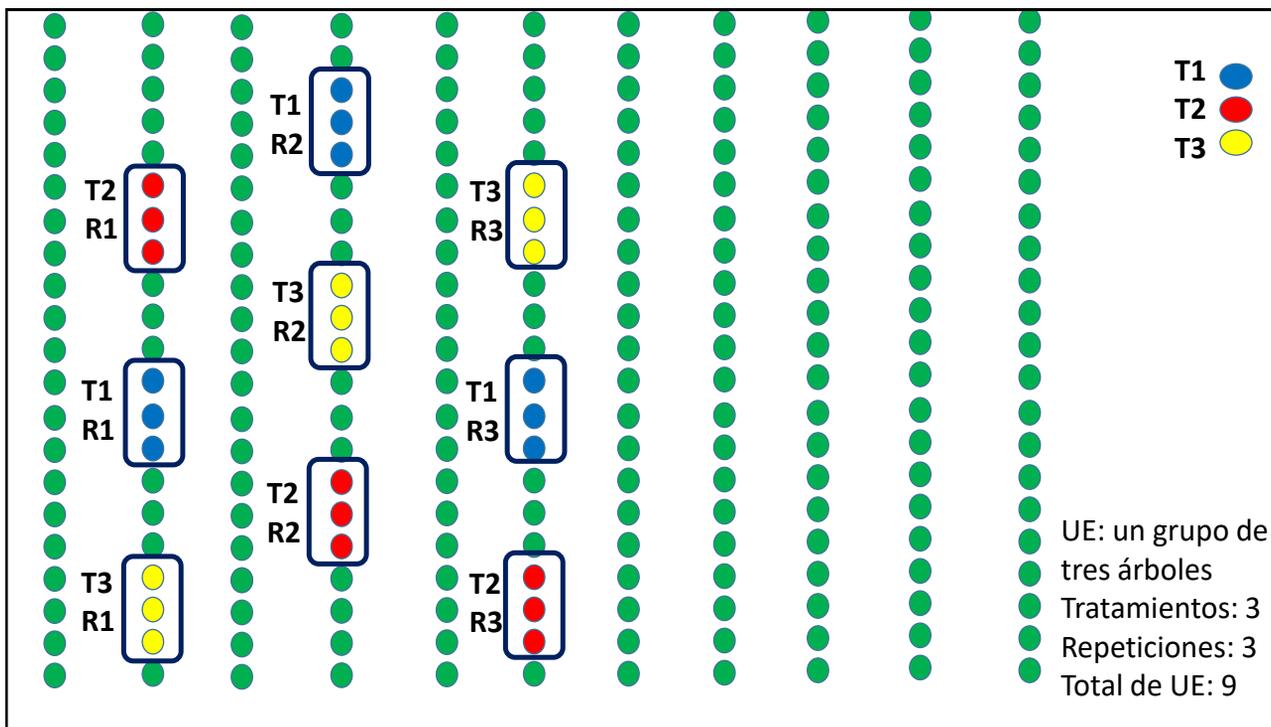
Juegan un rol importante ya que permiten evaluar la variabilidad de los datos registrados dentro de cada tratamiento o dicho de otra manera entre las repeticiones del mismo tratamiento.



63



64



65



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Submuestreo

Se llama submuestreo a cada observación realizada dentro de una unidad experimental

Submuestreo no implica replicación

Si a 50 gallinas se las enjaula juntas y se les alimenta con la misma ración, la UE son las 50 gallinas

(Se mide el peso individual de cada gallina)

Se necesitan otras jaulas de 50 gallinas alimentadas con la misma ración, para poder medir la variación entre UE tratadas con la misma ración



66



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Submuestreo

Se llama submuestreo a cada observación realizada dentro de una unidad experimental

Estas observaciones están correlacionadas entre sí, es decir no son independientes.

De tener un submuestreo, juegan un rol importante ya que permiten evaluar la variabilidad de los datos registrados dentro de cada unidad experimental, variabilidad que suele compararse con la variabilidad existente entre las repeticiones del mismo tratamiento.



67



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Es importante conducir ensayos de forma tal que las **UE generen información independiente entre sí**

La respuesta de una UE debe ser independiente a la respuesta de otra UE

(Supuesto de independencia)

UE: una jaula con 50
gallinas
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

T1 ●
T2 ●
T3 ●

68



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Submuestreo



Ejemplo Hormonas - Manzano

Se quiere realizar un ensayo para evaluar el efecto de tres hormonas sobre el peso del fruto en un huerto de manzanos.

La aplicación de las hormonas se realizará con bomba de espalda

Unidad experimental: Una planta

Variable a evaluar: peso del fruto

69



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Submuestreo



Ejemplo Hormonas - Manzano

Opción A

Tratamientos: 3

Repeticiones: 5 árboles por tratamiento

Tot UE: 15 árboles

100 frutos por árbol

Total frutos evaluados: 1500

Opción B

Tratamiento: 3

Repeticiones: 20 árboles por tratamiento

Tot UE: 60 árboles

25 frutos por árbol

Total frutos evaluados: 1500

70



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo Hormonas - Manzano



Unidad experimental: Un árbol

Diseño experimental

- En cada UE (árbol) se recolecta **un dato**.
- Si se evalúan muchos frutos por UE (árbol) sacar el promedio.

InfoStat/P - N

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda [F

Nueva tabla

Caso	Tratamiento	Repetición	Peso fruto
1		1	200
2		2	250
3		3	220
4		4	260
5		

71



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Ejemplo Hormonas - Manzano



Unidad experimental: Un árbol

Diseño experimental con submuestreo:

- En cada UE se recolecta **más de un dato** y se mantiene el dato de cada fruto para el análisis
- Toma en cuenta la correlación que hay entre los frutos de la misma planta
- El modelo considera el efecto planta

InfoStat/P -

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Nueva tabla

Caso	Tratamiento	Repetición	Fruto	Peso fruto
1		1	1	180
2		1	2	250
3		1	3	230
4		1	4	260
5		1	5	190
6		1	6	250
7		1	7	220

72



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Duraznero

En un huerto de duraznero se condujo un ensayo bajo un Diseño Completamente aleatorizado con cuatro tratamientos (hormonas A, B, C y D) y 5 repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental una planta. En cada planta se seleccionaron al azar 5 frutos en los cuales se evaluó el diámetro del fruto



73



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental

¿Son las unidades experimentales homogéneas?

¿Son las unidades experimentales heterogéneas?



74



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Unidad Experimental



¿Son las unidades experimentales homogéneas?

- ✓ Diseño completamente aleatorizado (DCA)

¿Son las unidades experimentales heterogéneas?

- ✓ Diseño en bloque completos al azar (DBCA)

75



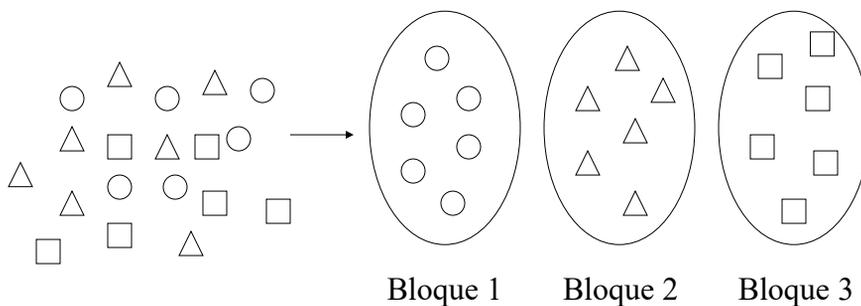
FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Bloque



- 18 plantas de cerezo en maceta de diferente tamaño
- Se pueden agrupar en tres grupos de acuerdo a su vigor
- Se quiere evaluar el efecto de 6 dosis de un fertilizante sobre el crecimiento de las plantas

Ejemplo:



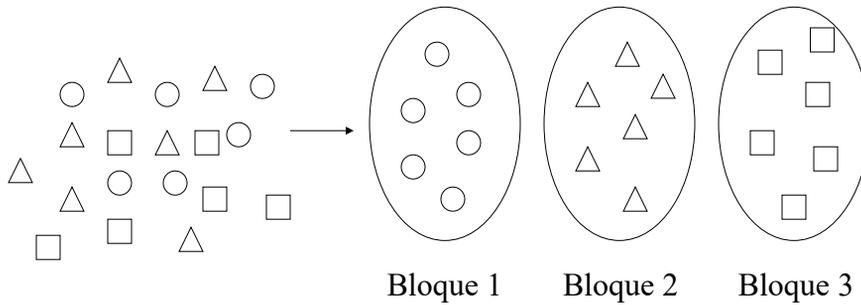
76



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Bloque

Conjunto de unidades experimentales homogéneas entre si pero heterogéneas a los demás bloques

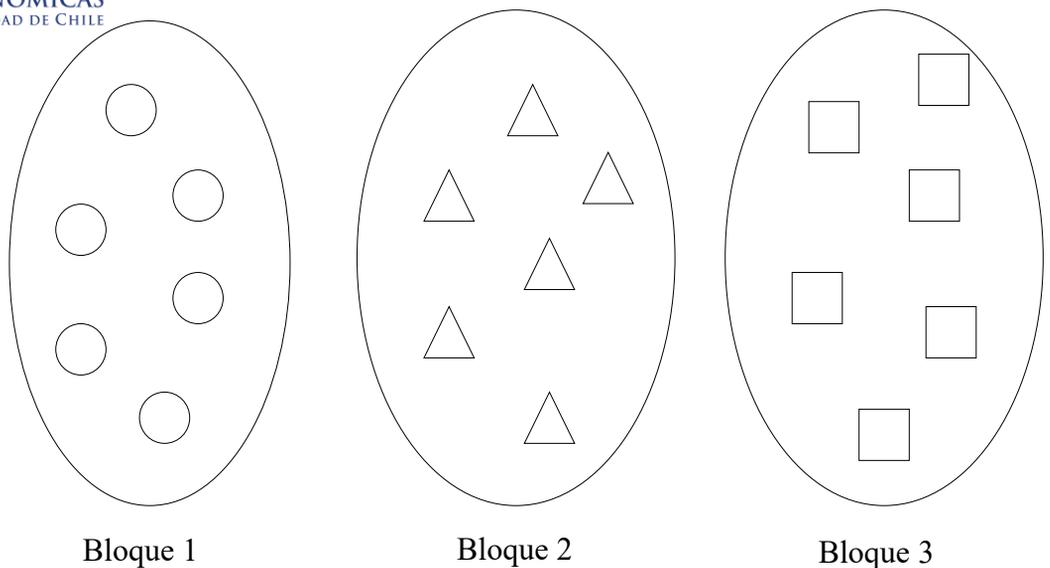


77

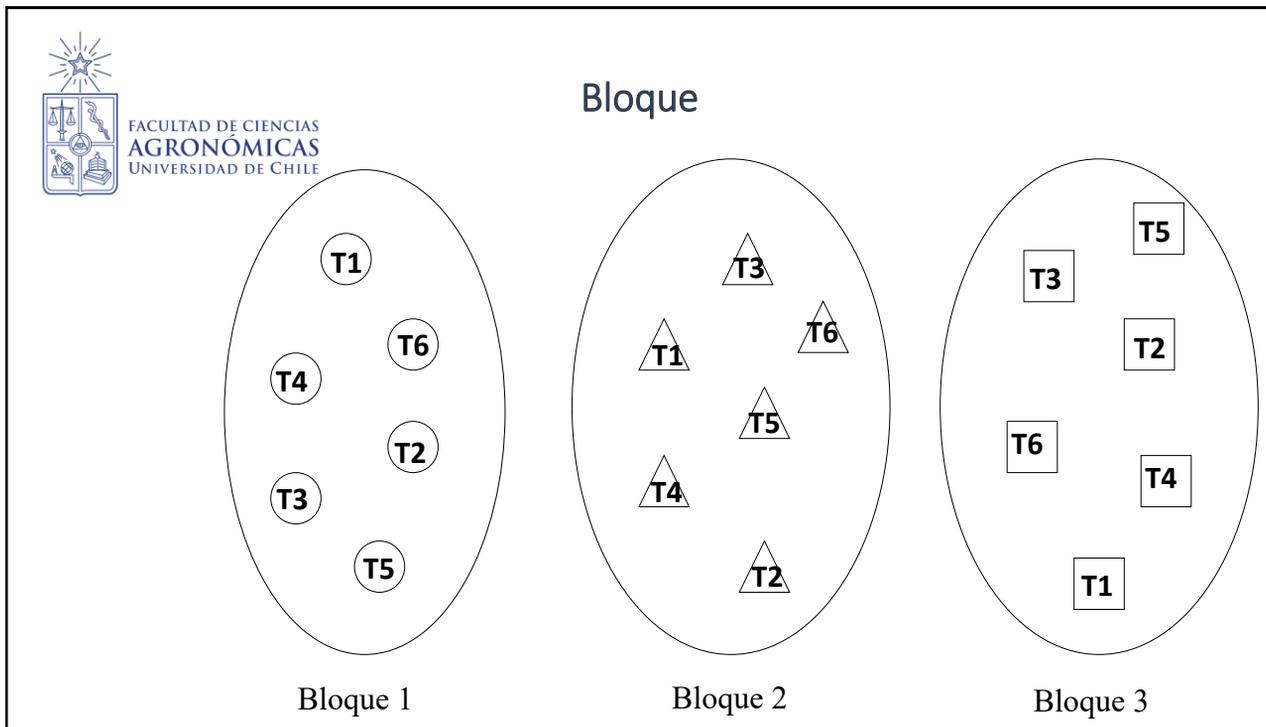


FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

¿De que forma se establece cuál unidad experimental va a recibir cuál tratamiento?



78



79

Aleatorización

¿De que forma se establece cuál unidad experimental va a recibir cuál tratamiento?

- ✓ Diseño completamente aleatorizado (DCA): los tratamientos son asignados de manera aleatoria sobre el total de la unidades experimentales
- ✓ Diseño en bloque completos al azar (DBCA): dentro de cada bloque se asignan aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales

80



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diseño en Bloques

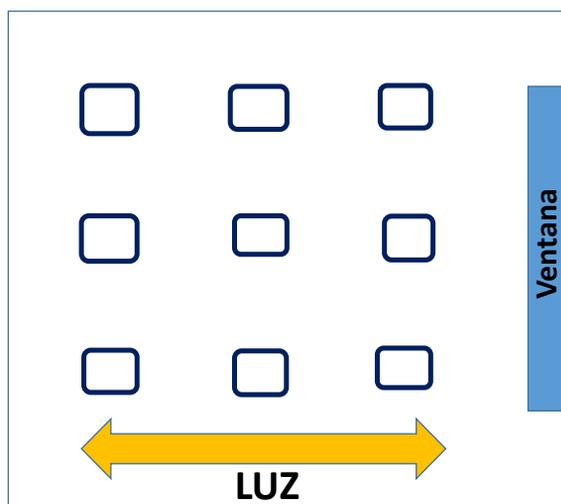
- 9 plantas de cerezo en maceta todas del mismo tamaño
- Se quiere evaluar el efecto de tres dosis de un fertilizante sobre el crecimiento de las plantas
- Dentro del invernadero se identifica una fuente de variación (Luz), que puede afectar los resultados de la variable respuesta a evaluar

Ejemplo invernadero



81

¿ Cómo llevamos a cabo el ensayo?



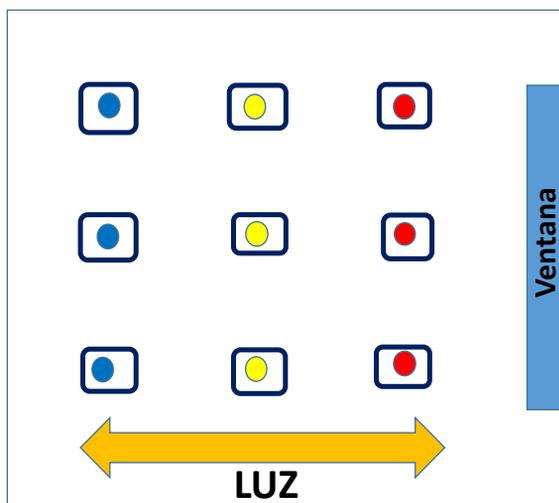
T1 ●
T2 ●
T3 ●

- 9 plantas de cerezo en maceta todas del mismo tamaño
- Se quiere evaluar el efecto de tres dosis de un fertilizante sobre el crecimiento de las plantas
- Dentro del invernadero se identifica una fuente de variación (Luz), que puede afectar los resultados de la variable respuesta a evaluar

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

82

¿Cómo llevamos a cabo el ensayo?



T1 ●
T2 ●
T3 ●

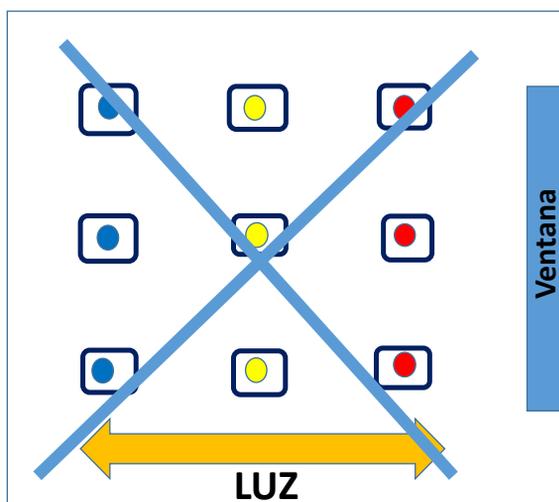
- 9 plantas de cerezo en maceta todas del mismo tamaño
- Se quiere evaluar el efecto de tres dosis de un fertilizante sobre el crecimiento de las plantas
- Dentro del invernadero se identifica una fuente de variación (Luz), que puede afectar los resultados de la variable respuesta a evaluar

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

¿Esta correcta esta opción?

83

¿Cómo llevamos a cabo el ensayo?

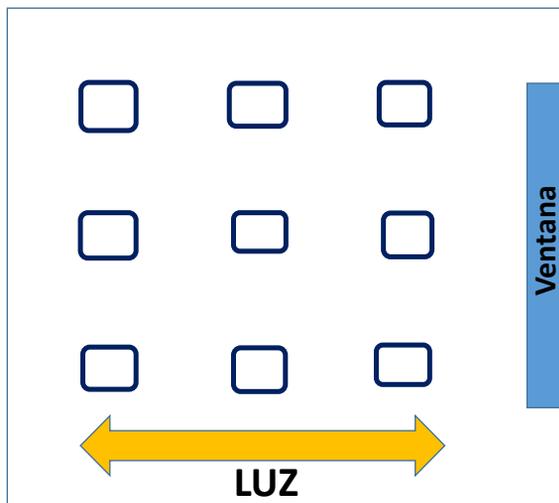


T1 ●
T2 ●
T3 ●

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

84

¿Cómo llevamos a cabo el ensayo?



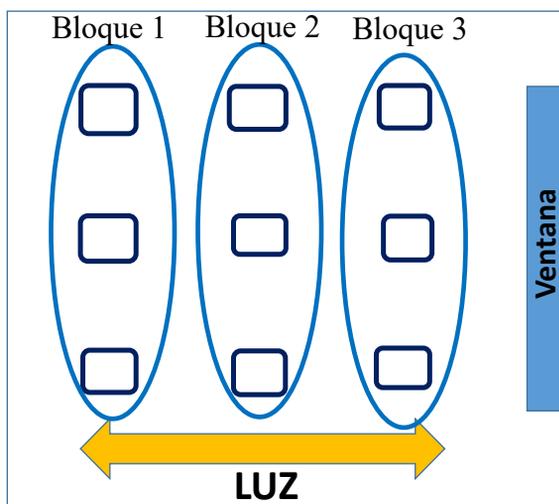
T1 ●
T2 ●
T3 ●

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

¿Son las UE homogéneas o heterogéneas?

85

¿Cómo llevamos a cabo el ensayo?



T1 ●
T2 ●
T3 ●

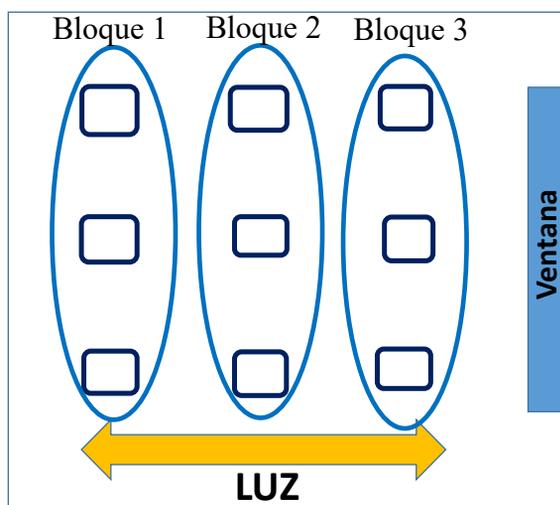
**Diseño en bloque
completos al azar (DBCA):**

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

¿Son las UE homogéneas o heterogéneas?

86

¿Cómo llevamos a cabo el ensayo?



T1 ●
T2 ●
T3 ●

Diseño en bloque

completos al azar (DBCA):

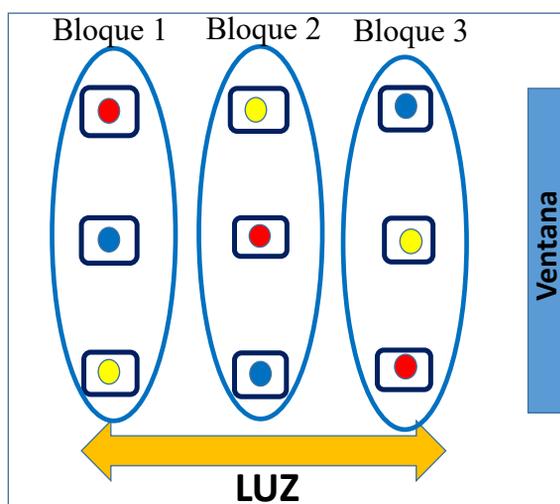
dentro de cada bloque se asignan aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

¿Son las UE homogéneas o heterogéneas?

87

¿Cómo llevamos a cabo el ensayo?



T1 ●
T2 ●
T3 ●

Diseño en bloque

completos al azar (DBCA):

dentro de cada bloque se asignan aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales

UE: una planta en maceta
Tratamientos: 3
Repeticiones: 3
Total de UE: 9

88



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Bloque

- Vigor de las plantas
- Diferentes intensidades lumínicas
- Sector con diferentes contenidos de humedad
- Tipos de suelo
- Dentro de una planta.
- Sectores con diferentes pendientes

89



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Vid



Una empresa de agroquímicos realizó un ensayo para evaluar el efecto de 6 productos sobre el calibre en vides de la variedad Thompson Seedlees. Los tratamientos se aplicaron a cada planta con bomba de espalda, con un mojamiento equivalente a 1200 L/ha.

Se utilizó un Diseño en Bloques completos al azar con 6 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental correspondió a una planta y el bloque lo conformó la hilera.

Al momento de la cosecha se evaluó:

En todos los racimos por parra

- Peso de los racimos (gr)

En 5 racimos por parra

- Nº de bayas por racimo
- Peso de todas las bayas (gr)
- Tamaño de las bayas. Se evaluó el diámetro ecuatorial y largo de 10 bayas / racimo (mm)

En el presente archivo solo se presentan los resultados de la variable Peso de racimos

90

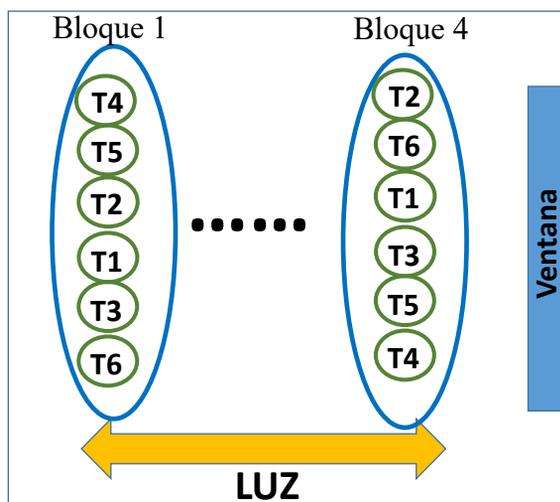


FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Maíz

Se realizó un ensayo en invernadero sobre el crecimiento de maíz para evaluar los efectos de salinidad. Se aplicaron seis concentraciones salinas y se midió el peso seco en gramos de la parte aérea de cada planta. Para ello se colocaron cuatro bloques de macetas perpendiculares a una fuente de luz que se sospechaba podía incidir en el crecimiento.

91



UE: una planta en maceta
Tratamientos: 6
Repeticiones: 4
Total de UE: 24

92



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Arveja Pendiente

Se realiza un ensayo con el fin de evaluar el efecto de cuatro variedades de arveja sobre el rendimiento. Por efecto de la pendiente del suelo los tratamientos fueron sorteados dentro de seis diferentes niveles de pendiente.

Se presentan los rendimientos por unidad experimental



93



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Análisis de covarianza

El análisis de covarianza cumple un papel similar al Diseño en Bloques Completos al azar, es decir, **controlar la heterogeneidad entre las unidades experimentales.**

Ambos se diferencian en que con el **DBCA** se reúnen en bloques grupos de unidades experimentales homogéneas, mientras que con el **análisis de covarianza** se utiliza una variable continua X (covariable), que se mide generalmente al inicio del ensayo en cada unidad experimental, que explica la heterogeneidad a controlar.

(aunque pueden medirse en cualquier momento durante el experimento)

94



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Análisis de covarianza

Covariable:

Variable que se mide en cada unidad experimental, y que no depende de los tratamientos.

Co: ya que no es la variable de interés

- Peso inicial del animal
- Diámetro tronco
- Altura inicial de planta
- Carga frutal
- Nº Bayas / racimo
- Nº Racimos / planta

95



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Dietas cerdos

Se estudia el efecto de cuatro dietas sobre el peso final de cerdos, y se registra el peso inicial de los mismos.

El experimento se montó bajo un DCA con 6 repeticiones, siendo la unidad experimental un animal.



96



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Pulgones

Se desea probar el efecto de tres insecticidas en el control del pulgón de la papa, evaluado en término del rendimiento (kg/parcela).

Como el nivel de ataque del pulgón no era homogéneo se decidió tomar como covariable el promedio de pulgones por planta en cada parcela (unidad experimental), ya que se supone que el grado de ataque está inversamente relacionado con el rendimiento.

97



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Archivo Vecinos (en Infostat)

Con el fin de comparar el incremento del diámetro a la altura del pecho (DAP) en un período de 5 años para tres especies de algarrobo, se realizó un estudio observacional sobre un total de 39 árboles, seleccionados al azar, de un monte en el que estaban representadas las especies nigra, flexuosa y chilensis.

Una vez seleccionados los árboles a medir, se contó el número de algarrobos (sin distinción de especie) con DAP mayor a 5 cm que crecían en un radio de 15 metros (vecinos). Esta variable fue utilizada como covariable en el análisis para determinar diferencias en el crecimiento de las tres especies.

98



FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Elementos del Diseño de Experimento

Erika Kania Kuhl
Ing. Agr. Dr.

