



Alliance



MrBean: Aplicación Web para la Modelación de Ensayos de Campo

Johan Aparicio & Daniel Ariza-Suarez
Asistentes de Investigación

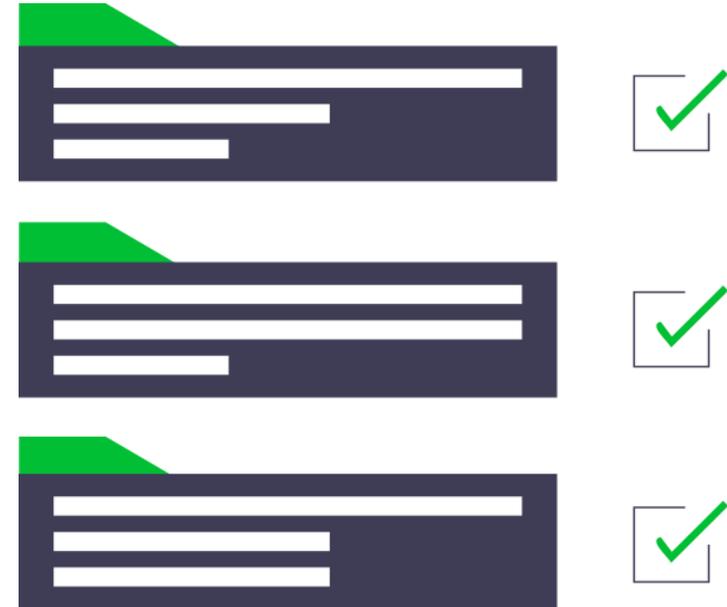
j.aparicio@cigar.org
d.ariza@cigar.org

Martes, Noviembre 24, 2020



TOC

- Introducción
- Algunos diseños experimentales
 - Diseño completamente al azar
 - Diseño en bloques completos al azar
 - Diseño alfa-lattice
 - Diseño fila-columna (Espacial)
- Efectos Fijos / Efectos aleatorios
- Ejemplos y comparación de métodos

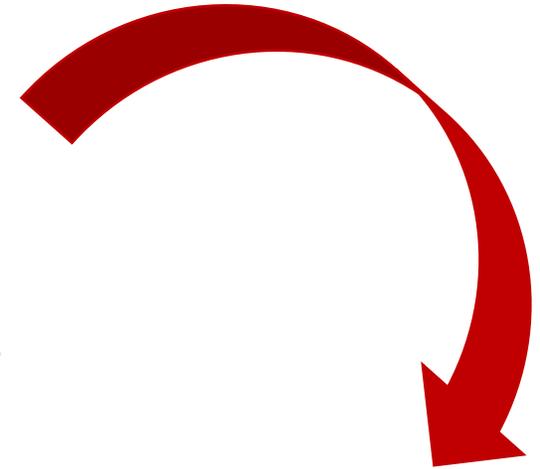


Introducción

Un escenario común:

1. El campo experimental nunca es **Completamente Homogéneo**.
2. Incluso antes de que las plantas se establezcan en las parcelas de campo, existe cierto nivel de variabilidad en las **propiedades del suelo**.
3. Efectos de Manejo.
4. Fertilizante o Riego.

Las unidades experimentales que están más juntas tienden a ser más similares que las parcelas que están separadas por distancias mayores. ¹



1. Isik, F., Holland, J. & Maltecca, C. (2017), Genetic data analysis for plant and animal breeding, *Springer*.

Introducción

$$\text{Fenotipo} = \text{Genotipo} + \text{Ambiente}$$



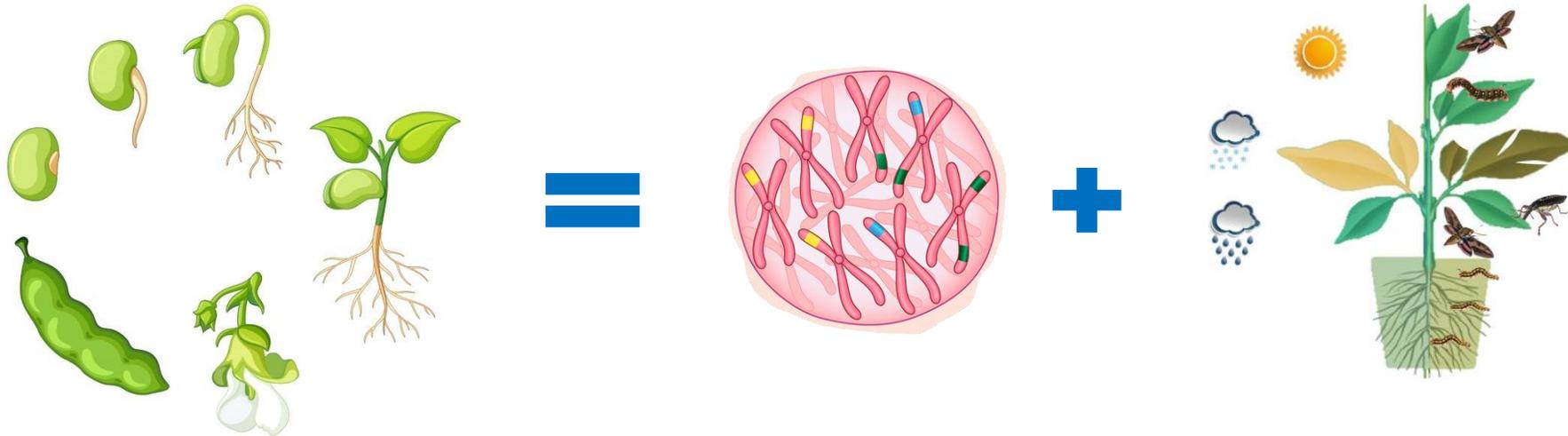
Respuesta
fenotípica



Efecto
genotípico



Desviación
ambiental



Ejemplo

Rasgos:

- Rendimiento
- Días a floración
- Días a madurez
- Peso de 100 semillas
- Contenido de Hierro
- Contenido de Zinc
- Enfermedades



Unidad Experimental

Ejemplo



Algunos diseños experimentales en agricultura

- Diseño completamente al azar (DCA)
- Diseño en bloques completos al azar (DBCA)
- Diseño en bloques aumentados
- Diseño alfa-lattice
- Diseño fila-columna (Espacial)

Diseño completamente al azar (DCA)

v1	v1	v3	v2	v3	v2
v2	v3	v4	v4	v3	v2
v2	v3	v4	v1	v2	v4
v3	v1	v4	v1	v4	v1

Algunos diseños experimentales en agricultura

- Diseño completamente al azar (DCA)
- Diseño en bloques completos al azar (DBCA)
- Diseño en bloques aumentados
- Diseño alfa-lattice
- Diseño fila-columna (Espacial)

Diseño en bloques completos al azar (DBCA)

C4	C2	C4
C2	C3	C3
C1	C4	C1
C3	C1	C2

Algunos diseños experimentales en agricultura

- Diseño completamente al azar (DCA)
- Diseño en bloques completos al azar (DBCA)
- **Diseño en bloques aumentados**
- Diseño alfa-lattice
- Diseño fila-columna (Espacial)

Diseño en bloques aumentados

23	16	19
11	08	12
20	10	wa
wa	ci	01
ci	wa	ci
06	21	07
09	02	29
st	st	st
13	24	wa
22	wa	05
wa	03	28
17	30	25
ci	15	ci
26	04	27
14	ci	18
st	st	st

Algunos diseños experimentales en agricultura

- Diseño completamente al azar (DCA)
- Diseño en bloques completos al azar (DBCA)
- Diseño en bloques aumentados
- **Diseño alfa-lattice**
- Diseño fila-columna (Espacial)

Diseño alfa-lattice

Rep1						Rep2						Rep3					
G11	G21	G23	G13	G17	G06	G08	G24	G12	G05	G02	G19	G11	G02	G17	G12	G21	G03
G04	G10	G14	G03	G15	G12	G20	G15	G11	G09	G18	G07	G01	G15	G18	G13	G22	G05
G05	G20	G16	G19	G07	G24	G14	G03	G21	G10	G13	G06	G14	G09	G04	G10	G16	G20
G22	G02	G18	G08	G01	G09	G04	G23	G17	G01	G22	G16	G19	G08	G06	G23	G24	G07

Algunos diseños experimentales en agricultura

- Diseño completamente al azar (DCA)
- Diseño en bloques completos al azar (DBCA)
- Diseño en bloques aumentados
- Diseño alfa-lattice
- **Diseño fila-columna (Espacial)**

Diseño fila-columna (Espacial)

Rep1							Rep2						
G17	G09	G03	G34	G13	G35	G01	G01	G27	G16	G29	G14	G28	G22
G24	G25	G05	G32	G02	G27	G08	G33	G09	G17	G18	G32	G15	G02
G22	G11	G19	G26	G29	G15	G23	G11	G07	G26	G05	G35	G10	G30
G10	G14	G16	G21	G31	G06	G18	G24	G21	G12	G04	G23	G13	G03
G20	G04	G33	G28	G07	G12	G30	G31	G19	G25	G34	G20	G08	G06

Ejemplo



Ejemplo Análisis de ensayo de Campo

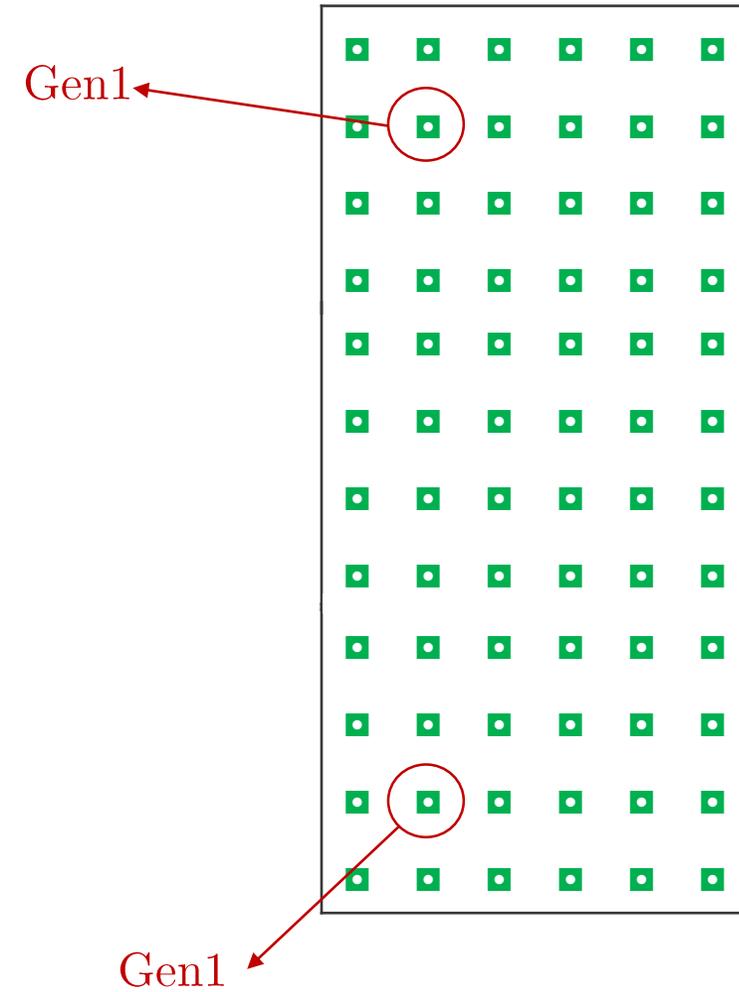
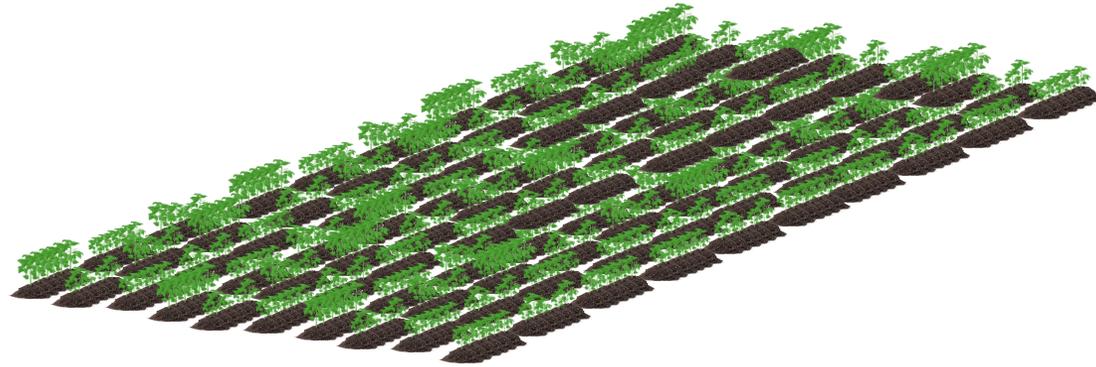
- Darién 2016
- Tercer Semestre



Table: Datos ejemplo Darién 2016 Alto fósforo

YdHa	Gen
507.06	DAB_913
1077.51	RAA_021
802.85	CAL_143
633.83	ACC_004
528.19	DAB_267
591.57	DAN_003
⋮	⋮

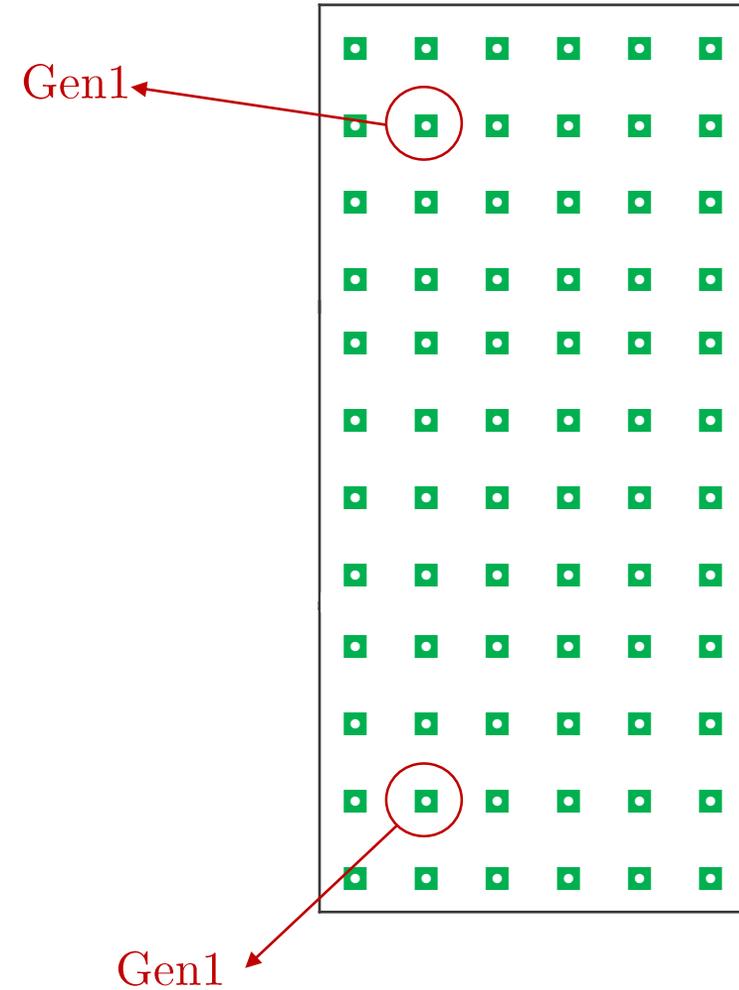
Diseño completamente al azar (DCA)



Ejemplo

Diseño Completamente al Azar (DCA)

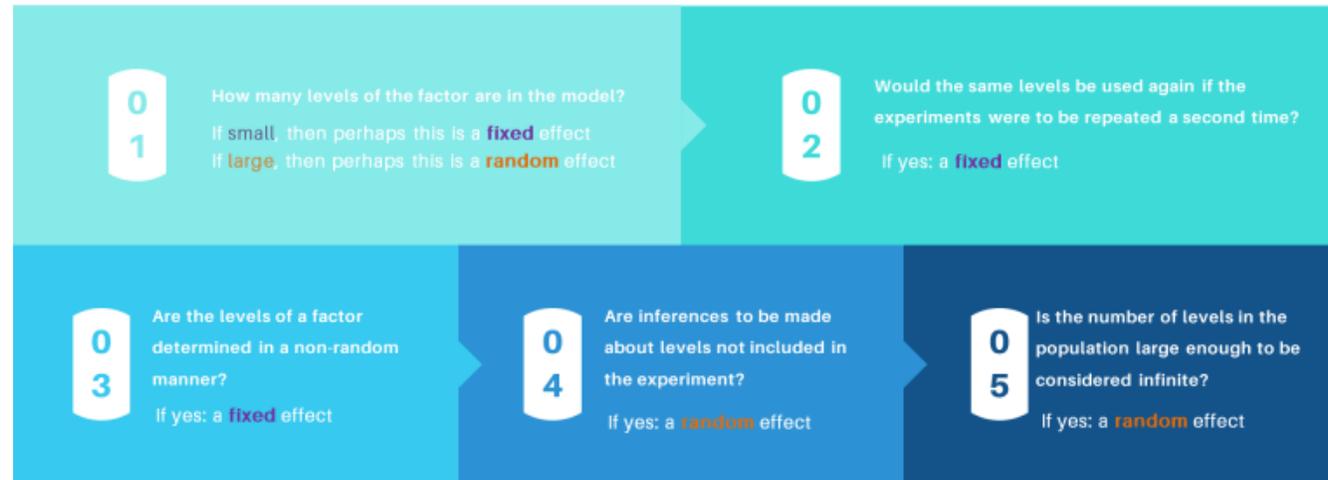
$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$



Fijo o Aleatorio?

Five basic questions to consideration

Fixed vs. Random effect

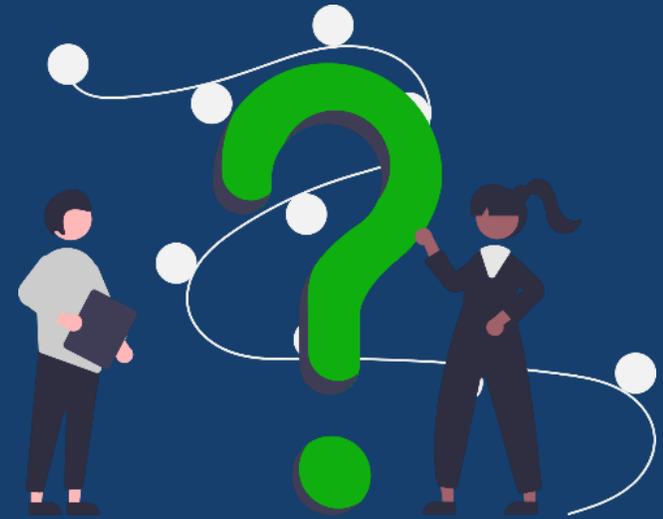


http://www.biosci.global/customer-stories-en/faq-is-it-a-fixed-or-random-effect/?utm_source=linkedin&utm_medium=post&utm_campaign=genstat_technical&utm_content=is%20it%20a%20fixed%20or%20random%20effect

Alliance

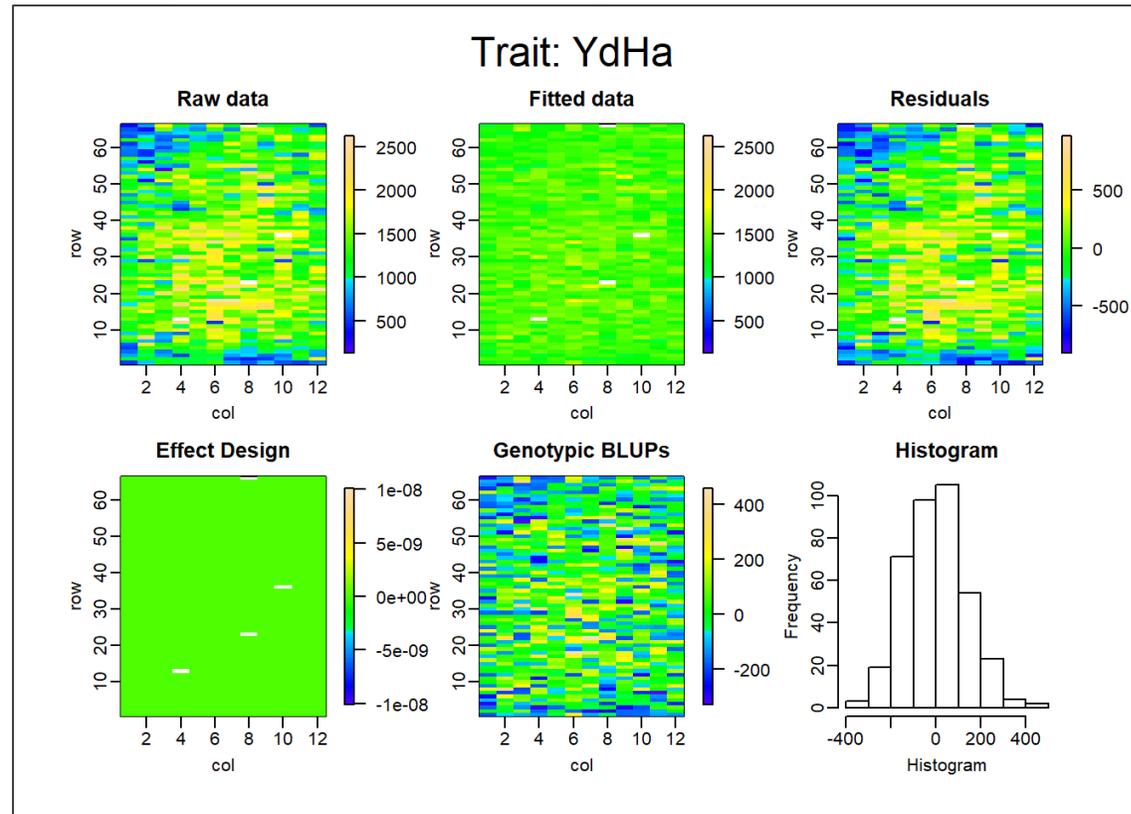


Si el número de niveles de un factor es grande, este podría considerarse...



Ejemplo

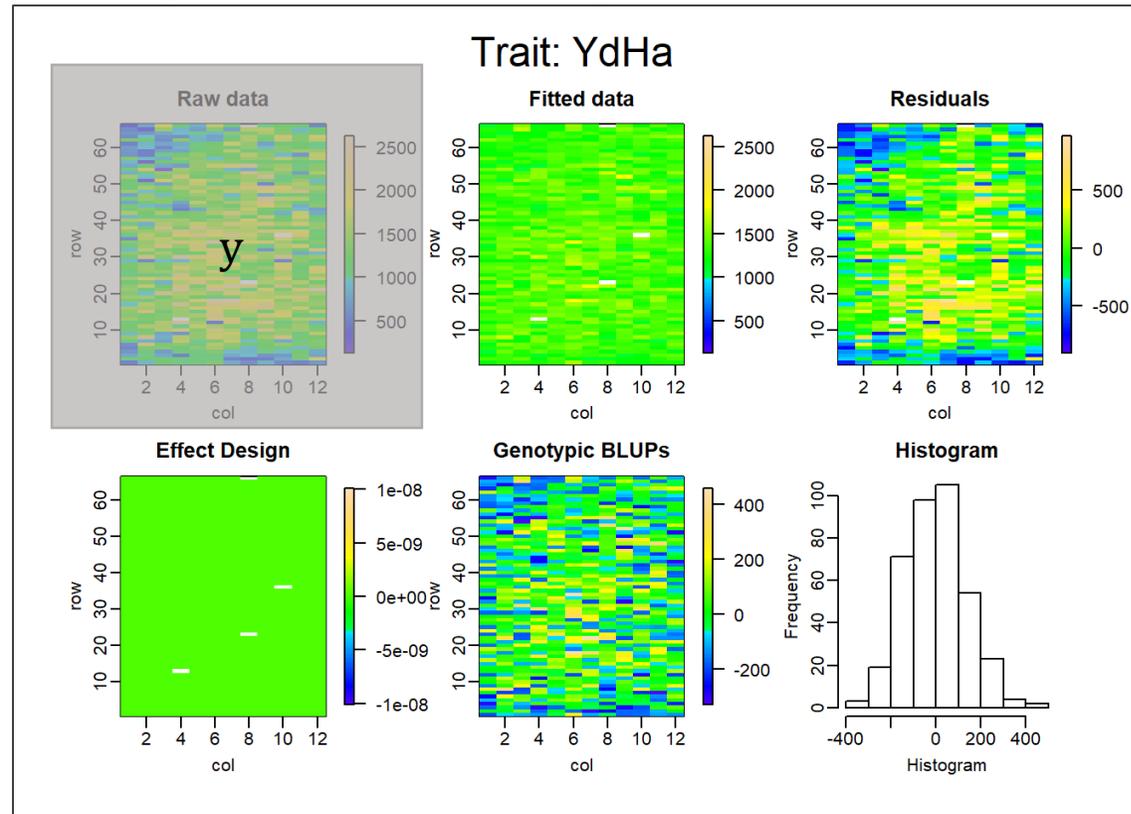
Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Ejemplo

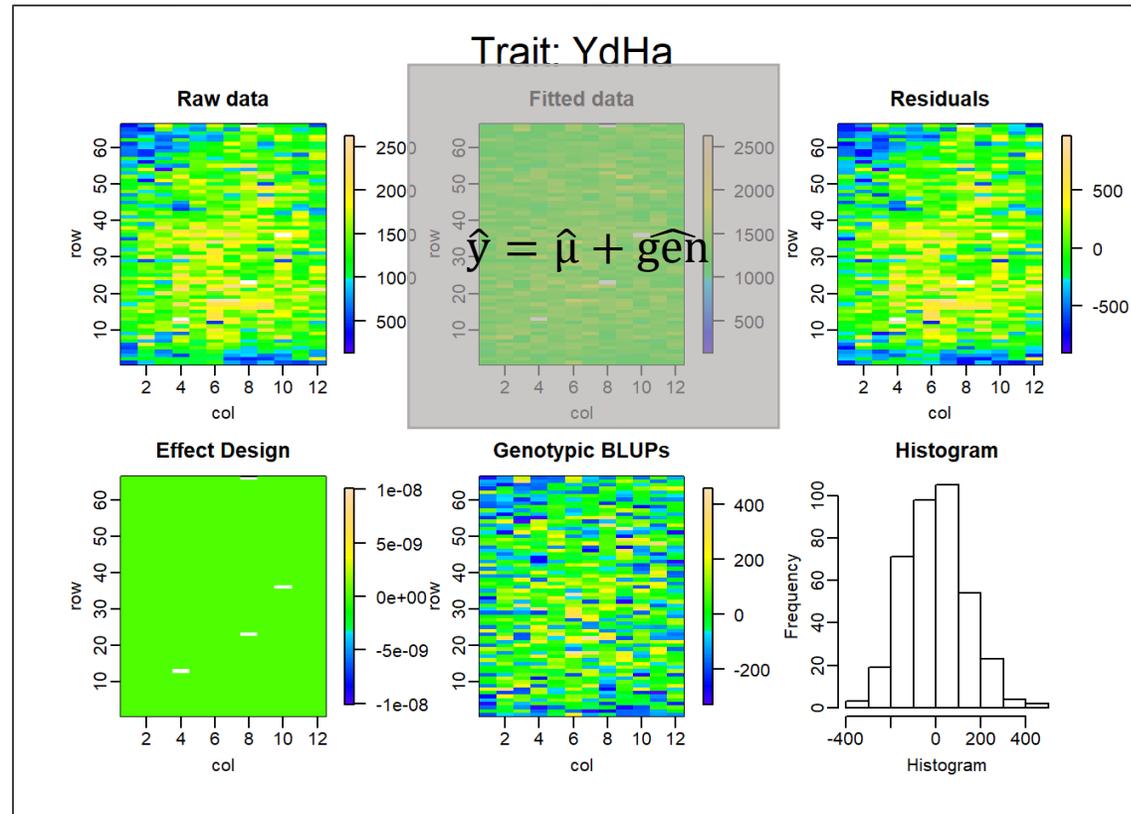
Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Ejemplo

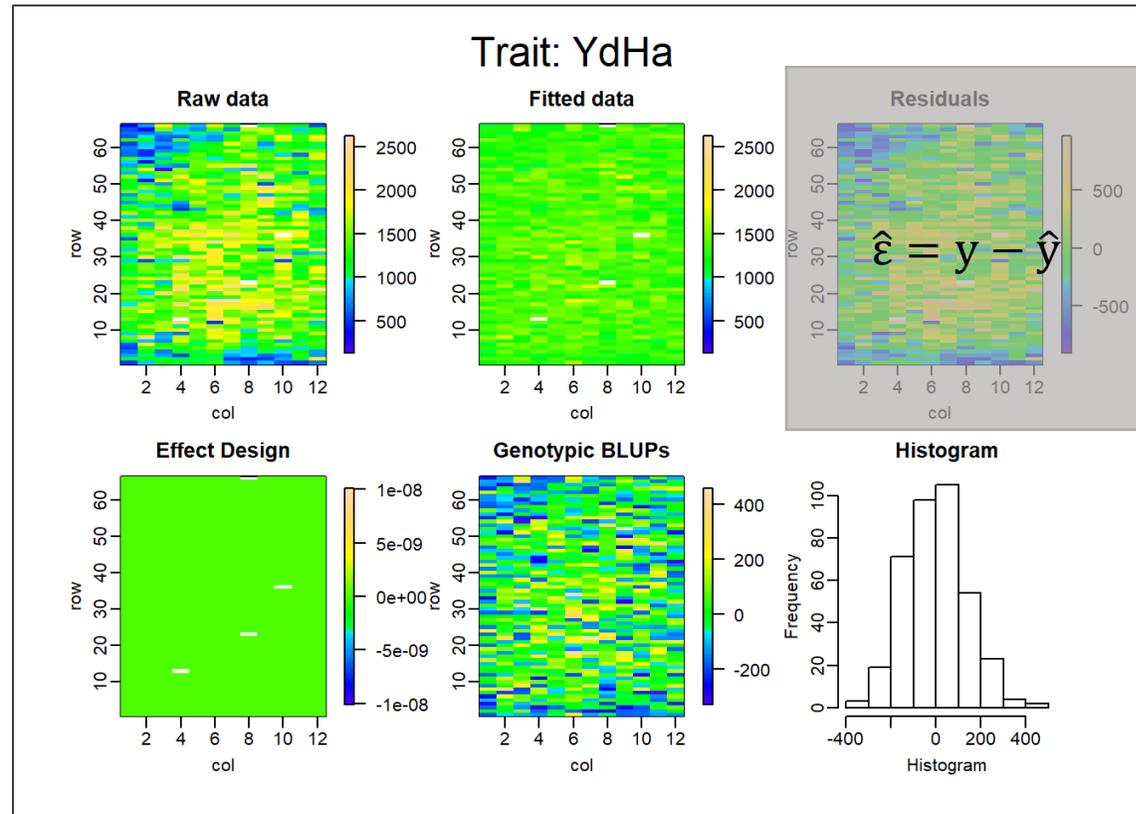
Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + gen_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Ejemplo

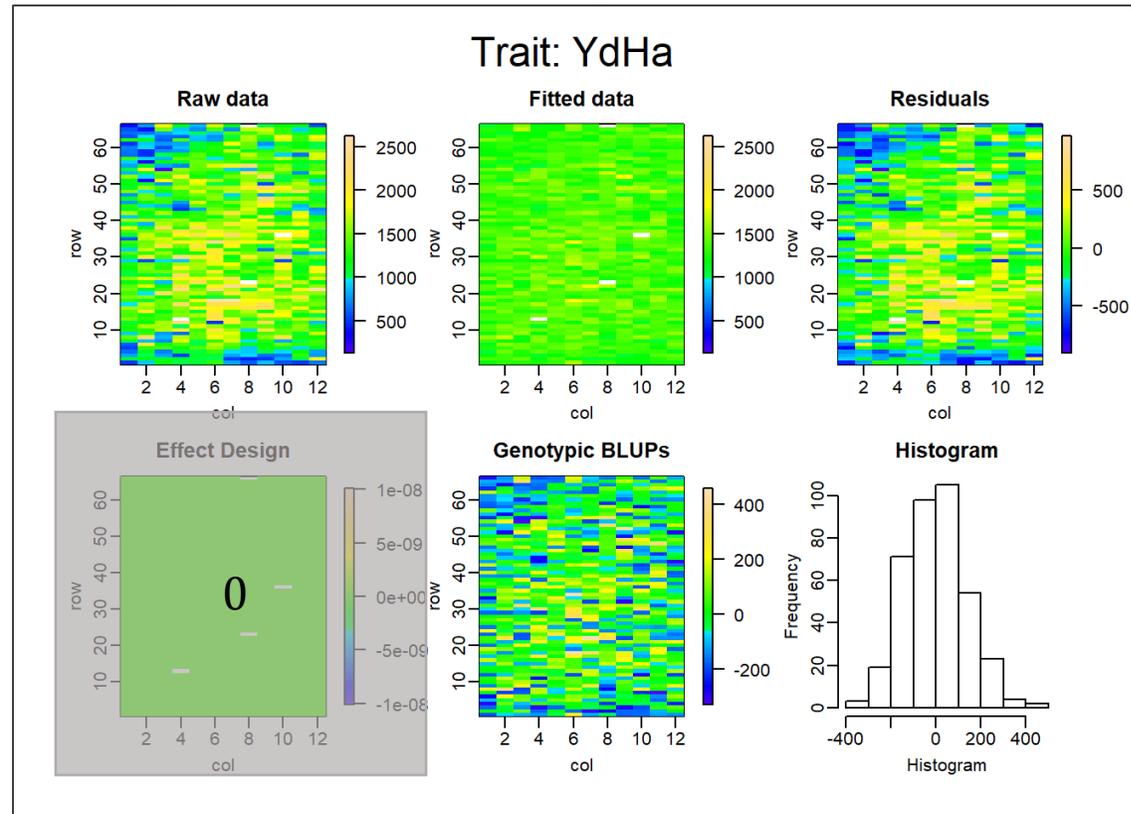
Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Ejemplo

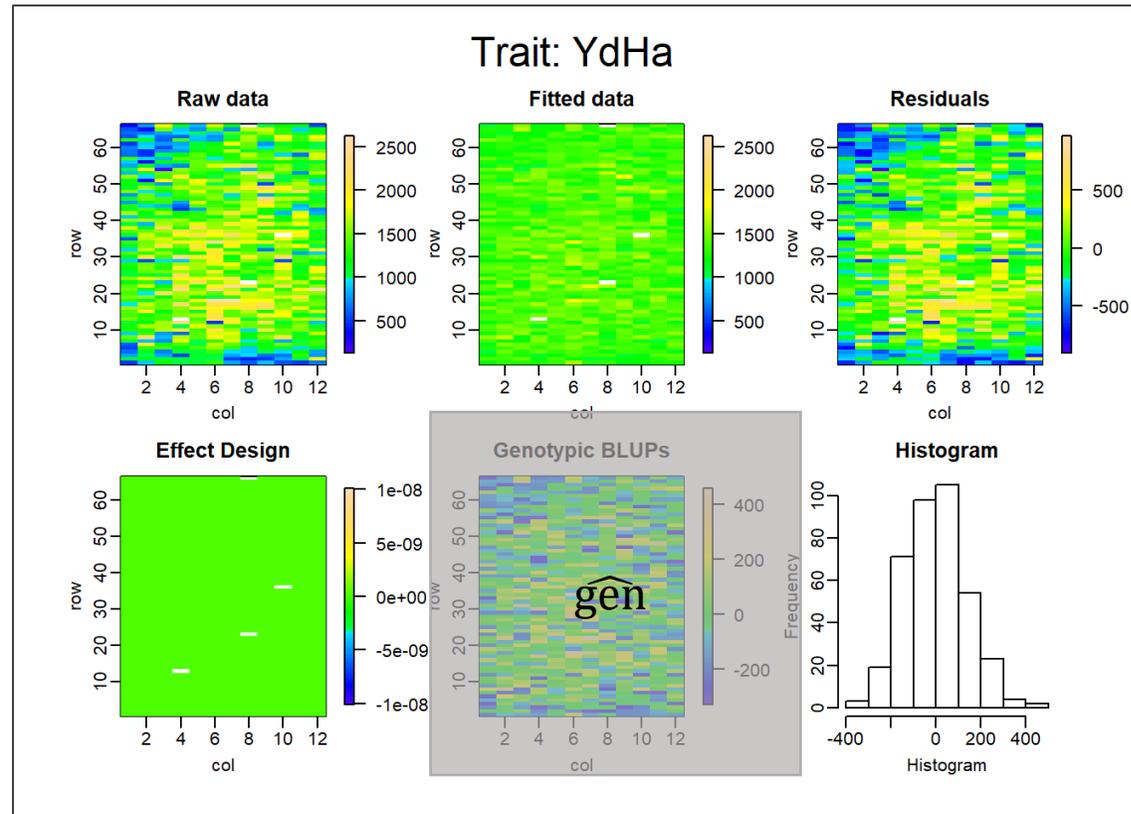
Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Ejemplo

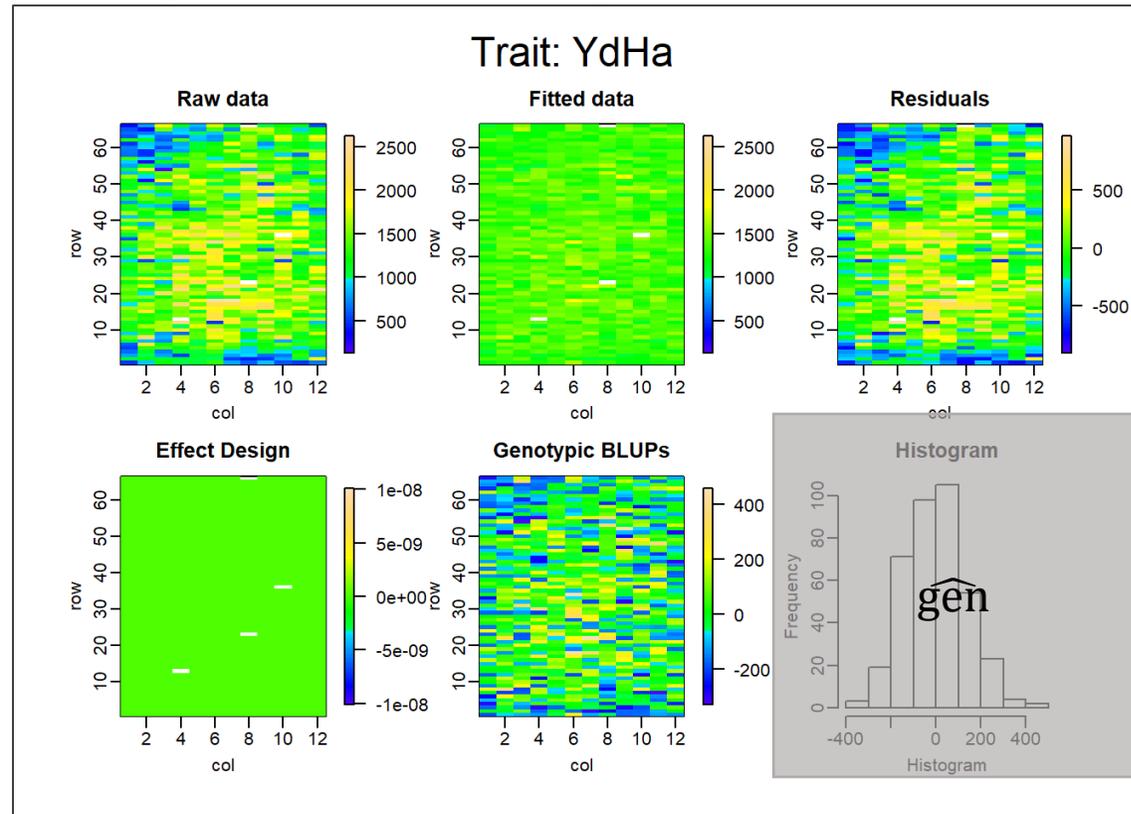
Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

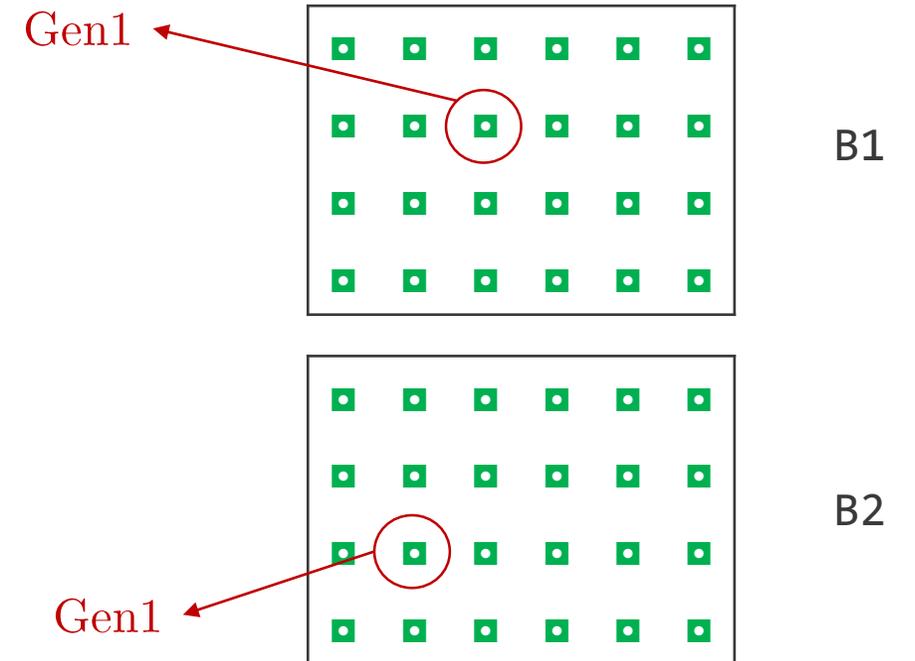
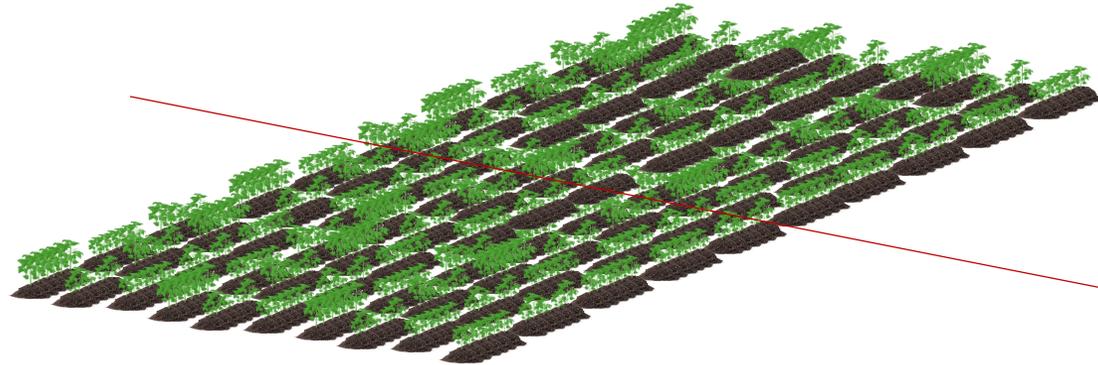
Ejemplo

Figure 1: Diseño Completamente al Azar



$$y_{ij} = \mu + \text{gen}_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Diseño en bloques completos al azar (DBCA)



Ejemplo

Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA)

$$y_{ijk} = \mu + \text{gen}_i + \text{block}_j + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

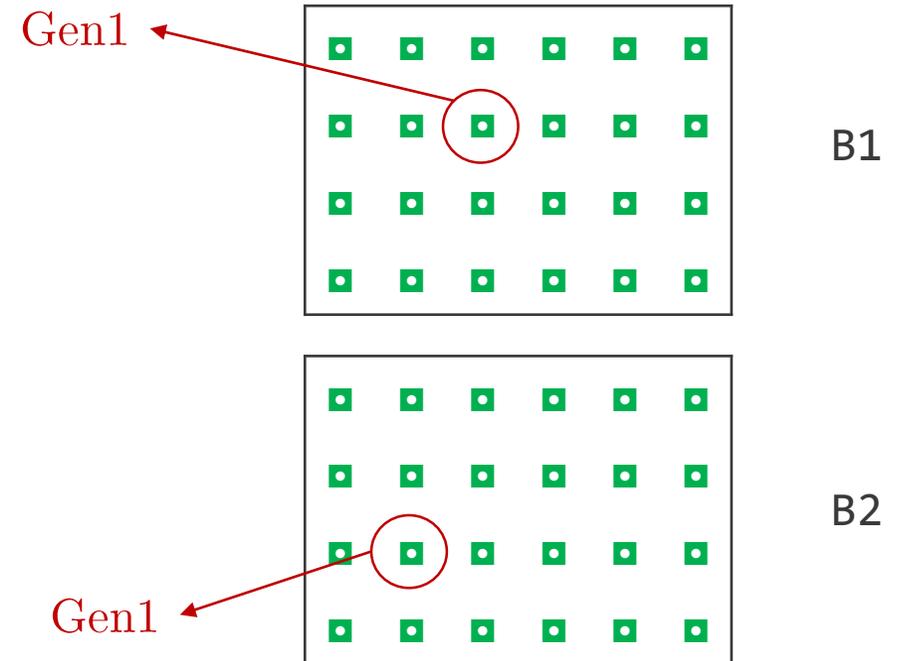
Table 2: Datos ejemplo

YdHa	rep	Gen
507.06	R1	DAB_913
1077.51	R1	RAA_021
802.85	R1	CAL_143
633.83	R1	ACC_004
528.19	R1	DAB_267
591.57	R1	DAN_003
⋮	⋮	⋮

Ejemplo

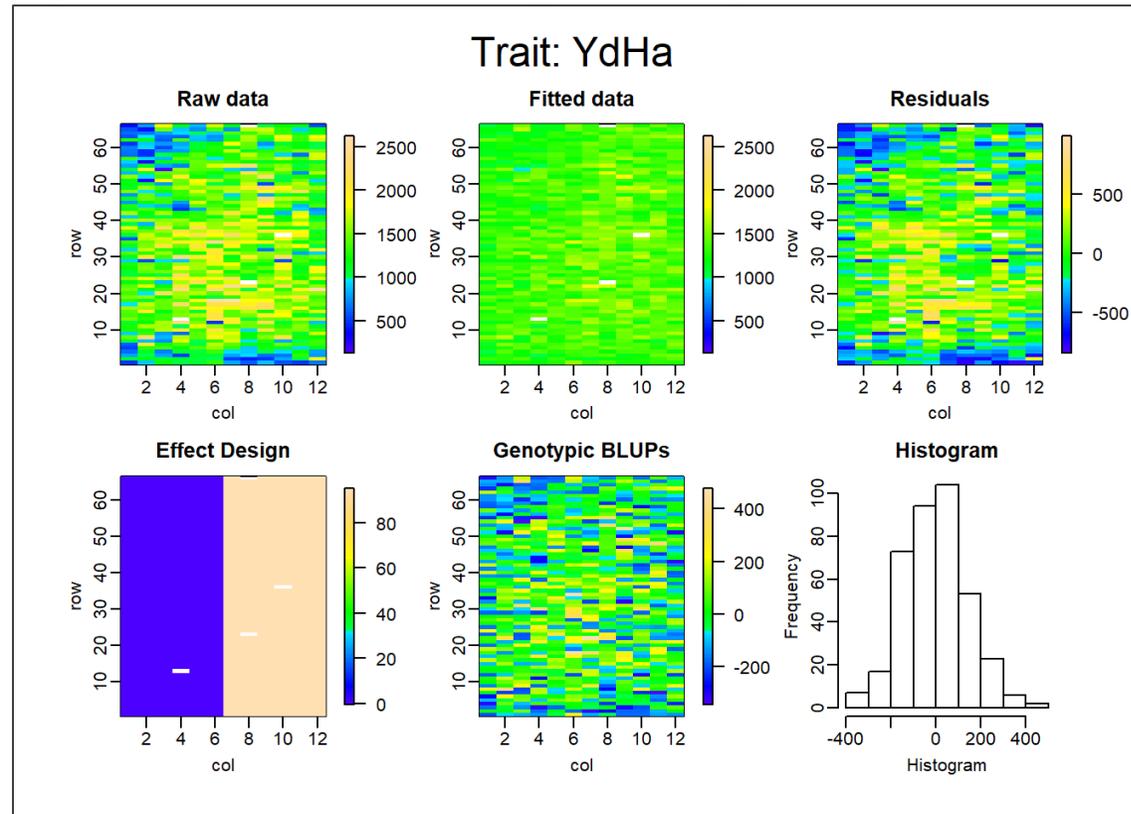
Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA)

$$y_{ijk} = \mu + \text{gen}_i + \text{block}_j + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$



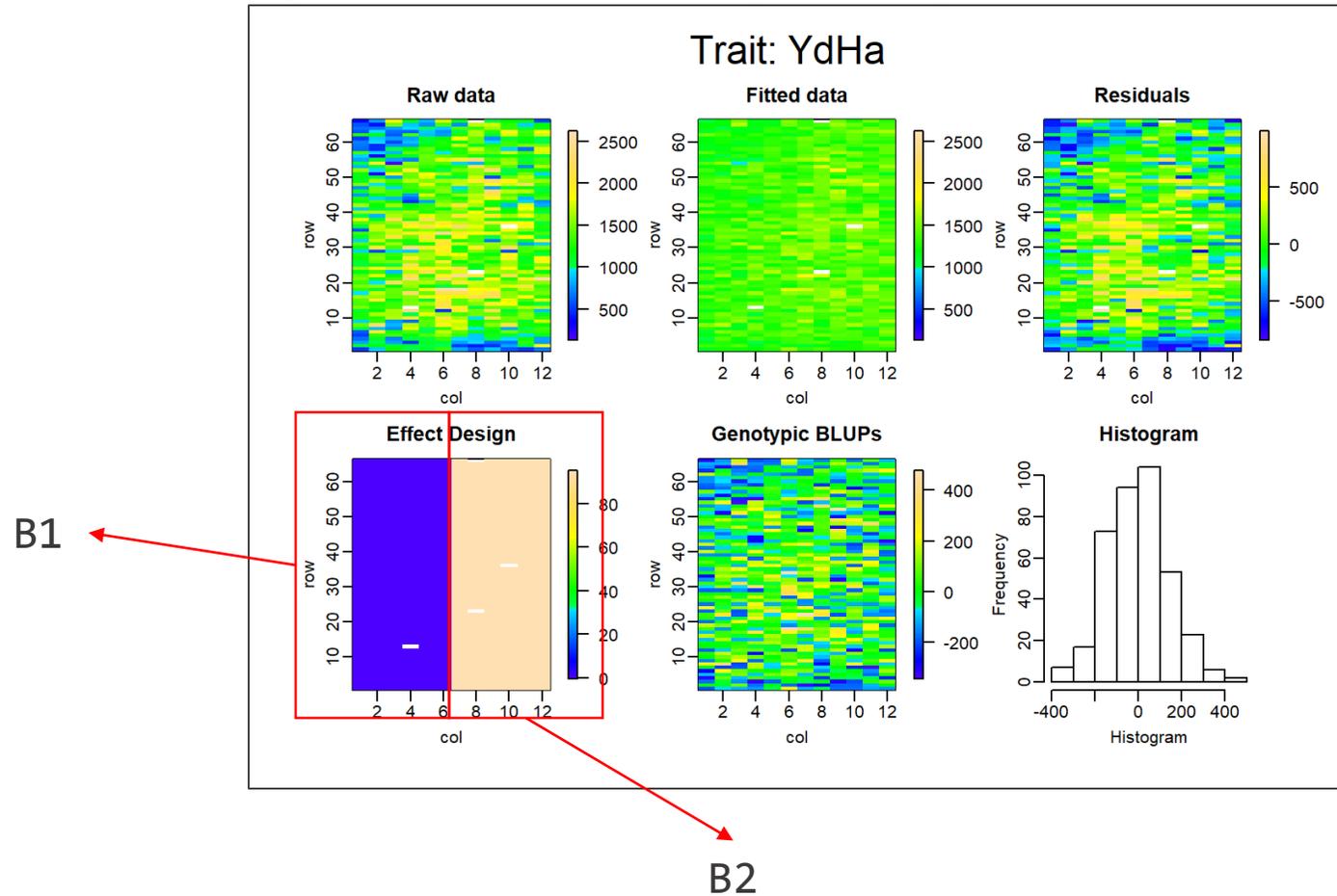
Ejemplo

Figure 2: Diseño en Bloques Completos al Azar



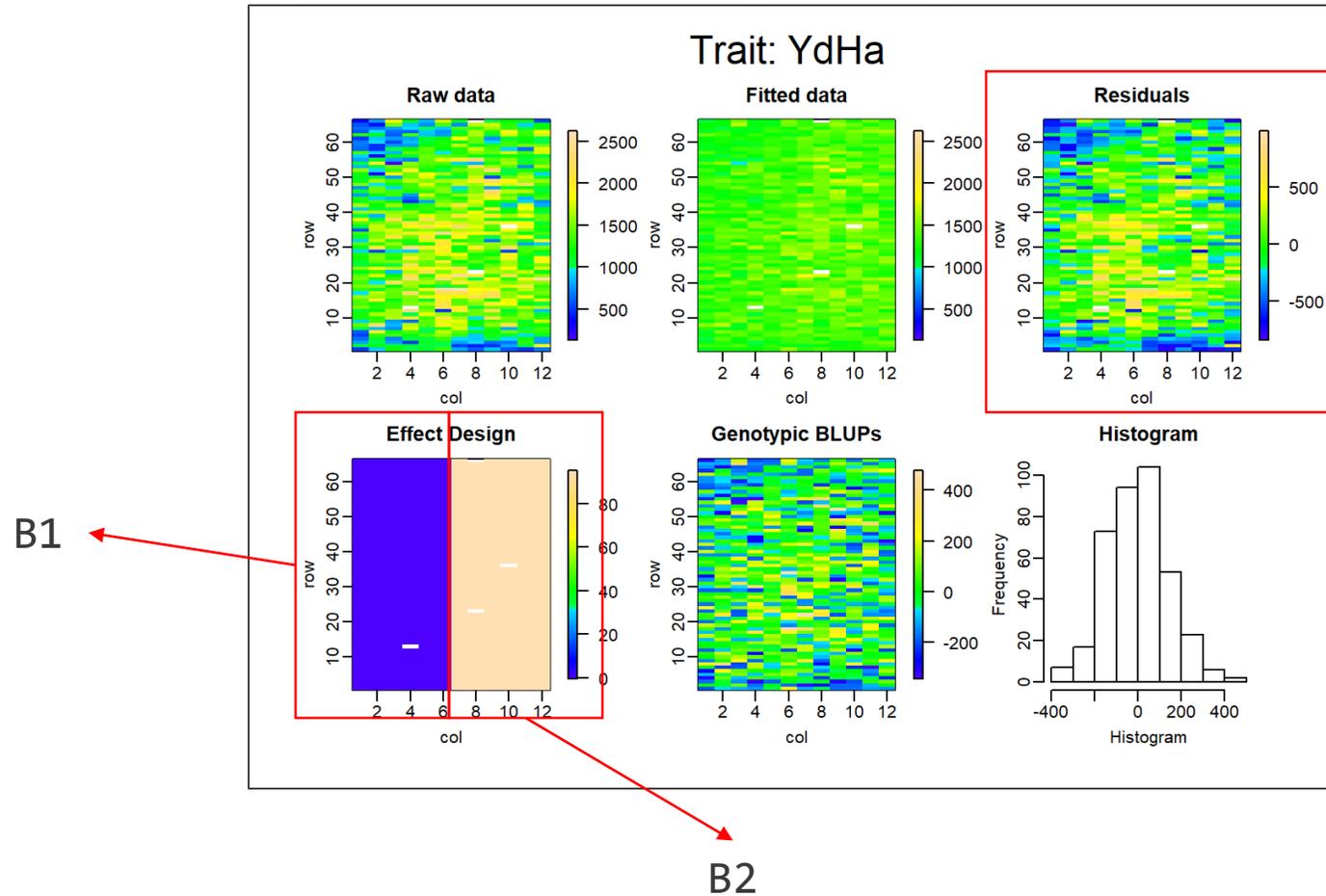
Ejemplo

Figure 2: Diseño en Bloques Completos al Azar

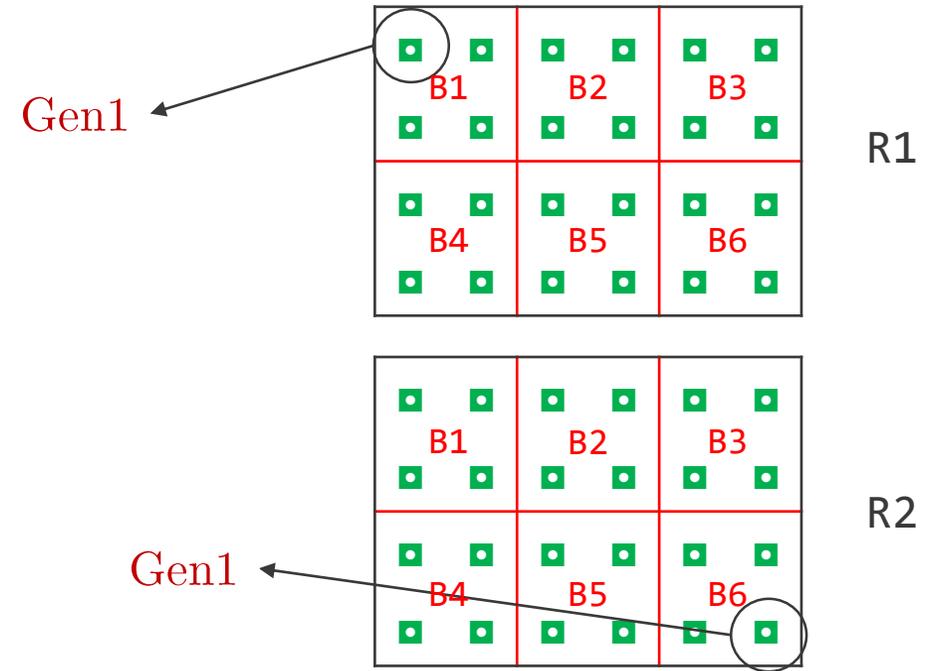
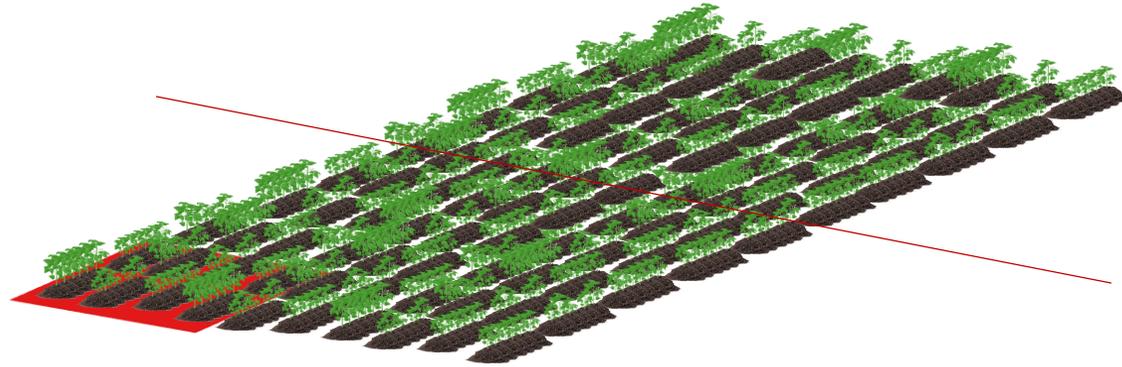


Ejemplo

Figure 2: Diseño en Bloques Completos al Azar



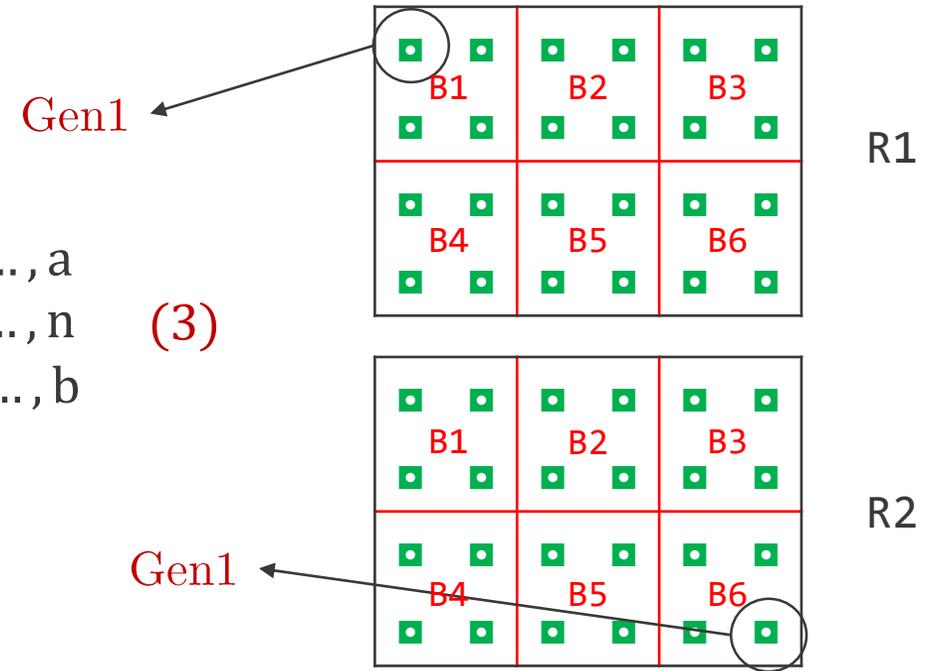
Diseño alfa-lattice



Ejemplo

Diseño Alfa-Lattice

$$y_{ijk} = \mu + \text{gen}_i + \text{rep}_j + \text{block}_k(\text{rep})_j + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n \\ k = 1, 2, \dots, b \end{cases} \quad (3)$$

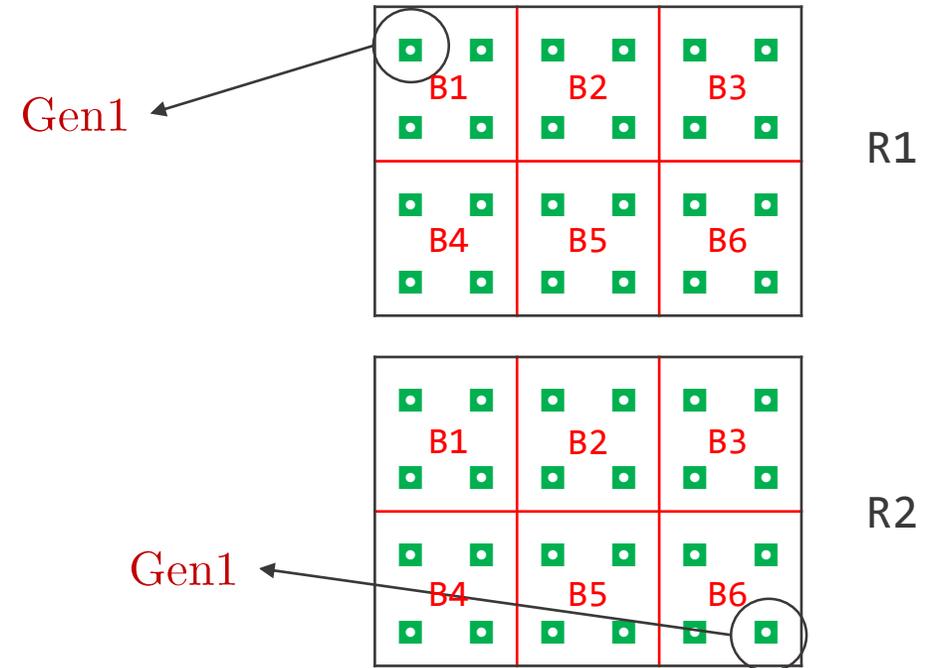


Ejemplo

Diseño Alfa-Lattice

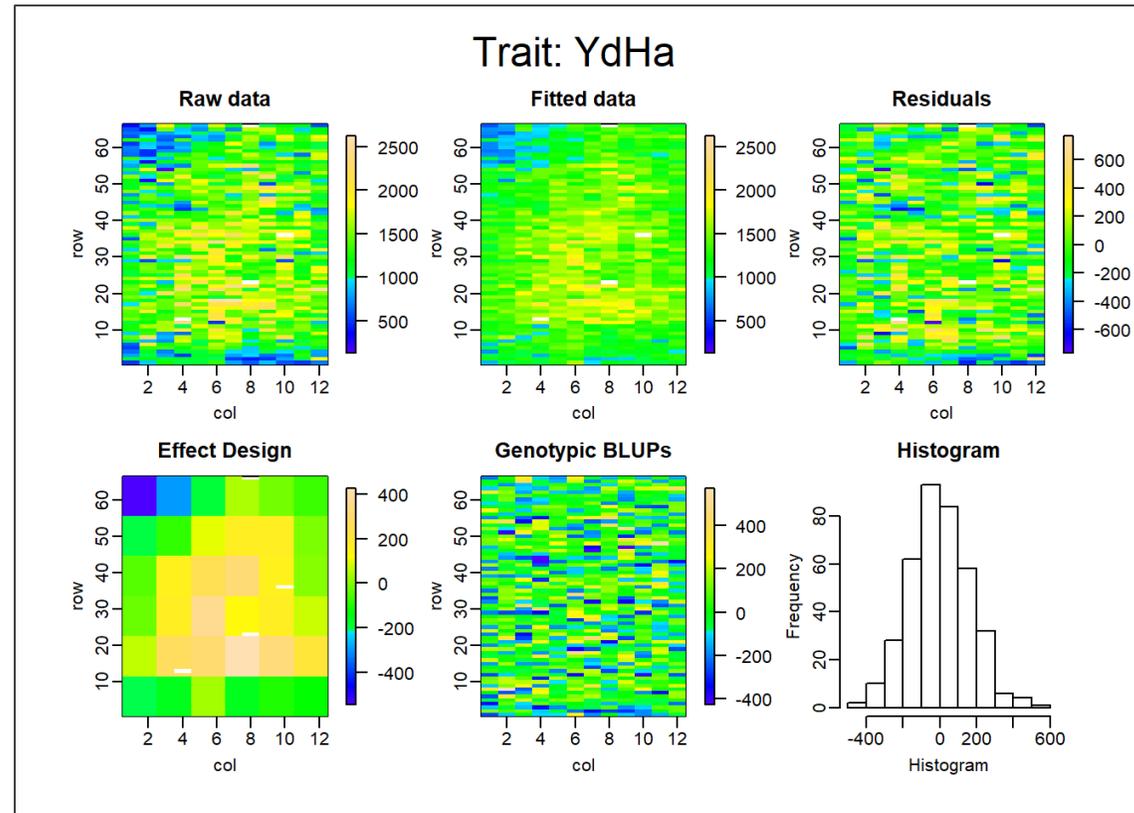
Table 3: Datos ejemplo

YdHa	rep	block	Gen
507.06	R1	B1	DAB_913
1077.51	R1	B1	RAA_021
802.85	R1	B1	CAL_143
633.83	R1	B1	ACC_004
528.19	R1	B1	DAB_267
591.57	R1	B1	DAN_003
⋮	⋮	⋮	⋮



Ejemplo

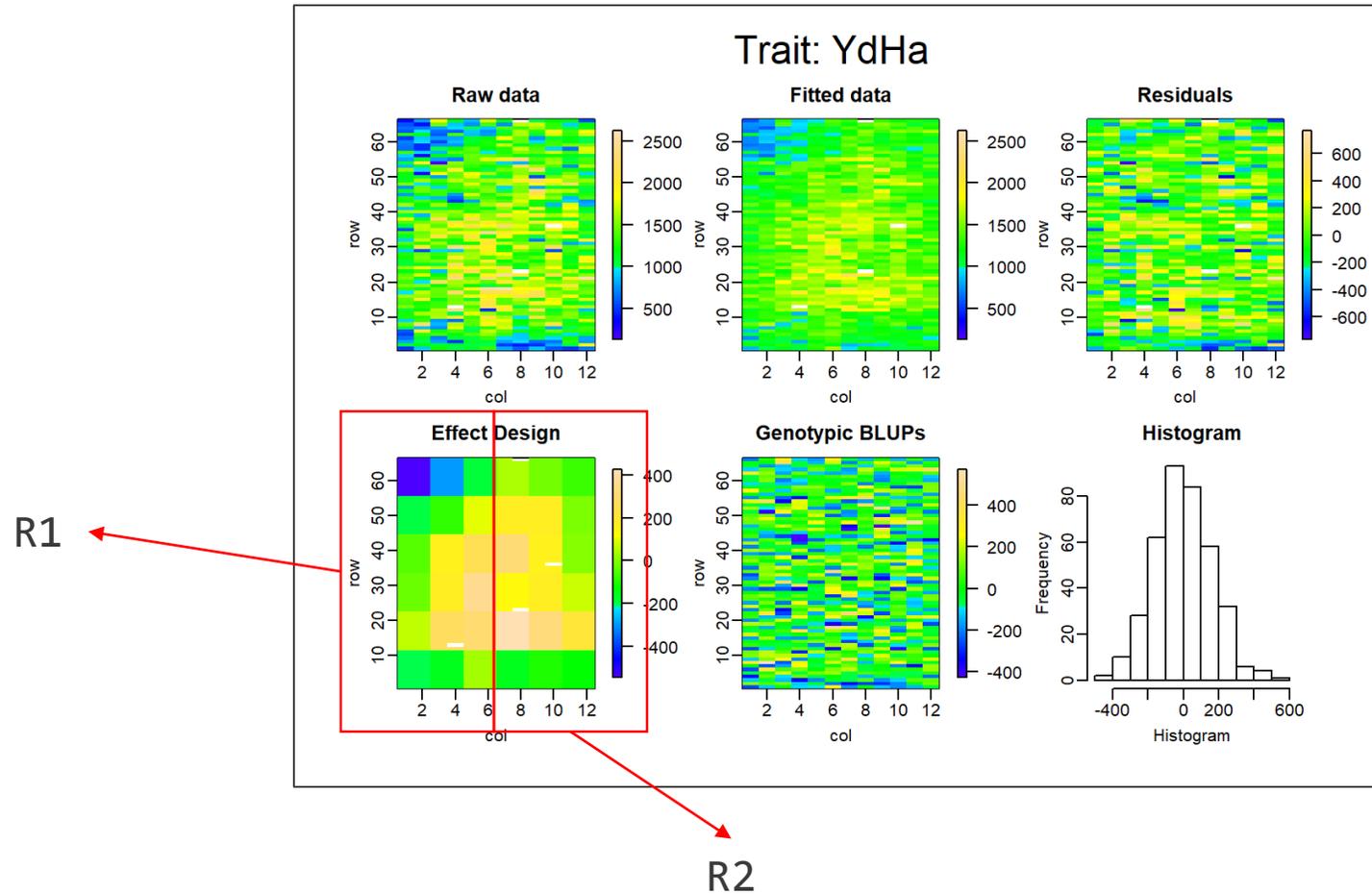
Figure 3: Alfa-Lattice



Data taken from the Bean Program – International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

Ejemplo

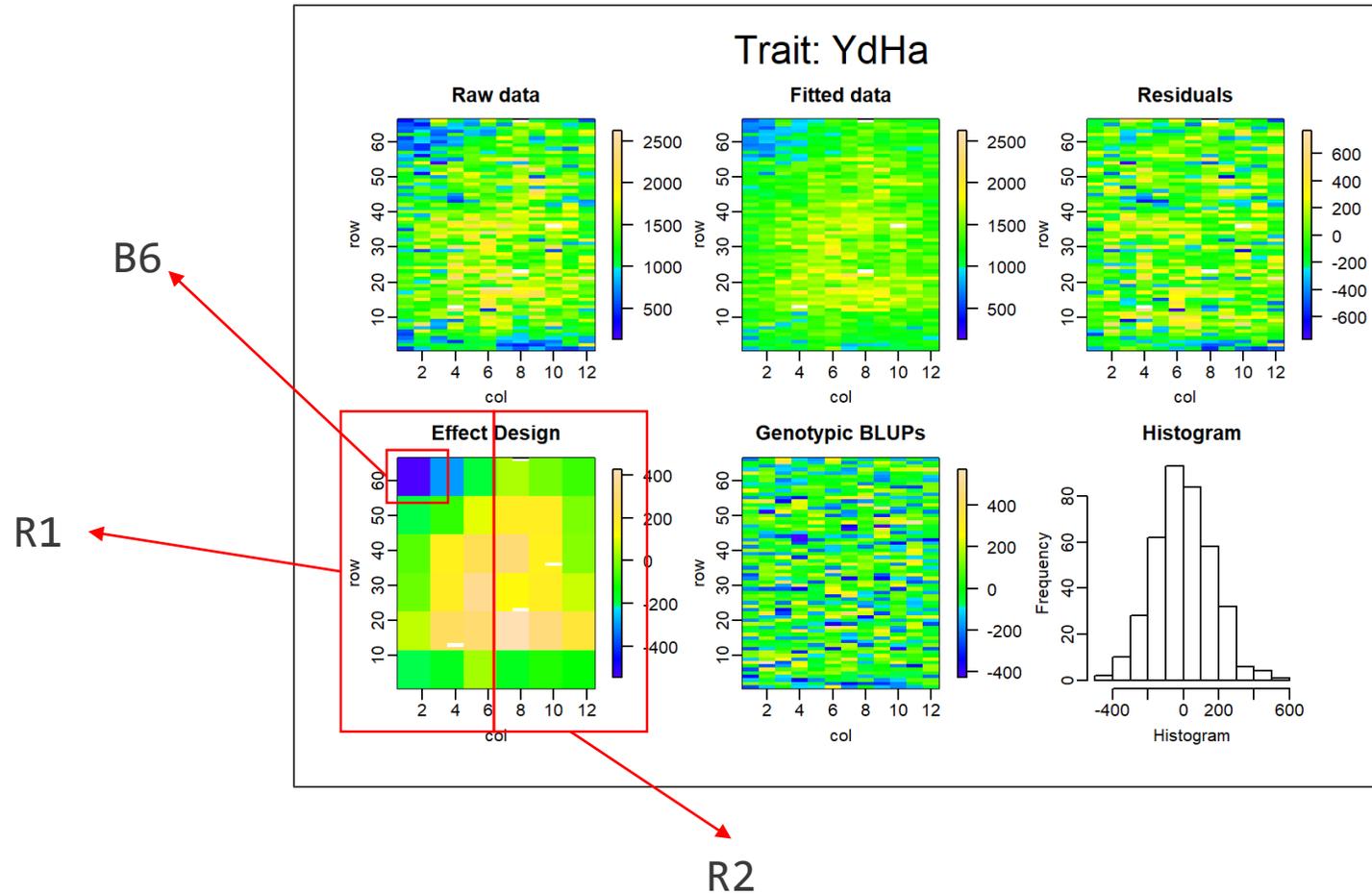
Figure 3: Alfa-Lattice



Data taken from the Bean Program – International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

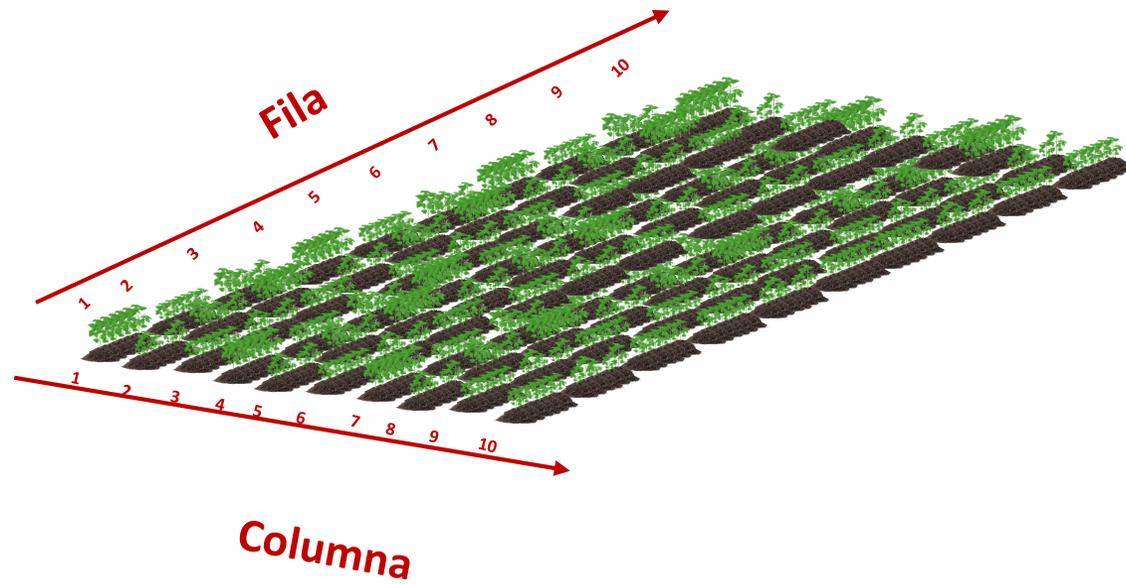
Ejemplo

Figure 3: Alfa-Lattice



Data taken from the Bean Program – International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

Diseño fila-columna (Espacial)



	c1	c2	c3	c4	c5	c6	
R1	■	■	■	■	■	■	r1
	■	■	■	■	■	■	r2
	■	■	■	■	■	■	r3
	■	■	■	■	■	■	r4
R2	■	■	■	■	■	■	r6
	■	■	■	■	■	■	r7
	■	■	■	■	■	■	r8
	■	■	■	■	■	■	r9
	■	■	■	■	■	■	r9

Diseño fila-columna (Espacial)

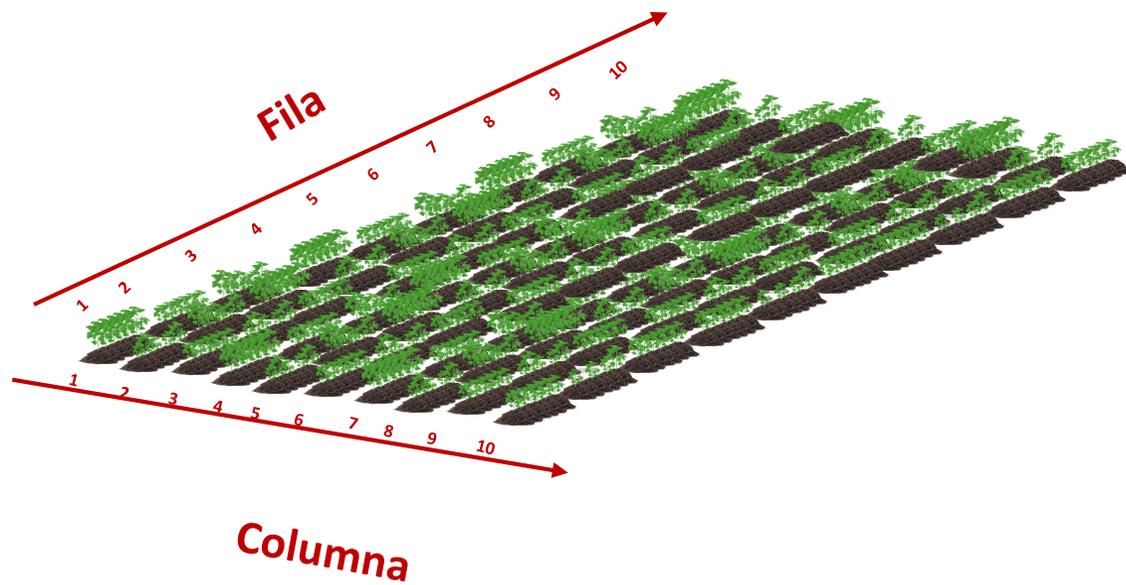


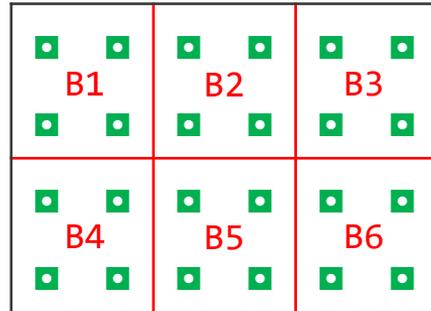
Table 4: Datos ejemplo

YdHa	rep	block	col	row	Gen
507.06	R1	B1	1	1	DAB_913
1077.51	R1	B1	1	2	RAA_021
802.85	R1	B1	1	3	CAL_143
633.83	R1	B1	1	4	ACC_004
528.19	R1	B1	1	5	DAB_267
591.57	R1	B1	1	6	DAN_003
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

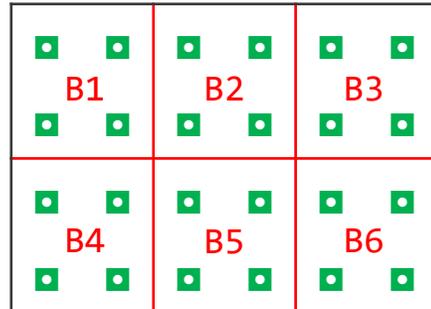
Análisis Espacial

Alfa-Lattice

R1

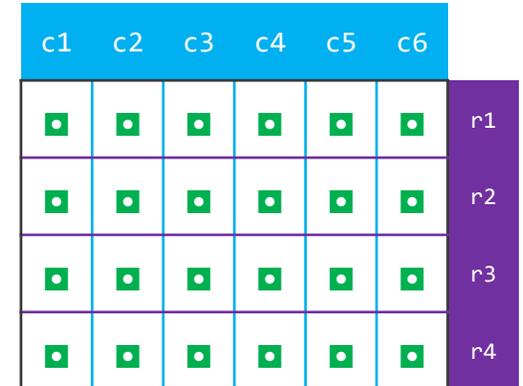


R2



Espacial

R1



R2



Ejemplo

Réplica 1



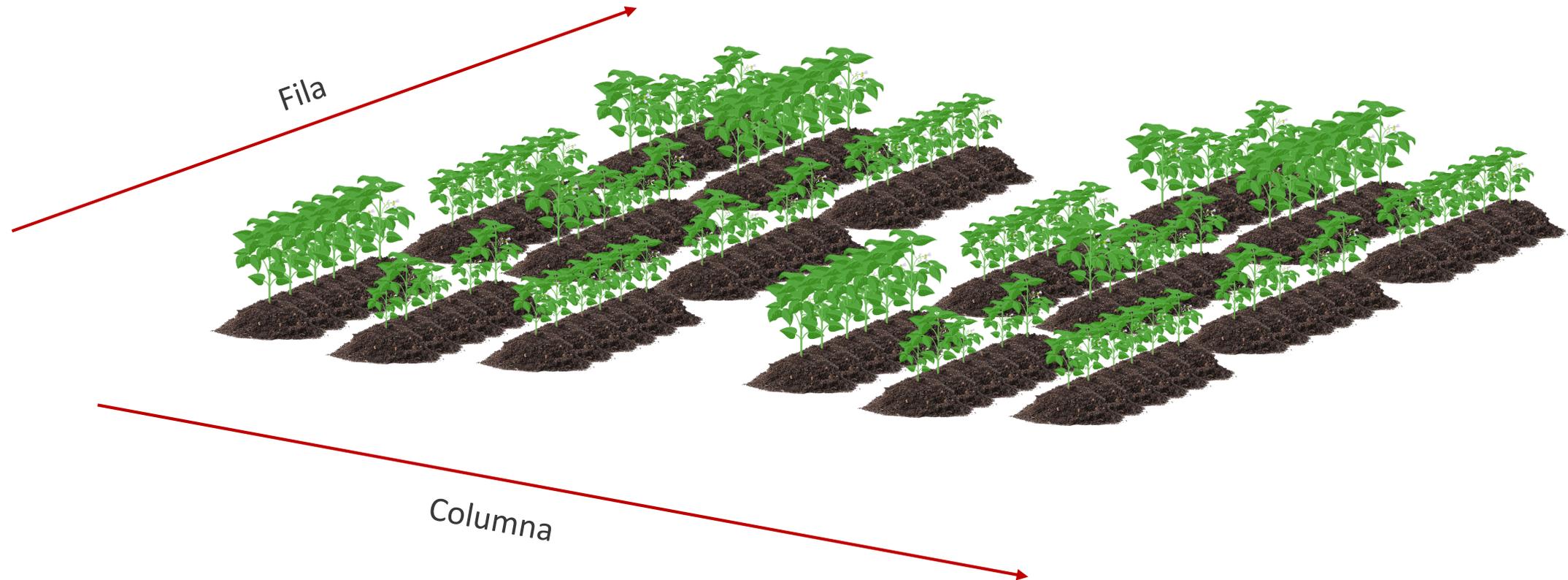
Ejemplo

Réplica 1



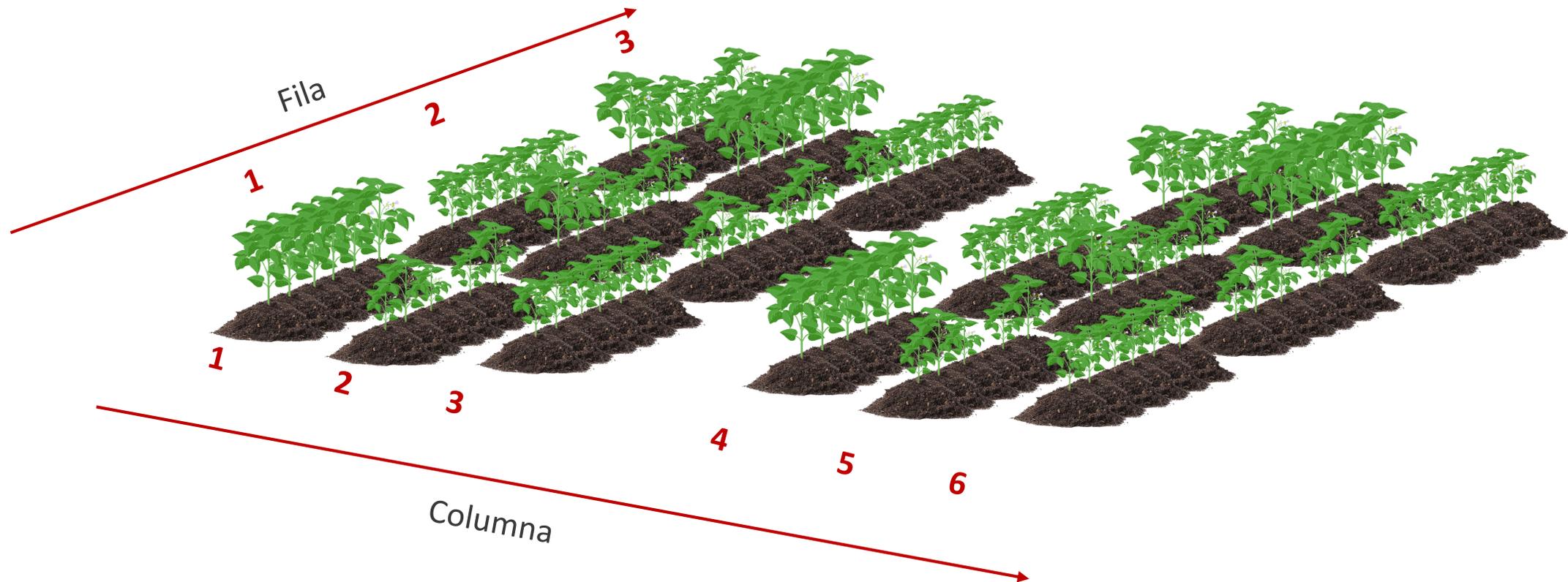
Réplica 2

Ejemplo



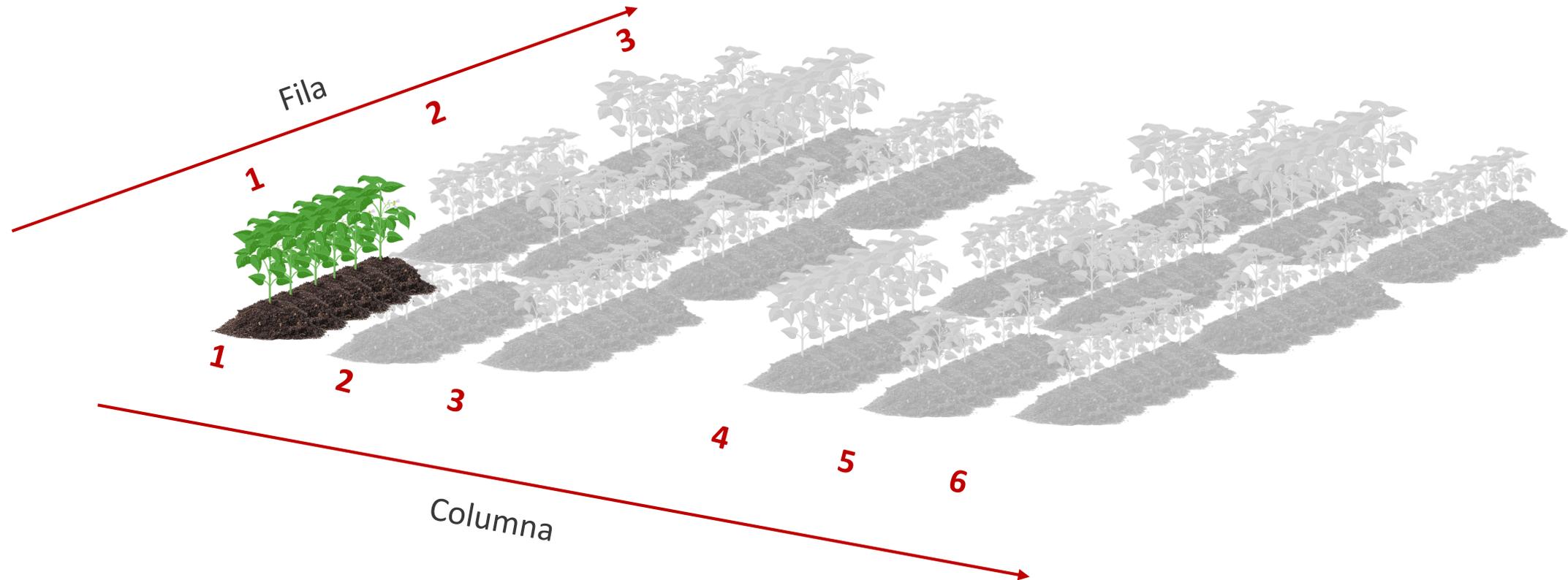
Ejemplo

6 x 4



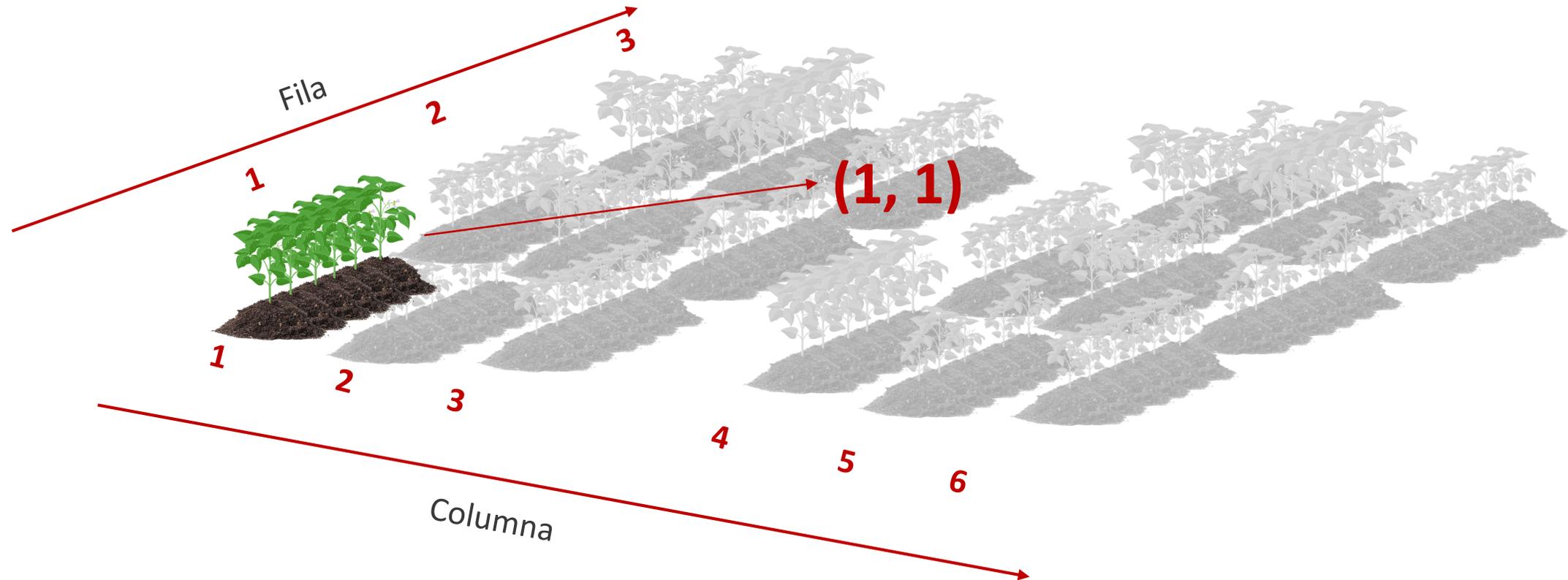
Ejemplo

6 x 4



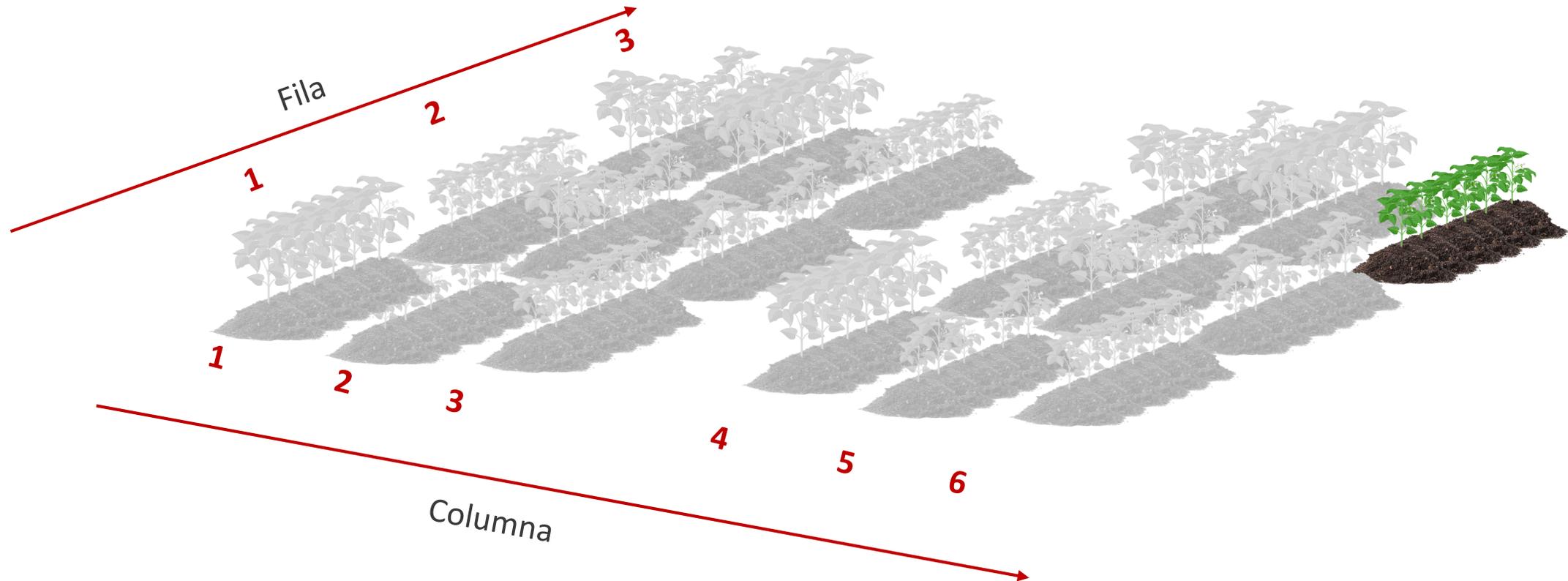
Ejemplo

6 x 4



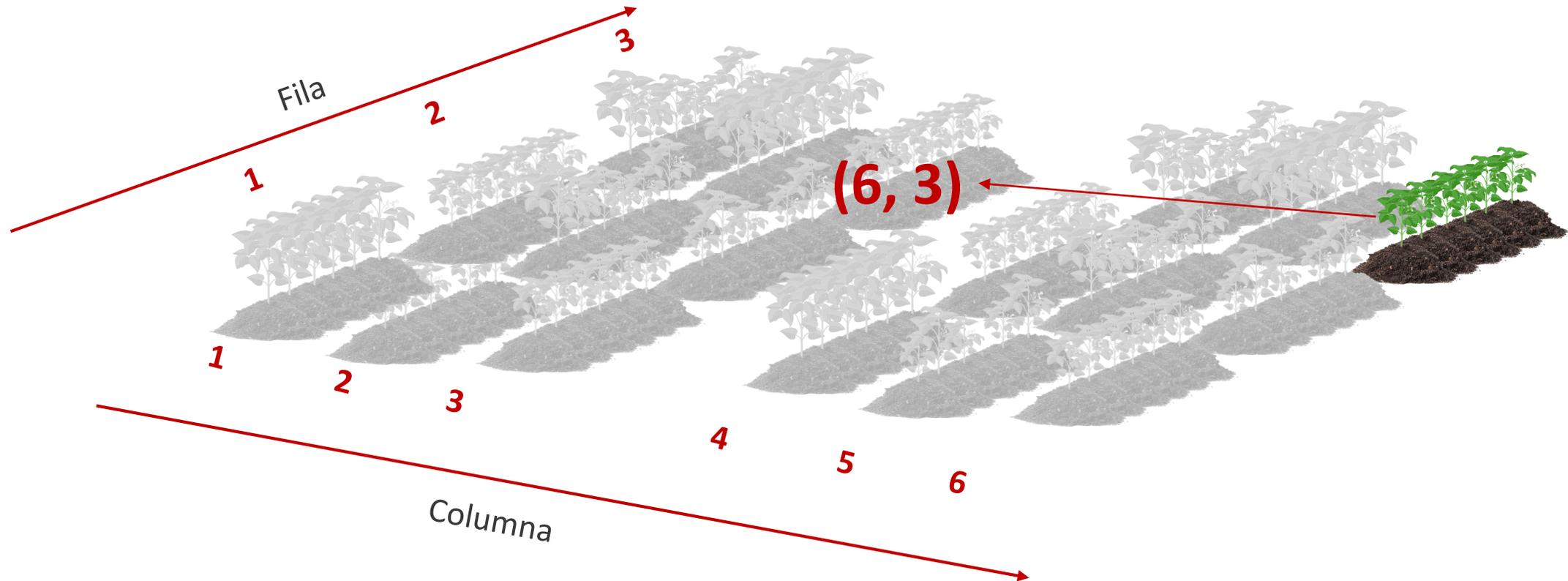
Ejemplo

6 x 4

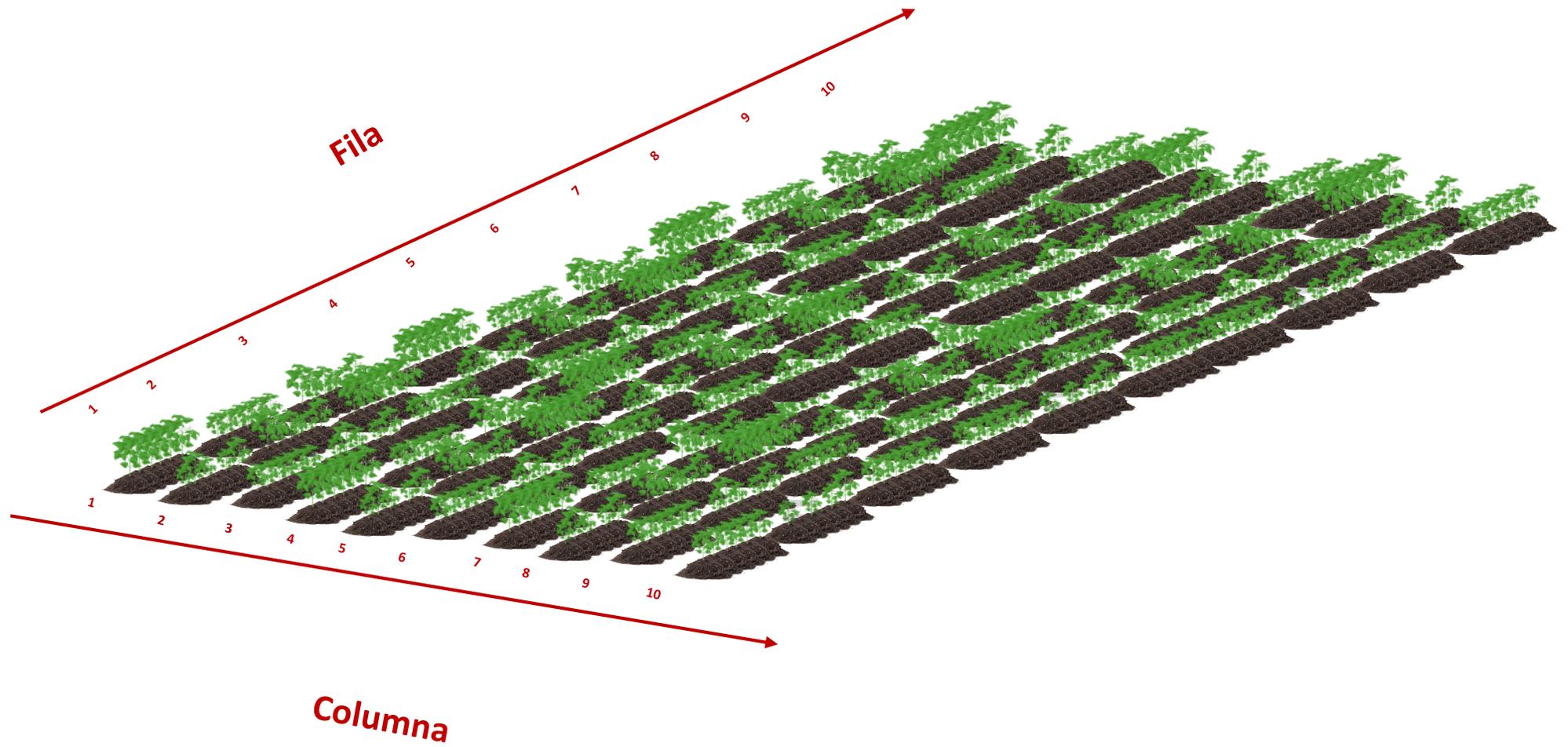


Ejemplo

6 x 4



Ejemplo



Ejemplo

Análisis Espacial

$$y = 1_n\beta_0 + u\beta_1 + v\beta_2 + u\odot v\beta_3 + f_v(v) + f_u(u) + u\odot h_u(v) + v\odot h_v(u) + f_{u,v}(u, v) + gen + \varepsilon$$

u → Coordenada Fila

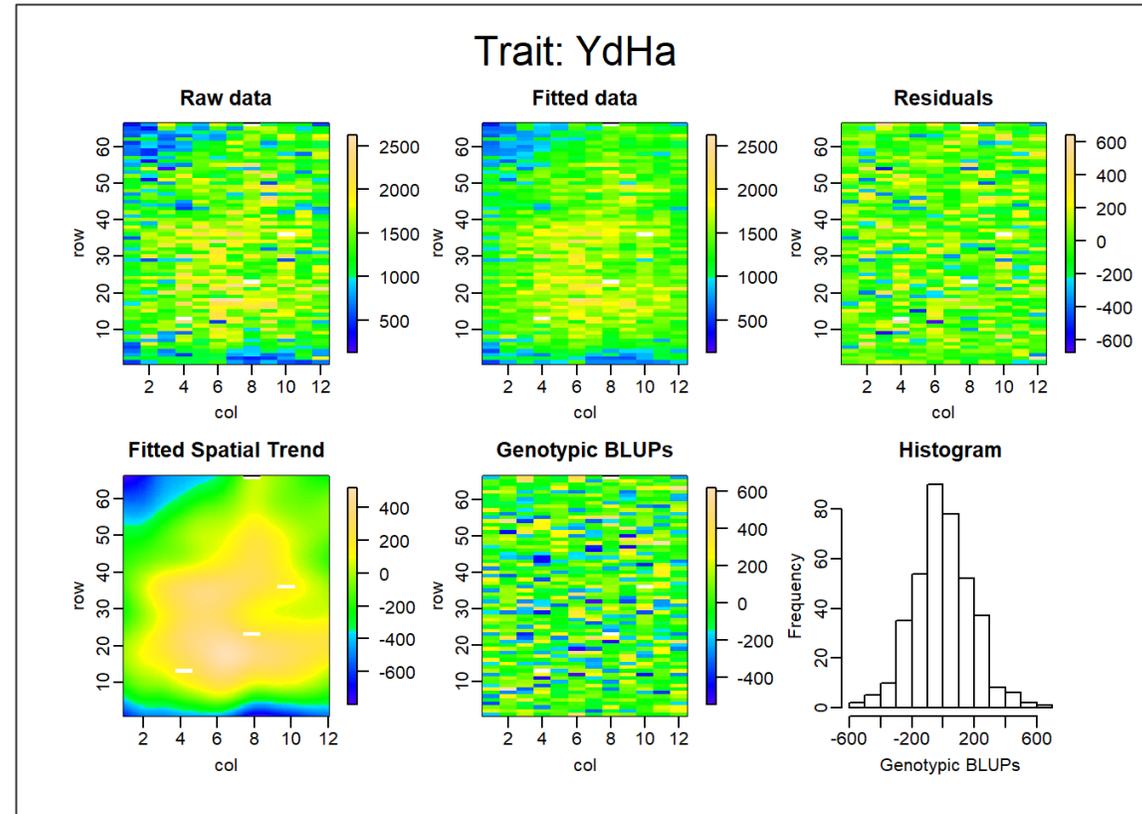
v → Coordenada Columna

Unidimensional

Bidimensional

Ejemplo

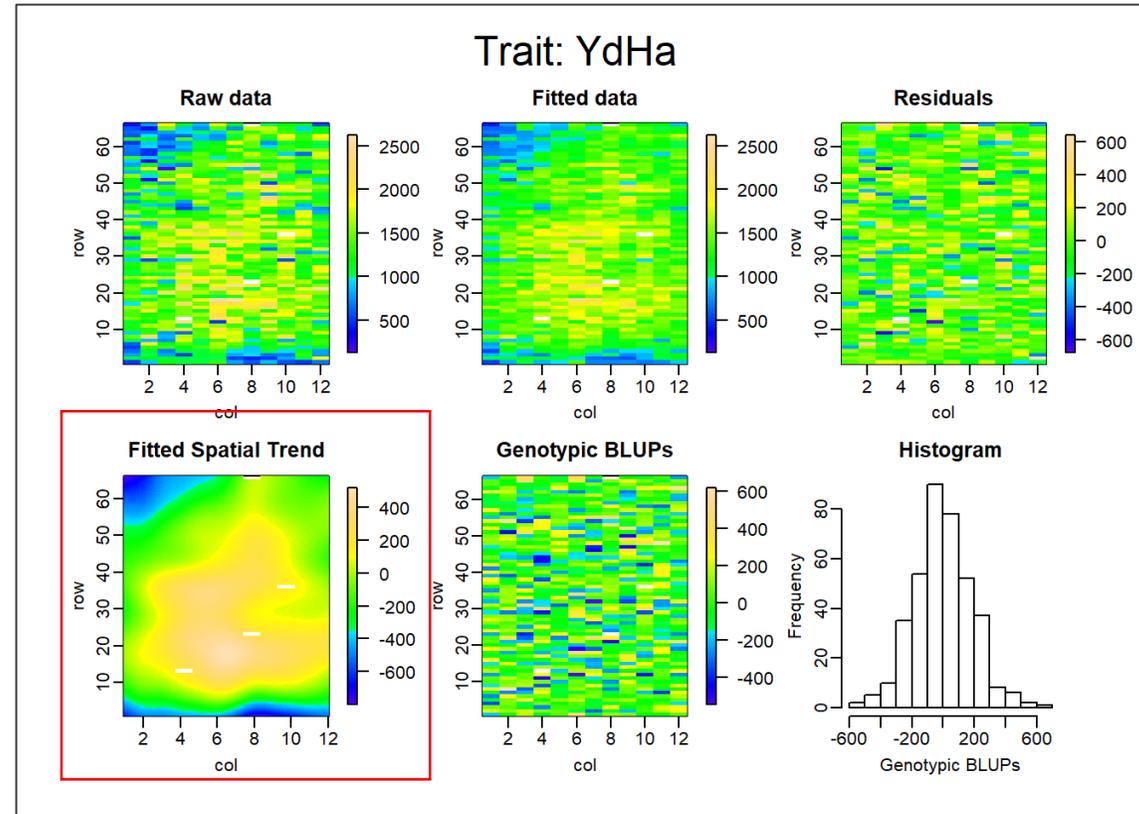
Figure 4: Modelo Espacial



Data taken from the Bean Program – International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

Ejemplo

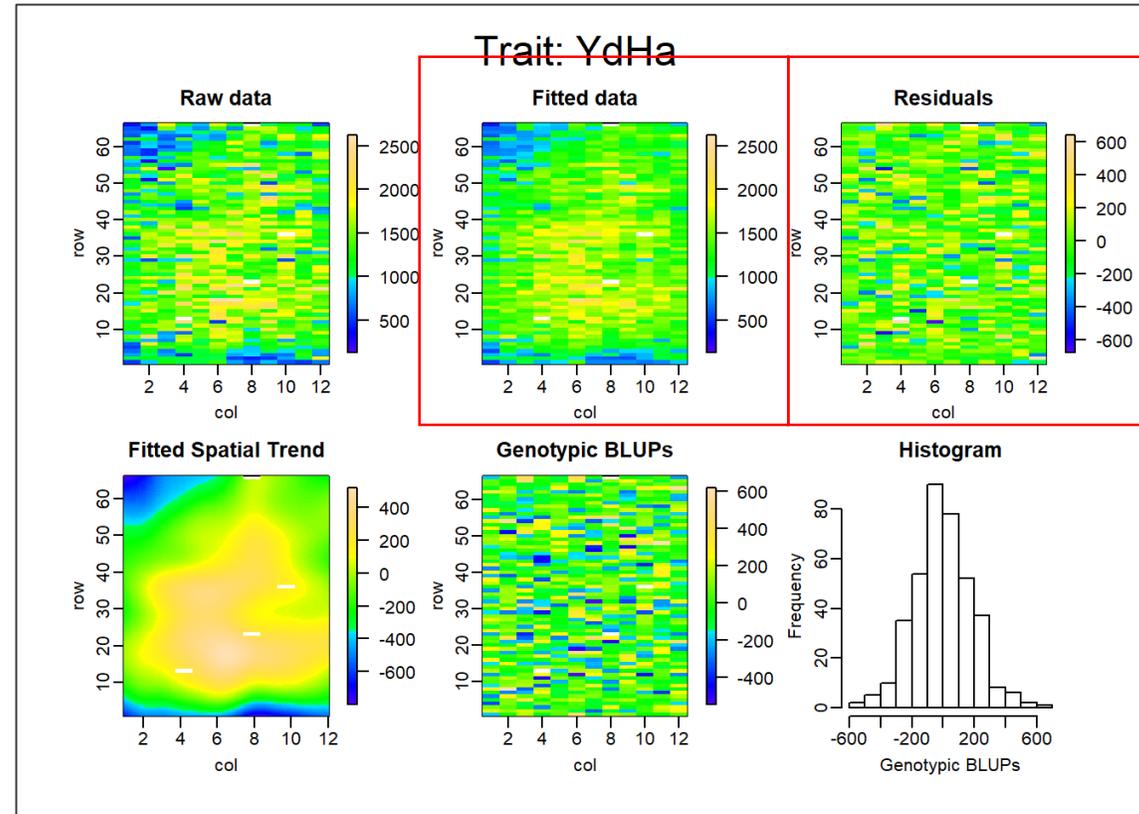
Figure 4: Modelo Espacial



Data taken from the Bean Program – International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

Ejemplo

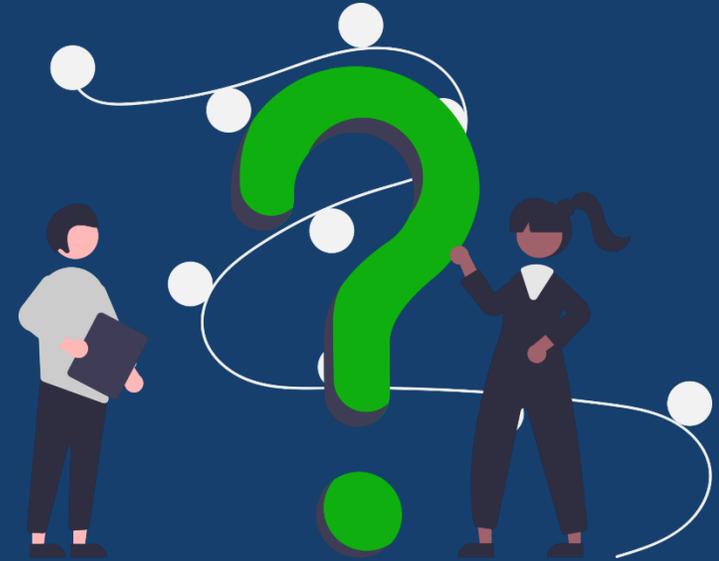
Figure 4: Modelo Espacial



Data taken from the Bean Program – International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

Ordene los siguientes diseños del más simple al más complejo.

- Diseño completamente al azar
- Diseño fila-columna
- Diseño alfa-lattice
- Diseño en bloques al azar



Selección de Modelo:

- $AIC: -2 \times \log\text{Lik} + 2 \times t$
- $BIC: -2 \times \log\text{Lik} + \log(n) \times t$
- Pseudo $R^2: 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$
- Heredabilidad = $1 - \frac{1}{\sigma_g^2} \sum_{i=1}^{m_g} \frac{pev(c_{gi})}{m_g}$
- Desviación Estándar = $\sqrt{\sigma_{residual}^2}$

Table 5: Comparación de Modelos

Models	AIC	BIC	R ²	Heredabilidad	Residual
DCA	11709.84	11723.85	0,406	0,416	358,73
RCBD	11689.59	11708.27	0,431	0,434	353,1
Alpha	11509.96	11533.31	0,68	0,542	281,91
SpATS	9865.16	9925.87	0,824	0,650	225,38

↑ High

↓ Low

Figure 1: CRD

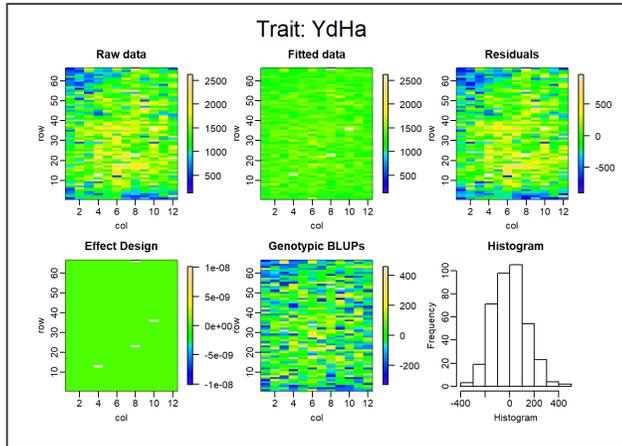


Figure 2: RCBD

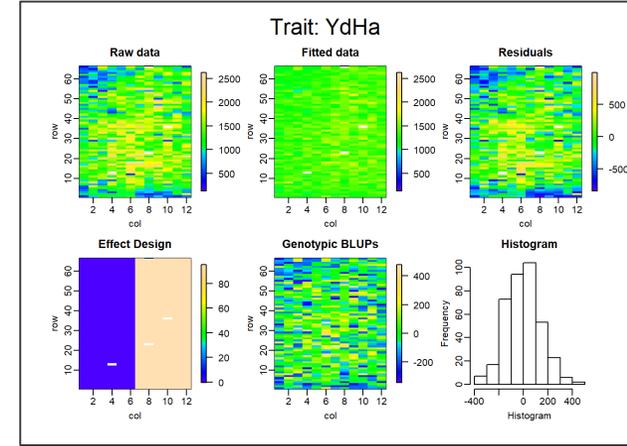


Figure 3: Alfa-Lattice

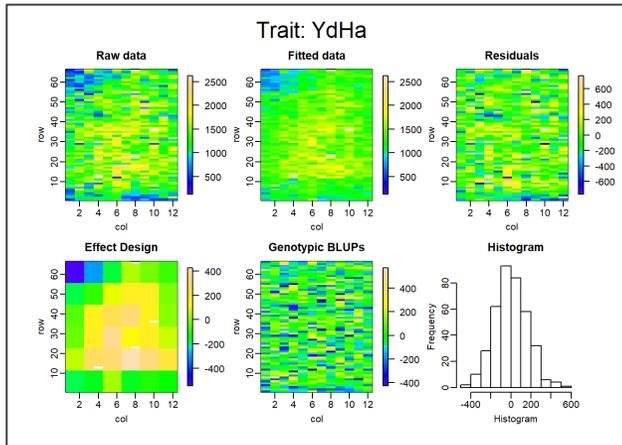
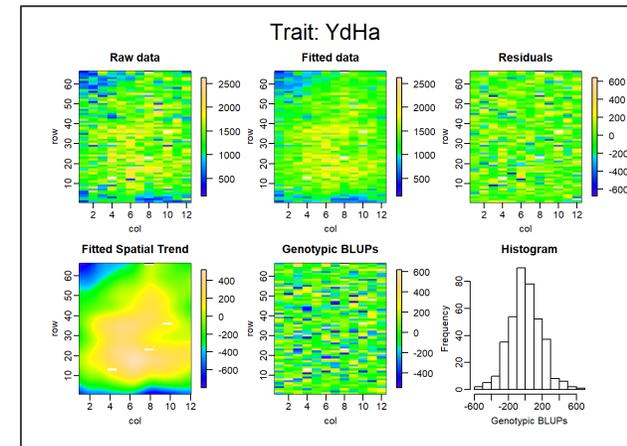
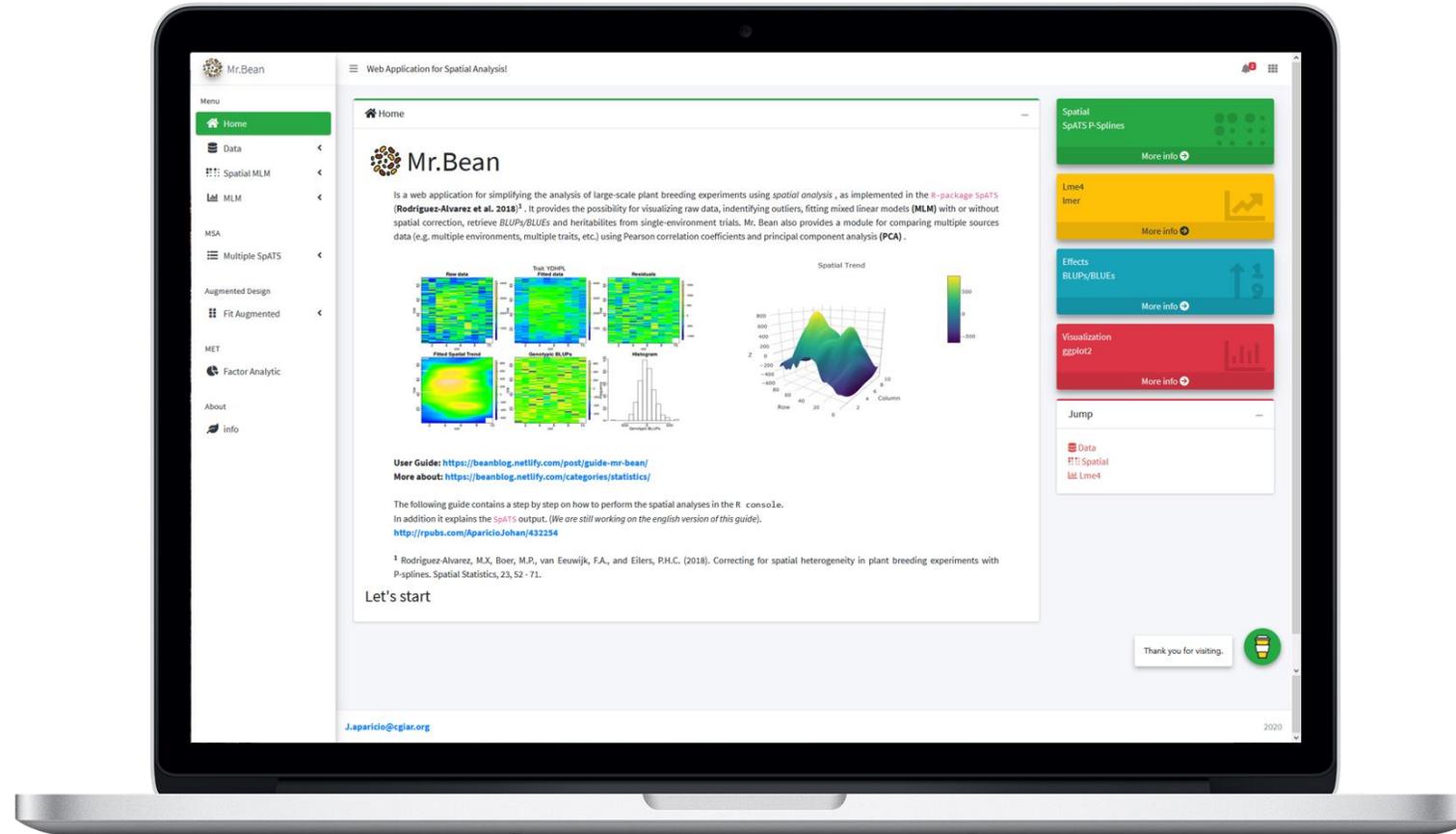


Figure 4: Modelo Espacial



MrBean



Versión Web MrBean: <https://beanteam.shinyapps.io/MrBean/>
Página Web MrBean: <https://mrpackages.netlify.app/mrbean.html>
Repositorio MrBean: <https://aparciojohan.github.io/MrBeanApp/>
Página del Curso: https://aparciojohan.github.io/Starting_MrBean/



Alliance



International Center for Tropical Agriculture
Since 1967 Science to cultivate change

Thank you!

Johan Aparicio & Daniel Ariza-Suárez
Asistentes de Investigación

j.aparicio@cigar.org

d.ariza@cigar.org

