



Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Biologia  
Programa em Genética e Melhoramento de Plantas



# PGM522: Análise de Experimentos em Genética e Melhoramento de Plantas

## Aula 03: Princípios Básicos Da Experimentação e Suas Implicações Na Genética e No Melhoramento De Plantas

Vinícius Quintão Carneiro  
[vinicius.carneiro@ufla.br](mailto:vinicius.carneiro@ufla.br)

# Conceitos Importantes

## hipótese

Possibilidade considerada válida antes de sua confirmação; suposição.

Proposição admitida como um início e através da qual algo pode ser comprovado ou demonstrado; conjectura: hipótese científica.

# O que é uma hipótese? (Estatística)

Suposição quanto ao valor de um parâmetro populacional ou uma afirmação quanto a natureza de uma população.

## Exemplos

Ensaios de competição entre linhagens, híbridos, clones.

Ensaios de valor de cultivo e uso (VCU)



$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_t$ ; todos os possíveis contrastes entre as médias dos tratamentos, são estatisticamente nulos

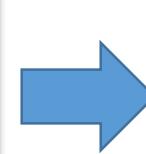
Avaliação de progêneros visando seleção.

Intuito é estimar GS.



Existe variabilidade entre os genótipos avaliados  $\sigma_g^2 = 0$

# Como Testar as Hipóteses?



F  
t  
 $\chi^2$

# Estatística Experimental (Experimentação)

Fisher (1935): Matemática aplicada a dados de observações.

Snedecor (1946): Área da ciência que fornece os métodos para o estudo de experimentos, seu planejamento, instalação, execução, análise dos dados e interpretação dos resultados.

Finney (1962): Ciência que nos auxilia na pesquisa de problemas quantitativos, nos quais a variabilidade do material obscurece relações simples.

# Experimento

Trabalho científico, previamente planejado com base nos fundamentos do método científico e dos **princípios básicos da experimentação**, que tem por objetivo comprovar uma hipótese científica ou um fenômeno.

Ex: Ensaios de Valor de Cultivo e Uso (Feijão)

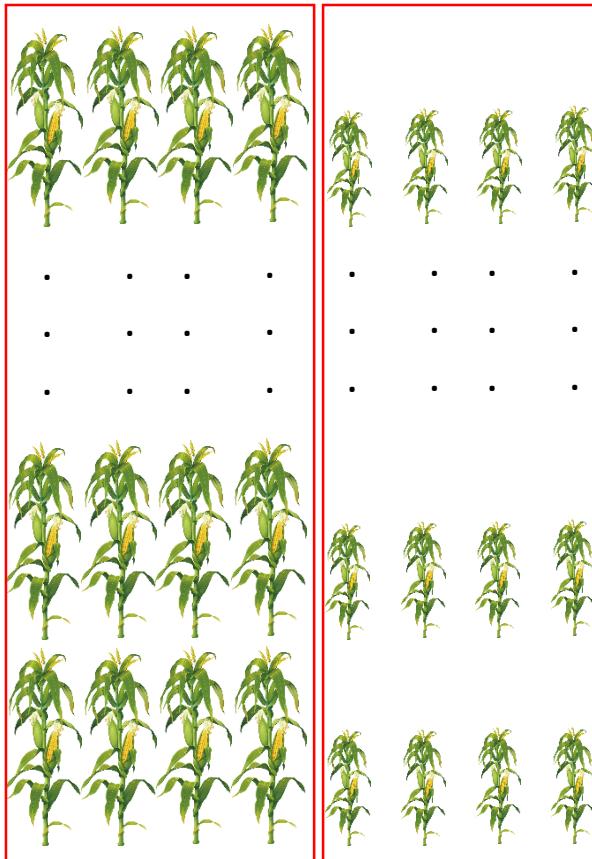
Tratamento: Elemento ou os elementos cujos efeitos se desejam medir, avaliar ou comparar em um experimento.

Melhoramento de plantas: Tratamento -> Genótipos

Híbrido de milho, linhagens de feijão, clones de cana de açúcar, progêneres (FMI, FIC, FE).

# Unidade Experimental (Parcela)

Unidade que vai receber o tratamento e fornecer os dados que deverão refletir seu efeito.

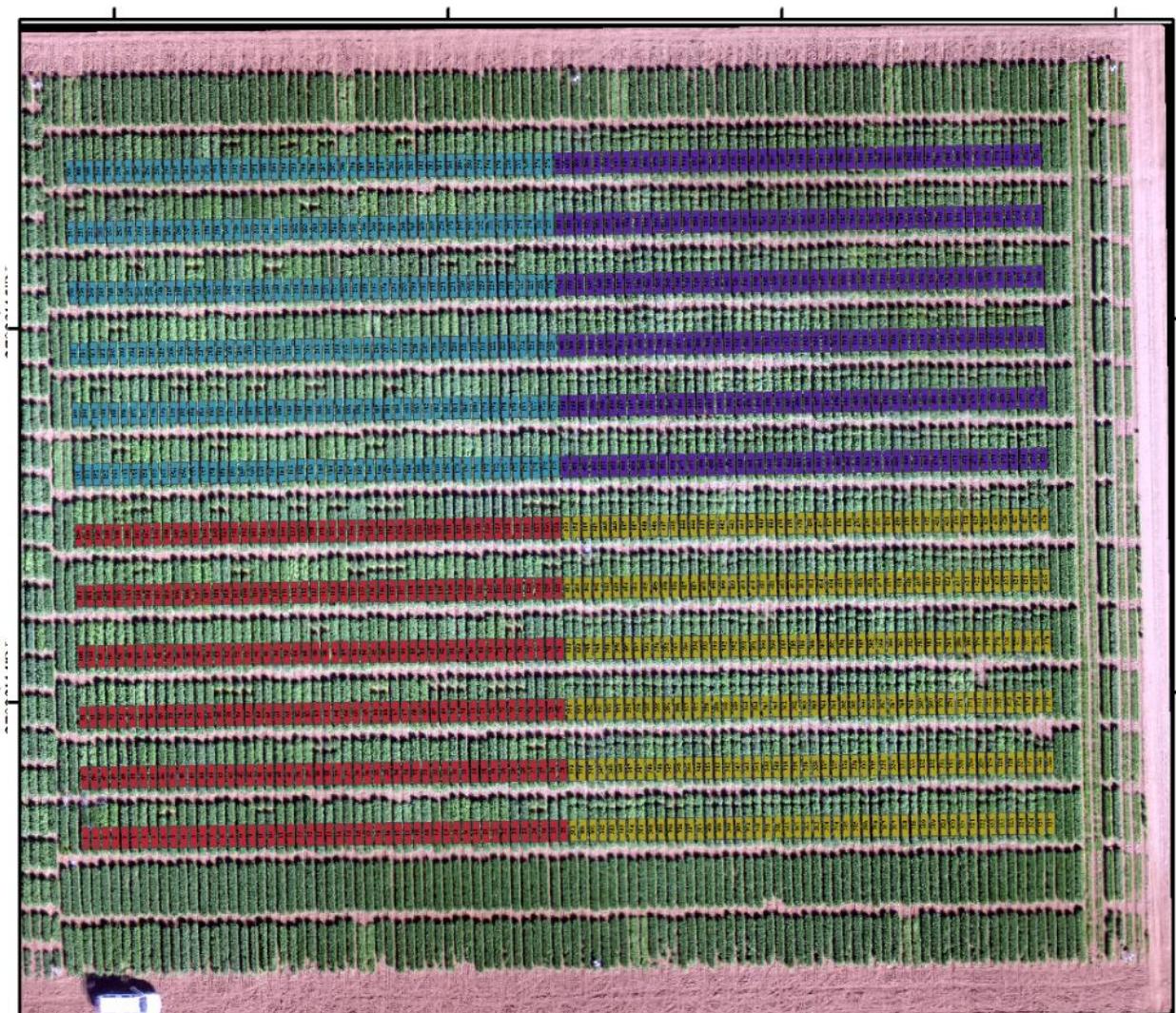


Fonte: Nunes, 2012

# Unidade Experimental (Parcela)



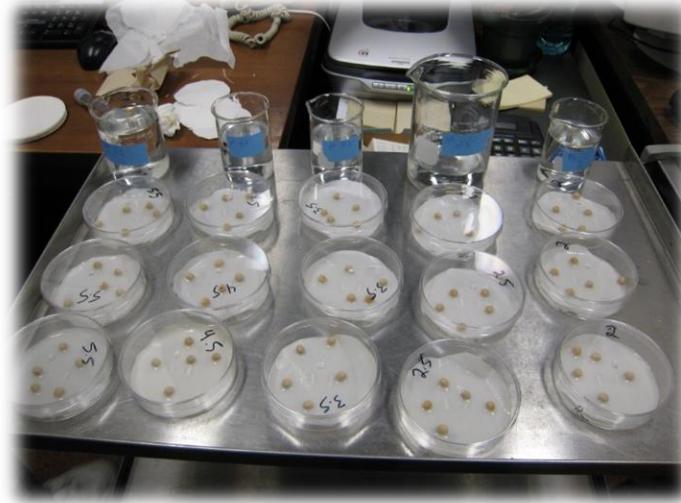
# Unidade Experimental (Parcela)



# Unidade Experimental (Parcela)



# Unidade Experimental (Parcela)

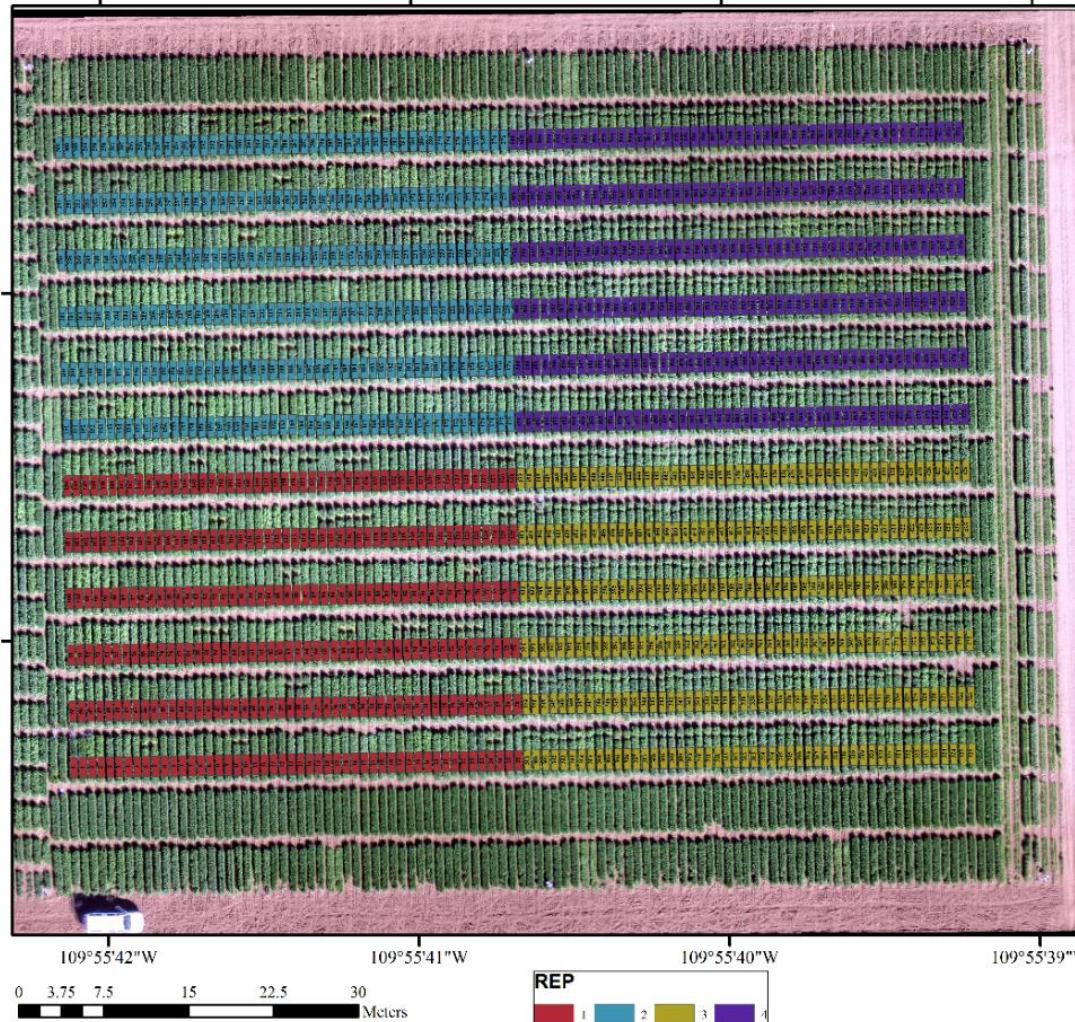


# Bordadura

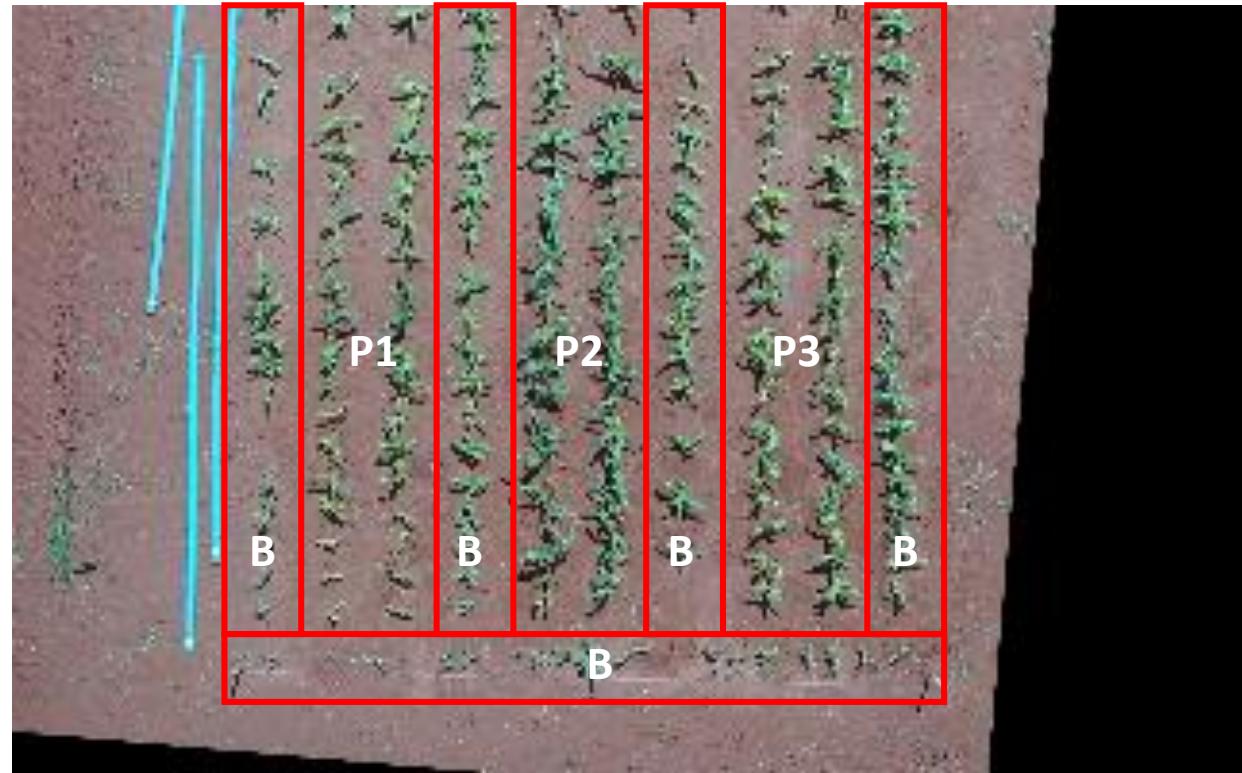
Parte do material experimental que pertence a parcela, recebem os tratamentos, como o restante do material, mas não é considerado na análise dos resultados.



# Bordadura



# Bordadura



# Importância dos princípios da experimentação no melhoramento de plantas

$$F = G + M$$

$$V(F) = V(G) + V(M) + 2COV(G,M)$$

$$V(G) = V(F) - V(M) - 2COV(G,M)$$

Como estimar  $V(M)$  e  $COV(G,M)$ ?

# Princípios Básicos Da Experimentação

## Como estimar a variância ambiental $V(M)$ ?

**Repetição:** consiste em aplicar o mesmo tratamento a várias unidades experimentais de um experimento.

Permite obter a estimativa do erro experimental e da variância ambiental  $V(M)$

**Experimento 1**

1	1	3
3	2	1
2	3	2

# Determinação do número de repetições



$$\text{Erro Padrão da Média} = \sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{r}}$$

# Erro Experimental

- Variações aleatórias entre unidades experimentais (parcelas) que receberam o mesmo tratamento.
- Efeito de fatores que atuam de forma aleatória e que não são passíveis de controle pelo experimentador.



# Erro Experimental

- Fatores que afetam o erro experimental
  - Heterogeneidade do solo
  - Heterogeneidade dos tratamentos genéticos
  - Tamanho e forma das parcelas
  - Efeito de Estande

# Princípios Básicos Da Experimentação

## Como estimar a COV(G,M)?

**Casualização:** consiste em distribuir ao acaso os tratamentos às unidades experimentais de um experimento.

Evita que algum dos tratamentos seja sistematicamente favorecido ou desfavorecido por fatores fora de controle do pesquisador.

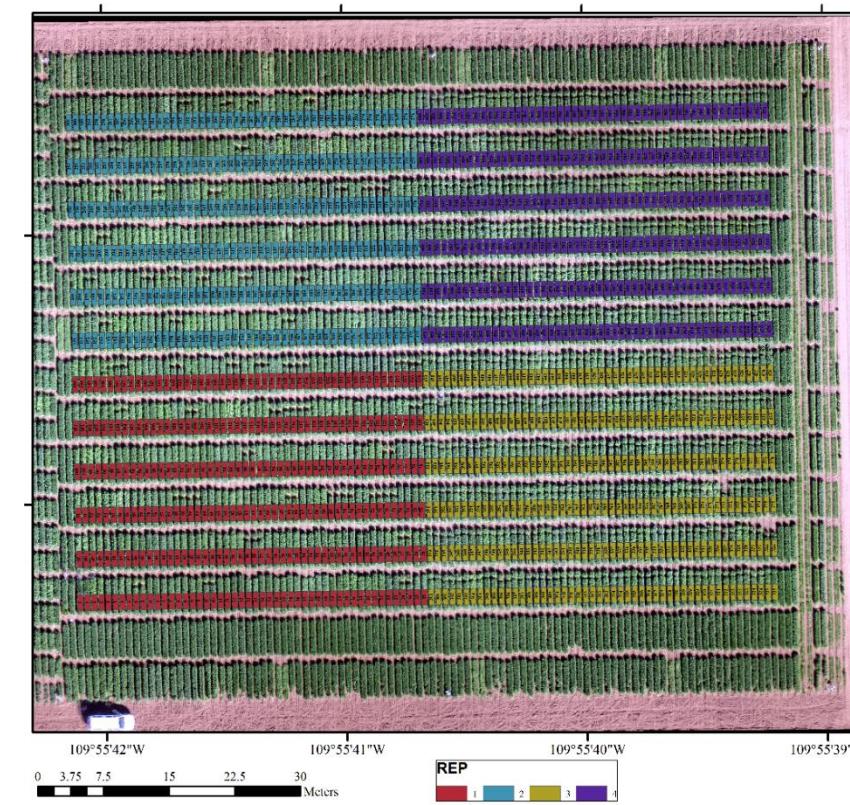
**Sem Casualização vs Com Casualização**

1	1	1
2	2	2
3	3	3

1	2	3
3	1	2
2	3	1

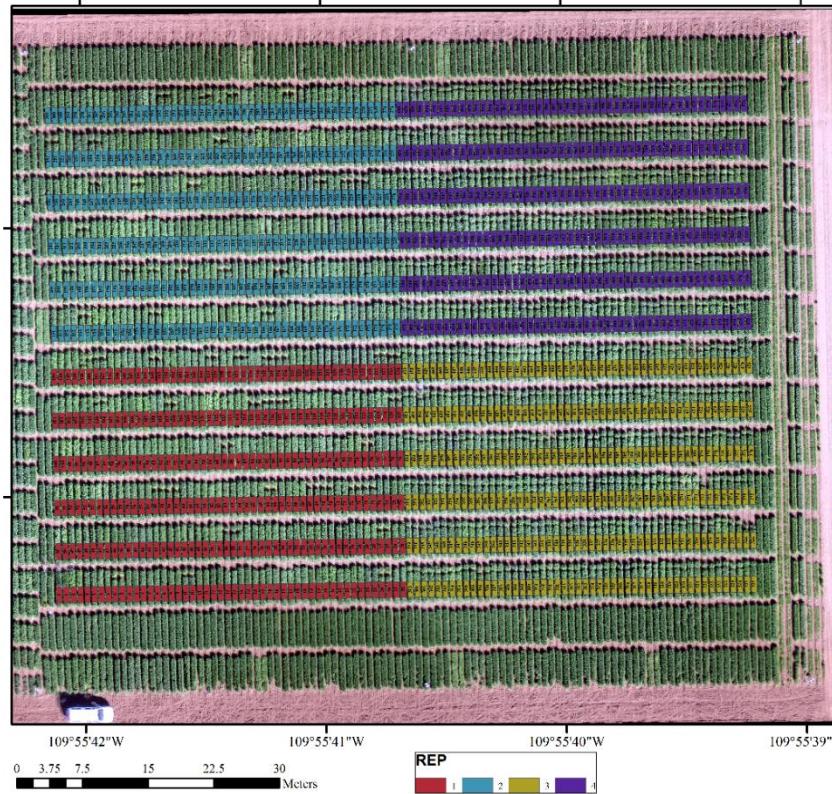
# Princípios Básicos Da Experimentação

**Controle Local:** Arranjos na distribuição dos tratamentos de modo a atenuar os problemas de heterogeneidade ambiental.



# Delineamento Experimental

Maneira como os tratamentos são designados às unidades experimentais.



# Atividades



# 1. Planejamento

- Objetivo da pesquisa
- Tratamentos genéticos
  - Número de tratamentos
  - Disponibilidade de material vegetativo
- Delineamento experimental
- Tamanho das parcelas
- Número de repetições
- Porcentagem desejada de discriminação dos tratamentos
- Disponibilidade de área experimental
- Número de ambientes

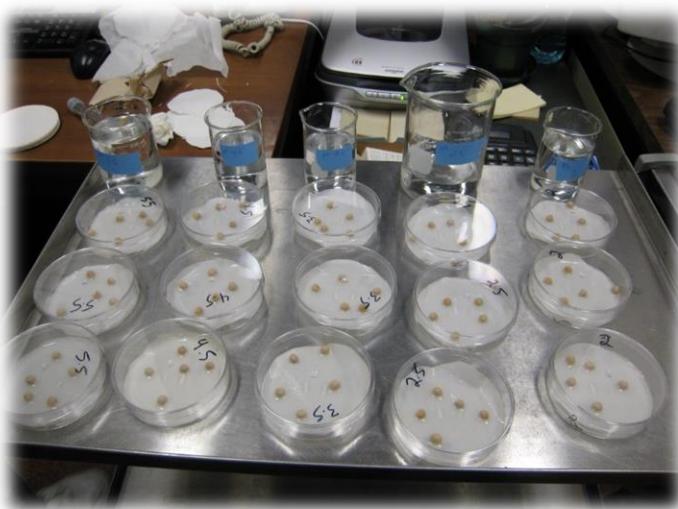
# Formas de implantação (“delineamentos”) de experimentos no melhoramento de plantas

A escolha de como implantar um experimento visa atender os princípios básicos da experimentação e os fatores práticos da implementação de um experimento.

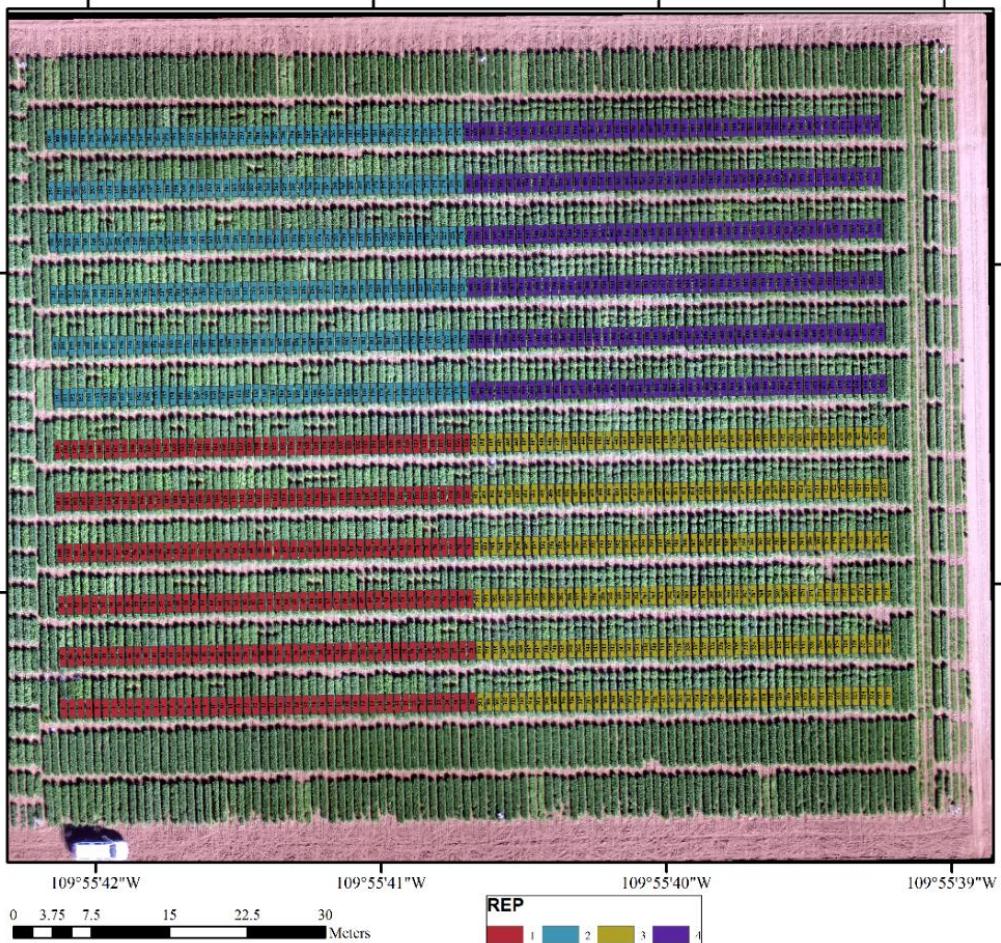
- Delineamento inteiramente casualizado – DIC
- Delineamento em blocos casualizados – DBC
- Delineamento de quadrado latino - DQL
- Delineamento de blocos incompletos – (Látice quadrado)
- Delineamento de blocos aumentados - DBA
- Grupos de experimentos
- Experimentos em testemunha intercalar

# Delineamento Inteiramente casualizado - DIC

- Realizados em condições controladas;
- Pressupõe-se que a área é homogênea;
- Os tratamentos são dispostos de forma totalmente aleatória.



# Delineamento em Blocos Casualizados



- Há restrição na casualização;
- Todos os tratamentos são amostrados dentro de cada bloco;
- Homogeneidade na área dentro dos blocos;
- Não há homogeneidade na área total;
- Utilizados em áreas que existe variação ambiental em um sentido da área.
- Ideal para avaliação de poucos tratamentos, uma vez que todos os tratamentos devem estar nos blocos que a área é homogênea.

# Delineamento em Quadrado Latino



		COLUNAS					
		1	2	3	4	5	6
LINHAS	1	A	B	F	C	E	D
	2	B	C	A	D	F	E
	3	C	D	B	E	A	F
	4	D	E	C	F	B	A
	5	E	F	D	A	C	B
	6	F	A	E	B	D	C

- Utilizado quando a área apresenta heterogeneidade da em duas direções;
- O número de linhas é igual ao número de colunas e igual ao número de tratamentos;
- Cada linha e cada coluna constituem-se num bloco completo.

# Delineamento em Blocos Incompletos

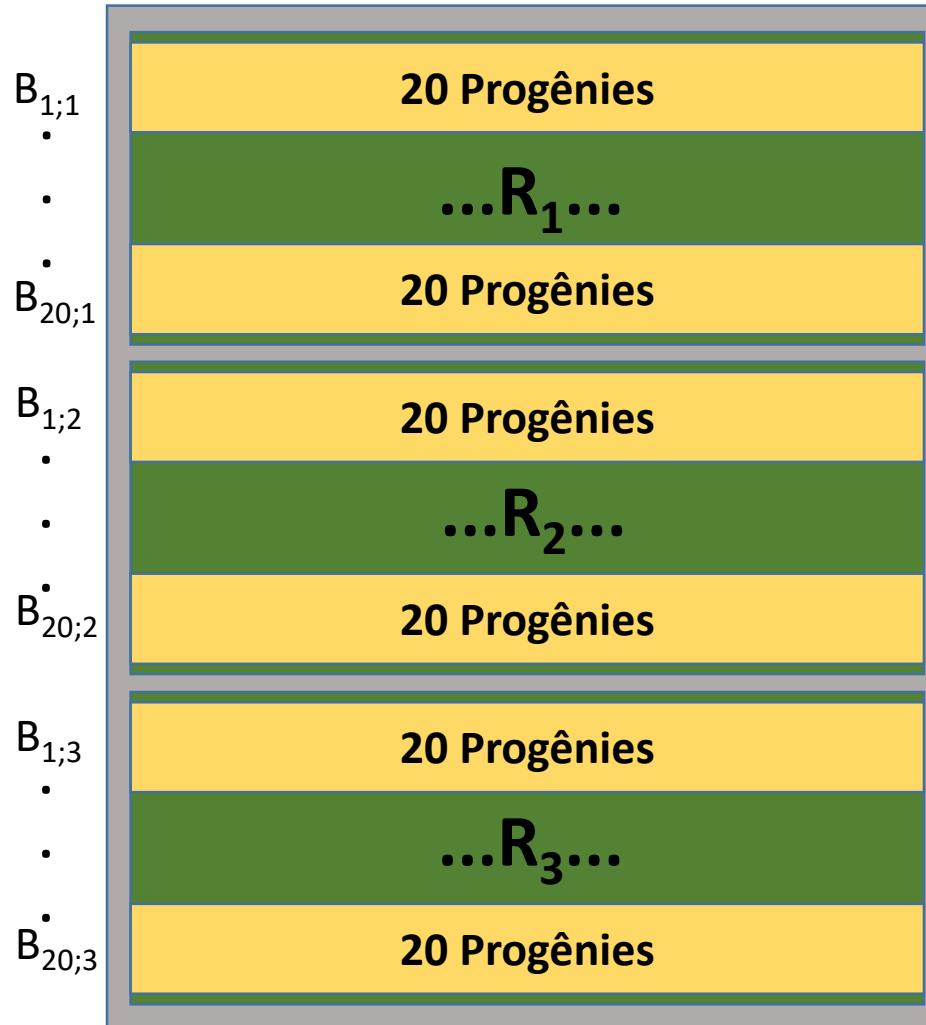
## *Látice Quadrado Balanceado – $v = k^2$*

$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$
1 2 3	1 4 7		
4 5 6	2 5 8		
7 8 9	3 6 9		
1 5 9	1 6 8		
2 6 7	2 4 9		
3 4 8	3 5 7		

- Há restrição na casualização;
  - Látice balanceado: número de repetições =  $k+1$
- Todos os tratamentos são amostrados dentro de cada repetição mas não em cada bloco;
- Homogeneidade na área dentro dos blocos;
- Não há homogeneidade na área dentro da repetição.

# Delineamento em Blocos Incompletos

## *Látice Quadrado Desbalanceado – $v = k^2$*



- Utilizados em experimentos que são avaliados grande número de tratamentos (Progêneros).
- Exemplo: 380 progêneros + 20 testemunhas
- $v = 400$
- $k = 20$
- $400 = 20$  (genótipos/bloco)  $\times$  20 (blocos)

# Delineamento em Blocos Incompletos

## *Blocos Aumentados*

Exemplo: Avaliação de 105 Genótipos.

- 100 Regulares
- 5 Comuns (Testemunhas)

**B<sub>1</sub>**

25 (Regulares)  
+  
5 (Testemunhas)

**B<sub>2</sub>**

25 (Regulares)  
+  
5 (Testemunhas)

25 (Regulares)  
+  
5 (Testemunhas)

**B<sub>3</sub>**

25 (Regulares)  
+  
5 (Testemunhas)

**B<sub>4</sub>**

- Possibilita a avaliação de genótipos sem a necessidade de utilizar repetições;
- Utilizado quando não se tem semente suficiente dos tratamentos para fazer repetição.
- Utilização de dois tipos de tratamentos:
  - Tratamentos comuns (Testemunhas): incluídos uma vez em cada bloco;
  - Tratamentos regulares: incluídos uma vez em um dos blocos.

# Grupos de Experimentos

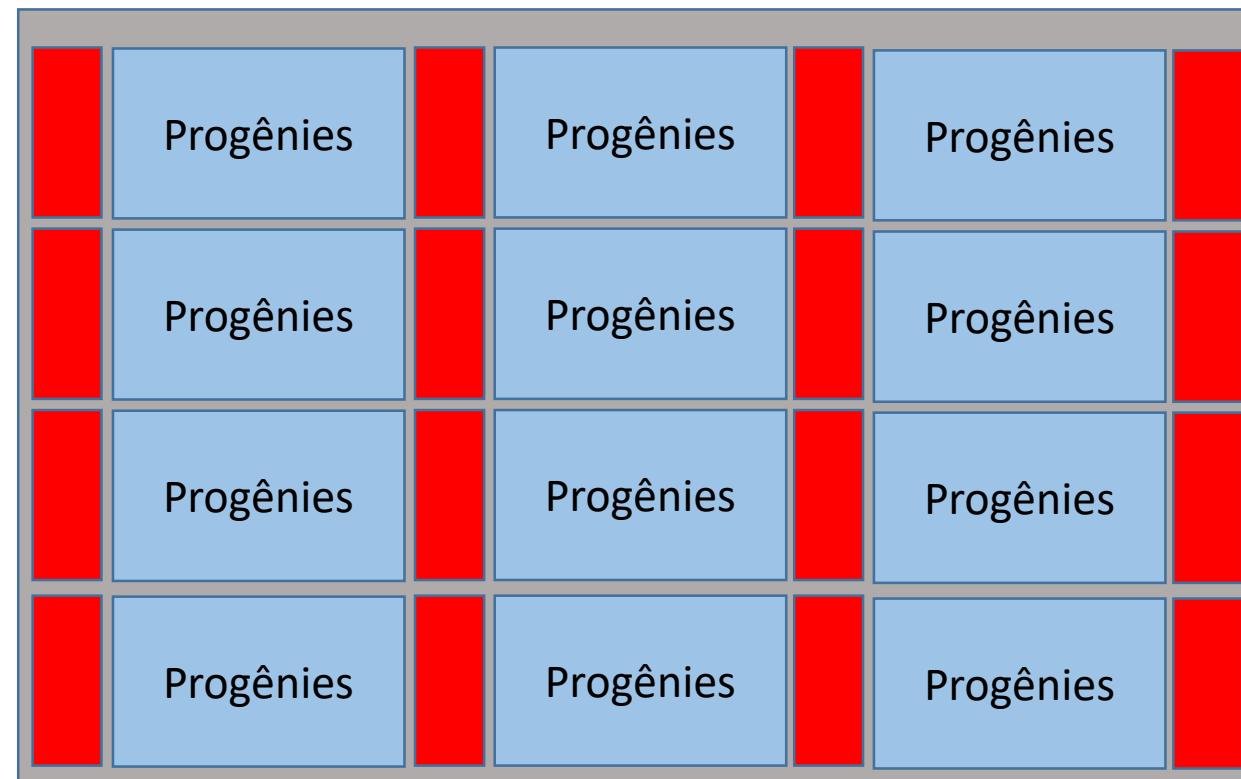
Exemplo: Avaliação de 400 progêneros.

- 20 experimentos (20 progêneros + 5 testemunhas)

<b>Exp 1 – Rep 1</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)	<b>Exp 1 – Rep 2</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)	<b>Exp 1 – Rep 3</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)
<b>Exp 2 – Rep 1</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)	<b>Exp 2 – Rep 2</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)	<b>Exp 2 – Rep 3</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)
•	•	•
<b>Exp 20 – Rep 1</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)	<b>Exp 20 – Rep 1</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)	<b>Exp 20 – Rep 1</b> 20 (Progêneros) + 5 (Testemunhas)

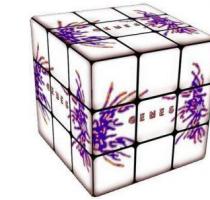
- São realizados vários experimentos distintos contendo a testemunhas comuns;
- A união de todos os experimentos reúne todos os tratamentos que se tem interesse em estudar;
- Cada experimento é conduzido em delineamento de blocos casualizados;
- Possibilita a avaliação de genótipos com uso de repetições porém cada tratamento ocorre em um único experimento;
- Utilizado quando se avalia grande número de tratamentos;
- Os experimentos são conduzidos na mesma área de modo que não exista interação tratamentos X experimentos.

# Experimento com testemunha intercalar



- São experimentos nos quais não se avalia os tratamentos com repetições de modo que se dispõe testemunhas recorrentes entre certo número de parcelas que permite ajustar as médias dos tratamentos e compara-los;
- Utilizado quando se tem interesse em avaliar grande número de tratamentos, com pouca área experimental e economia de recursos;

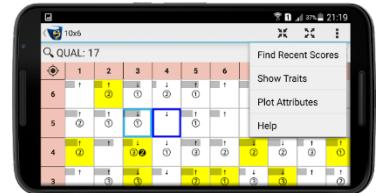
# 1. Planejamento



## 2. Instalação dos Experimentos



### 3. Condução / Avaliação dos Experimentos

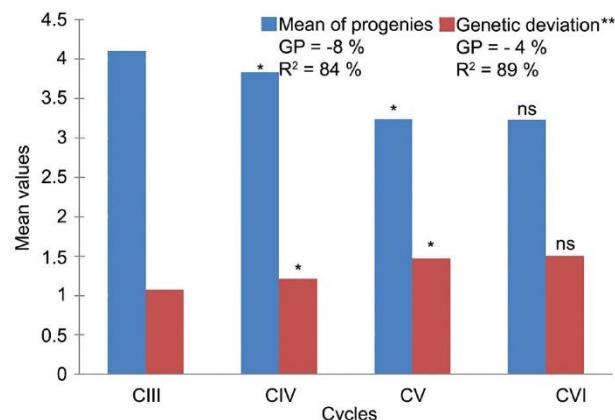
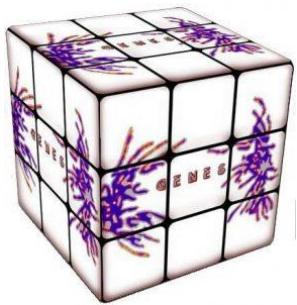


### 3. Condução / Avaliação dos Experimentos



# 4. Análise dos Dados

# 5. Apresentação dos Resultados



## RESUMO

Com o objetivo de estimar o progresso genético para rendimento de grãos e outras características de importância para o melhoramento do feijoeiro, foram conduzidos quatro ensaios de valor de cultivo e uso (EVCU), na região da depressão central do Rio Grande do Sul, durante os anos de 1998 a 2002. O progresso genético foi estimado para cada ano, considerando-se os genótipos comuns aos dois anos sucessivos. Os resultados obtidos mostraram que o ganho genético médio anual para rendimento de grãos foi de 0,88%, o que corresponde a 18,07kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Perdas genéticas para coloração do tegumento dos grãos, altura de inserção do primeiro e do último legume foram constatadas. Ganhos genéticos de pequena magnitude foram observados para ciclo e massa de 100 grãos.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, ganho genético, genótipos.

# Desafios - Experimentação



# Desafios - Experimentação



# Desafios - Experimentação



# Desafios - Experimentação





# Desafios - Experimentação





6



7

