

LGN 313

Melhoramento Genético

Professores: Antonio Augusto Franco Garcia
José Baldin Pinheiro

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Genética - ESALQ/USP
Segundo semestre - 2010

aafgarci@esalq.usp.br
baldin@esalq.usp.br

3 Experimentação em Genética e Melhoramento

3.1 Introdução



Melhoramento Genético



População base



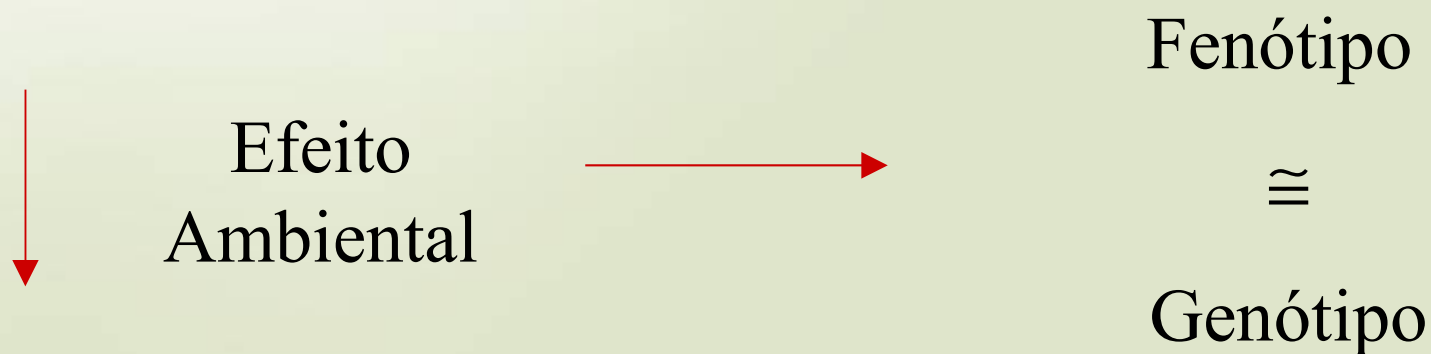
Seleção →

Genótipos superiores



3.1 Introdução

Técnicas de experimentação



3.2 Definições

■ **Parcela:**

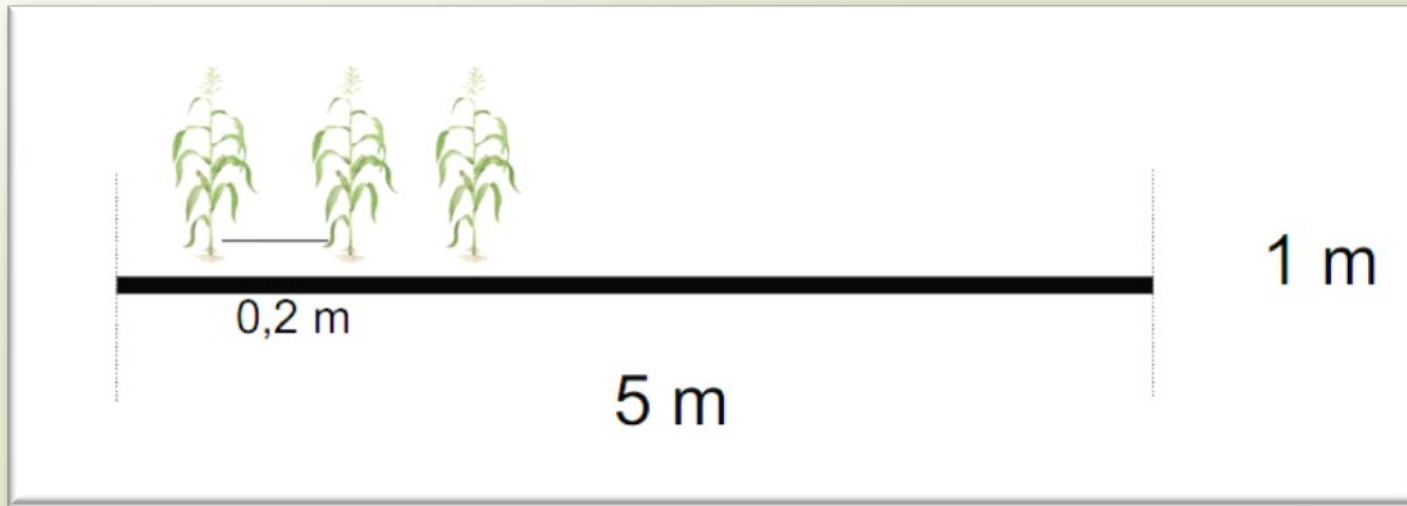
Unidade experimental básica a que se aplica um tratamento no experimento.

(ex: vaso, placa de Petri, linha de 10m, talhão de 200 m², um animal, etc);

- A parcela é capaz de representar áreas maiores.
- Cada espécie tem tamanho de parcela determinado por métodos estatísticos e diferem entre si.

3.2 Definições

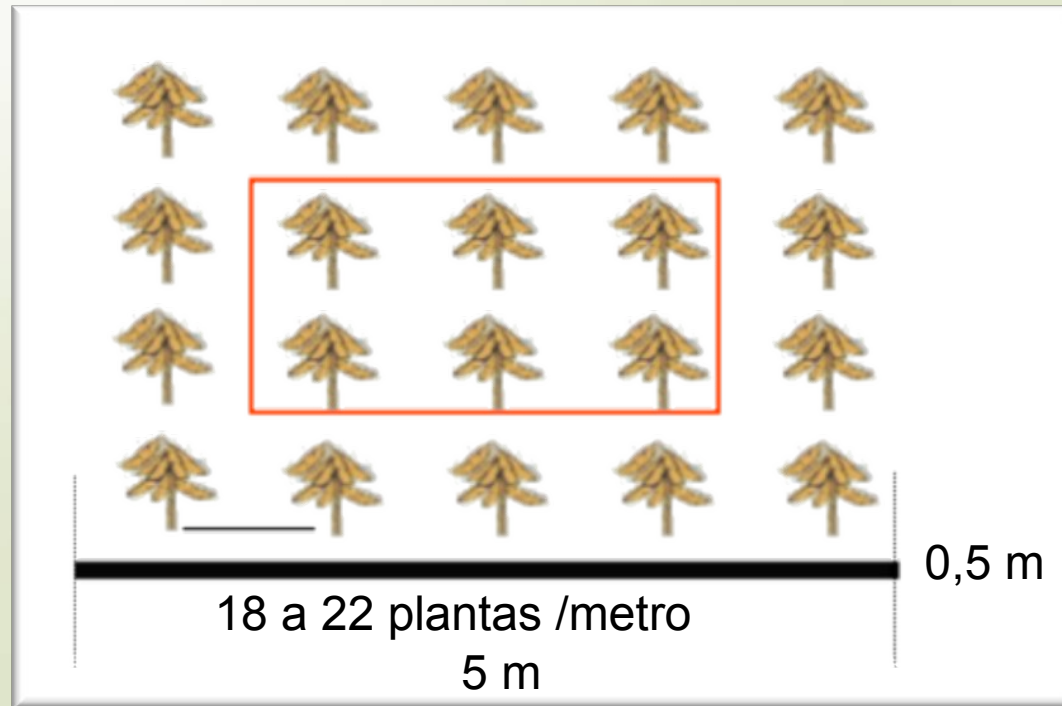
➤ Exemplos:



Ex.: Uma parcela de milho corresponde a 5 m² com 25 plantas - uma linha de 5 metros lineares.

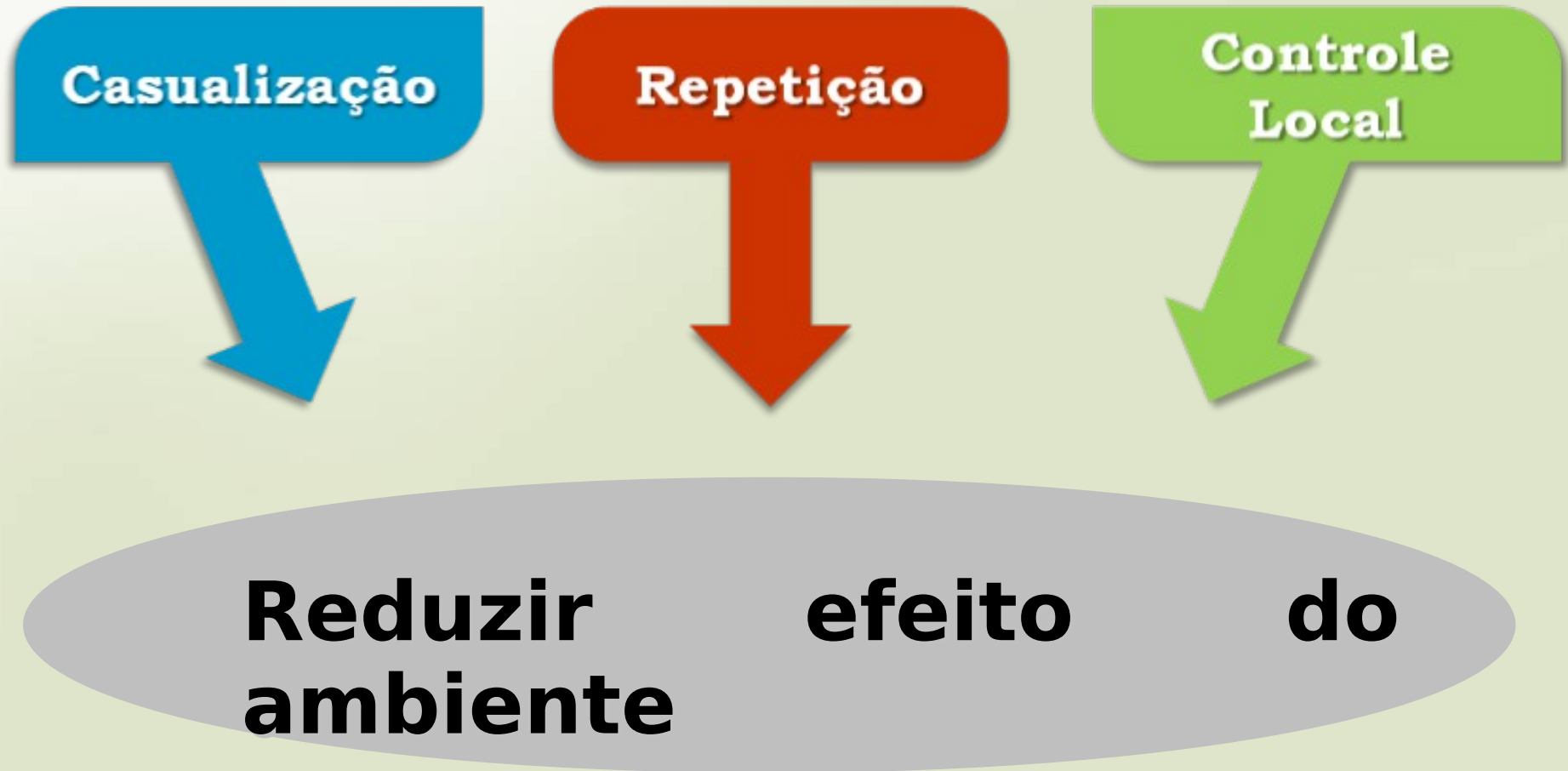
3.2 Definições

Exemplos:



Ex.: Uma parcela de soja corresponde a 4 fileiras de
 $5\text{m} \times 0,5\text{m} = 10\text{ m}^2$
área útil = 2 fileiras $\times$ 4 m $\times$ 0,5 m = 4 m²
dentro fileira = 10 a 20 plantas/m (depende do ciclo).

3.3 Princípios básicos da experimentação



3.3 Princípios Básicos da experimentação - Repetição

➤ ***Repetição:***

Número de vezes que o tratamento ocorre no experimento;

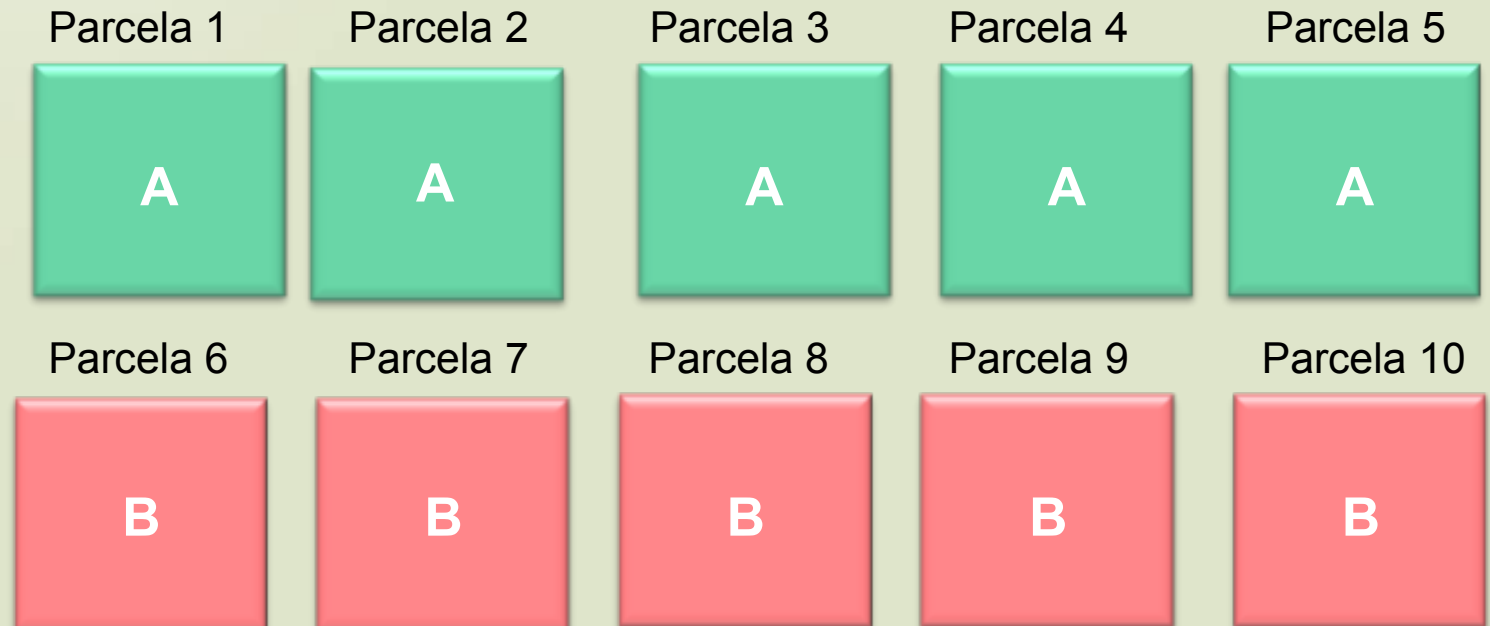
O uso de repetições aumenta a confiabilidade das comparações.

3.3 Princípios Básicos da experimentação - Repetição

Sem repetição:



Com repetição:



3.3 Princípios Básicos da experimentação - Repetição

Com **uma** repetição:

$$F_X = G_X + E_X$$

$$F_Y = G_Y + E_Y$$



$$(F_X - F_Y) = (G_X + E_X) - (G_Y + E_Y)$$

$$(F_X - F_Y) = (G_X - G_Y) + (E_X - E_Y)$$

Diferenças genotípicas ($G_X - G_Y$)
são confundidas com as
diferenças ambientais.

Com **r** repetições:

$$\bar{F}_X = G_X + \frac{E_X}{r}$$

$$\bar{F}_Y = G_Y + \frac{E_Y}{r}$$



$$(\bar{F}_X - \bar{F}_Y) = (G_X - G_Y) + \frac{(E_X - E_Y)}{r}$$

Efeitos reduzidos das diferenças
ambientais.

Comparações:

Comparações:

3.3 Princípios Básicos da experimentação - Repetição

As diferenças ambientais (residuais) são divididas pelo número de repetições e, portanto, têm seus efeitos reduzidos.

Fenótipo

$\cong$

Genótipo



$$(F_X - F_Y) \cong (G_X - G_Y)$$

Comparações fenotípicas se aproximam das genotípicas

3.3 Princípios Básicos da experimentação - Repetição

- Para caracteres de alta herdabilidade, às vezes não é preciso utilizar repetições;
- Para caracteres de baixa herdabilidade, sempre é preciso utilizar repetições.

3.3 Princípios Básicos da experimentação - Casualização

➤ **Casualização:**

Consiste em distribuir aleatoriamente (ao acaso) os tratamentos no campo experimental.

Tem a finalidade de evitar influências de parcelas adjacentes e de efeitos ambientais somente em determinadas parcelas.

Evitando que um tratamento ou mancha de solo, por exemplo, beneficie ou prejudique algum tratamento nas repetições.

3.3 Princípios Básicos da experimentação - Casualização

Efeito de manchas de solo (fertilidade) na experimentação

➤ Sem Casualização

T 1(1)	T 2(1)	T 3(1)	...
T 1(2)	T 2(2)	T 3(2)	...
T 1(3)	T 2(3)	T 3(3)	...
T 1(4)	T 2(4)	T 3(4)	...

➤ Com Casualização

T 2(1)	T 3(2)	T 1(4)	...
T 1(1)	T 2(2)	T 2(4)	...
T 3(1)	T 2(3)	T 3(3)	...
T 1(2)	T 1(3)	T 3(4)	...

3.3 Princípios Básicos da experimentação - Controle Local

Controle Local:

Significa tornar homogêneas as condições ambientais no local do experimento, da melhor forma possível.

Assim o controle local refere-se à escolha da área com, por exemplo: 1) mesmo tipo de solo; 2) pouco declive; 3) sem manchas de fertilidade e umidade; 4) uso de bordaduras; 5) regulação correta de máquinas agrícolas; 6) cuidados com a irrigação; 7) plantio em excesso com posterior desbaste; etc.

Uma técnica muito empregada consiste na subdivisão da área experimental em sub-áreas, supostamente homogêneas (ex: uso de blocos ao acaso).

3.4 Delineamentos experimentais

Delineamentos experimentais também são utilizados com a finalidade de diminuir o efeito do ambiente (resíduo) nas comparações entre os genótipos, sendo uma forma de controle local.

3.4 Delineamentos experimentais

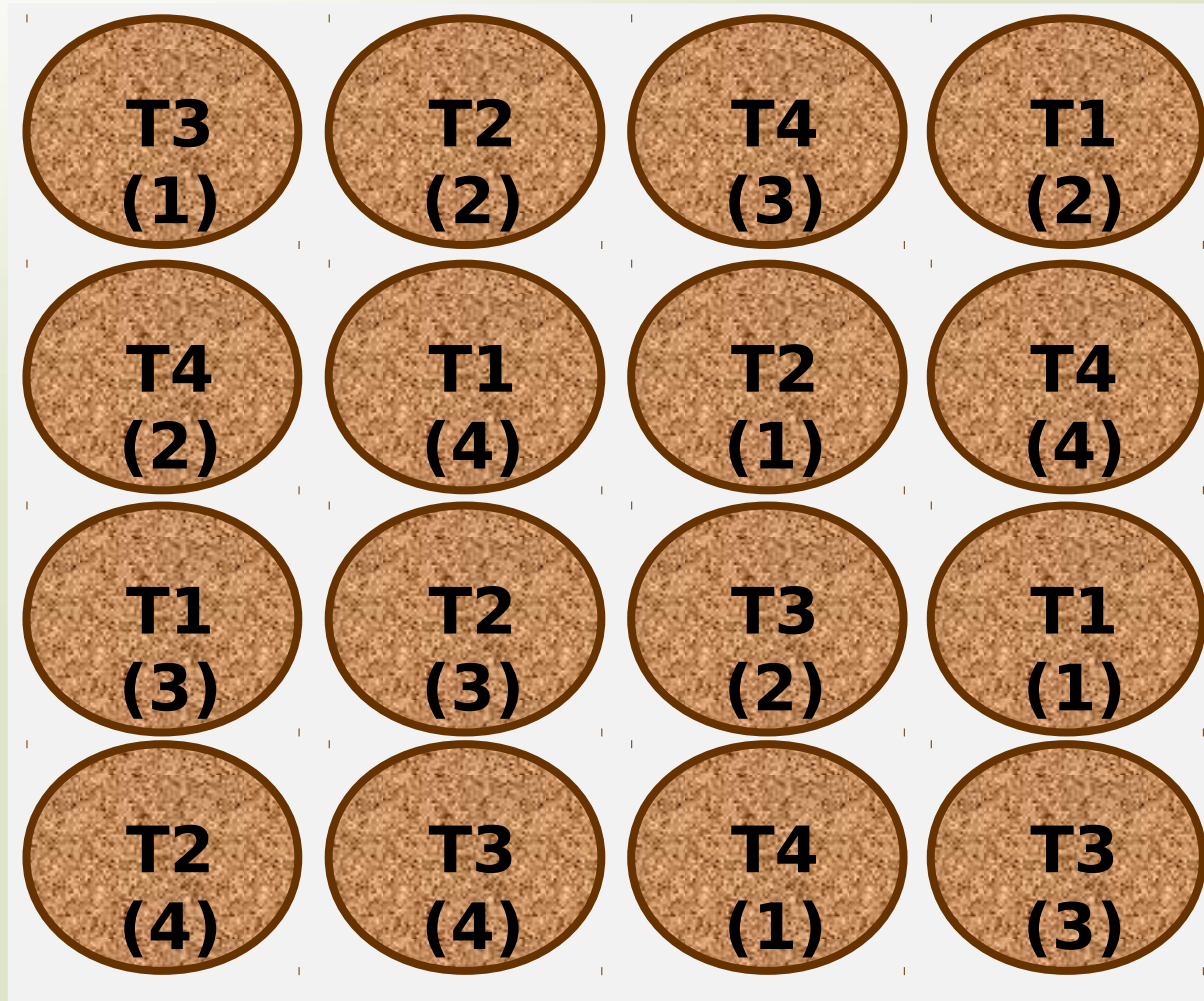
➤ ***Delineamento inteiramente casualizado (DIC)***

Utilizado quando a área experimental é bastante **homogênea**: casas de vegetação e laboratórios.

Os tratamentos são alocados nas áreas experimentais de forma casualizada (sorteios).

3.4 Delineamentos experimentais - DIC

Exemplo: vasos em casa de vegetação



T3 (1)	T2 (2)	T4 (3)	T1 (2)
T4 (2)	T1 (4)	T2 (1)	T4 (4)
T1 (3)	T2 (3)	T3 (2)	T1 (1)
T2 (4)	T3 (4)	T4 (1)	T3 (3)

3.4 Delineamentos experimentais - DBC

➤ ***Delineamento em blocos casualizados (DBC)***

Quando a área experimental não é **homogênea**, a mesma deve ser dividida em blocos homogêneos. Não importa se existe heterogeneidade **entre** os blocos.

É um dos delineamentos mais utilizados em condições de campo.

3.4 Delineamentos experimentais - DBC

Exemplo: experimento em área com declive



3.4 Delineamentos experimentais - DBC

Cada bloco (repetição) contém todos os tratamentos, que são casualizados (sorteados). o experimental.

A seleção dos cultivares a serem recomendados para uma região, ou para selecionar os genótipos superiores de uma população sendo submetida a seleção, utilizam-se médias de repetições.

3.4 Delineamentos experimentais - DBC

Bloco 1 MÉDIAS	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	
T1(1)	T1(2)	T1(3)	T1(4)	T1(5)	$\bar{T}_1$
T2 (1)	T2 (2)	T2 (3)	T2 (4)	T2 (5)	$\bar{T}_2$
T3 (1)	T3 (2)	T3 (3)	T3 (4)	T3 5)	$\bar{T}_3$
T4 (1)	T4 (2)	T4 (3)	T4 (4)	T4 (5)	$\bar{T}_4$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Tn (1)	Tn (2)	Tn (3)	Tn (4)	Tn (5)	$\bar{T}_n$
Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4	Rep.5	

3.4 Delineamentos experimentais - DBC

Média das repetições:

$$\bar{T}_1 = G_1 + \frac{E_1}{5}$$

$$\bar{T}_2 = G_2 + \frac{E_2}{5}$$

$$\bar{T}_3 = G_3 + \frac{E_3}{5}$$

$$\bar{T}_4 = G_4 + \frac{E_4}{5}$$

⋮

$$\bar{T}_n = G_n + \frac{E_n}{5}$$

3.5 Experimentação, ganho com seleção e herdabilidade

➤ Fenótipo
Ambiente

=

Genótipo

+

$$F = G + E$$

➤ Variância fenotípica

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

➤ Herdabilidade

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2}$$

➤ Ganho com seleção

$$GS = ds \cdot h^2 = ds \cdot \left(\frac{A_G^2}{A_G^2 + A_E^2} \right)$$

3.5 Experimentação, ganho com seleção e herdabilidade

➤ **Com o uso de repetições:**

➤ **Variância fenotípica das médias**

$$\sigma_{\bar{F}}^2 = \sigma_G^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}$$

➤ **Herdabilidade das médias**

$$h_{\bar{X}}^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}}$$

➤ **Ganho com seleção (entre médias)**

$$GS = ds \cdot \left(\frac{A_G^2}{A_G^2 + \frac{A_E^2}{r}} \right)$$

Com isso a $\sigma_{\bar{F}}^2$ diminui, $h_{\bar{X}}^2$ e GS aumentam.

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

Valor fenotípico de um indivíduo

$$\mathbf{F = G + A}$$

Considerando-se mais de um ambiente:

**Componente
adicional**



Interação entre os efeitos genotípicos e os ambientais

$$\mathbf{G \times A}$$

Logo: $F = G + A + G \times A$

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

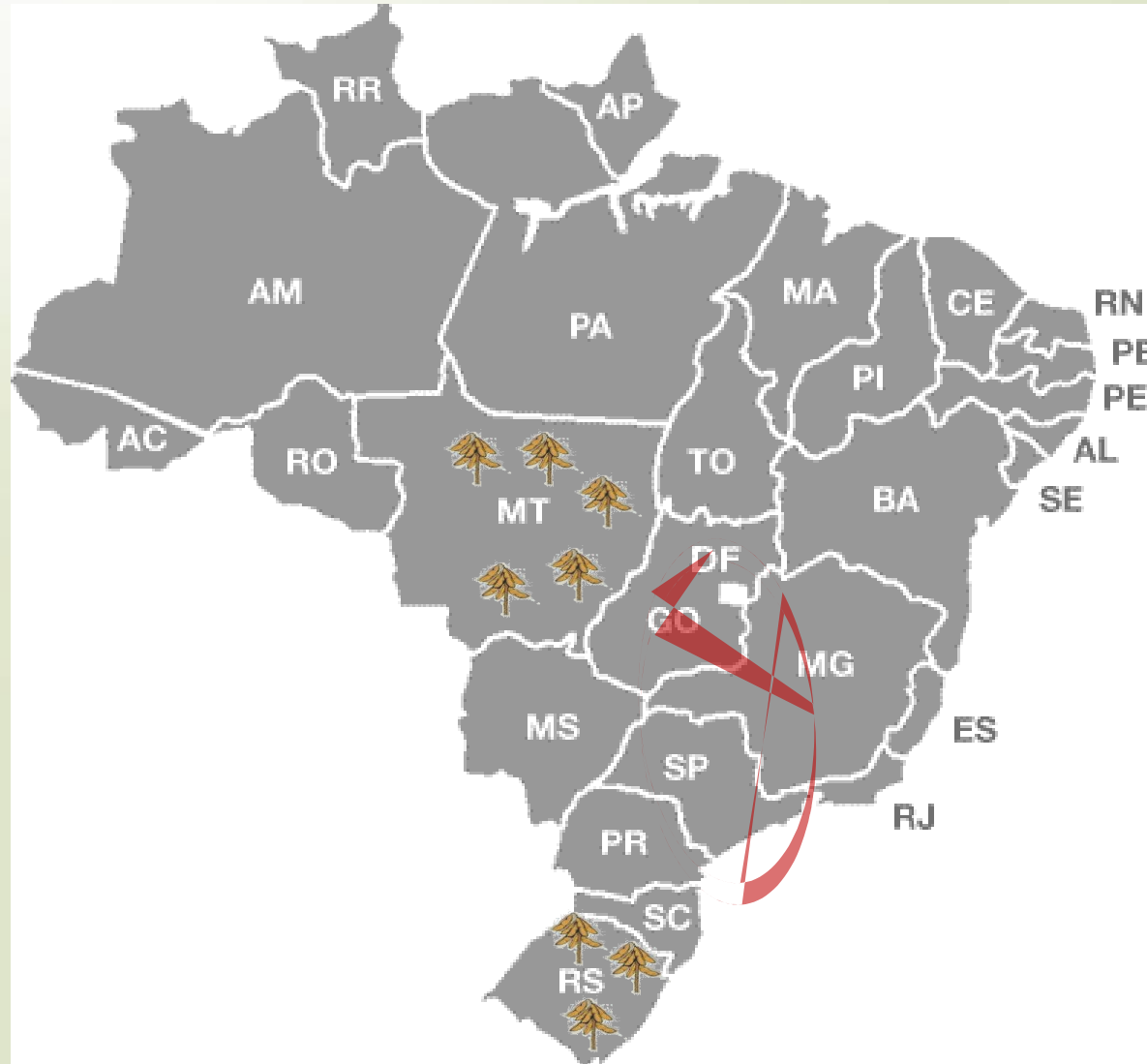
Ambientes:

- Locais;
- Anos;
- Épocas de plantio;
- Espaçamentos;
- Condições edafoclimáticas;
- Ocorrência de pragas;
- Outras variáveis...

Fatores que afetam o desenvolvimento da planta, que não são de origem genética

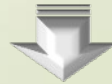
3.6 Interação Genótipo x Ambiente

Exemplo:



3.6 Interação Genótipo x Ambiente

Resposta fenotípica de cada genótipo às variações ambientais é geralmente diferente

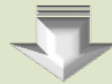


Reduz correlação entre fenótipo e o genótipo

**Vários ambientes e
genótipos**



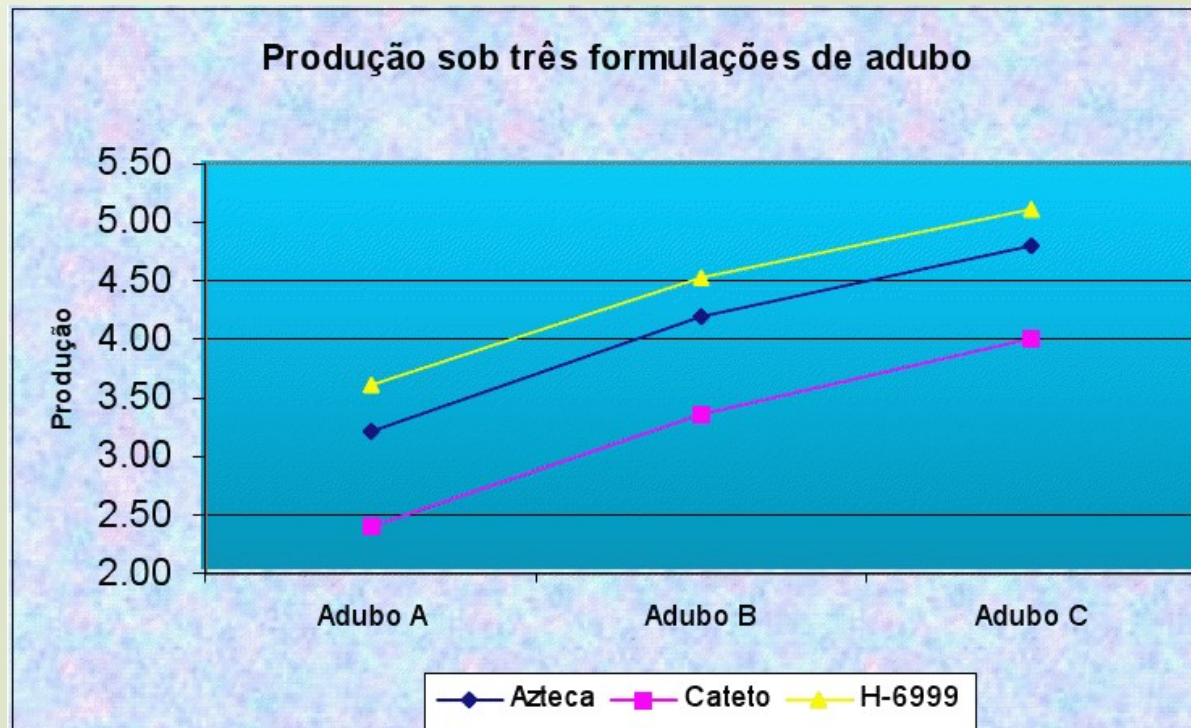
Interação G x A



Resposta diferenciada de um genótipo em diferentes ambientes.

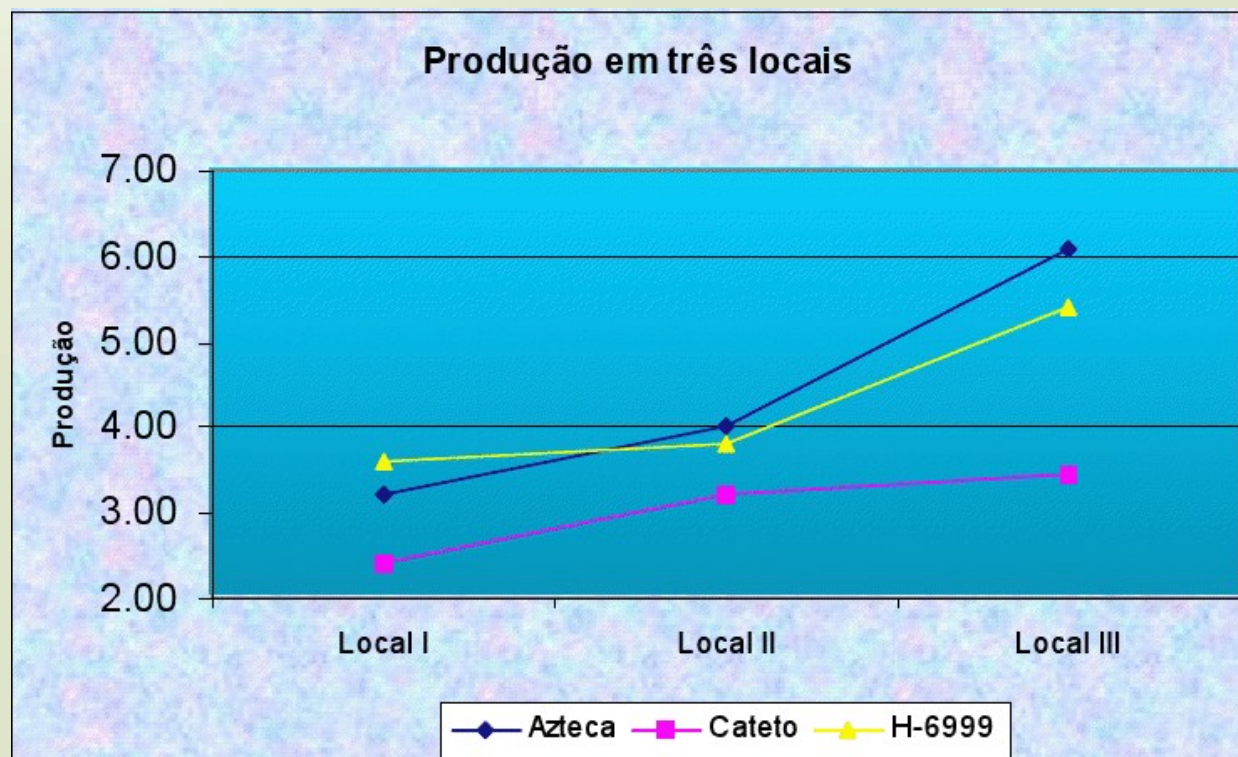
3.6 Interação Genótipo x Ambiente

Cultivar	Adubo A	Adubo B	Adubo C
Azteca	3,20	4,18	4,80
Cateto	2,40	3,35	4,00
H-6999	3,60	4,52	5,10



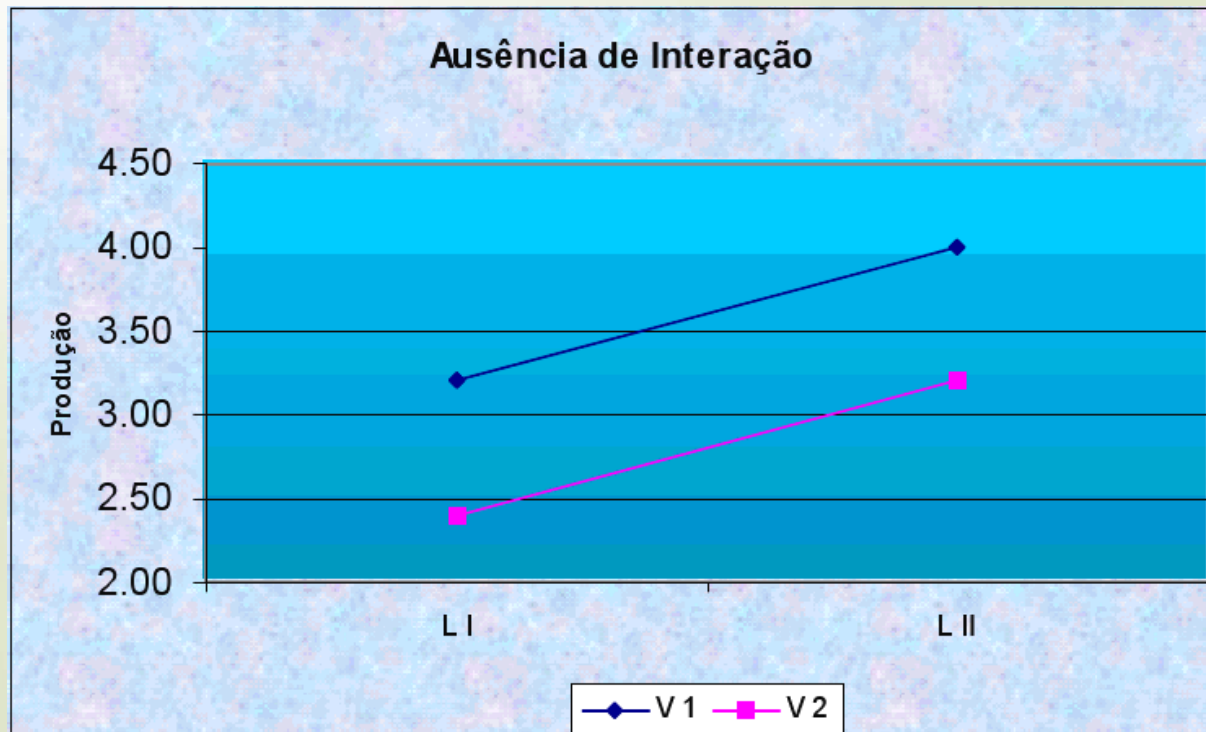
3.6 Interação Genótipo x Ambiente

Cultivar	Local I	Local II	Local III
Azteca	3,20	4,00	6,08
Cateto	2,40	3,20	3,45
H-6999	3,60	3,80	5,40



3.6 Interação Genótipo x Ambiente

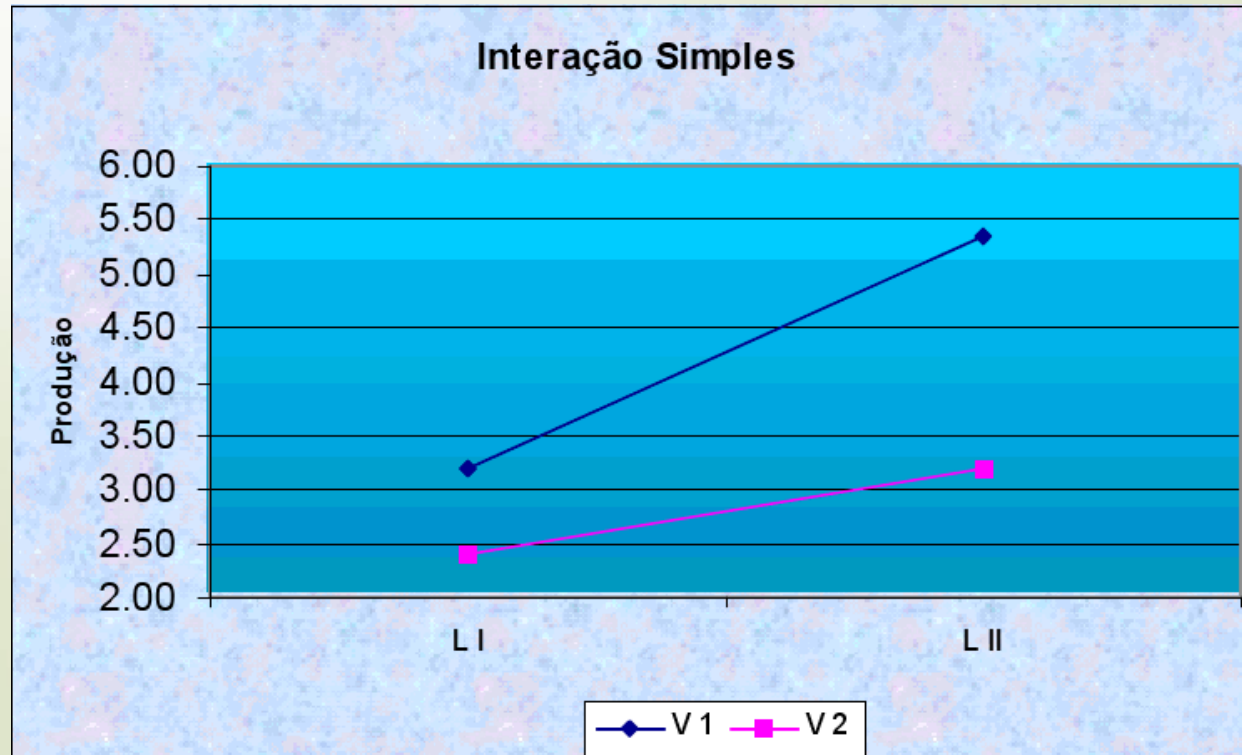
➤ Ausência de interação



- Não existe comportamento diferencial;
- Sem problemas para o melhoramento e para a recomendação de cultivares;
- V_1 é superior.

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

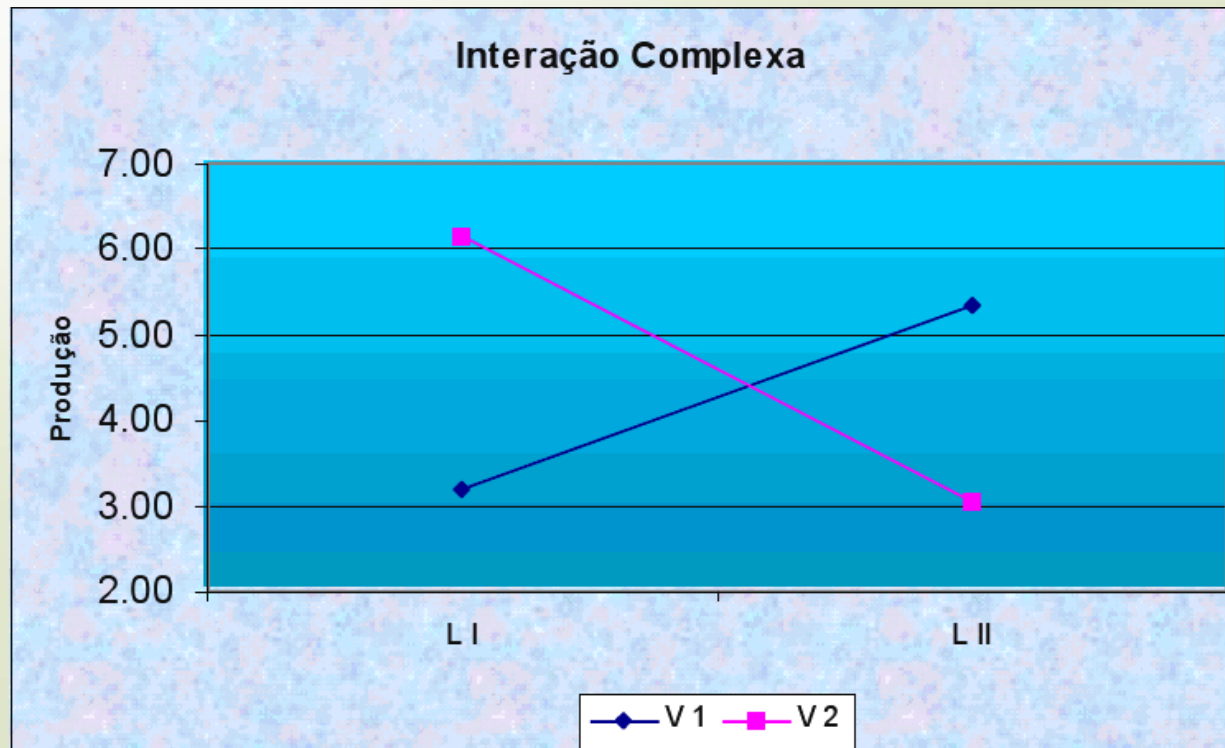
➤ Interação simples



- Há diferença na magnitude relativa, mas sem inversão nas posições;
- Sem problemas para o melhoramento e para a recomendação de cultivares;
- O efeito do ambiente é muito mais pronunciado para a variedade V_1 .

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

➤ Interação complexa



- Há inversão nas posições:

- L_1 melhor: V_2 ;

- L_2 ■ melhor: V_1 ;

- Mais comum ■ implicações no melhoramento e recomendação de cultivares.

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

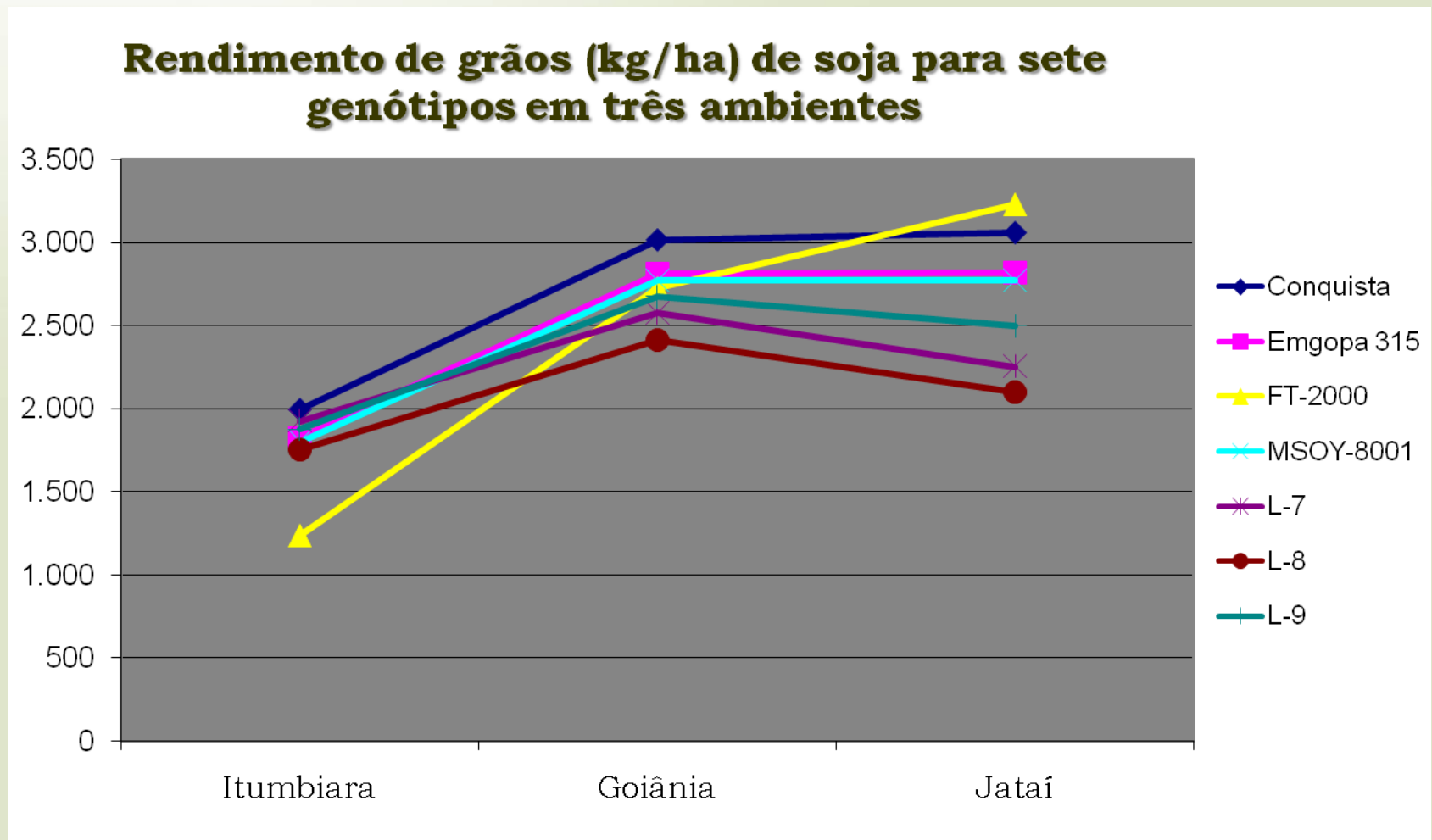
Exemplo: Rendimento em grãos (kg/ha) de soja, avaliados em três ambientes com sete genótipos:

Genótipo	Ambiente		
	Itumbiara	Goiânia	Jatáí
Conquista	1.993	3.012	3.056
Emgopa 315	1.823	2.806	2.815
FT-2000	1.235	2.722	3.225
MSOY-8001	1.800	2.772	2.769
L-7	1.924	2.572	2.251
L-8	1.751	2.409	2.099
L-9	1.877	2.673	2.497

Fonte: Oliveira, A.B.; Duarte, J.B.; Pinheiro, J.B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. PAB, 38:357-364, 2003

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

Rendimento em grãos (kg/ha) de soja, avaliados em três ambientes com sete genótipos



3.6 Interação Genótipo x Ambiente

➤ Consequências da interação genótipo x ambiente

- A inversão do comportamento causa problemas para o melhoramento. Um material recomendado para um local, não pode ser recomendado para outro;
- É necessário um programa de melhoramento em cada local;
- Essa situação é a mais comum na prática para os caracteres de interesse comercial;

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

➤ **Consequências da interação genótipo x ambiente**

- Ocorre para os caracteres de baixa herdabilidade, ou seja, para os que sofrem maior influência ambiental;
- A presença desse tipo de interação aumenta os custos de obtenção de novas cultivares, pois é necessário conduzir experimentos de avaliação em diferentes regiões;

3.6 Interação Genótipo x Ambiente

➤ Consequências da interação genótipo x ambiente

➤ Vantagem a longo prazo: preservação da variabilidade genética nas lavouras, evitando que somente um dado genótipo seja cultivado, o que aumentaria os riscos de quebras na produção em função de alguma mudança ambiental (ex: nova doença).

Referências Bibliográficas

1. Allard, R.W. Princípios do Melhoramento Genético das Plantas (1971) . Ed. Edgard Blücher Ltda. Capítulos 8, 9 e 10.
2. Banzatto, D.A.; Kronka, S.N. Experimentação Agrícola (1995). Ed.FUNEP. Capítulo 1.
3. Dias, L.A.S.; Barros, W.S.B. Biometria experimental. Ed. UFV. Capítulos 4, 5, 8, 9 e 11.
4. Ferreira, P.V. Estatística Experimental aplicada à Agronomia (1996). Ed. EDUFAL. Capítulos 1, 3, 4, 5 e 9.
5. Gomes, F.P. Curso de Estatística Experimental (1987). Livraria Nobel S.A. Capítulos 1 e 2.

Referências Bibliográficas

6. Nunes, R.P. Métodos para a pesquisa agronômica (1998). Ed. UFC. Capítulos 9, 10 e 23. Ramalho, M.A.P.; Ferreira, D.F.; Oliveira, A.C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas (2000). Ed. UFLA. Capítulos 3,4 e 5.
7. Ramalho, M.A.P.; Santos, J.B.; Pinto, C.A.B.P. Genética na agropecuária (2001). Ed. UFLA. Capítulo 11.
8. Ramalho, M.A.P.; Ferreira, D.F.; Oliveira, A.C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas (2000). Ed. UFLA. Capítulos 3,4 e 5.

Disciplinas

1. LGN 449 – Genética Quantitativa
2. LGN 602 – Estatística Experimental