

Interação GxA

PPGM-UFPI

17/10/2018

Sumário

- 1 Aspectos Históricos relevantes
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Natureza e Estimativas
 - Natureza da Interação GxA
 - Quantificação da Interação GxA
- 4 Estudo de caso
- 5 Bibliografia

Sumário

- 1 Aspectos Históricos relevantes
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Natureza e Estimativas
 - Natureza da Interação GxA
 - Quantificação da Interação GxA
- 4 Estudo de caso
- 5 Bibliografia

Fisher e Wright

- Ronald Fisher: 1918
- Sewall Wright: 1930 \Rightarrow Pressão ambiental

Pressão ambiental

Quando atua dentro de um único local, é considerada como um fator de homogeneidade, eliminando genótipos extremos e proporcionando uma redução da variabilidade

Gause

- Gause: 1942 \Rightarrow “The relation of adaptability to adaptation”

Gause

Quando uma população qualquer é submetida à variação ambiental, sua adaptação é influenciada por dois processos.

Gause

- Gause: 1942 \Rightarrow “The relation of adaptability to adaptation”

Gause

Quando uma população qualquer é submetida à variação ambiental, sua adaptação é influenciada por dois processos.

- 1 Diferença inicial inerente à constituição de cada população

Gause

- Gause: 1942 \Rightarrow “The relation of adaptability to adaptation”

Gause

Quando uma população qualquer é submetida à variação ambiental, sua adaptação é influenciada por dois processos.

- 1 Diferença inicial inerente à constituição de cada população
- 2 Adaptabilidade diferenciada em cada uma dessas populações

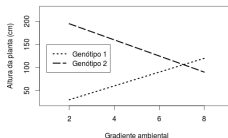
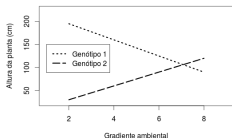
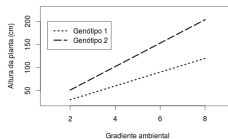
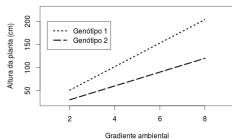
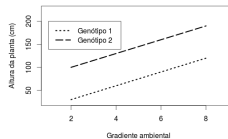
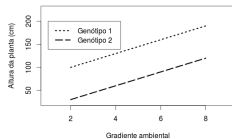
Haldane

- Haldane: 1946 \Rightarrow “The interaction of nature and nurture”

Norma de Reação

Combinando-se n Genótipos em m ambientes $= (mn)!/n!m!$

Haldane



Sumário

- 1 Aspectos Históricos relevantes
- 2 **Conceitos Básicos**
- 3 Natureza e Estimativas
 - Natureza da Interação GxA
 - Quantificação da Interação GxA
- 4 Estudo de caso
- 5 Bibliografia

Ramalho et al.(2012)

O fenótipo é influenciado pelo genótipo, que é a constituição genética de um indivíduo, e pelo ambiente que pode ser definido como o conjunto das condições que afetam o crescimento e desenvolvimento do organismo

Ramalho et al.(2012)

O fenótipo é influenciado pelo genótipo, que é a constituição genética de um indivíduo, e pelo ambiente que pode ser definido como o conjunto das condições que afetam o crescimento e desenvolvimento do organismo

- 1 ambiente, 1 caráter:

$$F = G + A$$

Allard e Bradshaw

1964: **A** pode ser previsível ou imprevisível

- ① Previsível: Clima, solo, comprimento do dia, etc
- ② Imprevisível: Pluviosidade, temperatura, etc

Allard e Bradshaw

1964: **A** pode ser previsível ou imprevisível

- ① Previsível: Clima, solo, comprimento do dia, etc
- ② Imprevisível: Pluviosidade, temperatura, etc

Vários ambientes?

Interação

Quando se considera uma serie de ambientes, detecta-se, além de G e A , um efeito adicional que corresponde à interação destes: $G \times A$.

Interação

Quando se considera uma serie de ambientes, detecta-se, além de G e A , um efeito adicional que corresponde à interação destes: GxA .

Interação GxA

$$F = G + A + GxA$$

Em termos fisiológicos:

- Ambiente influencia a expressão gênica (regulação)
- Ambiente influencia a contribuição dos genes

Para o Melhoramento:

Fenótipo não se repete em todos os ambientes

É necessário que realize avaliações em um número grande de ambientes: confiabilidade.

Para o Melhoramento:

Fenótipo não se repete em todos os ambientes

É necessário que realize avaliações em um número grande de ambientes: confiabilidade.

“A interação GxA deve ser encarada não como um problema, cujos efeitos devem ser minimizados, mas sim como um efeito biológico natural, devendo-se aproveitá-lo dentro do processo de seleção” (Chaves, 2001)

Importância = ?



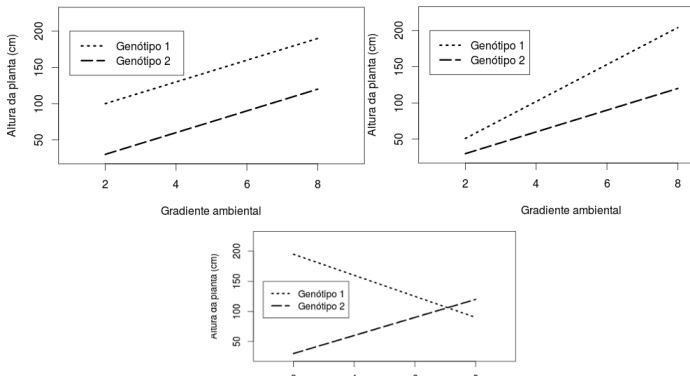
Fonte:Lima (2013)

Sumário

- 1 Aspectos Históricos relevantes
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Natureza e Estimativas**
 - Natureza da Interação GxA
 - Quantificação da Interação GxA
- 4 Estudo de caso
- 5 Bibliografia

Tabela de dupla entrada

- Pelo menos 2 genótipos avaliados em 2 ambientes



Para um número maior de ambientes: Interação complexa revela adaptações específicas e amplas

Para um número maior de ambientes: Interação complexa revela adaptações específicas e amplas

Consequências:

- Impede a recomendação generalizada
- Exige medidas de controle/atenuantes da interação

Exigências:

- Avaliar a magnitude e significância da interação
- Quantificar seus efeitos na seleção

O que é ambiente?

Melhoramento...

- Localidades (regiões, campos experimentais, biomas, etc).

O que é ambiente?

Melhoramento...

- Localidades (regiões, campos experimentais, biomas, etc).
- Níveis tecnológicos.

O que é ambiente?

Melhoramento...

- Localidades (regiões, campos experimentais, biomas, etc).
- Níveis tecnológicos.
- Safras.
- Anos.

Análises individuais

Etapa 1: ANAVA em cada ambiente

Análises individuais

Etapa 1: ANAVA em cada ambiente

- Modelo

Blocos casualizados: g cultivares e b repetições

$$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + \epsilon_{ik}$$

Em que:

- μ : média geral;
- G_i : efeito do i -ésimo genótipo;
- ϵ_{ik} : erro aleatório.

ANAVA individual

- Genótipos: aleatórios

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	r-1	QMB	–
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + r\sigma_g^2$
Resíduo	(r-1)(g-1)	QMR	σ^2

Caso rotineiro: Interação Dupla

Etapa 2: Avaliação da interação

Caso rotineiro: Interação Dupla

Etapa 2: Avaliação da interação

O componente de variação da interação GxA: σ_{ga}^2

Caso rotineiro: Interação Dupla

Etapa 2: Avaliação da interação

O componente de variação da interação GxA: σ_{ga}^2

Blocos casualizados: g genótipos, b repetições e a ambientes

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Em que:

- μ : média geral;
- G_i : efeito do i -ésimo genótipo;
- A_j : efeito do j -ésimo ambiente;
- GA_{ij} : efeito da interação GxA do i -ésimo genótipo x j -ésimo ambiente;
- ϵ_{ijk} : erro aleatório.

ANAVA conjunta

- Genótipos e ambientes: aleatórios

ANAVA conjunta

- Genótipos e ambientes: aleatórios

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/Ambientes	$a(r-1)$	QMB	—
Genótipos	$g-1$	QMG	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2 + ra\sigma_g^2$
Ambientes	$a-1$	QMA	—
Interação GxA	$(a-1)(g-1)$	QMGA	$\sigma^2 + r\sigma_{ga}^2$
Resíduo	$a(r-1)(g-1)$	QMR	σ^2

- Sabendo-se que:

① $E(QMGA) = \sigma^2 + r\sigma_{ga}^2$

② $E(QMR) = \sigma^2$

- Sabendo-se que:

① $E(QMGA) = \sigma^2 + r\sigma_{ga}^2$

② $E(QMR) = \sigma^2$

Então:

$$\hat{\sigma}_{ga}^2 = \frac{QMGA - QMR}{r}$$

Interação tripla

- Os efeitos de ambientes podem ser decompostos em: locais e anos

Interação tripla

- Os efeitos de ambientes podem ser decompostos em: locais e anos

Blocos casualizados: g genótipos, b repetições, l locais e a anos

$$Y_{ijkm} = \mu + G_i + L_j + A_m + GLA_{ijm} + (B/L)/A_{jkm} + \epsilon_{ijkm}$$

Em que:

- μ : média geral;
- G_i : efeito do i -ésimo genótipo;
- L_j : efeito do j -ésimo local;
- A_m : efeito do m -ésimo ano;
- GLA_{ijm} : efeito da interação tripla GxLxA;
- ϵ_{ijkm} : erro aleatório.

	Época 1	Época 2	Época 3	Conjunta
Var.Linhagens	41992,223	94965,208	150956,083	13465,614
Var.Interação LxE	-	-	-	82470,828

Dados: Comp.variância individuais e conjuntas da produtividade de grãos em linhagens de feijão-comum em 3 épocas de plantio (Ramalho et al., 2012).

	Época 1	Época 2	Época 3	Conjunta
Var.Linhagens	41992,223	94965,208	150956,083	13465,614
Var.Interação LxE	-	-	-	82470,828

- Var.Linhagens dentro de Épocas > Var.Linhagens Conjunta;

Dados: Comp.variância individuais e conjuntas da produtividade de grãos em linhagens de feijão-comum em 3 épocas de plantio (Ramalho et al., 2012).

	Época 1	Época 2	Época 3	Conjunta
Var.Linhagens	41992,223	94965,208	150956,083	13465,614
Var.Interação LxE	-	-	-	82470,828

- Var.Linhagens dentro de Épocas > Var.Linhagens Conjunta;
- Para as 3 épocas: $\frac{(VL_{(epoca1)} + VL_{(epoca2)} + VL_{(epoca3)})}{3} = ?$

Decomposição da interação GxA

Considerando 2 ambientes:

- Correlação genética: $rg_{1,2} = \frac{VarG_{1,2}}{\sqrt{VarG_1 VarG_2}} \therefore VarG_{1,2} = rg_{1,2} \sqrt{VarG_1 VarG_2}$

Decomposição da interação GxA

Considerando 2 ambientes:

● Correlação genética: $rg_{1,2} = \frac{VarG_{1,2}}{\sqrt{VarG_1 VarG_2}} \therefore VarG_{1,2} = rg_{1,2} \sqrt{VarG_1 VarG_2}$

Substituindo em $\frac{VarG_{(ambiente1)} + VarG_{(ambiente2)}}{2} = VarG_{1,2} + Var_{LxE}$:

$$Var_{LxE} = \overbrace{\frac{1}{2}(\sqrt{VarG_1} - \sqrt{VarG_2})^2}^{\text{Parte simples}} + \underbrace{(1 - rg_{1,2})\sqrt{VarG_1 VarG_2}}_{\text{Parte complexa}}$$

Exemplo: Ramalho et al.(2012)

- Decomposição do componente Var_{LxE} para as épocas 1 e 2:

Exemplo: Ramalho et al.(2012)

- Decomposição do componente $Var_{L \times E}$ para as épocas 1 e 2:

$$VarG_1 = 41992,233; VarG_2 = 94965,208; VarG_{1,2} = 58783,463 ; rg_{1,2} = 0,154$$

Exemplo: Ramalho et al.(2012)

- Decomposição do componente Var_{LxE} para as épocas 1 e 2:

$$VarG_1 = 41992,233; VarG_2 = 94965,208; VarG_{1,2} = 58783,463 ; rg_{1,2} = 0,154$$

$$Var_{LxE} = \frac{1}{2}(\sqrt{41992} - \sqrt{94965})^2 + (1 - 0,154)\sqrt{41992 \times 94965}$$

Exemplo: Ramalho et al.(2012)

- Decomposição do componente Var_{LxE} para as épocas 1 e 2:

$$VarG_1 = 41992,233; VarG_2 = 94965,208; VarG_{1,2} = 58783,463 ; rg_{1,2} = 0,154$$

$$Var_{LxE} = \frac{1}{2}(\sqrt{41992} - \sqrt{94965})^2 + (1 - 0,154)\sqrt{41992 \times 94965}$$

$$Var_{LxE} = \overbrace{5329,68}^{Simple} + \underbrace{53424,08}_{Complexa}$$

Exemplo: Ramalho et al.(2012)

- Decomposição do componente Var_{LxE} para as épocas 1 e 2:

$$VarG_1 = 41992,233; VarG_2 = 94965,208; VarG_{1,2} = 58783,463 ; rg_{1,2} = 0,154$$

$$Var_{LxE} = \frac{1}{2}(\sqrt{41992} - \sqrt{94965})^2 + (1 - 0,154)\sqrt{41992 \times 94965}$$

$$Var_{LxE} = \overbrace{5329,68}^{Simples} + \underbrace{53424,08}_{Complexa}$$

- Parte Complexa: 90%

Para vários ambientes

- Inclui-se: $\frac{1}{n(n-1)}$ e $\sum_{n < n'}$:

Para vários ambientes

- Inclui-se: $\frac{1}{n(n-1)}$ e $\sum_{n < n'}$:

Assim:

$$Var_{G \times A} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{n < n'} (\sqrt{VarG_n} - \sqrt{VarG_{n'}})^2 + 2(1 - rg_{nn'}) \sqrt{VarG_n VarG_{n'}}$$

Cruz e Castoldi (1991)

- 1 A importância das partes simples e complexa \Rightarrow função de r_G quando este assume valores extremos
- 2 Em níveis intermediários de r_G a diferença na variância genotípica assume importância maior

Cruz e Castoldi (1991)

- 1 A importância das partes simples e complexa \Rightarrow função de r_G quando este assume valores extremos
- 2 Em níveis intermediários de r_G a diferença na variância genotípica assume importância maior

$$\frac{1}{n(n-1)} \sum_{n < n'} (\sqrt{\text{Var}G_n} - \sqrt{\text{Var}G_{n'}})^2 + 2(1 - r_{Gnn'})\sqrt{\text{Var}G_n \text{Var}G_{n'}} = \text{Var}_{G \times A}$$

Sumário

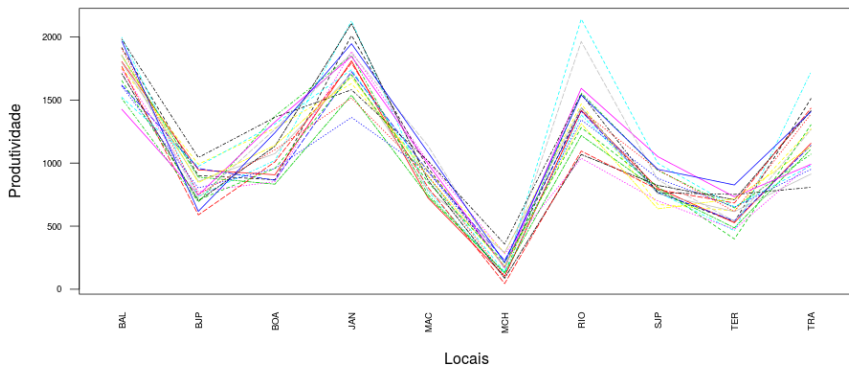
- 1 Aspectos Históricos relevantes
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Natureza e Estimativas
 - Natureza da Interação GxA
 - Quantificação da Interação GxA
- 4 Estudo de caso
- 5 Bibliografia

Dados de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*)

Dados de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*)

- Ensaios VCU: 20 genótipos (4 cultivares);
- 10 estações experimentais \Rightarrow 10 ambientes;
- DBC: 4 repetições
- Produtividade de grãos(Kg.ha¹)





Balsas e Bom Jesus

BAL

Response: PROD

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value
REP	3	2591025	863675	4.0245 **
TRAT	19	6118882	322046	1.5006 .
Residuals	217	46569482	214606	

BJP

Response: PROD

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value
REP	3	1376017	458672	8.8182 ***
TRAT	19	2533366	133335	2.5634 ***
Residuals	137	7125953	52014	

- Variância genotípica em cada ambiente:

$$Vg = (QM_g - QM_r)/r$$

- Variância genotípica em cada ambiente:

$$V_g = (QM_g - QM_r)/r$$

- Local 1(Balsas): 26860
- Local 2(Bom Jesus): 20330.25

ANAVA Conjunta entre os dois ambientes

Response:	PROD			
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value
TRAT	19	7327350	385650	2.1949**
REP	3	2615563	871854	4.9621**
LOCAL	1	57382683	57382683	326.5914***
TRAT:LOCAL	19	1865251	98171	0.5587
Residuals	277	48669389	175702	

Variâncias

- $\hat{\sigma}_{gxa}^2$

$$V_{gxa} = (QM_{gxa} - QM_r)/r$$

$$V_{gxa} = 19382.75$$

- $\hat{\sigma}_g^2$

$$V_g = QM_g - (QM_r + rxV_{gxa})/rxa$$

$$V_g = 3310.425$$

Decomposição da interação

$$r_{g1,2} = V_g / \sqrt{(V_{g1} \times V_{g2})}$$

Decomposição da interação

$$r_{g1,2} = V_g / \sqrt{(V_{g1} \times V_{g2})}$$

Decomposição:

Decomposição da interação

$$r_{g1,2} = V_g / \sqrt{(V_{g1} \times V_{g2})}$$

Decomposição:

- $\text{Simples} = \frac{1}{2}(\sqrt{\text{Var}G_1} - \sqrt{\text{Var}G_2})^2$

Decomposição da interação

$$r_{g1,2} = V_g / \sqrt{(V_{g1} \times V_{g2})}$$

Decomposição:

- Simples = $\frac{1}{2}(\sqrt{VarG_1} - \sqrt{VarG_2})^2$
- Complexa = $(1 - r_{g1,2})\sqrt{VarG_1 VarG_2}$

Atenuando os efeitos da interação

- 1 Identificar cultivares com adaptação específica
- 2 Estratificação de Ambientes
- 3 Identificar cultivares com maior estabilidade

Sumário

- 1 Aspectos Históricos relevantes
- 2 Conceitos Básicos
- 3 Natureza e Estimativas
 - Natureza da Interação GxA
 - Quantificação da Interação GxA
- 4 Estudo de caso
- 5 Bibliografia

Referências Indicadas



Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas, 2012, Ramalho et al.



Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético: Vol I, 2012, Cruz et al.