PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE EXPERIMENTOS Delineamentos

9 a 14 de Setembro

Pós-Graduação em Produção Vegetal UFPR

Éder David Borges da Silva
Renato Gonçalves de Oliveira

Conteúdo abordado:

- Revisão de Estatística básica
- Princípios básicos de experimentação
  - Delineamento inteiramente casualizado (DIC)
  - Delineamento blocos ao acaso (DBA)
  - Delineamento Quadrado latino (DQL)
  - Esquema Fatorial
  - Delineamento em parcela subdividida
  - Delineamento em faixas
- Introdução ao Software R
- Análise de variância
  - DIC
  - DBA
  - Fatorial 3x2
  - Parcelas subdivididas
- Analise de regressão linear
- Analise de regressão não linear

Porque Planejar o Experimento?

Planejamento Experimental

Circularidade do Método científico

PLANEJAMENTO

HIPÓTESE

CONCLUSÃO/DESENV. TEORIA

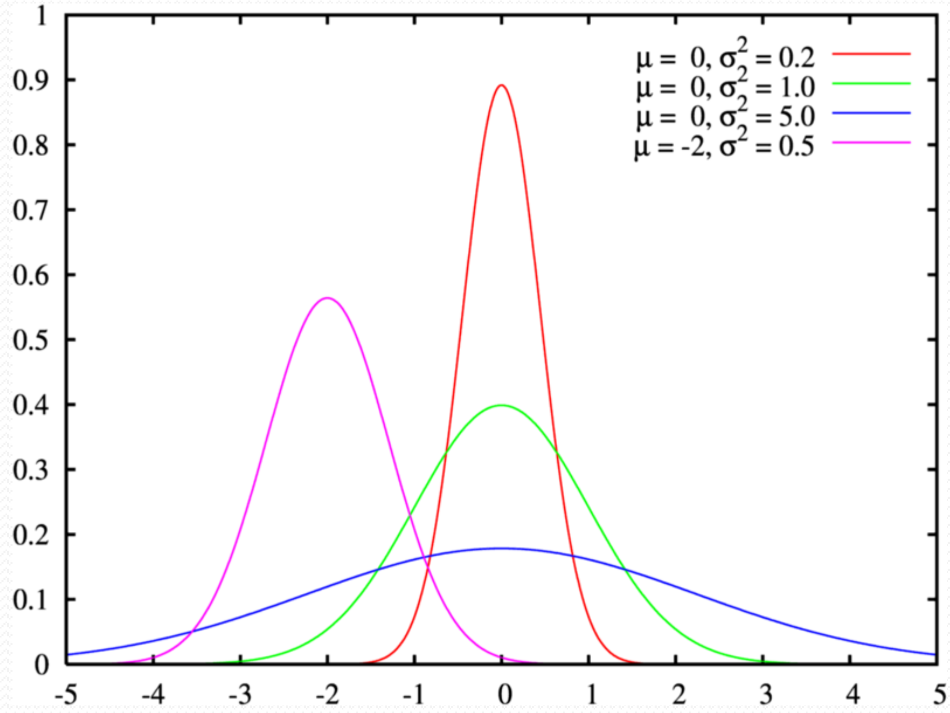
EXPERIMENTO

TESTE DA HIPÓTESE

ANÁLISE ESTATÍSTICA

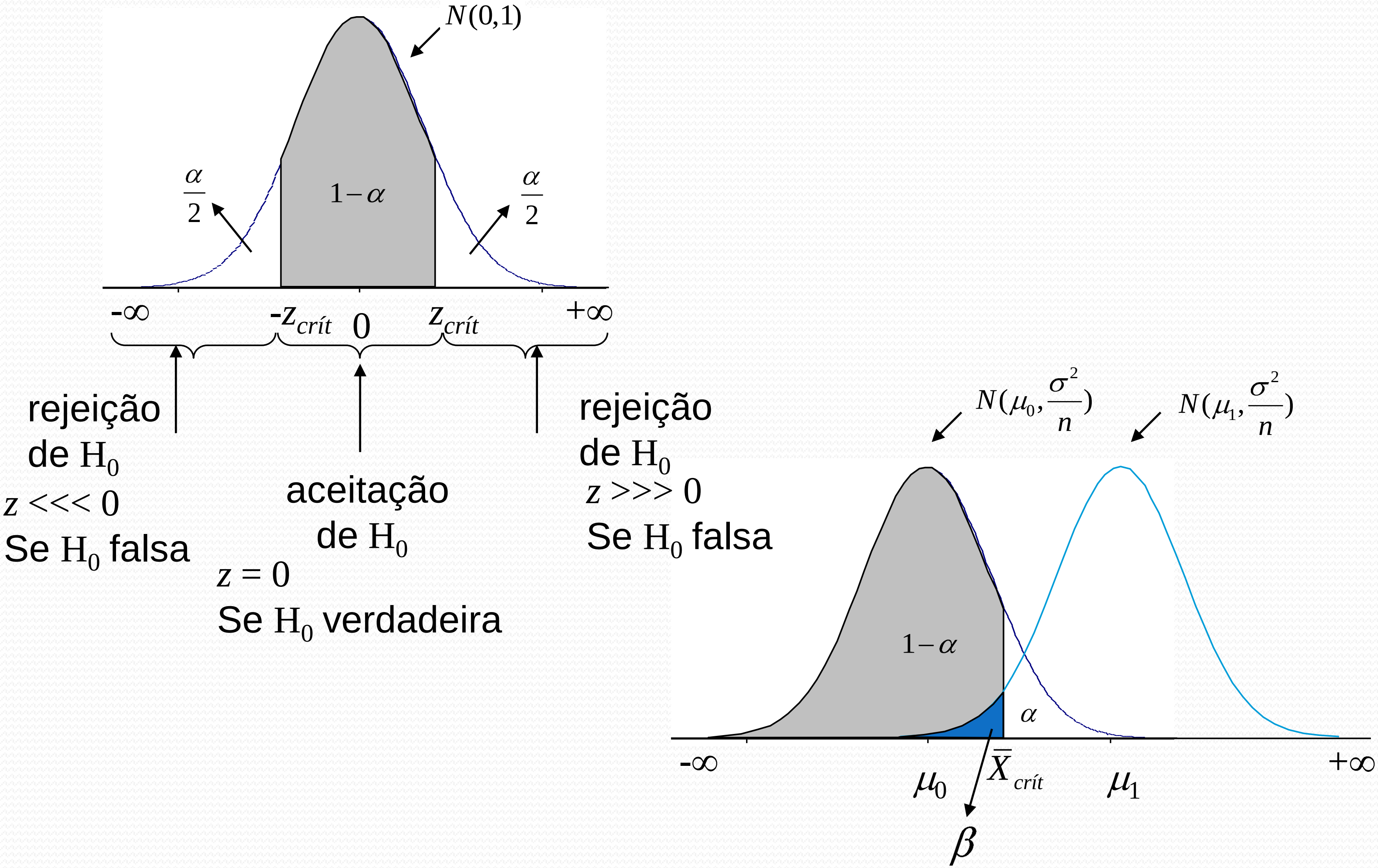
Conceitos básicos de estatística aplicados a experimentação

Funções de distribuição de probabilidade normal



$$f(x,\mu,\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right)$$

Intervalos de confiança e teste de hipótese

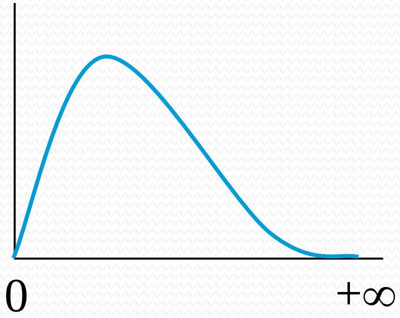


Tipos de erro no teste de hipóteses

	Realidade	
Decisão	H0 é verdadeira	H0 é falsa
Rejeitar H0	Erro tipo I	Decisão correta
Não Rejeitar H0	Decisão correta	Erro tipo II

Propriedades da distribuição F

$$f(x)=\frac{\Gamma[(g_1+g_2)/2]}{\Gamma(g_1/2)\Gamma(g_2/2)}\left(\frac{g_1}{g_2}\right)^{g_1/2} x^{g_1/2-1}\left(1+\frac{g_1}{g_2}x\right)^{-(g_1+g_2)/2} \qquad x\geq 0$$

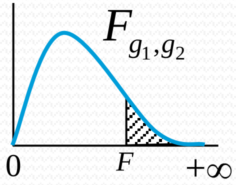


$$\left.\begin{aligned} E(X) &= \frac{g_2}{g_2-2} \\ Var(X) &= \frac{2g_2^2(g_1+g_2-2)}{g_1(g_2-2)^2(g_2-4)} \end{aligned}\right\} X \sim F_{g_1,g_2}$$

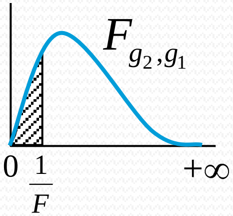
(lê-se: X tem distribuição F com g_1 e g_2 graus de liberdade)

Propriedades:

a) se $U \sim \chi^2_{g_1}$ e $V \sim \chi^2_{g_2}$ então $\dfrac{U/g_1}{V/g_2} \sim F_{g_1,g_2}$

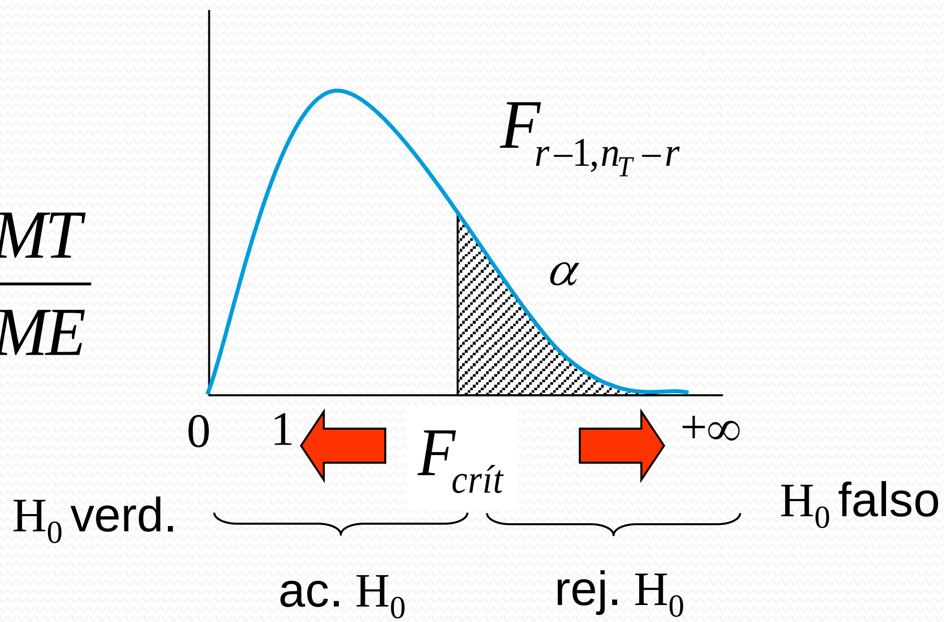


b) se $X \sim F_{g_1,g_2}$ então $\dfrac{1}{X} \sim F_{g_2,g_1} \quad \Rightarrow P(F_{g_1,g_2} > F) = P(F_{g_2,g_1} < \dfrac{1}{F})$

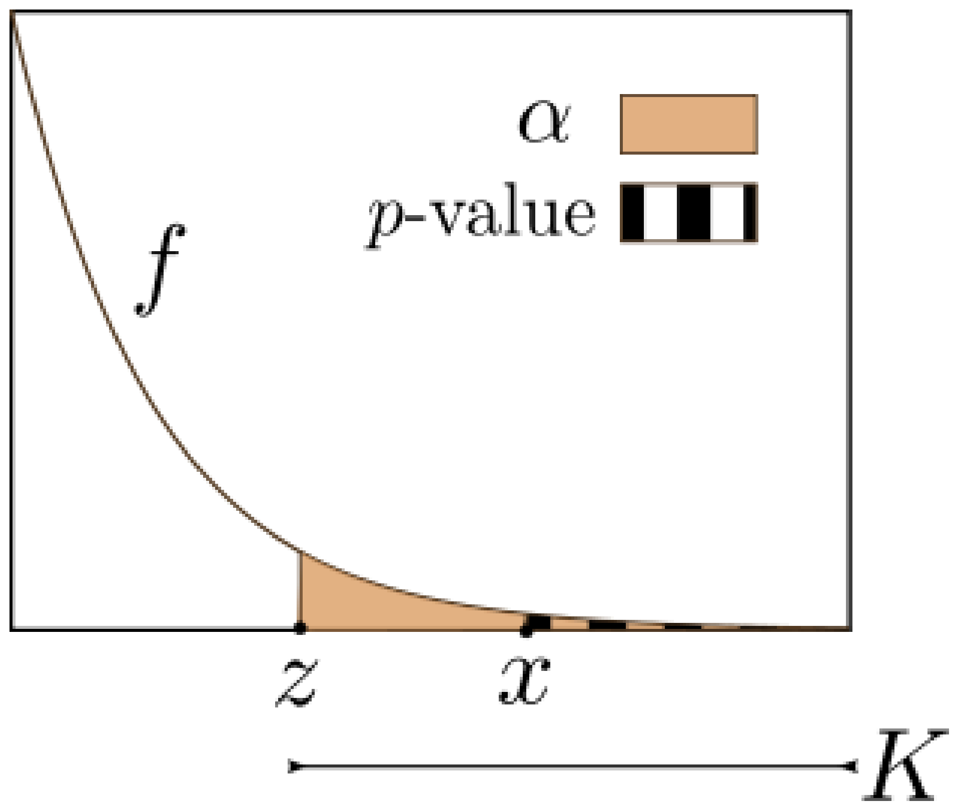


Teste F

$$F_{calc} = \frac{QMT}{QME}$$



P-valor



Princípios básicos de experimentação

Princípios básicos da experimentação

- Casualização
- Repetição
- Controle local

  - A aleatorização torna os testes estatísticos válidos
  - A repetição torna os testes estatísticos possíveis
  - O controle local torna o experimento mais eficiente

Análise de Variância (ANOVA)

Pressupostos de modelos lineares (ANOVA)

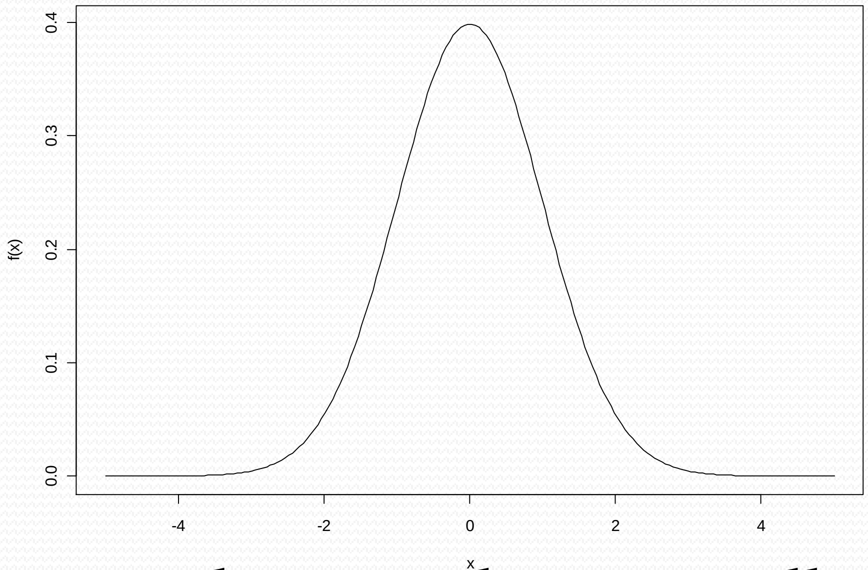
$$Y = \beta X + \varepsilon$$

$$\begin{bmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ Y_{13} \\ Y_{21} \\ Y_{22} \\ Y_{23} \\ Y_{24} \\ Y_{31} \\ Y_{32} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mu \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{13} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{23} \\ \varepsilon_{24} \\ \varepsilon_{31} \\ \varepsilon_{32} \end{bmatrix}$$

Pressupostos de modelos lineares (ANOVA)

- Normalidade da distribuição dos erros;
- Homogeneidade das variâncias;
- Aditividade dos efeitos dos fatores de variação;
- Independência dos erros;

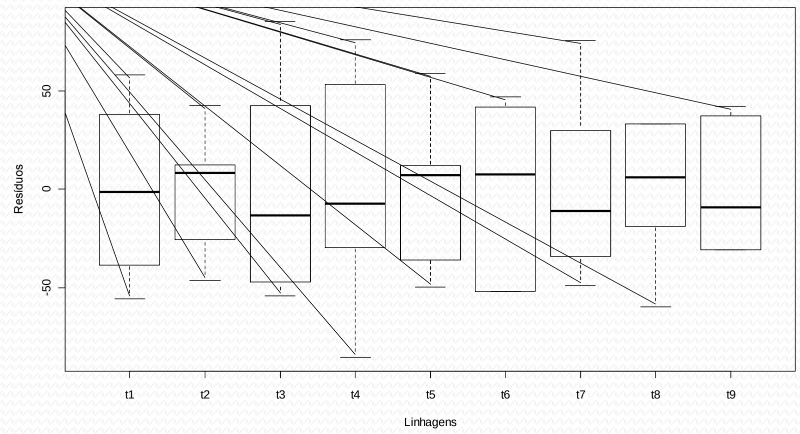
Normalidade da distribuição dos erros



- Analise gráfica e pelo teste Shapiro-Wilk

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i-1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}$$

Homogeneidade das variâncias,



- Analise gráfica e pelo teste Bartlett

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)}\left[\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{ni-1} - \frac{1}{n-k}\right]$$

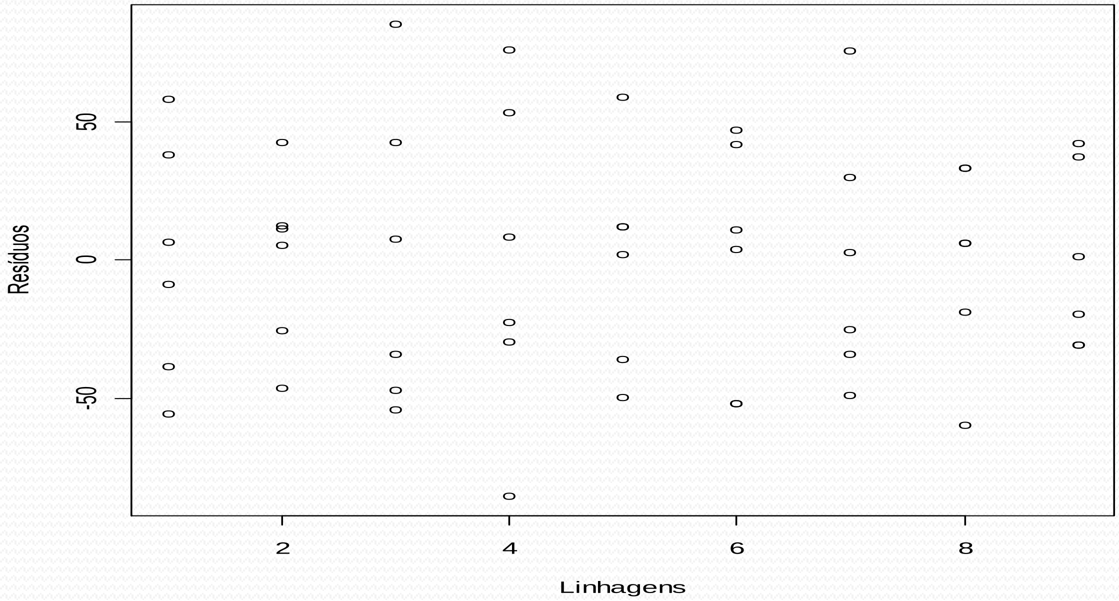
$$K = \frac{(n-k)\log QMRE - \sum_{i=1}^{K}(ni-1)\log S_i^2}{C} \sim X_{k-1}^2$$

Aditividade dos efeitos dos fatores de variação

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

- Cada componente do modelo deve ter efeito aditivo;

Independência dos erros:



- Os erros devem possuir independência dos demais

$$\text{cov}(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ij}^{'}) = 0$$

Efeitos fixos
x
Efeitos aleatórios

Definição

- Efeitos fixos:
  - Os níveis em estudo forem escolhidos pelo pesquisador, de modo que o interesse concentre-se nesses níveis;
  - Inferência restrita aos níveis em estudo.
- Efeitos aleatórios (variáveis aletórias):
  - Os níveis em estudo correspondem a uma amostra aleatória de uma população de referência;
  - Os níveis provem de uma distribuição de probabilidade;
  - A inferência é extrapolada para uma população de referência;

Observações do experimento

- Os valores observados quando da avaliação dos materiais representa a média fenotípica:

$$\text{Observação fenotípica} = \text{Efeitos genéticos} + \text{Efeitos ambientais} + \text{Efeitos residuais}$$

Delineamento inteiramente casualizado (DIC)

Modelo estatístico inteiramente casualizado

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{onde} \quad \varepsilon_{ij} \overset{IDD}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

$y_{ij} =$ é o valor do i-ésimo tratamento na j-ésima parcela

$\mu =$ é a constante geral do modelo (normalmente a média)

$\tau_i =$ é o efeito do i-ésimo tratamento

$\varepsilon_{ij} =$ é o erro experimental associado ao i-ésimo tratamento na j-ésima parcela

Quadro de anova DIC

$Fonte$	GL	SQ	QM	$EMEF$	$EMEA$
$Tratamento$	$t-1$	$SQtrat$	$\dfrac{SQtrat}{t-1}$	$\sigma^2 + r\dfrac{\sum \alpha_i^{\,2}}{t-1}$	$\sigma^2 + r\sigma_\alpha^2$
$Erro$	$(t-1)(r-1)$	$SQerro$	$\dfrac{SQerro}{(t-1)(r-1)}$	σ^2	σ^2
$Total$	$tr-1$	$SQtotal$			

Delineamento blocos ao acaso (DBA)

Delineamentos blocos ao acaso

- Considerações importantes:
  - O bloco é uma restrição à casualização;
  - Isto implicará em perda de precisão experimental e ganho na facilidade de condução do experimento;
  - Isso se deve a perda de graus de liberdade do resíduo;
  - O bloco não é necessariamente espacial, áreas desuniformes, ele pode ser virtual, no caso de épocas de plantio por exemplo.

Modelo estatístico Blocos ao acaso

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{onde} \quad \varepsilon_{ij} \overset{IDD}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

$y_{ij} =$ é o valor do i-ésimo tratamento na j-ésima parcela

$\mu =$ é a constante geral do modelo (normalmente a média)

$\tau_i =$ é o efeito do i-ésimo tratamento

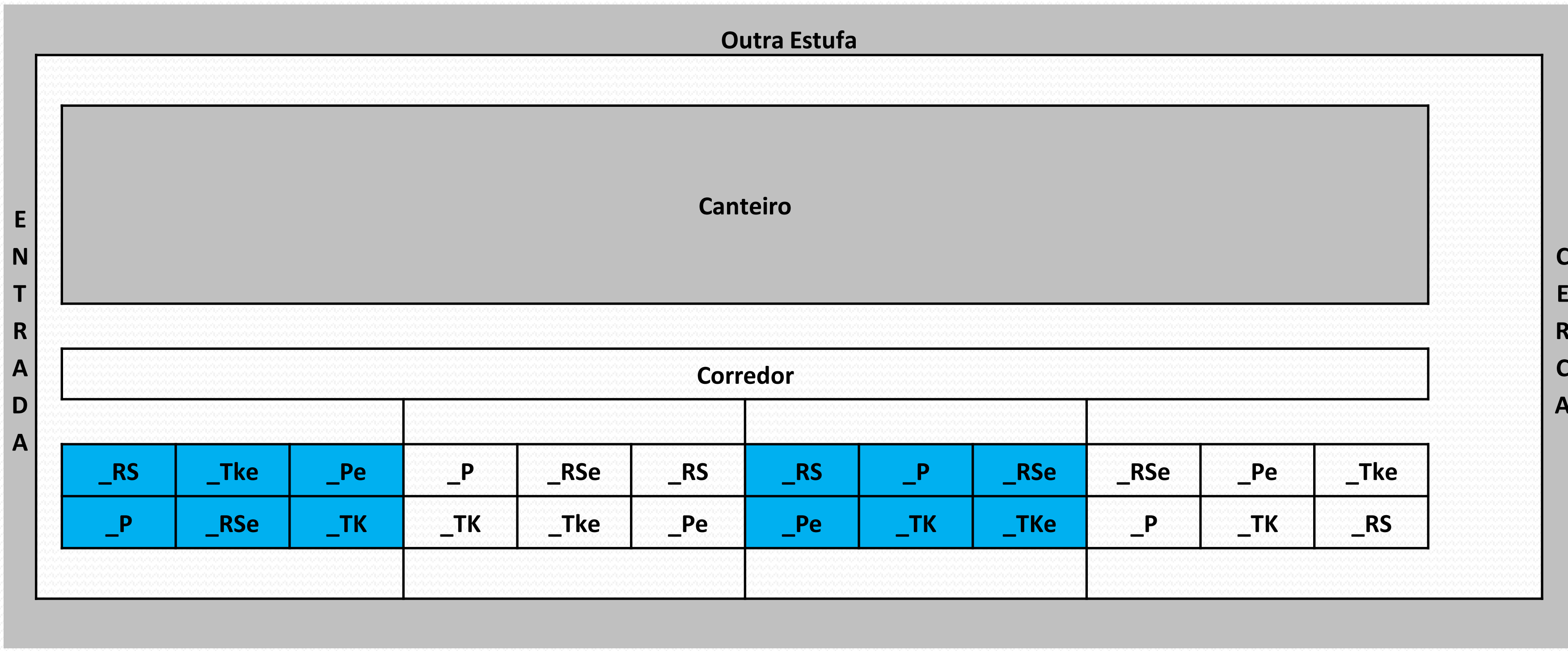
$\beta_j =$ é o efeito do j-ésimo bloco

$\varepsilon_{ij} =$ é o erro experimental associado ao i-ésimo tratamento na j-ésima parcela

Quadro de anova DBA

Fonte	GL	SQ	QM	EMEF	EMEA
Bloco	$j-1$	$SQbloco$	$QMbloco$	$\sigma^2 + \frac{t\sum \beta_j^2}{j-1}$	$\sigma^2 + t\sigma_\beta^2$
Tratamento	$t-1$	$SQtrat$	$QMtrat$	$\sigma^2 + \frac{j\sum t_j^2}{t-1}$	$\sigma^2 + j\sigma_t^2$
Erro	$(j-1)(t-1)$	$SQerro$	$QMerro$	σ^2	σ^2
Total	$jt-1$	$SQtotal$	$QMtotal$		

DBA


Outra Estufa
Canteiro
Corredor
ENTRADA
CERCA
_RS _Tke _Pe _P _RSe _RS _RS _P _RSe _RSe _Pe _Tke
_P _RSe _TK _TK _Tke _Pe _Pe _TK _TKe _P _TK _RS

Delineamento Quadrado latino (DQL)

Modelo estatístico Quadrado latino

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + l_j + c_k + \varepsilon_{ijk} \text{ onde } \varepsilon_{ijk} \overset{IDD}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

$y_{ij} =$ é o valor do i-ésimo tratamento na j-ésima parcela

$\mu =$ é a constante geral do modelo (normalmente a média)

$\tau_i =$ é o efeito do i-ésimo tratamento

$l_j =$ é o efeito da j-ésima linha

$c_k =$ é o efeito da k-ésima linha

$\varepsilon_{ij} =$ é o erro experimental associado ao i-ésimo tratamento na j-ésima parcela

Delineamento Quadrado latino

- Casualização:
  - Somente uma repetição de cada tratamento aparece em cada bloco;
- Limitação:
  - O número de tratamentos deve ser igual ao número de repetições. Isso implica na necessidade de grandes áreas e grande volumes de material experimental;
- Desvantagem:
  - O número de repetições aumentará a medida que o número de tratamentos também aumente;

Delineamento Quadrado latino

Linhas	Colunas				
	I	II	III	IV	V
I	D	A	B	C	E
II	C	E	A	B	D
III	E	B	C	D	A
IV	B	D	E	A	C
V	A	C	D	E	B

Esquema fatorial

Esquema fatorial

- Esquema fatorial não é um delineamento, é apenas um arranjo entre os tratamentos;
- O arranjo fatorial pode ser conduzido em
  - Delineamento inteiramente casualisado;
  - Blocos ao acaso;
  - Quadrado latino;
  - Outros;

Esquema fatorial

- Definições
  - Fator: uma causa de variação conhecida e de interesse do pesquisador (um tipo de tratamento);
  - Nível: subdivisão do fator;
  - Efeito principal: pode-se estudar isoladamente o efeito de cada fator no experimento;
  - Efeito da interação: quando existir, estudar o comportamento de cada fator, na presença ou ausência de níveis dos demais fatores

Modelo estatístico Esquema Fatorial

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \text{ onde } \varepsilon_{ij} \overset{IDD}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

$y_{ijk} =$ é o valor do i-ésimo tratamento na j-ésima parcela e na k-ésima repetição

$\mu =$ é a constante geral do modelo (normalmente a média)

$\alpha_i =$ é o efeito do i-ésimo nível do fator A

$\beta_j =$ é o efeito da j-ésimo nível do fator B

$(\alpha\beta)_{ij} =$ é o efeito da interação entre i-ésimo nível do fator A e j-ésimo nível do fator B

$\varepsilon_{ijk} =$ é o erro experimental entre i-ésimo nível do fator A e j-ésimo nível do fator B na k-ésima repetição.

Quadro de anova fatorial

Fonte	GL	SQ	QM	EMEF	EMEA
Tratamento A	$a-1$	SQA	QMA	$\sigma^2 + br\dfrac{\sum \alpha_i^2}{a-1}$	$\sigma^2 + r\sigma_{\alpha\beta}^2 + br\sigma_\alpha^2$
Tratamento B	$b-1$	SQB	QMB	$\sigma^2 + ar\dfrac{\sum \beta_j^2}{t-1}$	$\sigma^2 + r\sigma_{\alpha\beta}^2 + ar\sigma_\beta^2$
AB	$(a-1)(b-1)$	$SQAB$	$QMAB$	$\sigma^2 + r\dfrac{\sum (\alpha\beta)_{ij}^2}{(a-1)(b-1)}$	$\sigma^2 + r\sigma_{\alpha\beta}^2$
Erro	$ab(r-1)$	$SQErro$	$QMErro$	σ^2	σ^2

Delineamento em parcela subdividida

Modelo estatístico Delineamento em parcela subdividida

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + \delta_{ik} + \varepsilon_{ijk} \text{ onde } \varepsilon_{ijk} \overset{IDD}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

$y_{ijk} =$ é o valor do i-ésimo tratamento na j-ésima parcela e na k-ésima repetição

$\mu =$ é a constante geral do modelo (normalmente a média)

$\alpha_i =$ é o efeito do i-ésimo nível do fator A

$\beta_j =$ é o efeito da j-ésimo bloco

$\varepsilon_{ij} =$ é o erro experimental entre i-ésimo nível do fator A e j-ésimo bloco

$\gamma_k =$ é o efeito da k-ésimo nível do fator B

$\delta_{ik} =$ é o efeito da interação entre o i-ésimo nível do fator A e da k-ésimo nível do fator B

$\varepsilon_{ijk} =$é o erro experimental entre i-ésimo nível do fator A e j-ésimo bloco e k-ésimo nível do fator B

Anova de split-plot

Fonte	GL	SQ	QM	EMEF	EMEA
$Bloco$	$r-1$	$SQBloco$	$QMBloco$	$\sigma^2 + b\sigma_\gamma^2 + ab\sigma_p^2$	$\sigma^2 + b\sigma_\gamma^2 + ab\sigma_p^2$
A	$a-1$	SQA	QMA	$\sigma^2 + b\sigma_\gamma^2 + rb\frac{\sum \alpha_i^2}{a-1}$	$\sigma^2 + b\sigma_\gamma^2 + rb\sigma_\alpha^2$
$ErroA$	$(r-1)(a-1)$	$SQerroa$	$QMerroa$	$\sigma^2 + b\sigma_\gamma^2$	$\sigma^2 + b\sigma_\gamma^2$
B	$b-1$	SQB	QMB	$\sigma^2 + ra\frac{\sum \beta_j^2}{b-1}$	$\sigma^2 + ra\sigma_\beta^2$
AB	$(a-1)(b-1)$	$SQAB$	$QMAB$	$\sigma^2 + r\frac{\sum (\alpha\beta)_{ij}^2}{(a-1)(b-1)}$	$\sigma^2 + r\sigma_{\alpha\beta}^2$
$ErroB$	$a(b-1)(r-1)$	$SQerrob$	$QMerroB$	σ^2	σ^2
$Total$	$abr-1$	$SQtotal$			

Experimento Split-plot

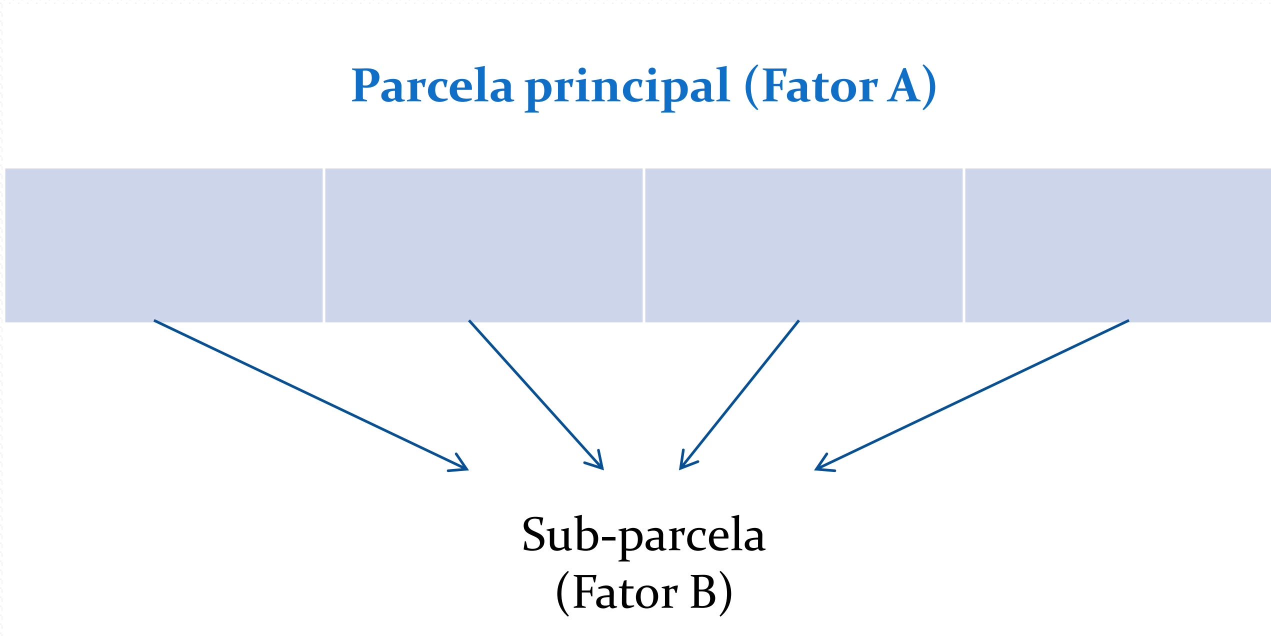
- Quando instalar:
  - Em experimentos fatoriais com dois ou mais fatores;
  - Quando há alguma limitação para instalar o experimento;
  - Facilidade para instalação;
  - Em alguns casos é a única forma de aplicação dos tratamentos às unidades experimentais;

Experimento em Split-plot

- Definição:
  - Esse tipo de experimento aloca o fator A em parcelas principais, ou primária, e o fator B nas sub-parcelas, ou secundárias;
  - Cada parcela funciona como um “bloco” para as subparcelas;
  - Se existem mais de dois fatores o experimento é chamado de parcelas sub-divididas e assim por diante;

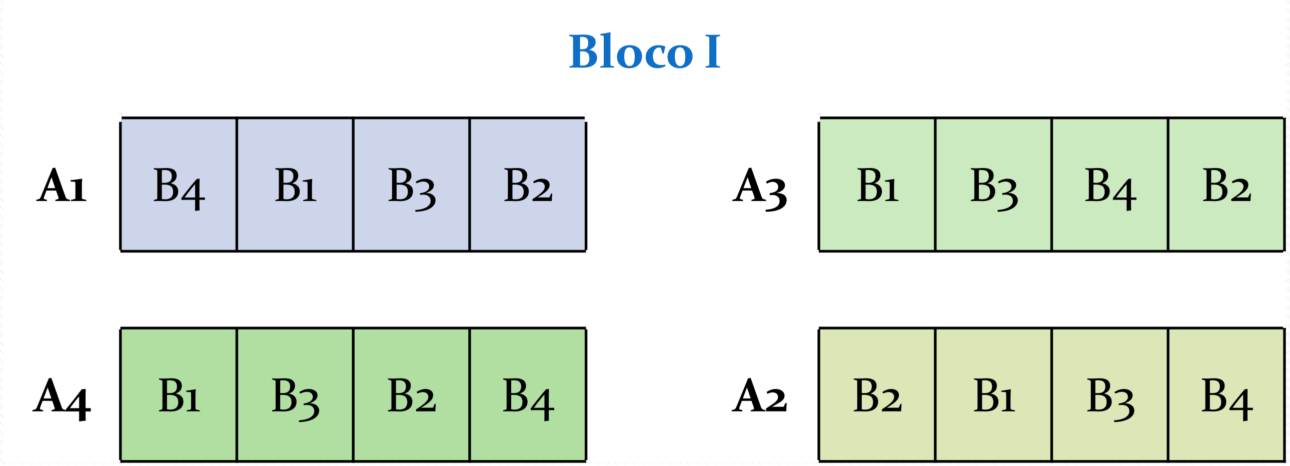
Experimento Split-plot

- Croqui de uma parcela principal de um experimento em Parcelas subdivididas



Experimento Split-plot

- Por exemplo: Experimento com 2 fatores (A e B), cada um com 4 níveis, dispostos em 3 blocos:
- A = A1; A2; A3; A4
- B = B1; B2; B3; B4
- BLOCO = I; II; IV



Experimento Split-plot

- O fator de maior interesse deve ser colocado nas sub-parcelas quando possível (maior número de graus de liberdade);

- Caso não seja possível a aplicação dos tratamentos às parcelas principais ou sub-parcelas dependerá da facilidade de instalação do experimento;

Delineamento em faixas

Experimentos em faixas ou Split Block

- É uma variação dos experimentos em parcelas subdivididas;
- Os fatores A e B são dispostos em faixas como se fossem parcelas principais;

Modelo estatístico Delineamento em faixas

$$y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{jk} + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \text{ onde } \varepsilon_{ijk} \overset{IDD}{\sim} N(0,\sigma^2)$$

$y_{ijk} =$ é o valor do i-ésimo tratamento A e k-ésimo tratamento B no j-ésima bloco

$\mu =$ é a constante geral do modelo (normalmente a média)

$\beta_j =$ é o efeito do j-ésimo bloco

$\alpha_i =$ é o efeito da i-ésimo tratamento A

$\varepsilon_{ij} =$ é o erro experimental entre i-ésimo nível do fator A e j-ésimo bloco

$\gamma_k =$ é o efeito da k-ésimo nível do fator B

$\varepsilon_{jk} =$ é o erro experimental entre k-ésimo nível do fator B e j-ésimo bloco

$(\alpha\gamma)_{ij} =$ é o efeito da interação entre o i-ésimo nível do fator A e da k-ésimo nível do fator B

$\varepsilon_{ijk} =$ é o erro experimental entre i-ésimo nível do fator A e k-ésimo nivel de B no j-ésimo bloco

Experimento Em Faixas

CROQUI

	B4	B2	B3	B1
A2				
A1				
A3				

Transformação de dados

Transformações mais utilizadas

- Logarítimica: log(x);
- Raiz quadrada;
- Raiz cúbica;
- Angular: arcsen(x), sem(x),...;
- Hiperbólica de primeiro grau: x=1/x;
- Hiperbólica de segundo grau;

Tipos de transformações mais utilizadas

- A transformação Box-Cox identifica a exata transformação por meio de uma família de transformações de potência de Y.

$$\lambda = 2 \rightarrow \mathrm{Y}' = Y^2 \qquad \lambda = 0{,}5 \rightarrow \mathrm{Y}' = \sqrt{Y}$$

$$\lambda = -0{,}5 \rightarrow \mathrm{Y}' = \tfrac{1}{\sqrt{Y}}$$

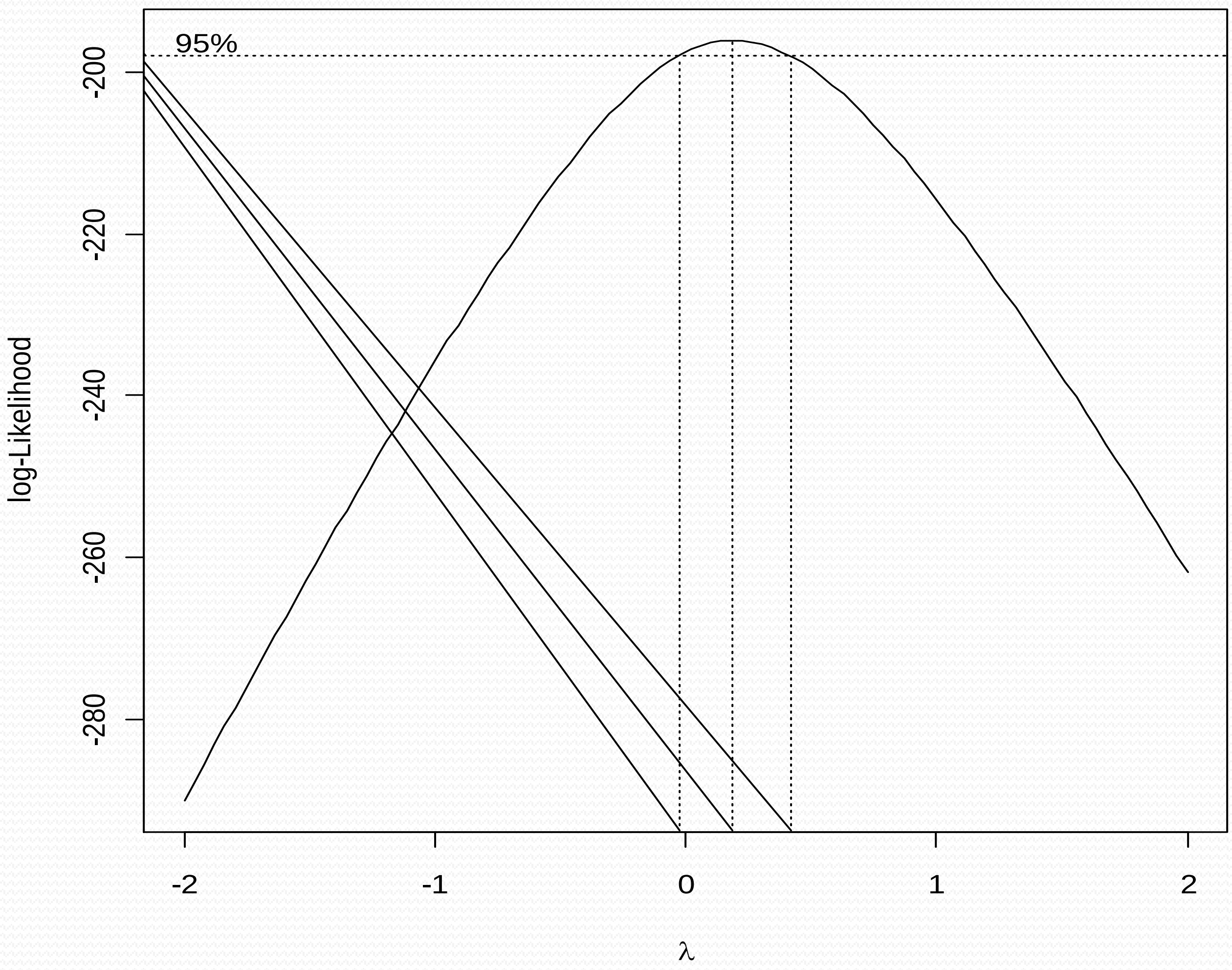
$$\lambda = 0 \rightarrow \mathrm{Y}' = \log_e Y \text{ (por definição)} \qquad \lambda = \text{-}1{,}0 \rightarrow \mathrm{Y}' = \tfrac{1}{Y}$$

Tipos de transformações mais utilizadas

- O procedimento Box-Cox usa o método de máxima verossimilhança para estimar λ, β0, β1e σ2. A função de verossimilhança é dada por:

$$L(\beta_0, \beta_1, \sigma^2, \lambda) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left[\frac{-1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^{n} (Y_i^{\lambda} - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2 \right]$$

Função verossimilhança



Procedimentos de Comparações Múltiplas

Procedimentos para comparações múltiplas

- Teste de Tukey ou DHS (HSD):

$$\Delta = q_{(p,v,\alpha)}\sqrt{\frac{QME}{r}}$$

- Teste de Duncan:

$$\Delta = q_{(p,v,\alpha_p)}\sqrt{\frac{QME}{r}}$$

Procedimentos para comparações múltiplas

- Teste Scott-Knott:

$$SQgrupos = \frac{(G1)^2}{k1} + \frac{(G2)^2}{k2} + \frac{(G3)^2}{k3}$$

$$\sigma_0^2 = \frac{SQmédias + v\left(\frac{QME}{r}\right)}{k + v}$$

$$\lambda = \frac{\pi}{2(\pi - 2)} * \frac{\beta_0^2}{\sigma_0^2}$$

Procedimentos para comparações múltiplas

- Um teste pode ter dois parâmetros;

  - Poder do teste:

  Capacidade do teste em detectar diferenças reais entre os tratamentos.

  - Rigorosidade:

  Confiança no resultado obtido.

Procedimentos para comparações múltiplas

- Erro tipo I por comparação:

  Probabilidade de se rejeitar uma hipótese verdadeira nas comparações dos tratamentos tomados dois a dois;
- Erro tipo I por experimento:

  Probabilidade de se realizar pelo menos uma inferência errada por experimento;
- Erro tipo III:

  Probabilidade de se classificar um tratamento superior ao outro quando o segundo supera o primeiro;

Procedimentos para comparações múltiplas

Linhagens	Médias	
1	14,65	a
2	12,34	ab
3	10,42	b

Ambigüidade dos resultados

Procedimentos para comparações múltiplas

	Valores médios		Procedimentos de comparações múltiplas				
Trat.	Par.	Est.	Tukey	SNK	LSD	LSDB	SK
3	85	80,461	D	C	E	D	B
1	85	83,498	D	C	DE	CD	B
4	85	86,488	CD	C	DE	CD	B
2	85	90,742	CD	BC	DE	CD	B
6	95	95,986	CD	BC	CD	BCD	B
5	95	96,511	BCD	BC	CD	BCD	B
7	105	107,689	ABC	AB	BC	ABC	A
8	115	120,436	AB	A	AB	AB	A
9	125	123,492	A	A	A	A	A
10	125	123,942	A	A	A	A	A

Procedimentos para comparações múltiplas

- Comparação do teste de Scott-Knott com os demais:
  - Comparações realizadas através de experiemntos com dados simulados;
  - Taxas de erro tipo I sempre abaixo do nível de significância (menores que α);
  - O poder do teste foi duas vezes maiores que os do teste de Duncan, t e SNK, oito vezes mais poderoso que o teste Tukey e semelhante ao t-Bayesiano;

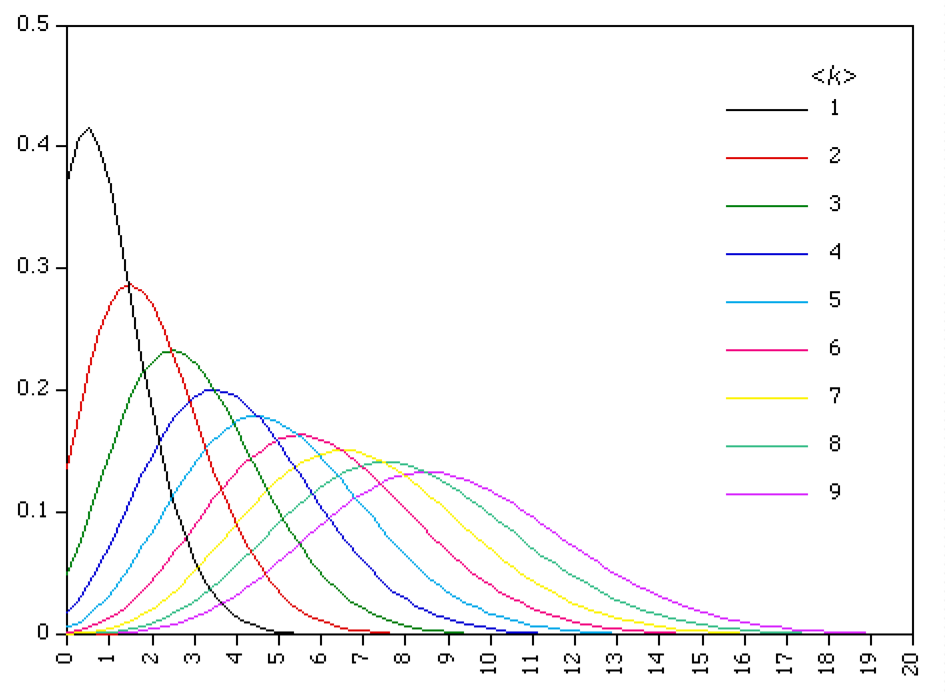
Novas ferramentas para a análise experimental

Novas ferramentas para análise

- GLM:
  - Modelos Lineares Generalizados;
- AMMI:
  - Additive main effects and Multiplicative Interaction model;
- Selegen:
  - Sistemas REML/BLUP de análise via modelos mistos;

GLM

- Modelos lineares generalizados;



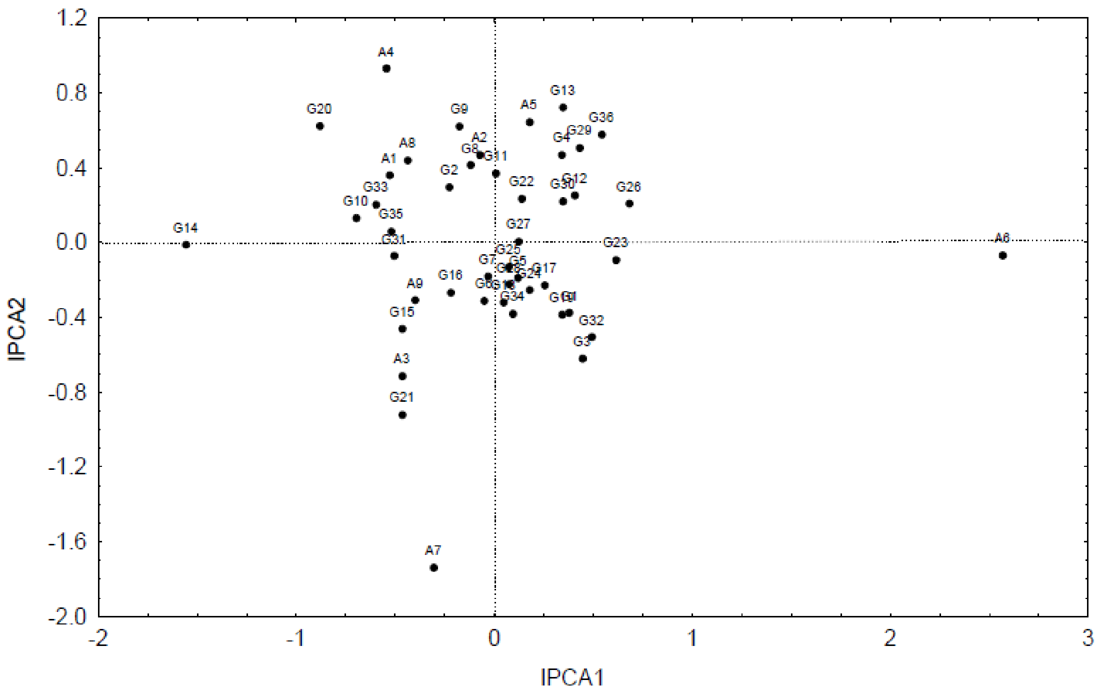
Distribuição Poisson

AMMI

- Additive main effects and Multiplicative Interaction model;
  - Interação GxE;
  - Interação em modelos estatísticos com efeitos fixos

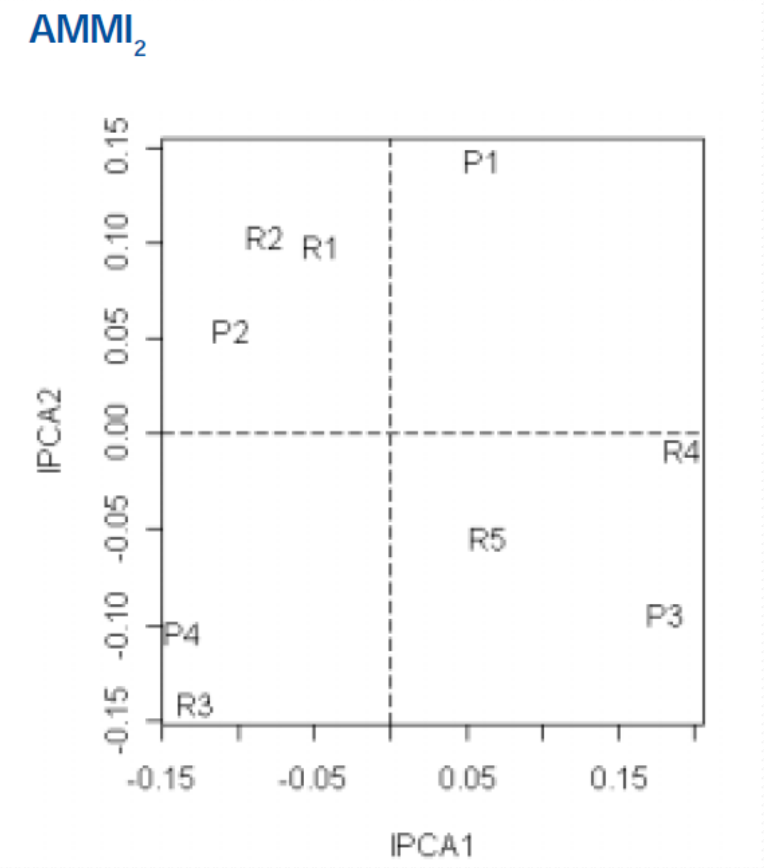
AMMI

- Interação GxE;



AMMI

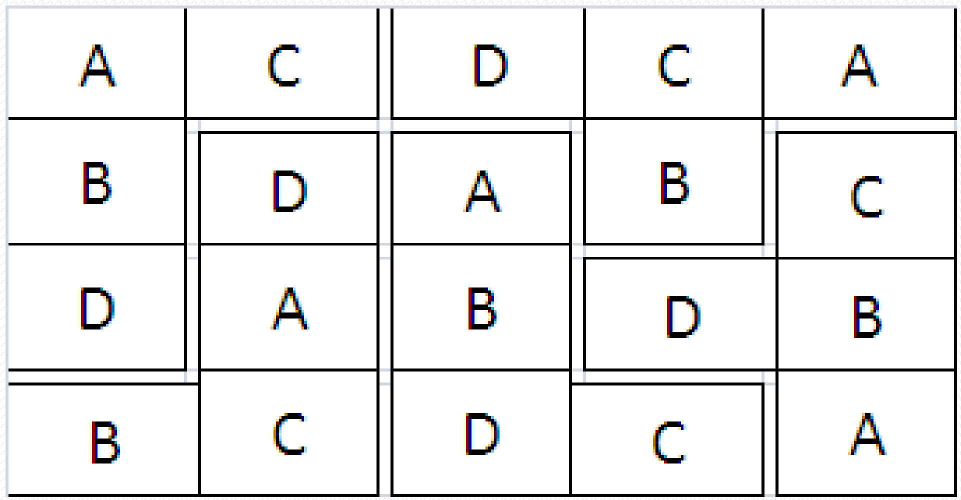
- Interação em modelos estatísticos com efeitos fixos;



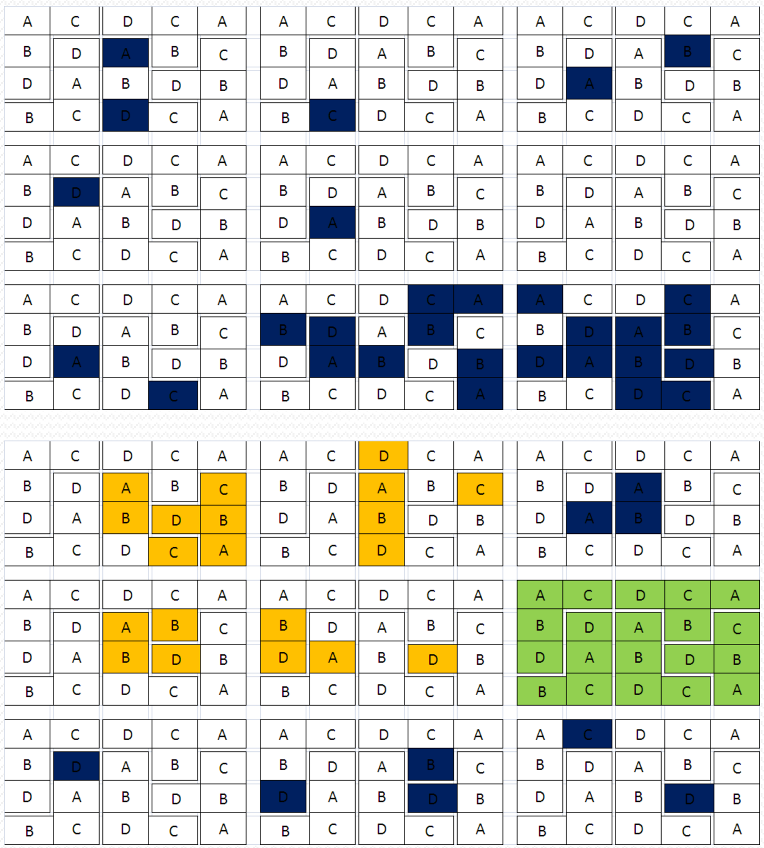
Sistemas REML/BLUP

- REML:
  - Máxima verossimilhança restrita;
- BLUP:
  - Melhor predição linear não viesada;

Sistemas REML/BLUP



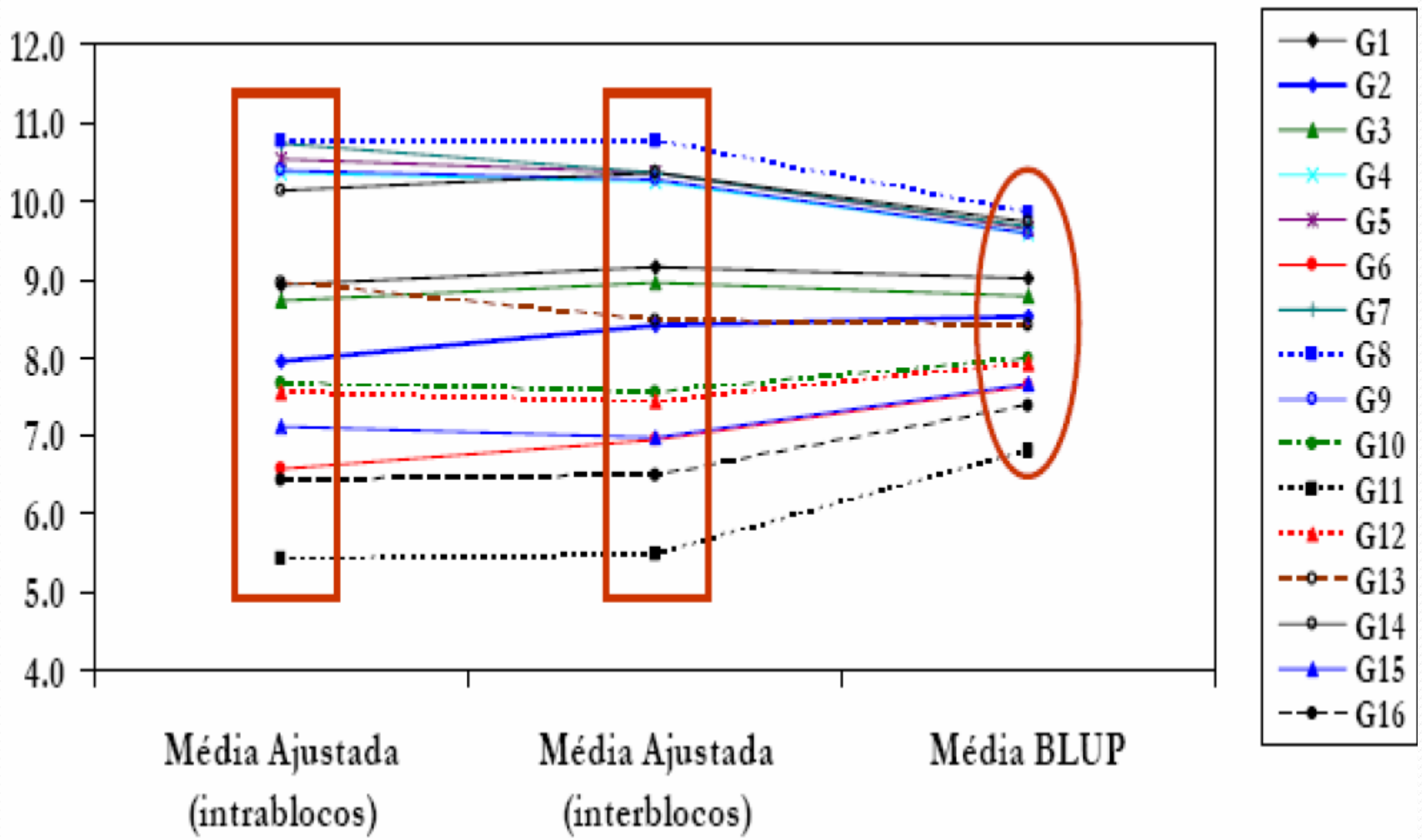
Sistemas REML/BLUP



Safra 1

Safra 2

Sistemas REML/BLUP



Vamos a um exercício

Experimento hipotético

- Para se estudar padrões nutricionais e expressão gênica em híbridos Bt comerciais de milho decidiu-se trabalhar com dois híbridos Bt e suas respectivas isolinhas submetendo-os a três diferentes regimes de controle de lagarta.
- Para esse experimento definiu-se que seriam usadas 5 repetições.

DIC

Fontes de variação	Graus de liberdade
Tratamentos	11
Híbridos	3
Tratamentos	2
Hib. x Trat.	6
Erro experimental	48
Total	59

DBA

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Tratamentos	11
Híbridos	3
Tratamentos	2
Hib. x Trat.	6
Erro experimental	44
Total	59

Parcela subdividida

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Híbridos	3
Erro a	12
Tratamento	2
Híb. x Trat.	6
Erro b	32
Total	59

Parcela subdividida

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Tratamento	2
Erro a	8
Híbrido	3
Trat. x Híb.	6
Erro b	36
Total	59

Delineamento em faixas

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Híbrido	3
Erro a	12
Tratamento	2
Erro b	8
Híb. x Trat.	6
Erro c	24
Total	59

Delineamento em faixas

Fontes de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Tratamento	2
Erro a	8
Híbrido	3
Erro b	12
Trat. x Híb.	6
Erro c	24
Total	59

Por hoje é só pessoal...