

# Delineamento inteiramente casualizado

Mario A. Lira Junior

Estatística Aplicada à Agricultura – UFRPE

# Características especiais

- Ambiente é homogêneo
  - Ou na ausência de informação sobre heterogeneidade
- Delineamento mais simples
- Menos afetado por número diferente de repetições
  - Não tem mais importância hoje em dia
- Comumente usado em experimentos de laboratório
  - Comumente não é sempre...
  - Ou seja, quando é usado é mais provável que seja em laboratório do que campo, mas NEM todo experimento de laboratório é nesse delineamento
- Ponto chave para selecionar
  - Avaliar bem o ambiente
  - Verificar existência de variação ambiental reconhecível e separável
  - Ambiente inclui material a ser usado e mão de obra

# Modelo

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

- Descrição
  - $Y_{ij}$  – valor de uma parcela (ij) qualquer
  - $\mu$  - média geral do experimento
  - $\tau_i$  – efeito do tratamento i
    - Ou seja do tratamento que foi aplicado naquela parcela em particular
  - $\varepsilon_{ij}$  – variação do acaso na j-ésima repetição do i-ésimo tratamento
    - Ou seja, a diferença entre o valor da parcela específica e o valor geral do tratamento
- Ou seja, o valor de uma parcela é a soma da média geral, do efeito do seu tratamento e de sua variação do acaso

# Requisitos

- Efeitos aditivos
- Resíduos são:
  - Independentes
  - Têm distribuição normal com média zero
  - Homocedásticos
- Ou seja, os de sempre

# Procedimento de análise

- Análise de variância
  - Procedimento de separação da variância total em suas partes
  - Baseado no modelo do delineamento
- Duas fontes de variação
  - Tratamento
  - Acaso, conhecido como resíduo ou erro
- Após teste F para tratamentos ser significativo
  - Teste Tukey
  - Regressão

# Análise de Variância

FV	GL	SQ	QM	F	NS
Trat	t-1	$\frac{\sum T^2}{r} - c$	SQ/GL	QMT/QMR	=distf(F;GLT;GLR)
Res	Dif.	Dif.	SQ/GL		
Total	tr-1	$\sum x^2 - c$			
t	número de tratamentos				
r	número de repetições				
T	total de cada tratamento				

$$c = \frac{(\sum x)^2}{rt}$$

# Exemplo

Um experimento foi conduzido na Estação Experimental de Netuno da Unidade Acadêmica dos Planetas TransJúpiter da UFRPE, em 2500, para avaliar o efeito de adubação nitrogenada na produtividade do milho. Todos os fertilizantes foram calculados com base na recomendação de adubação nitrogenada para o estado de Pernambuco ([Comissão De Fertilidade Do Estado De Pernambuco, 1998](#))

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco. 2ª. aproximação.*

Fonte N	Prod (t.ha <sup>-1</sup> )	Fonte N	Prod (t.ha <sup>-1</sup> )	Fonte N	Prod (t.ha <sup>-1</sup> )
Bovino	7,50	Bovino	9,50	Bovino	8,50
Caprino	6,25	Caprino	6,50	Caprino	7,50
Equino	5,00	Equino	5,00	Equino	6,00
Frango	8,00	Frango	8,50	Frango	9,00
Sem adubo	3,00	Sem adubo	4,50	Sem adubo	3,75
Suíno	7,50	Suíno	7,80	Suíno	3,80
Uréia	8,25	Uréia	9,20	Uréia	9,25
Bovino	8,00	Bovino	9,00		
Caprino	7,00	Caprino	5,00		
Equino	4,75	Equino	4,75		
Frango	9,50	Frango	8,75		
Sem adubo	3,75	Sem adubo	4,00		
Suíno	7,75	Suíno	7,25		
Uréia	9,00	Uréia	8,75		

# Análise dos dados

Fonte N	Total
Bovino	42,50
Caprino	32,25
Equino	25,50
Frango	43,75
Suíno	34,10
Uréia	44,45
Sem adubo	19,00

Bovino=7,50+8,00+9,50+9,00+8,50=42,50  
O resto segue a mesma lógica...

$$c = \frac{(\sum x)^2}{rt} = \frac{(7,50 + 6,25 + \dots + 9,25)^2}{5 \times 7} = 1667,04$$

$$SQ_{tot} = \sum x^2 - c = (7,50^2 + \dots + 9,25^2) - 1667,04 = 136,82$$

$$SQ_{trat} = \frac{\sum T^2}{r} - c = \frac{(B^2 + \dots + S^2)}{5} - c = \frac{(42,50^2 + \dots + 19,00^2)}{5} - 1667,04 = 115,01$$



# Análise de Variância

Fonte	GL	SQ	QM	F	Prob.
Fertilizante	6	115,01	19,17	24,61	5,9501E-10
Resíduo	28	21,81	0,78		
Total	34	136,82			

Calculado pelo  
Excel  
=DISTF(24,61;6;28)

$$CV = \frac{\sqrt{QMR}}{\bar{x}} \times 100 = \frac{\sqrt{0,78}}{6,90} \times 100 = 12,79$$

# Teste de Tukey

$$\Delta = \frac{q_{(5\%;t;GLR)}\sqrt{QMR}}{\sqrt{r}}$$

Só que a tabela de q da aula de teste de hipóteses com sete tratamentos não inclui o valor para 28 graus de liberdade para o resíduo, mas somente os para 24 (4,54) e 30 (4,46)

30-28	q-4,46
30-24	4,54-4,46

$$(30 - 28) \times (4,54 - 4,46) = (q - 4,46) \times (30 - 24) \therefore q = 4,49$$

$$\Delta = \frac{q_{(5\%;t;GLR)}\sqrt{QMR}}{\sqrt{r}} = \frac{4,49 \times \sqrt{0,78}}{\sqrt{5}} = 1,77$$

# Teste propriamente dito

Uréia	8,89	a				
Frango	8,75	a				
Bovino	8,50	a		b		
Suíno	6,82			b		c
Caprino	6,45					c
Equino	5,10					c
Sem adubo	3,80					d
						d

$$\text{Uréia-Frango} = 8,89 - 8,75 = 0,14$$

Como  $\Delta = 1,77$  Uréia e Frango não são significativamente diferentes

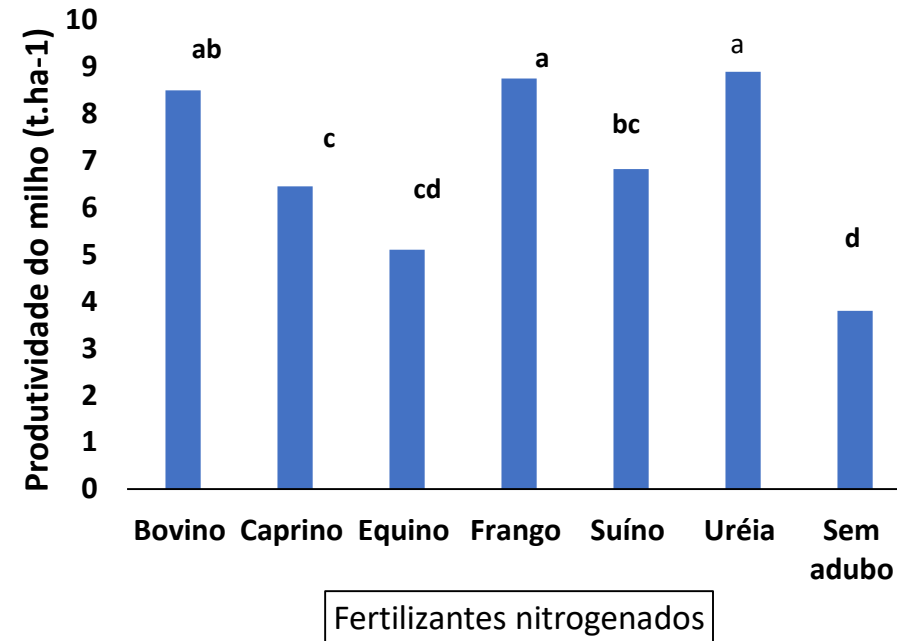
# Apresentação dos resultados

**Tabela 1 - Efeito de nitrogênio sobre a produtividade do milho em Netuno, 2500**

Fertilizante	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )	
Bovino	8,50	ab
Caprino	6,45	c
Equino	5,10	cd
Frango	8,75	a
Suíno	6,82	bc
Uréia	8,89	a
Sem adubo	3,80	d

CV=13

Valores seguidos por letras idênticas não se diferenciam ao nível de 5% pelo teste de Tukey



**Figura 1 - Efeito de nitrogênio sobre a produtividade do milho em Netuno, 2500. Colunas com letras idênticas não se diferenciam ao nível de 5% pelo teste de Tukey**

# Análise pelo SAS

```
proc anova data=aula.dic;  
class fonten;  
model produtividade=fonten;  
means fonten/tukey lines;  
run;  
quit;
```

# Interpretação do SAS

12:16 Tuesday, August 24, 2011 460

## The ANOVA Procedure

### Class Level Information

Class	Levels	Values
fonten	7	Bovino Caprino Equino Frango Sem adubo Suíno Uréia

Number of observations 35

12:16 Tuesday, August 24, 2011 461

## The ANOVA Procedure

Dependent Variable: produtividade

produtividade

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	115.0074286	19.1679048	24.61	<.0001
Error	28	21.8100000	0.7789286		
Corrected Total	34	136.8174286			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	produtividade Mean
0.840590	12.78821	0.882569	6.901429

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
fonten	6	115.0074286	19.1679048	24.61	<.0001

12:16 Tuesday, August 24, 2011 462

# Tukey

## The ANOVA Procedure

### Tukey's Studentized Range (HSD) Test for produtividade

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0.778929
Critical Value of Studentized Range	4.48607
Minimum Significant Difference	1.7706

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	fonten
A	8.8900	5	Uréia
A			
A	8.7500	5	Frango
A			
B	8.5000	5	Bovino
B			
B	6.8200	5	Suíno
C			
C	6.4500	5	Caprino
C			
D	5.1000	5	Equino
D			
D	3.8000	5	Sem adubo

# Trabalho de Análise de Dados

- Valerá um ponto da segunda VA
- Individual
- Deverá ser entregue até o dia 12/12/2017
- O trabalho constará dos seguintes arquivos
  - Arquivo de análise estatística. Saída do computador e entrada dos comandos, caso feito no computador, **OU** PDF com análise manual
  - Apresentação dos resultados em formas de figuras e ou tabelas (arquivo Word com figuras e tabelas incluídas)
  - Resposta às perguntas feitas, com sua justificativa (arquivo Word)
- Dados de um experimento real de dissertação de mestrado de uma aluna minha, adaptados para este fim



# Descrição do cenário

- Oito experimentos conduzidos separadamente
  - Duas espécies de crotalária (*C. juncea* ou *C. spectabilis*)
  - Solo esterilizado ou não
  - Recebendo ou não solução nutritiva
- Em cada experimento
  - Tratamento não inoculado sem N (absoluto)
  - Tratamento não inoculado com N (ContN)
- Plantas inoculadas com
  - CST2.1DB
  - CSJ2.1DI
  - CSC4.9A
  - CSP2.1DA
  - PA1P7
  - TA1P92A
  - TA1P92B
  - TA1P91A
  - UFRPE.Cm 153
  - UFRPE.Cm 326
  - UFRPE.Cm 1535
- Variáveis medidas
  - Matéria seca da parte aérea (MSPA), g
  - Matéria seca de raízes (MSR), g
  - Teor de N na parte aérea (TeorN), g/kg
  - Conteúdo de N na parte aérea (ContN), mg

# Análise de dados

- Análise de variância
- Teste de Tukey quando apropriado
- Apresentar os resultados como tabelas e figuras
  - De acordo com a formatação científica usual
- Selecionar o melhor tratamento

# Trabalho de Interpretação de Dados

- Valerá um ponto da segunda VA
- Individual
- Deverá ser entregue até o dia 19/12/2017
- Os resultados em formas de figuras e tabelas (arquivo Word com figuras e tabelas incluídas)
- Dados fictícios

# Descrição do cenário

- Diferentes controles de mato
  - Ausência de controle (Ausencia)
  - Glifosato (Glyphosate)
  - Controle mecânico (Mecanico)
  - Paraquat
  - Round-up
  - Tordon
- Cada arquivo contem cinco variáveis
  - Acucar – açúcar total produzido (t/ha)
  - Colmom – número de colmos por metro linear
  - Ervadinha – número de plantas de mato por metro quadrado
  - Palhada – palhada total produzida (t/ha)
  - Tch – produção agrícola (t de colmo/ha)