

# *Two-way ANOVA*

Anderson Rodrigo da Silva

Instituto Federal Goiano

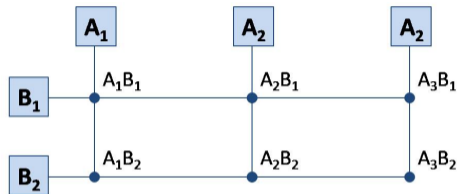
- 1 Experimentos multifatores
- 2 Generalidades e planejamento
- 3 Análise de variância
- 4 Exemplo de aplicação
- 5 Ítems subsequentes
- 6 Estudo da interação
- 7 Prós e Contras
- 8 *Two-way ANOVA sem repetição*
- 9 Referências

# Experimentos multifatores

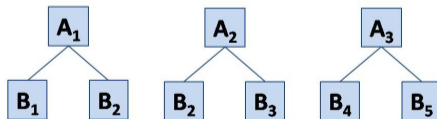
- Permitem estudar, simultaneamente, dois ou mais fatores
- Permitem estudar a interação entre fatores
- Há dois tipos de estrutura ou relacionamento entre fatores: *cruzada* e *hierárquica ou aninhada*

## Estruturas dos fatores

*Fatores cruzados*



*Fatores hierárquicos*



## Fatores cruzados

Permitem estudar dois tipos de efeito:

- Efeito principal



## Fatores cruzados

Principais esquemas experimentais com estrutura cruzada:

- Experimentos fatoriais
- Experimentos em parcelas subdivididas

# Experimentos Fatoriais

- *Two-way ANOVA com repetição*



# Experimentos Fatoriais

- *Two-way ANOVA com repetição*
- É um delineamento experimental?

# Experimentos Fatoriais

- *Two-way ANOVA com repetição*
- É um delineamento experimental? **não! é um esquema experimental**

## Experimentos Fatoriais

- *Two-way ANOVA com repetição*
- É um delineamento experimental? **não! é um esquema experimental**
- Podem ser instalados sob a maioria dos delineamentos experimentais, como DIC, DBC e DQL.

## Experimentos Fatoriais

- *Two-way ANOVA com repetição*
- É um delineamento experimental? **não! é um esquema experimental**
- Podem ser instalados sob a maioria dos delineamentos experimentais, como DIC, DBC e DQL.
- Permite estudar, simultaneamente, dois ou mais fatores (experimento multifator).

## Experimentos Fatoriais

- *Two-way ANOVA com repetição*
- É um delineamento experimental? **não! é um esquema experimental**
- Podem ser instalados sob a maioria dos delineamentos experimentais, como DIC, DBC e DQL.
- Permite estudar, simultaneamente, dois ou mais fatores (experimento multifator).

## A aleatorização

As parcelas ou unidades experimentais recebem as combinações dos fatores, sendo estas aleatorizadas conforme o delineamento escolhido.

Exemplo: considere os fatores A com 3 níveis e B com 2 níveis, estudados em esquema fatorial  $3 \times 2$  no delineamento de blocos aleatorizados, com 4 blocos. O croqui do experimento poderia ser:

Bloco 1	$A_1B_2$	$A_3B_1$	$A_2B_1$	$A_3B_2$	$A_1B_1$	$A_2B_2$
⋮						
Bloco 4	$A_2B_2$	$A_3B_1$	$A_1B_2$	$A_1B_1$	$A_2B_1$	$A_3B_2$

## Modelo estatístico

O modelo two-way ANOVA (2 fatores) é:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

em que:

$\mu$  é a média populacional da variável resposta  $Y$

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

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

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

$\epsilon_{ijk}$  é o erro associado à observação  $Y_{ijk}$

## Exemplo de aplicação

Descrição de um experimento fatorial  $2 \times 2$ :

- Fator A: linhagem de camundongos (C57bl/6j, Swiss)
- Fator B: exposição à efluente de curtume (não, sim)
- Delineamento: inteiramente casualizado, 4 repetições
- Variável resposta: índice de ansiedade

Os fatores afetam significativamente a ansiedade?

Existe interação entre os dois fatores?



## Exemplo de aplicação

Animal	Exposição	Linhagem	
		C57bl/6j	Swiss
1	Não	65.2	74.9
2		74.1	75.5
3		71.9	74.3
4		59.7	79.6
1	Sim	89.1	74.9
2		91.7	83.2
3		95.6	81
4		89.8	80.7

## Ítems subsequentes

- Estimación dos parâmetros do modelo.
- Obtenção das expressões para as somas de quadrados.
- Como desdobrar a interação e aplicar testes de médias.
- Como obter os resíduos para verificar as pressuposições do modelo.

## Estudo ou desdobramento da interação

- Caso 1: estudo dos níveis do fator A em cada nível de B
- Caso 2: estudo dos níveis do fator B em cada nível de A

## Prós e Contras

### *Prós*

- Permite estudar dois ou mais fatores simultaneamente
- Permite estudar os efeitos isolados dos fatores e da(s) interação(ões)
- Os testes são realizados com maior precisão ( $>$  GLres) que em experimentos individuais

### *Contras*

- O  $n^{\circ}$  de tratamentos aumenta rapidamente, o que pode significar perda de eficiência de delineamentos simples
- Análise estatística mais trabalhosa

## Two-way ANOVA sem repetição

Considere um experimento delineado para avaliar o efeito do fotoperíodo sobre o crescimento (mm) de plantas de seis genótipos diferentes.

Genótipo	Fotoperíodo			
	Muito curto	Curto	Longo	Muito longo
A	2	3	3	4
B	3	4	5	6
C	1	2	1	2
D	1	1	2	2
E	2	2	2	2
F	1	1	2	3

## Referências

- 1 BARBIN, D. Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos, Piracicaba: FEALQ, 2004.
- 2 CAMPOS, H. Estatística aplicada à cana-de-açúcar. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.
- 3 CECON, P. R. ; RÊGO, E.R. ; SILVA, A. R. ; RÊGO, M. M. . Estatística e Experimentação. 1 ed. João Pessoa: Gráfica São Mateus, 2013. 130p.
- 4 COCHRAN, W.G. E COX, G.M., 1957. Experimental designs. 2ª. Edição. Nova York, Wiley, 611p.
- 5 DAGNELIE, P. Principes d'experimentation. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Bélgica, 1981.
- 6 KRONKA, S.N.; BANZATTO, D.A. Experimentação Agrícola. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 1989. 247p.
- 7 MONTGOMERY, D.C. Design and analysis of experiments. 5a ed. Nova York: John Wiley and Sons, 2001. 684p.
- 8 PIMENTEL-GOMES, F. Curso de Estatística Experimental, 15ª. Edição, Piracicaba, SP, 2009. 451p.
- 9 QUINN, G.P.; KEOUGH, M.J. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 537 p.
- 10 VIEIRA, S. HOFFMANN, R. Estatística Experimental. 2ª. Ed. Atlas, São Paulo, 1999. 185p.

## Leitura recomendada

Capítulo 9 do livro de Quinn & Keough, seção 9.2 (p.221 - 225)