

PLANEJAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA
DE EXPERIMENTOS AGRONÔMICOS



DÉCIO BARBIN

**PLANEJAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA
DE EXPERIMENTOS AGRONÔMICOS**

**EDITORA MECENAS LTDA.
LONDRINA - PARANÁ - BRASIL
2013**

Planejamento e Análise Estatística de Experimentos Agronômicos
Décio Barbin
2013

Todos os direitos reservados.
Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou por quaisquer meios eletrônico, mecânico, fotocopiado, gravado ou outro sem autorização prévia por escrito da Editora Mecenass Ltda.

Revisão técnica
Deonissio Destro

Revisão ortográfica
Edina Regina Pugas Panichi
Miguel Luiz Contani

Capa, Projeto gráfico e Editoração eletrônica
Editora Mecenass Ltda.

Impressão
Midiograf

Catologação na publicação elaborada pela Bibliotecária
Neide Maria Jardinette Zaninelli CRB-9 / 884.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B237p Barbin, Décio
Planejamento e análise estatística de experimentos
agronômicos / Décio Barbin. – 2.ed. rev. ampl. -
Londrina: Mecenass, 2013.
214p. : il. ; 24cm

ISBN 978-85-89687-13-3

1. Estatística Agrícola. 2. Experimentos Agronômicos.
3. Estatística - Análise. I. Título.

CDU 519.23.7

Copyright © 2013
Direitos desta edição reservados à
EDITORIA MECENASS LTDA.
Rua Piauí, 191 - loja 58
Fone/Fax (43) 3354-5655
86010-420 – Londrina – Pr - Brasil
e-mail: editoramecenass@yahoo.com.br

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Sumário

I	INTRODUÇÃO	11
	Variação do Acaso, 11	
	Variância e Desvio Padrão, 13	
	Variância da Média e Erro Padrão da Média, 14	
	Coefficiente de Variação, 15	
	Intervalo de Confiança para a Média, 17	
II	UNIDADE EXPERIMENTAL OU PARCELA	18
	Bordadura, 20	
III	PRINCÍPIOS BÁSICOS DA EXPERIMENTAÇÃO	21
	Repetição, 21	
	Casualização, 21	
	Controle Local, 21	
IV	ENSAIOS INTEIRAMENTE AO ACASO	23
	Introdução, 23	
	Modelo Matemático e Esquema de Análise da Variância, 23	
	Um Exemplo, 24	
	Teste de Cochran, 26	
	Teste de Lilliefors para Normalidade, 36	
V	TESTES DE COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS (OU TESTES DE COMPARAÇÕES DE MÉDIAS)	41
	Teste de Tukey, 41	
	Variância de um Contraste, 42	
	Contrastes Ortogonais, 43	
	Teste de Duncan, 47	
	Cálculo de D_i , 48	
	Teste t, 50	
	Teste de Scheffé, 55	
	Teste de Scott-Knott, 57	

VI	ENSAIOS INTEIRAMENTE AO ACASO COM PARCELAS PERDIDAS (OU ENSAIOS INTEIRAMENTE AO ACASO COM NÚMEROS DIFERENTES DE REPETIÇÕES POR TRATAMENTO)	61
	Introdução, 61	
	Modelo Matemático e Esquema de Análise, 61	
	Um Exemplo, 61	
	Teste de Tukey na Comparação das Médias de Tratamentos, 63	
VII	ENSAIOS DE BLOCOS CASUALIZADOS	67
	Introdução, 67	
	Modelo Matemático, Esquema de Análise da Variância e Estimadores de Mínimos Quadrados dos Efeitos de Tratamentos e Blocos, 67	
	Um Exemplo, 70	
	Análise de Variância para Ensaios em Blocos Casualizados nos Casos de Parcelas com Mais de Um Indivíduo, 76	
VIII	ENSAIOS EM BLOCOS CASUALIZADOS COM UMA PARCELA PERDIDA	79
	Introdução, 79	
	Um Exemplo, 80	
	Teste de Tukey na Comparação das Médias de Tratamentos, 82	
	Deduções das Expressões de y , U e $\hat{V}(\hat{y})$, 83	
IX	ENSAIOS EM BLOCOS CASUALIZADOS COM DUAS PARCELAS ...	91
	Introdução, 91	
	Um Exemplo, 91	
	Estimativa das parcelas perdidas, 92	
	Comparações de Médias de Tratamentos pelo Teste de Tukey, 96	
	Extensão aos casos $k > 2$ parcelas perdidas, 100	
X	ENSAIOS EM QUADRADOS LATINOS	101
	Introdução, 101	
	Um Exemplo, 104	

XI	ENSAIOS FATORIAIS.....	107
	Caracterização dos Experimentos Fatoriais, em Parcelas Subdivididas e em Faixas, 107	
	Esquemas de análise, 108	
	Fatoriais, 109	
	Vantagens e Desvantagem dos Ensaios Fatoriais, 111	
	Um Exemplo, 113	
XII	ENSAIOS FATORIAIS DAS SÉRIES 2ⁿ E 3ⁿ	121
	Fatoriais 2 ⁿ , 121	
	Um Exemplo, 125	
	Fatoriais da série 3 ⁿ . Confundimento, 129	
	Confundimento (total) no fatorial 2 ³ , 130	
	O Confundimento no fatorial 3 ³ , 134	
	Um Exemplo, 136	
XIII	ENSAIOS EM PARCELAS SUBDIVIDIDAS (“SPLIT PLOT”)	151
	Introdução, 151	
	Modelo Matemático e Esquema de Análise da Variância, 151	
	Planejamento e Instalação do Ensaio (Comparando-se com equivalente fatorial), 152	
	Desdobramento de g.l. no “split-plot” e Resíduos apropriados, 153	
	Um Exemplo, 156	
	Análise de Regressão no Ensaio em Parcela Subdividida, 160	
XIV	ANÁLISE DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS	174
	Introdução, 174	
	Modelo Matemático e Esquema de Análise da Variância, 174	
	Um Exemplo, 176	
XV	TABELAS	183
XVI	EXERCÍCIOS	199
XVII	BIBLIOGRAFIA	212



APRESENTAÇÃO

Este livro contém parte de nossa experiência em assessorias e consultorias em planejamento e análise de experimentos na área de ciências agrárias. É um material que vem sendo usado em nossas aulas de Estatística Experimental nos níveis de graduação e de pós-graduação.

Há algumas abordagens mais teóricas que, para aqueles que irão dedicar-se apenas às aplicações da Estatística, não serão importantes e nem necessárias. No entanto, para aqueles que se preocupam com justificativas de fórmulas e de algumas afirmações, há alguma resposta ou indicação de onde encontrá-las.

Esta obra contém os tópicos mais utilizados no dia a dia do pesquisador da área de agrárias. Aborda, muitas vezes, o aspecto do planejamento e alerta o pesquisador para as condições de validade de uma análise de variância. O leitor irá encontrar, em um dos exemplos, o significado econômico para o produtor, de uma diferença mínima significativa (dms) obtida pelo teste de Tukey, na comparação das médias de tratamentos.

Há que se comentar que algumas justificativas teóricas, nele contidas, foram obtidas de aulas do Prof. Dr. Izaías Rangel Nogueira.

É oportuno apresentarmos os agradecimentos a todos que nos incentivaram a publicar este livro. Agradecimentos especiais a Rosa Maria Alves, Silvio Sandoval Zocchi, Clarice Garcia Borges Demétrio, Sônia Maria de Stefano Piedade e Antonio Augusto Franco Garcia.

Críticas e sugestões serão sempre bem-vindas.

Décio Barbin
e-mail: decio.barbin@usp.br

