7 DELINEAMENTO EM BLOCOS CASUALIZADOS

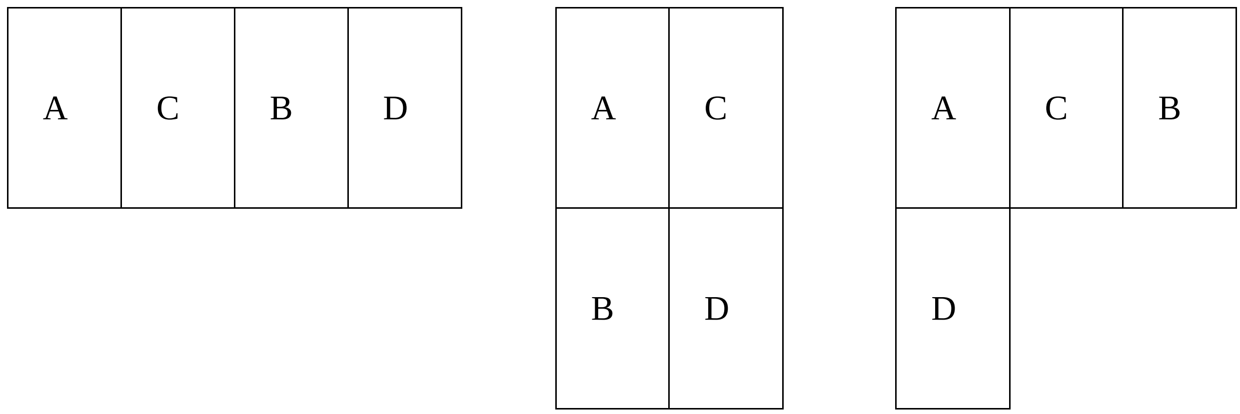
O delineamento em blocos casualizados, também denominado de delineamento em blocos completos casualizados, se constitui no delineamento estatístico mais utilizado na pesquisa agropecuária devido a sua simplicidade, flexibilidade e alta precisão. Os experimentos instalados de acordo com este delineamento são denominados experimentos em blocos casualisados.

Os experimentos em blocos casualizados levam em consideração os três princípios básicos da experimentação: repetição, casualização e controle local. Contudo, o controle local é usado na sua forma mais simples possível e é aqui representado pelos blocos, cada um dos quais inclui todos os tratamentos. Dentro de cada bloco os tratamentos são atribuídos às parcelas aleatoriamente. Para que o experimento seja eficiente, cada bloco deverá ser o mais uniforme possível, porém os blocos poderão diferir bastante uns dos outros. Por exemplo, se há interesse em estudar a adubação dos arrozais no Vale do São Francisco escolhe-se para cada bloco um terreno bem uniforme, mas podem-se espalhar os blocos por toda a região, obtendo-se, assim, conclusões válidas para toda a área cultivada, e não apenas para um determinado local.

Nos experimentos zootécnicos, cada bloco será constituído de animais de características semelhantes. Por exemplo, se se tem interesse em estudar rações para galinhas poedeiras, colocam-se no mesmo bloco animais da mesma raça, da mesma idade, da mesma época de postura e de produção de ovos semelhantes. E para ter-se conclusões gerais podem-se colocar num bloco as melhores galinhas, noutro as piores e noutros galinhas de produção de ovos intermediária.

Quando se tem dúvida sobre a homogeneidade do ambiente onde o experimento será conduzido ou se tem certeza de sua heterogeneidade, deve-se utilizar o delineamento em blocos casualizados que, nestas condições, é mais eficiente do que o delineamento inteiramente casualizado. Localizam-se as áreas que possivelmente são homogêneas e, em cada uma, coloca-se um ou mais blocos. Cada bloco, como se sabe, deve ser bem homogêneo (oferecer as mesmas condições a todos os tratamentos) e conter os tratamentos uma única vez, que é, praticamente, a forma mais utilizada. Por outro lado, há casos raros, em que cada bloco, inclui todos os tratamentos duas ou mais vezes.

Quando se utiliza o delineamento em blocos casualizados ao nível de campo, é recomendável que as parcelas tenham uma forma alongada, para que cada bloco seja o mais quadrado possível. Contudo, muitas vezes os blocos são instalados de forma retangular ou irregular, para que possam apresentar homogeneidade nas parcelas. Assim, dependendo da uniformidade da área experimental, num experimento com quatro tratamentos, por exemplo, podem-se ter as seguintes formas para os blocos:



Quanto à distribuição dos blocos no campo, eles podem ficar juntos ou serem espalhados por toda a área em estudo. Porém, eles são, geralmente, colocados uns próximos aos outros, visando com isto uma maior facilidade nos trabalhos de campo, durante a execução do experimento.

O delineamento em blocos casualizados apresenta certas vantagens em relação aos outros delineamentos, tais como:

a) **A perda total de um ou mais blocos ou de um ou mais tratamentos em nada dificulta a análise estatística –** Se, por exemplo, fosse considerado um experimento com oito tratamentos e quatro repetições (blocos) e fosse perdido um dos blocos, restariam os outros três, tendo-se, agora, um experimento em blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições. Analogamente, se fossem perdidas todas as parcelas de um dos tratamentos, restariam os outros sete, tendo-se, agora, um experimento em blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições. Por outro lado, quando isso ocorre no delineamento em quadrado latino, a análise de variância é relativamente difícil.

b) **Conduz a estimativas menos elevada do erro experimental –** Pelo fato de se ter o princípio do controle local, o delineamento em blocos casualizados conduz a estimativas menos elevadas do erro experimental do que o delineamento inteiramente casualizado, pois consegue isolar do resíduo as variações resultantes da heterogeneidade das condições experimentais. O mesmo não acontece com o delineamento inteiramente casualizado, pois todas as variações entre as parcelas, exceto as devidas a tratamentos, ficam embutidas no resíduo.

c) **A análise estatística é relativamente simples –** Os cálculos efetuados são menores do que o delineamento em quadrado latino, tendo em vista que no experimento em quadrado latino existe mais uma causa de variação que deve ser isolada do resíduo, tornando a análise estatística um pouco mais demorada.

d) **Permite, dentro de certos limites, utilizar qualquer número de tratamentos, e de blocos –** Ele apresenta certa flexibilidade quanto ao número de tratamentos ou/e blocos (repetições). Por exemplo, num experimento com dez tratamentos devem-se ter, no mínimo, duas repetições a fim de atender-se à exigência de que qualquer experimento deve ter, no mínimo, 20 parcelas, o que é perfeitamente viável. Já no delineamento em quadrado latino isso não ocorre, porque o mesmo exige que o número de tratamentos deva ser igual ao número de repetições, o que, no exemplo apresentado, inviabilizaria praticamente o experimento.

e) **Controla a heterogeneidade do ambiente onde o experimento será conduzido –** Pelo fato de se ter o princípio do controle local, consegue controlar as variações do ambiente onde o experimento será conduzido através do uso de blocos. O mesmo não acontece com o delineamento inteiramente casualizado porque não tem o princípio do controle local.

f) **Apresenta um número razoável de graus de liberdade para o resíduo –** Ele se encontra numa faixa intermediária entre o delineamento inteiramente casualizado, que apresenta um maior número de grau de liberdade para o resíduo, e o delineamento em quadrado latino, que apresenta um menor número de graus de liberdade para o resíduo. Sabe-se que quanto maior o número de graus de liberdade para o resíduo, maior sensibilidade terá os testes de hipóteses para detectar diferença significativa entre os tratamentos avaliados, além de proporcionar maior precisão experimental. Portanto, o delineamento em blocos casualizados apresenta essa vantagem em relação ao delineamento em quadrado latino.

Apesar das vantagens acima citadas, o delineamento em blocos casualizados apresenta as seguintes desvantagens em relação aos outros delineamentos:

a) **Exige que o quadro auxiliar da análise da variância esteja completo para poder efetuar a análise estatística –** No delineamento em blocos casualizados, quando ocorrem parcelas perdidas, é necessário o uso de fórmulas e/ou métodos especiais para estimá-las, a fim de poder efetuar a análise de variância. Muitas vezes, quando o número de parcelas perdidas é muito alto, há necessidade de se repetir o experimento. Isso, porém, não acontece com o delineamento inteiramente casualizado, onde permite que os tratamentos tenham número de repetições diferentes e a análise de variância pode ser efetuada do mesmo modo sem parcela perdida.

b) **O princípio do controle local é usado com pouca precisão –** Ele beneficia determinados tratamentos, porque os mesmos aparecem nas extremidades com maior freqüência que os outros, tendo em vista que o controle local neste delineamento estatístico é feito apenas na horizontal (nas linhas). O mesmo não acontece no delineamento em quadrado latino, já que o controle local é efetuado tanto na horizontal (linhas) como na vertical (colunas), fazendo com que cada tratamento só apareça uma única vez em cada linha e em cada coluna.

c) **Há uma redução do número de graus de liberdade para o resíduo, pela utilização do principio do controle local –** Quando existe homogeneidade das condições experimentais, é um desperdício utilizar o delineamento em blocos casualizados, pelo fato de reduzir o número de graus de liberdade para o resíduo e, em conseqüência, diminuir a precisão experimental, além dos testes de hipóteses ficarem menos sensíveis para detectar diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Nestas condições, é preferível usar o delineamento inteiramente casualizado que tem um maior número de graus de liberdade associado ao resíduo.

7.1 Instalação do Experimento

Como a instalação do experimento constitui o início da parte prática do mesmo, deve-se, então, seguir à risca o que consta no croqui do experimento, que no caso do delineamento em blocos casualizados seria o seguinte:

Considere-se um experimento com cinco tratamentos (A, B, C, D, E) e quatro repetições. Então, tem-se:

BLOCO I				
A	C	D	B	E

BLOCO II				
C	E	A	B	D

BLOCO III				
E	A	C	D	B

BLOCO IV				
D	A	E	B	C

Observa-se que em cada bloco os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente nas parcelas. Também, observa-se que os mesmos só aparecem uma única vez por bloco. Para que isto acontecesse, foram tomados, por exemplo, cinco pedacinhos de papel e neles escreveram-se as letras A, B, C, D, E. Em seguida, tiraram-se esses papeizinhos ao acaso, obtendo-se o Bloco I. O mesmo procedimento é feito para os Blocos II, III e IV, sempre através de sorteio. O resultado obtido é chamado de croqui do experimento.

Na instalação do experimento em blocos casualizados o pesquisador deve seguir as etapas já discutidas no experimento inteiramente casualizado.

7.2 Esquema da Análise da Variância

Considerando o exemplo anterior, ou seja, um experimento com cinco tratamentos (A, B, C, D, E) e quatro repetições, então se têm o seguinte quadro auxiliar da análise da variância:

Quadro Auxiliar da ANAVA

Tratamentos	Blocos				Totais de Tratamentos
	I	II	III	IV	
A	X_{AI}	X_{AII}	X_{AIII}	X_{AIV}	T_A
B	X_{BI}	X_{BII}	X_{BIII}	X_{BIV}	T_B
C	X_{CI}	X_{CII}	X_{CIII}	X_{CIV}	T_C
D	X_{DI}	X_{DII}	X_{DIII}	X_{DIV}	T_D
E	X_{EI}	X_{EII}	X_{EIII}	X_{EIV}	T_E
Totais de Blocos	B_I	B_{II}	B_{III}	B_{IV}	

O esquema da análise da variância é dado por:

Quadro da ANAVA

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	t – 1	SQ Tratamentos	QM Tratamentos	$\dfrac{QM\ Tratamentos}{QM\ Resíduo}$
Blocos	r – 1	SQ Blocos	QM Blocos	$\dfrac{QM\ Blocos}{QM\ Resíduo}$
Resíduo	(t – 1) (r – 1)	SQ Resíduo	QM Resíduo	
Total	t x r – 1	SQ Total		

onde:
GL = número de graus de liberdade;
SQ = soma de quadrados;
QM = quadrado médio;
F = valor calculado do teste F;
t = número de tratamento;
r = número de repetições do experimento;

$$\text{SQ Total} = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

onde:
X = valor de cada observação;
N = número de observações, que corresponde ao número de tratamento (t) multiplicado pelo número de repetições do experimento (r);

$$\text{SQ Tratamentos} = \frac{\sum T^2}{r} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

onde:
T = total de cada tratamento;

$$\text{SQ Blocos} = \frac{\sum B^2}{t} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

onde:
B = total de cada bloco;

SQ Resíduo = SQ Total – (SQ Tratamentos + SQ Blocos)

$$\text{QM Tratamentos} = \frac{SQ\ Tratamentos}{GL\ Tratamentos}$$

$$\text{QM Blocos} = \frac{SQ\ Blocos}{GL\ Blocos}$$

$$\text{QM Resíduo} = \frac{SQ\ Resíduo}{GL\ Resíduo}$$

O QM Resíduo corresponde à estimativa da variância do erro experimental (s^2_e), cujo valor é utilizado nos testes de hipóteses, objetivando verificar se existe ou não diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

7.3 Exemplo sem Parcela Perdida

A fim de apresentar-se a análise da variância e a interpretação dos resultados neste tipo de delineamento, será discutido, a seguir, um exemplo sem parcela perdida.

Exemplo 1: A partir dos dados da TABELA 7.1, pede-se:

a) Fazer a análise da variância;

b) Obter o coeficiente de variação;

c) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, na comparação de médias de tratamentos.

TABELA 7.1 – COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA (*Hevea* sp.) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DO TRONCO (cm) NO ESTADO DA BAHIA

Clones	I	II	III	IV	V	Totais de Clones
1. Fx 2804	68,61 +	69,69	70,21	72,49	74,85	355,85
2. Fx 4425	56,39	53,38	54,21	56,27	61,57	281,82
3. Fx 567	63,51	63,63	64,91	67,87	69,75	329,67
4. Fx 652	62,28	59,26	60,90	64,19	68,77	315,40
5. Fx 3032	57,11	56,11	57,20	60,01	61,38	291,81
6. Fx 86	49,83	43,50	43,58	43,76	46,66	227,33
7. Fx 516	54,09	48,09	49,86	47,52	50,01	250,38
8. Fx 4109	56,01	44,71	45,60	47,93	49,96	244,21
9. Fx 3635	61,49	63,10	63,94	66,70	69,37	324,60
10. Fx 232	62,01	62,58	63,31	65,08	68,05	321,03
11. Fx 25	58,94	57,96	59,56	62,32	64,42	303,20
Totais de Blocos	650,27	622,82	633,28	654,14	684,79	3.245,30

FONTE: CALDAS (1975).
NOTA: (+) Média de oito plantas do desenvolvimento transversal do tronco a 1 m acima do ponto de enxertia, durante o período de um ano.

Resolução:

a) Análise da Variância:

$$\sum X = 68{,}61 + 69{,}69 + ... + 64{,}42 = \mathbf{3.245{,}30}$$

$$\sum X^2 = (68{,}61)^2 + (69{,}69)^2 + ... + (64{,}42)^2$$

$$= 4.707{,}3321 + 4.856{,}6961 + ... + 4.149{,}9364 = \mathbf{195.142{,}15}$$

$$t = \mathbf{11}$$

$$r = \mathbf{5}$$

$$N = t \text{ x } r$$

$$= 11 \text{ x } 5 = \mathbf{55}$$

$$\text{GL Tratamentos} = t - 1$$

$$= 11 - 1 = \mathbf{10}$$

$$\text{GL Blocos} = r - 1$$

$$= 5 - 1 = \mathbf{4}$$

$$\text{GL Resíduo} = (t - 1)(r - 1)$$

$$= (11 - 1)(5 - 1)$$

$$= (10)(4) = \mathbf{40}$$

$$\text{GL Total} = N - 1$$

$$= 55 - 1 = \mathbf{54}$$

$$\text{SQ Total} = \sum X^2 - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= 195.142{,}15 - \frac{(3.245{,}30)^2}{55}$$

$$= 195.142{,}15 - \frac{10.531.972{,}09}{55}$$

$$= \quad 195.142,15 \; - 191.490,40 \; = \; \mathbf{3.651,75}$$

$$\text{SQ Tratamentos} \; = \; \frac{\sum T^2}{r} - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \; \frac{(355,85)^2 + (281,82)^2 + ... + (303,20)^2}{5} \; - \; \frac{(3.245,30)^2}{55}$$

$$= \; \frac{126.629,2225 + 79.422,5124 + ... + 91.930,2400}{5} - \frac{10.531.972,09}{55}$$

$$= \; \frac{973.727,53}{5} \; - \; \frac{10.531.972,09}{55}$$

$$194.745,51 \; - \; 191.490,40 \; = \; \mathbf{3.255,11}$$

$$\text{SQ Blocos} \; = \; \frac{\sum B^2}{t} - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \; \frac{(650,27)^2 + (622,82)^2 + ... + (684,79)^2}{11} \; - \; \frac{(3.245,30)^2}{55}$$

$$= \; \frac{422.851,0729 + 387.904,7524 + ... + 468.937,3441}{11} - \frac{10.531.972,09}{55}$$

$$= \; \frac{2.108.635,9}{11} \; - \; \frac{10.531.972,09}{55}$$

$$= \; 191.694,17 \; - \; 191.490,40 \; = \; \mathbf{203,77}$$

$$\text{SQ Resíduo} \; = \; \text{SQ Total} \; - \; (\text{SQ Tratamentos} \; + \; \text{SQ Blocos})$$

$$= \; 3.651,75 \; - \; (3.255,11 \; + \; 203,77)$$

$$= \; 3.651,75 \; - 3.458,88 \; = \; \mathbf{192,87}$$

$$\text{QM Tratamentos} = \frac{SQ\,Tratamentos}{GL\,Tratamentos}$$

$$= \; \frac{3.255,11}{10} = \; \mathbf{325,511}$$

$$\text{QM Blocos} = \frac{SQ\,Blocos}{GL\,Blocos}$$

$$= \frac{203{,}77}{4} = \mathbf{50{,}9425}$$

$$\text{QM Resíduo} = \frac{SQ\,Resíduo}{GL\,Resíduo}$$

$$= \frac{192{,}87}{40} = \mathbf{4{,}82175}$$

$$\text{F Calculado de Tratamentos} = \frac{QM\,Tratamentos}{QM\,Resíduo}$$

$$= \frac{325{,}511}{4{,}82175} \cong \mathbf{67{,}51}$$

$$\text{F Calculado de Blocos} = \frac{QM\,Blocos}{QM\,Resíduo}$$

$$= \frac{50{,}9425}{4{,}82175} \cong \mathbf{10{,}57}$$

F Tabelado (1%) para Tratamentos = 2,80

F Tabelado (5%) para Tratamentos = 2,08

F Tabelado (1%) para Blocos = 3,83

F Tabelado (5%) para Blocos = 2,61

TABELA 7.2 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA (*Hevea* sp.) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DO TRONCO (cm) NO ESTADO DA BAHIA. PIRACICABA-SP.1975

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Clones	10	3.255,11	325,51100	67,51 **
Blocos	4	203,77	50,94250	10,57 **
Resíduo	40	192,87	4,82175	
Total	54	3.651,87		

NOTA: (**) Significativo no nível de 1% de probabilidade.

De acordo com o teste F, tem-se:

Houve diferença significativa, no nível de 1% de probabilidade, entre os clones de seringueira, em relação ao desenvolvimento do tronco no Estado da Bahia.

Houve diferença significativa, no nível de 1% de probabilidade, entre os blocos, ou seja, o desenvolvimento transversal do tronco de seringueira a um metro do ponto de enxertia varia entre os blocos.

Raramente interessa testar o efeito de blocos, de sorte que, em geral, não é preciso calcular o quadrado médio e o valor de F respectivo, pois o que mais interessa aos pesquisadores é o efeito de tratamentos, que é inteiramente independente de ser significativo o efeito de blocos.

b) Coeficiente de Variação:

$$\hat{m} = \frac{(\sum X)}{N}$$

$$= \frac{3.245,30}{55} = \mathbf{59,005}$$

$$s = \sqrt{QM\,\mathrm{Re}\,síduo}$$

$$= \sqrt{4,82175} = \mathbf{2,1958484}$$

$$CV = \frac{100\ x\ s}{\hat{m}}$$

$$= \frac{100\ x\ 2,1958484}{59,005}$$

$$= \frac{219,58484}{59,005} \cong \mathbf{3,72\%}$$

O coeficiente de variação foi 3,72%, indicando uma ótima precisão experimental.

c) Teste de Tukey:

$\hat{m}_1 \cong \mathbf{71,17}$ $\hat{m}_7 \cong \mathbf{50,08}$

$\hat{m}_2 \cong \mathbf{56,36}$ $\hat{m}_8 \cong \mathbf{48,84}$

$\hat{m}_3 \cong \mathbf{65,93}$ $\hat{m}_9 \cong \mathbf{64,92}$

$\hat{m}_4 \cong \mathbf{63,08}$ $\hat{m}_{10} \cong \mathbf{64,21}$

$\hat{m}_5 \cong \mathbf{58,36}$ $\hat{m}_{11} \cong \mathbf{60,64}$

$\hat{m}_6 \cong \mathbf{45,47}$

$$\Delta 5\% = q \frac{s}{\sqrt{r}}$$

$$= \frac{4,82 \; x \; 2,1958484}{\sqrt{5}}$$

$$= \frac{10,583989}{2,236068} \cong \mathbf{4,73}$$

Pode-se estruturar uma tabela ilustrativa das comparações entre as médias, conforme se verifica a seguir:

TABELA 7.3 – COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA (*Hevea* sp.) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO TRANSVERSAL DO TRONCO (cm) NO ESTADO DA BAHIA. PIRACICABA-SP, 1975

Clones	Médias (cm/planta) /1
6. Fx 86	45,47 a
8. Fx 4109	48,84 a
7. Fx 516	50,08 a
2. Fx 4425	56,36 b
5. Fx 3032	58,36 bc
11. Fx 25	60,64 bcd
4. Fx 652	63,08 cde
10. Fx 232	64,21 de
9. Fx 3635	64,92 de
3. Fx 567	65,93 e
1. Fx 2804	71,17 f

NOTA: (1/) As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, tem-se:

Os clones Fx 86, Fx 4109 e Fx 516 não diferiram estatisticamente entre si, porém diferem dos demais, e apresentaram um desenvolvimento transversal do tronco inferior a todos os outros clones de seringueira avaliados.

O clone Fx 2804 difere estatisticamente de todos os outros clones de seringueira avaliados, e apresentou o maior desenvolvimento transversal do tronco.

O clone Fx 567 apresentou o segundo melhor desenvolvimento transversal do tronco, apesar de não diferir estatisticamente dos clones de seringueira Fx 3635, Fx 232 e Fx 625.

Os clones Fx 3032, Fx 25 e Fx 625 não diferiram estatisticamente entre si, e apresentaram um desenvolvimento transversal do tronco intermediário entre todos os clones de seringueira avaliados.

7.4 Exemplo com uma Parcela Perdida

Algumas vezes, durante a condução de um experimento em blocos casualizados, ocorre a perda de uma parcela por motivos alheios à vontade do pesquisador. Essa perda pode ser provocada por uma série de fatores. Por exemplo, o(s) animal(is) pode(m) morrer; a(s) planta(s) pode(m) ser atacada(s) por inserto(s); faltou colher os dados resultantes da mesma; os dados foram colhidos, mas o resultado não é fidedigno, sendo então descartado; etc.. Como neste delineamento, todos os tratamentos devem ter o mesmo número de repetições, ou seja, o quadro auxiliar da análise da variância deve estar completo para poder efetuar a análise da variância, então se deve levar em conta o seguinte:

a) Em primeiro lugar, estima-se o valor da parcela perdida, através da formula:

$$Y = \frac{(r \ x \ B) + (t \ x \ T) - G}{(r-1)(t-1)}$$

onde:
r = número de repetições do experimento;
t = número de tratamentos avaliados;
T = total do tratamento onde ocorreu a parcela perdida;
B = total do bloco onde ocorreu a parcela perdida;
G = total geral das parcelas existentes no experimento.

Deve-se salientar que o valor obtido de ***Y*** dificilmente será igual àquele perdido (que se obteria no experimento). Por outro lado, é um valor que permitirá a execução da análise da variância pelo processo comum e que dará como resultado, para essa análise, o mesmo que se obteria por processos mais complicados.

b) O valor de ***Y*** é colocado no quadro auxiliar da análise da variância, no lugar da parcela perdida, os cálculos são refeitos e a análise da variância é feita da maneira usual, tomando-se o cuidado, porém, de se diminuir 1 GL do Resíduo, correspondente à parcela perdida.

c) Como a SQ Tratamentos fica ligeiramente superestimada, isto é, obtém-se um valor pouco acima do correto (daquele que se deveria obter) deve-se, então, proceder à correção desta soma de quadrados subtraindo-a do valor de U dado pela fórmula:

$$\text{U} = \frac{t-1}{t}\left(Y - \frac{\text{B}}{t-1}\right)^2$$

onde:
t = número de tratamentos avaliados;
Y = estimativa da parcela perdida;
B = total do bloco onde ocorreu a parcela perdida.

Essa correção, em geral, influi pouco, de sorte que muitas vezes se dispensa. Porém, quando o valor de F calculado, sem correção, for significativo e estiver próximo do valor de F tabelado, essa correção poderá, em alguns casos, fazer com que a significância deixe de existir, sendo necessário fazê-la. Quando o valor de F calculado, sem correção, for não significativo, a correção é desnecessária, porque ela sempre diminui o valor de F.

d) Na comparação de médias de tratamentos, se for utilizado os testes de Tukey, de Duncan ou SNK, as fórmulas a serem usadas na comparação da média do tratamento que perdeu uma parcela com uma média qualquer devem ser, respectivamente:

$$\Delta = q\sqrt{\frac{s^2\left(\hat{Y}\right)}{2}}$$

,

$$D = z\sqrt{\frac{s^2\left(\hat{Y}\right)}{2}}$$

ou

$$SNK = q\sqrt{\frac{s^2\left(\hat{Y}\right)}{2}}$$

A seguir, apresentar-se-á um exemplo com uma parcela perdida neste tipo de delineamento, a fim de que se possa efetuar a análise da variância e interpretar os resultados.

Exemplo 2: A partir dos dados da TABELA 7.4, pede-se:

a) Estimar o valor da parcela perdida;

b) Fazer a análise da variância;

c) Obter o coeficiente de variação;

d) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, na comparação de médias de tratamentos.

TABELA 7.4 – COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tratamentos	Blocos			Totais de Tratamentos
	I	II	III	
1. TANGERINEIRA SUNKI	145	155	166	466
2. LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL	200	190	190	580
3. LIMOEIRO RUGOSO DA FLORIDA	183	186	208	577
4. TANGERINEIRA CLEÓPATRA	190	175	186	551
5. CITRANGE TROYER	180	160	156	496
6. TRIFOLIATA	130	160	130	420
7. TANGERINEIRA CRAVO	206	*Y*	170	376 + *Y*
8. LARANJEIRA CAIPIRA	250	271	230	751
9. LIMOEIRO CRAVO	164	190	193	547
Totais de Blocos	1.648	1.487 + *Y*	1.629	4.764 + *Y*

BARBIN (1982).

Resolução:
a) Estimativa da Parcela Perdida:

r = **3**

t = **9**

T = **376**

B = **1.487**

G = **4.764**

$$Y = \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{(3\ x\ 1.487) + (9\ x\ 376) - 4.764}{(3-1)(9-1)}$$

$$= \frac{4.461 + 3.384 - 4.764}{2\ x\ 8}$$

$$= \frac{3.081}{16} \cong \mathbf{193}$$

TABELA 7.5 – COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tratamentos	Blocos			Totais de Tratamentos
	I	II	III	
1. TANGERINEIRA SUNKI	145	155	166	466
2. LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL	200	190	190	580
3. LIMOEIRO RUGOSO DA FLORIDA	183	186	208	577
4. TANGERINEIRA CLEÓPATRA	190	175	186	551
5. CITRANGE TROYER	180	160	156	496
6. TRIFOLIATA	130	160	130	420
7. TANGERINEIRA CRAVO	206	**193**	170	**569**
8. LARANJEIRA CAIPIRA	250	271	230	751
9. LIMOEIRO CRAVO	164	190	193	547
Totais de Blocos	1.648	**1.680**	1.629	**4.957**

BARBIN (1982).

b) Análise da Variância:

$$\sum X = 145 + 155 + ... + 193 = \mathbf{4.957}$$

$$\sum X^2 = (145)^2 + (155)^2 + ... + (193)^2$$

$$= 21.025 + 24.025 + ... + 37.249 = \mathbf{936.883}$$

$$t = \mathbf{9}$$

$$r = \mathbf{3}$$

$$N = t \text{ x } r$$

$$= 9 \text{ x } 3 = \mathbf{27}$$

$$\text{GL Tratamentos} = t - 1$$

$$= 9 - 1 = \mathbf{8}$$

$$\text{GL Blocos} = r - 1$$

$$= 3 - 1 = \mathbf{2}$$

$$\text{GL Resíduo} = (t - 1)(r - 1) - \text{Nº de Parcelas Perdidas}$$

$$= (9 - 1)(3 - 1) - 1$$

$$= (8)(2) - 1$$

$$= 16 - 1 = \mathbf{15}$$

$$\text{GL Total} = N - 1 - \text{Nº de Parcelas Perdidas}$$

$$= (27 - 1) - 1$$

$$= 26 - 1 = \mathbf{25}$$

$$\text{SQ Total} = \sum X^2 - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= 936.883 - \frac{(4.957)^2}{27}$$

$$= 936.883 - \frac{24.571.849}{27}$$

$$= 936.8883 - 910.068{,}48 = \mathbf{26.814{,}52}$$

$$\text{SQ Tratamentos} = \frac{\sum T^2}{r} - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \frac{(466)^2 + (580)^2 + \ldots + (547)^2}{3} - \frac{(4.957)^2}{27}$$

$$= \frac{217.156 + 336.400 + ... + 299.209}{3} - \frac{24.571.849}{27}$$

$$= \frac{2.799.473}{3} - \frac{24.571.849}{27}$$

$$= 933.157{,}67 \; - \; 910.068{,}48 \; = \; \mathbf{23.089{,}19}$$

$$\text{SQ Blocos} = \frac{\sum B^2}{t} - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \frac{(1.648)^2 + (1.680)^2 + (1.629)^2}{9} - \frac{(4.957)^2}{27}$$

$$= \frac{2.715.904 + 2.822.400 + 2.653.641}{9} - \frac{24.571.849}{27}$$

$$= \frac{8.191.945}{9} - \frac{24.571.849}{27}$$

$$= 910.216{,}11 \; - \; 910.068{,}48 \; = \; \mathbf{147{,}63}$$

SQ Resíduo = SQ Total – (SQ Tratamentos + SQ Blocos)

= 26.814,52 – (23.089,19 + 147,63)

= 26.814,52 – 23.236,82 = **3.577,70**

$$\text{QM Tratamentos} = \frac{SQ\ Tratamentos}{GL\ Tratamentos}$$

$$= \frac{23.089{,}19}{8} = \mathbf{2.886{,}1488}$$

$$\text{QM Resíduo} = \frac{SQ\ \text{Resíduo}}{GL\ \text{Resíduo}}$$

$$= \frac{3.577{,}70}{15} = \mathbf{238{,}51333}$$

$$\text{F Calculado} = \frac{QM\ Tratamentos}{QM\ \text{Resíduo}}$$

$$= \frac{2.886{,}1488}{238{,}51333} = \mathbf{12{,}10}$$

$$\text{F Tabelado (1\%)} = 4{,}00$$

$$\text{F Tabelado (5\%)} = 2{,}64$$

TABELA 7.6 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. PIRACICABA-SP, 1982

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Porta-enxertos	8	23.089,19	2.886,14880	12,10 **
Blocos	2	147,63	-	-
Resíduo	15	3.577,70	238,51333	
Total	25	26.814,52		

NOTA: (**) Significativo no nível de 1% de probabilidade.

De acordo como teste F, houve diferença significativa, no nível de 1% de probabilidade, entre os porta-enxertos para a laranja VALÊNCIA quanto ao número de frutos por planta.

c) Coeficiente de Variação:

$$\hat{m} = \frac{(\sum X)}{N}$$

$$= \frac{4.957}{27} \cong \mathbf{183{,}59}$$

$$s = \sqrt{QM\ \text{Re}\,síduo}$$

$$= \sqrt{238{,}51333} = \mathbf{15{,}443877}$$

$$\text{CV} = \frac{100\ x\ s}{\hat{m}}$$

$$= \frac{100\ x\, 15{,}443877}{183{,}59}$$

$$= \frac{1.544{,}3877}{183{,}59} \cong \mathbf{8{,}41\%}$$

O coeficiente de variação foi 8,41%, indicando uma ótima precisão experimental.
d) Teste de Tukey:

$\hat{m}_1 \cong$ **155,33**

$\hat{m}_2 \cong$ **193,33**

$\hat{m}_3 \cong$ **192,33**

$\hat{m}_4 \cong$ **183,67**

$\hat{m}_5 \cong$ **165,33**

$\hat{m}_6 =$ **140,00**

$\hat{m}_7 \cong$ **189,67**

$\hat{m}_8 \cong$ **250,33**

$\hat{m}_9 \cong$ **182,33**

$$\Delta_1(5\%) = q\frac{s}{\sqrt{r}}$$

$$= \frac{5{,}08 \; x \; 15{,}443877}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{78{,}454895}{1{,}7320508} \cong \mathbf{45{,}30}$$

$$\Delta_2(5\%) = q\sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}}$$

$$= \text{q}\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{2}{r} + \frac{t}{r(r-1)(t-1)}\right] QM \text{ Re}\,s\acute{\imath}duo}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{2}{3} + \frac{9}{3(3-1)(9-1)}\right] 238{,}51333}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{2}{3} + \frac{9}{3(2)(8)}\right] 238{,}51333}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{2}{3} + \frac{9}{48}\right] 238{,}51333}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{32}{48} + \frac{9}{48}\right] 238{,}51333}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{1}{2}\left[\frac{41}{48}\right] 238{,}51333}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{0{,}85417\ x\ 238{,}51333}{2}}$$

$$= 5{,}08\sqrt{\frac{203{,}73093}{2}}$$

$$= 5{,}08\ \sqrt{101{,}86547}$$

$$= 5{,}08 \text{ x } 10{,}09284 \cong \mathbf{51{,}27}$$

O valor de Δ_1 é usado para comparar contrastes entre duas médias de tratamentos para as quais não houve perda de parcela, enquanto que o valor de Δ_2 é usado par comparar contrastes envolvendo a média do tratamento para a qual ocorreu perda de parcela e outra qualquer (sem perda de parcela).

TABELA 7.7 – COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. PIRACICABA-SP

Porta-enxertos	Média 1/
6. TRIFOLIATA	140,00 a
1. TANGERINEIRA SUNKI	155,33 ab
5. CITRANGE TROYER	165,33 ab
9. LIMOEIRO CRAVO	182,33 ab
4. TANGERINEIRA CLEÓPATRA	183,67 ab
7. TANGERINEIRA CRAVO	189,67 ab
3. LIMOEIRO RUGOSO DA FLORIDA	192,33 b
2. LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL	193,33 b
8. LARANJEIRA CAIPIRA	250,33 c

FONTE: BARBIN (1982).
NOTA: (1/) As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, tem-se:

O porta-enxerto LARANJEIRA CAIPIRA difere estatisticamente de todos os outros porta-enxertos e proporcionou à copa VALÊNCIA a maior produção de frutos.

O porta-enxerto TRIFOLIATA proporcionou à copa VALÊNCIA a menor produção de frutos, apesar de não diferir estatisticamente dos porta-enxertos

TANGERINEIRA SUNKI, CITRANGE TROYER, LIMOEIRO CRAVO, TANGERINEIRA CLEÓPATRA e TANGERINEIRA CRAVO.

Os porta-enxertos LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL e LIMOEIRO RUGOSO DA FLÓRIDA diferem estatisticamente do porta-enxerto TRIPOLIATA, e proporcionaram à copa VALÊNCIA a segunda maior produção de frutos.

Os porta-enxertos TANGERINEIRA SUNKI, CITRANGE TROYER, LIMOEIRO CRAVO, TANGERINEIRA CLEÓPATRA e TANGERINEIRA CRAVO não diferem estatisticamente do porta-enxerto TRIFOLIATA, nem dos porta-enxertos LIMOEIRO RUGOSO DA FLÓRIDA e LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL, e proporcionaram à copa VALÊNCIA uma produção intermediária de frutos entre estes.

7.5 Exemplo com mais de uma Parcela Perdida

Como foi visto no item anterior, durante a condução de um experimento em blocos casualizados, ocorrem, em algumas vezes, perdas de parcelas por motivos alheios à vontade do pesquisador. Quando isso ocorrer, deve-se proceder da seguinte maneira para poder-se efetuar a análise da variância:

a) Em primeiro lugar, devem-se estimar os valores das parcelas perdidas – Quando, nos experimentos em blocos casualizados, ocorrem duas parcelas perdidas (ou mais) não se tem fórmulas para obterem suas estimativas. Vários são os processos de se obterem as estimativas, dentre os quais se citam o da **minimizarão da Soma de Quadrados do Resíduo**, através de derivadas parciais, e o **processo iterativo**, o qual será apresentado a seguir:

Este processo consiste em se atribuir um valor qualquer a uma das parcelas perdidas (***X***) e a seguir estima-se a outra pela fórmula, já conhecida, de uma parcela perdida:

$$Y = \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G}{(r-1)(t-1)}$$

A seguir, leva-se este valor de ***Y*** na 2ª parcela perdida e com isso estima-se a 1ª delas (***X***) pela mesma fórmula, ou seja:

$$X = \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G}{(r-1)(t-1)}$$

Confronta-se este valor com aquele inicial, p/***X***, que foi completamente arbitrário. Se for igual (caso raro) o processo iterativo se encerra e os valores de ***X*** e de ***Y***, são as estimativas das parcelas perdidas. Se for diferente, volta-se a estimar ***Y*** usando agora o 2º valor de ***X*** no lugar da 1ª parcela perdida. Confronta-se este valor com a sua 1ªestimativa. Se for igual ela é considerado o valor da 2ª parcela perdida e será usada na análise. Com este valor, calcula-se novamente o ***X***, através da fórmula, que, neste caso, será o valor definitivo. Se for diferente o processo continua.

Quando ocorrem mais de duas parcelas perdidas, o processo iterativo tem aplicação semelhante ao já visto par o caso de duas parcelas perdidas. Suponha-se que foram perdidas **K** parcelas, onde **K** > 2. Atribuí-se valores arbitrários a (**K** – 1) delas e com isso estima-se a **K ésima** através da fórmula, já conhecida, que é

$$Y = \frac{(r \ x \ B) + (t \ x \ T) - G}{(r-1)(t-1)}$$

Com esta estimativa parte-se para obter a estimativa de uma das (**K** –1) parcelas, às quais foram atribuídos valores arbitrários. Usa-se, para isso, a mesma fórmula. Com estas duas, estima-se uma terceira e assim sucessivamente até obterem-se as **K** estimativas. Volta-se, a seguir, a obter uma nova estimativa para a **K ésima** parcela. O processo se repete até que se obtenham duas estimativas iguais para a mesma parcela.

b) Os valores das estimativas das parcelas perdidas são colocados no quadro auxiliar da análise da variância, nos respectivos lugares das parcelas perdidas, os cálculos são refeitos e a análise da variância é feita da maneira usual, tomando-se o cuidado, porém, de se diminuir 1 GL do Resíduo para cada parcela perdida.

c) Vê-se que quando se perdem parcelas a SQ Tratamentos fica ligeiramente superestimada, isto é, obtém-se um valor pouco acima do correto (daquele que se deveria obter), devendo, então, proceder-se à correção. Vê-se, também, que a correção, em geral, influi pouco, de sorte que muitas vezes se dispensa. Porém, quando o valor de F calculado, sem correção, for significativo e estiver próximo do valor de F tabelado, essa correção poderá, em alguns casos, fazer com que a significância deixe de existir, sendo necessário fazê-la. Quando o valor de F calculado, sem correção, for não significativo, a correção é desnecessária, porque ela sempre diminui o valor de F.

Quando houver necessidade de se fazer à correção, um dos métodos usados é o do **Resíduo Condicional**, que consiste no seguinte, para o caso de blocos:

Obtêm-se as Somas de Quadrados Totais, de Blocos e de Resíduo, a partir dos dados originais, não se levando em conta as estimativas das parcelas perdidas. Com isso, como SQ Resíduo (1) = SQ Total – SQ Blocos, esta SQ Resíduo (1) irá conter a S.Q Tratamentos. Então, a SQ Tratamentos Corrigida = SQ Resíduo (1) – SQ Resíduo, onde SQ Resíduo é obtida da análise, em blocos, onde se levaram em conta as estimativas das parcelas perdidas.

d) Na comparação de médias de tratamentos, se se utilizar os testes de Tukey, de Duncan ou SNK, as fórmulas a serem usadas em contrastes envolvendo uma das médias com parcela perdida e outra qualquer (onde não ocorreu parcela perdida) e/ou em contrastes envolvendo as duas médias para as quais ocorreram as parcelas perdidas devem ser, respectivamente:

$$\Delta = q\sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}}$$

,

$$D = z\sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}}$$

ou

$$SNK = q\sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}}$$

A seguir, apresentar-se-á um exemplo com duas parcelas perdidas neste tipo de delineamento, a fim de que se possa efetuar a análise da variância e interpretar os resultados.

Considerando os dados do Exemplo 2, onde se supõem que na TABELA 7.4 perderam-se duas parcelas: a 1ª parcela no Tratamento 4 (TANGERINEIRA CLEÓPATRA) no Bloco I e a 2ª parcela no Tratamento 7 (TANGERINEIRA CRAVO) no Bloco II, pede-se:

a) Estimar os valores das parcelas perdidas;

b) Fazer a análise da variância;

c) Obter o coeficiente de variação;

d) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, na comparação de médias de tratamentos.

TABELA 7.4 – COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tratamentos	Blocos			Totais de Tratamentos
	I	II	III	
1. TANGERINEIRA SUNKI	145	155	166	466
2. LIMOEIRO RUGOSONACIONAL	200	190	190	580
3. LIMOEIRO RUGOSO DA FLORIDA	183	186	208	577
4. TANGERINEIRA CLEÓPATRA	X	175	186	361 + X
5. CITRANGE TROYER	180	160	156	496
6. TRIFOLIATA	130	160	130	420
7. TANGERINEIRA CRAVO	206	Y	170	376 + Y
8. LARANJEIRA CAIPIRA	250	271	230	751
9. LIMOEIRO CRAVO	164	190	193	547
Totais de Blocos	1.458 + X	1.487 + Y	1.629	4.574 + X + Y

FONTE: BARBIN (1982).

Resolução:

a) Estimativa das Parcelas Perdidas:

Inicia-se atribuindo um valor arbitrário para ***X***.

Seja $\boldsymbol{X_0}$ = 175, com ele obtém-se uma estimativa para ***Y*** através da fórmula:

$$Y_0 = \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{(3\,x\,1.487) + (9\,x\,376) - (4.574 + 175)}{(3-1)(9-1)}$$

$$= \frac{4.461 \;+\; 3.384 \;-\; 4.749}{2\,x\,8}$$

$$= \frac{3.096}{16} = \mathbf{193{,}5}$$

Este valor, 193,5, é colocado na TABELA 7.4 em lugar de ***Y*** e passa-se a calcular ***X***, pela fórmula (esquecendo-se do seu valor inicial).

$$X_1 = \frac{(r\ x\ B^{'}) + (t\ x\ T^{'}) - G^{'}}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{(3\,x\,1.458) \;+\; (9\,x\,361) \;-\; (4.574 \;+\; 193{,}5)}{(3-1)(9-1)}$$

$$= \frac{4.374 \;+\; 3.249 \;-\; 4.767{,}5}{2\,x\,8}$$

$$= \frac{2.855{,}5}{16} \cong \mathbf{178{,}47}$$

Confrontando-se este valor com o inicial, vê-se que são diferentes. Ele é colocado na TABELA 7.4 e torna-se a calcular ***Y*** pela fórmula,

$$Y_1 = \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G^{''}}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{(3\,x\,1.487) \;+\; (9\,x\,376) \;-\; (4.574 \;+\; 178{,}47)}{(3-1)(9-1)}$$

$$= \frac{4.461 \;+\; 3.384 \;-\; 4.752{,}47}{2\,x\,8}$$

$$= \frac{3.092{,}53}{16} \cong \mathbf{193{,}28}$$

Este valor ainda não é igual ao anterior. Logo, ele deve ser levado à TABELA 7.4 e recalcula-se ***X***:

$$X_2 = \frac{(r\ x\ B^{'}) + (t\ x\ T^{'}) - G^{'''}}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{(3\,x\,1.458)\ +\ (9\,x\,361)\ -\ (4.574\ +\ 193{,}28)}{(3-1)(9-1)}$$

$$= \frac{4.374\ +\ 3.249\ -\ 4.767{,}28}{2\,x\,8}$$

$$= \frac{2.855{,}72}{16} \cong \mathbf{178{,}48}$$

Confrontando-se este valor (178,48) com o anterior (178,47) verifica-se que são praticamente iguais. Então se toma como estimativa da 1ª parcela perdida, o valor **178,5**.

Leva-se o valor ***X*** = 178,48 na TABELA 7.4 e recalcula-se ***Y***, obtendo-se o valor: $\boldsymbol{Y_2} \cong$ 193,28, pois

$$Y_2 = \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G^{''''}}{(r-1)(t-1)}$$

$$= \frac{(r\ x\ B) + (t\ x\ T) - G^{''}}{(r-1)(t-1)}$$

O único valor que muda nas expressões de ***Y*** é G e tem-se, neste caso, $G^{''}$ = 4.574 + 178,47 e $G^{''''}$= 4.574 + 178,48.

Então, o valor que se deve usar para a 2ª parcela perdida é ***Y* = 193,3**.

TABELA 7.8 – COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Tratamentos	Blocos			Totais de Tratamentos
	I	II	III	
1. TANGERINEIRA SUNKI	145	155	166	466
2. LIMOEIRO RUGOSONACIONAL	200	190	190	580
3. LIMOEIRO RUGOSO DA FLORIDA	183	186	208	577
4. TANGERINEIRA CLEÓPATRA	**178,5**	175	186	**539,5**
5. CITRANGE TROYER	180	160	156	496
6. TRIFOLIATA	130	160	130	420
7. TANGERINEIRA CRAVO	206	**193,3**	170	**569,3**
8. LARANJEIRA CAIPIRA	250	271	230	751
9. LIMOEIRO CRAVO	164	190	193	547

Totais de Blocos	**1.636,5**	**1.680,3**	1.629	**4.945,8**

FONTE: BARBIN (1982).

b) Análise da Variância:

$$\sum X = 145 \ + \ 155 \ + ... + \ 193 \ = \ \mathbf{4.945,8}$$

$$\sum X^2 = (145)^2 \ + \ (155)^2 \ + ... + \ (193)^2$$

$$= \ 21.025 \ + \ 24.025 \ +...+ \ 37.249 \ = \ \mathbf{932.761,14}$$

$$t = \mathbf{9}$$

$$r = \mathbf{3}$$

$$N \ = \ t \times r$$

$$= \ 9 \times 3 \ = \ \mathbf{27}$$

$$\text{GL Tratamentos} \ = \ t - 1$$

$$= \ 9 - 1 = \ \mathbf{8}$$

$$\text{GL Blocos} \ = \ r - 1$$

$$= \ 3 - 1 = \ \mathbf{2}$$

$$\text{GL Resíduo} \ = \ (t - 1)\ (r - 1) \ - \ \text{Nº de Parcelas Perdidas}$$

$$= \ (9 - 1)\ (3 - 1) \ - \ 2$$

$$= \ (8)\ (2) \ - \ 2$$

$$= \ 16 \ - \ 2 \ = \ \mathbf{14}$$

$$\text{GL Total} \ = \ N - 1 - \ \text{Nº de Parcelas Perdidas}$$

$$= \ (27 - 1) \ - \ 2$$

$$= \ 26 - \ 2 \ = \ \mathbf{24}$$

$$\text{SQ Total} \ = \ \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$= 932.761{,}14 - \frac{(4.945{,}8)^2}{27}$$

$$= 932.761{,}14 - \frac{24.460.937{,}6}{27}$$

$$= 932.761{,}14 - 905.960{,}65 = \mathbf{26.800{,}49}$$

$$\text{SQ Tratamentos} = \frac{\sum T^2}{r} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$= \frac{(466{,}0)^2 + (580{,}0)^2 + ... + (547{,}0)^2}{3} - \frac{(4.945{,}8)^2}{27}$$

$$= \frac{217.156{,}0 + 336.400{,}0 + ... + 299.209{,}0}{3} - \frac{24.460.937{,}6}{27}$$

$$= \frac{2.787.273{,}7}{3} - \frac{24.460.937{,}6}{27}$$

$$= 929.091{,}25 - 905.960{,}65 = \mathbf{23.130{,}60}$$

$$\text{SQBlocos} = \frac{\sum B^2}{r} - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$= \frac{(1.636{,}5)^2 + (1.680{,}3)^2 + (1.629{,}0)^2}{9} - \frac{(4.945{,}8)^2}{27}$$

$$= \frac{2.678.132{,}3 + 2.823.408{,}1 + 2.653.641{,}0}{9} - \frac{24.460.937{,}6}{27}$$

$$= \frac{8.155.181{,}3}{9} - \frac{24.460.937{,}6}{27}$$

$$= 906.131{,}26 - 905.960{,}65 = \mathbf{170{,}61}$$

$$\text{SQ Resíduo} = \text{SQ Total} - (\text{SQ Tratamentos} + \text{SQ Blocos})$$

$$= 26.800{,}49 - (23.130{,}60 + 170{,}61)$$

$$= 26.800{,}49 - 23.301{,}21 = \mathbf{3.499{,}28}$$

$$\text{QM Tratamentos} = \frac{SQ\ Tratamentos}{GL\ Tratamentos}$$

$$= \frac{23.130{,}60}{8} = \mathbf{2.891{,}325}$$

$$\text{QM Resíduo} = \frac{SQ\ \text{Re}\,síduo}{GL\ \text{Re}\,síduo}$$

$$= \frac{3.499{,}28}{14} = \mathbf{249{,}94857}$$

$$\text{F Calculado} = \frac{QM\ Tratamentos}{QM\ \text{Re}\,síduo}$$

$$= \frac{2.891{,}325}{249{,}94857} \cong \mathbf{11{,}57}$$

F Tabelado (1%) = 4,14

F Tabelado (5%) = 2,70

TABELA 7.9 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. PIRACICABA-SP, 1982

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Porta-enxertos	8	23.130,60	2.891,32500	11,57 **
Blocos	2	170,61	-	-
Resíduo	14	3.499,28	249,94857	
Total	24	26.800,49		

NOTA: (**) Significativo no nível de 1% de probabilidade.

De acordo como teste F, houve diferença significativa, no nível de 1% de probabilidade, entre os porta-enxertos para a laranja VALÊNCIA quanto ao número de frutos por planta.

c) Coeficiente de Variação:

$$\hat{m} = \frac{(\sum \text{X})}{\text{N}}$$

$$= \frac{4.945{,}8}{27} \cong \mathbf{183{,}18}$$

$$s = \sqrt{QM\ \text{Re}\,síduo}$$

$$\mathbf{=}\ \sqrt{249{,}94857}\ \mathbf{=\ 15{,}809762}$$

$$\text{CV} = \frac{100\ x\ s}{\hat{m}}$$

$$= \frac{100\ x\, 15{,}809762}{183{,}18}$$

$$= \frac{1.580{,}9762}{183{,}18} \cong \mathbf{8{,}63\%}$$

O coeficiente de variação foi 8,63%, indicando uma ótima precisão experimental.

d) Teste de Tukey :

$\hat{m}_1 \cong \mathbf{155{,}33}$

$\hat{m}_2 \cong \mathbf{193{,}33}$

$\hat{m}_3 \cong \mathbf{192{,}33}$

$\hat{m}_4 \cong \mathbf{179{,}83}$

$\hat{m}_5 \cong \mathbf{165{,}33}$

$\hat{m}_6 = \mathbf{140{,}00}$

$\hat{m}_7 \cong \mathbf{189{,}77}$

$\hat{m}_8 \cong \mathbf{250{,}33}$

$\hat{m}_9 \cong \mathbf{182{,}33}$

Na aplicação do teste de Tukey devem-se levar em conta todos os possíveis tipos de comparações das médias duas a duas. Não há, como no caso de uma só parcela perdida, uma fórmula para se calcular a estimativa da variância da estimativa de um contraste envolvendo médias com parcelas perdidas.

Um processo que se usa, é o chamado de **número efetivo de repetições** (já visto no Capítulo 5, ver teste t) e após o seu cálculo utiliza-se a seguinte fórmula:

$$s^2\left(\hat{Y}\right) = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) s^2$$

Os possíveis casos de comparações, neste exemplo, são:

1) Contrastes envolvendo médias onde não houve perda de parcelas.

$$\Delta_1(5\%) = q\sqrt{\frac{QM\ \text{Re}\,síduo}{r}}$$

$$= 5{,}13\ \sqrt{\frac{249{,}94857}{3}}$$

$$= 5{,}13\ \sqrt{83{,}31619}$$

$$= 5{,}13\ \text{x}\ 9{,}1277703 \cong \mathbf{46{,}83}$$

2) Contrastes envolvendo uma das médias com parcela perdida e outra qualquer (onde não ocorreu parcela perdida).

Este caso envolve o método do número efetivo de repetições. Então, veja-se:

Tome-se o contraste $\hat{Y} = \hat{m}_1 - \hat{m}_4$, onde em lugar de $\hat{m}_1$ poderia entrar qualquer outra média onde não ocorreu parcela perdida, e em lugar de $\hat{m}_4$ poderia entrar $\hat{m}_7$.

Bloco	Tratamento 1	Tratamento 4	r_1
1º Bloco	Aparece	Não aparece	$\frac{7}{8}$
2º Bloco	Aparece	Aparece	1
3º Bloco	Aparece	Aparece	1
Total			$\frac{23}{8}$

O número efetivo de repetições para o tratamento 1 (ou 2, 3, 5, 6, 8 e 9) é igual a $\frac{23}{8}$ em relação ao tratamento 4 (ou 7).

Bloco	Tratamento 4	Tratamento 1	r_4
1º Bloco	Não aparece	Aparece	0
2º Bloco	Aparece	Aparece	1
3º Bloco	Aparece	Aparece	1
Total			2

O número efetivo de repetições para o tratamento 4 (ou 7) é igual a 2 em relação ao tratamento 1 (ou 2, 3, 5, 6, 8 e 9).

Então, a estimativa da variância da estimativa do contraste $\hat{Y} = \hat{m}_1 - \hat{m}_4$ (ou outras alternativas) é obtida por:

$$s^2(\hat{Y}) = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) \text{ QM Resíduo}$$

$$= \left(\frac{1}{\frac{23}{8}} + \frac{1}{2}\right) 249{,}94857$$

$$= \left(\frac{8}{23} + \frac{1}{2}\right) 249{,}94857$$

$$= (0{,}34782 + 0{,}5)\ 249{,}94857$$

$$= (0{,}84782)\ 249{,}94857 = \mathbf{211{,}9114}$$

Logo, tem-se:

$$\Delta_2(5\%) = q\sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}}$$

$$= 5{,}13\sqrt{\frac{211{,}9114}{2}}$$

$$= 5{,}13\sqrt{105{,}9557}$$

$$= 5{,}13 \times 10{,}293479 \cong \mathbf{52{,}81}$$

3) Contraste envolvendo as duas médias para as quais ocorreram as parcelas perdidas.

Ainda aqui se deve levar em conta o número efetivo de repetições. Neste caso, trata-se do contraste $\hat{Y} = \hat{m}_4 - \hat{m}_7$.

Bloco	Tratamento 4	Tratamento 7	r_7
1º Bloco	Não aparece	Aparece	0
2º Bloco	Aparece	Não aparece	$\frac{7}{8}$
3º Bloco	Aparece	Aparece	1

Total	$\frac{15}{8}$

O número efetivo de repetições para o tratamento 4 é igual a $\frac{15}{8}$ em relação ao tratamento 7.

Bloco	Tratamento 7	Tratamento 4	r_4
1º Bloco	Aparece	Não aparece	$\frac{7}{8}$
2º Bloco	Não aparece	Aparece	0
3º Bloco	Aparece	Aparece	1
Total			$\frac{15}{8}$

O número efetivo de repetições para o tratamento 7 também é igual a $\frac{15}{8}$ em relação ao tratamento 4.

Sendo assim, a estimativa da variância da estimativa do contraste $\hat{Y} = \hat{m}_4 - \hat{m}_7$, será:

$$s^2(\hat{Y}) = \left(\frac{1}{r_4} + \frac{1}{r_7}\right) \text{ QM Resíduo}$$

$$= \left(\frac{1}{\frac{15}{8}} + \frac{1}{\frac{15}{8}}\right) 249{,}94857$$

$$= \left(\frac{8}{15} + \frac{8}{15}\right) 249{,}94857$$

$$= (0{,}53333 + 0{,}53333)\ 249{,}94857$$

$$= (1{,}06666)\ 249{,}94857 = \mathbf{266{,}61014}$$

Logo, tem-se:

$$\Delta_3(5\%) = q\sqrt{\frac{s^2(\hat{Y})}{2}}$$

$$= 5{,}13 \sqrt{\frac{266{,}61014}{2}}$$

$$= 5{,}13 \sqrt{133{,}30507}$$

$$= 5{,}13 \text{ x } 11{,}545781 \cong \mathbf{59{,}23}$$

TABELA 7.10 – COMPORTAMENTO DE PORTA-ENXERTOS PARA A LARANJA (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), CULTIVAR VALÊNCIA, EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA. PIRACICABA-SP

Porta-enxertos	Média 1/
6. TRIFOLIATA	140,00 a
1. TANGERINEIRA SUNKI	155,33 ab
5. CITRANGE TROYER	165,33 ab
9. LIMOEIRO CRAVO	179,83 ab
4. TANGERINEIRA CLEÓPATRA	182,33 ab
7. TANGERINEIRA CRAVO	189,67 ab
3. LIMOEIRO RUGOSO DA FLORIDA	192,33 b
2. LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL	193,33 b
8. LARANJEIRA CAIPIRA	250,33 c

FONTE: BARBIN (1982).
NOTA: (1/) As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, temos:

O porta-enxerto LARANJEIRA CAIPIRA difere estatisticamente de todos os outros porta-enxertos e proporcionou à copa VALÊNCIA a maior produção de frutos.

O porta-enxerto TRIFOLIATA proporcionou à copa VALÊNCIA a menor produção de frutos, apesar de não diferir estatisticamente dos porta-enxertos TANGERINEIRA SUNKI, CITRANGE TROYER, TANGERINEIRA CLEÓPATRA, LIMOEIRO CRAVO e TANGERINEIRA CRAVO.

Os porta-enxertos LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL e LIMOEIRO RUGOSO DA FLÓRIDA diferem estatisticamente do porta-enxerto TRIPOLIATA, e proporcionaram à copa VALÊNCIA a segunda maior produção de frutos.

Os porta-enxertos TANGERINEIRA SUNKI, CITRANGE TROYER, TANGERINEIRA CLEÓPATRA, LIMOEIRO CRAVO e TANGERINEIRA CRAVO não diferem estatisticamente do porta-enxerto TRIFOLIATA, nem dos porta-enxertos LIMOEIRO RUGOSO DA FLÓRIDA e LIMOEIRO RUGOSO NACIONAL, e proporcionaram à copa VALÊNCIA uma produção intermediária de frutos entre estes.

7.6 Experimentos em Blocos Casualizados com K Repetições por Bloco

Não muito raro, ao planejar-se um experimento em blocos casualizados, ocorre que o número de tratamentos é muito pequeno, acarretando, consequentemente, um número excessivo de blocos comprometendo a precisão experimental.

Considere-se, por exemplo, um experimento com dois tratamentos e 12 repetições. No esquema usual têm-se 12 blocos de duas parcelas, com o seguinte esquema de análise:

Quadro da ANAVA

Causa de Variação	GL
Tratamentos	1
Blocos	11
Resíduo	11
Total	23

Se, ao invés, fossem estruturados blocos de quatro parcelas, com duas repetições por bloco, seria reduzido o número deles para seis e teria-se o seguinte esquema de análise.

Quadro da ANAVA

Causa de Variação	GL
Tratamentos	1
Blocos	5
Repetições dentro de Blocos	6
Resíduo	11

Total	23

Neste caso, sem grandes implicações, podem-se juntar ao resíduo tradicional, a causa de variação "Repetições dentro de Blocos", ganhando-se, com isso, seis graus de liberdade. Assim, tem-se:

Quadro da ANAVA

Causa de Variação	GL
Tratamentos	1
Blocos	5
Resíduo	17
Total	23

Verifica-se que este procedimento de análise tem a vantagem de, com o mesmo número de parcelas, trazerem maior número de graus de liberdade para o resíduo, promovendo, assim, maior precisão experimental, além de tornar os testes de hipóteses mais sensíveis par detectarem diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

Exemplo 3: A partir dos dados da TABELA 7.11, pede-se:

a) Fazer a análise da variância;

b) Obter o coeficiente de variação;

c) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, na comparação de médias de tratamentos.

TABELA 7.11 – PORCENTAGEM DE AÇÚCAR PROVÁVEL EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)

Variedades	Blocos			Totais de Variedades
	I	II	III	
1	13,03 13,72 14,16	13,20 13,84 13,11	13,30 12,33 13,79	120,48
2	15,73 15,62 15,55	15,13 15,52 16,27	15,40 15,57 15,77	140,56
3	14,69 15,65 14,52	14,75 15,54 14,13	14,95 15,72 14,51	134,46
Totais de Blocos	132,67	131,49	131,34	395,50

FONTE: CAMPOS (1984).

Resolução:
a) Análise da Variância:

$$\sum X = 13{,}03 \; + \; 13{,}20 \; + ... + \; 14{,}51 \; = \; \mathbf{395{,}50}$$

$$\sum X^2 = (13{,}03)^2 \; + \; (13{,}20)^2 \; + ... + \; (14{,}51)^2$$

$$= \; 169{,}7809 \; + \; 174{,}24 \; +...+ \; 210{,}5401 = \; \mathbf{5.822{,}6844}$$

t = **3**

r = **3**

r’ = **3**

N = t x r x r’

= 3 x 3 x 3 = **27**

GL Tratamentos = t – 1

= 3 – 1 = **2**

GL Blocos = r – 1

= 3 – 1 = **2**

GL Total = N – 1

= 27 – 1 = **26**

GL Resíduo = GL Total – (GL Tratamentos + GL Blocos)

= 26 – (2 + 2)

= 26 – 4 = **22**

$$\text{SQ Total} \; = \; \sum X^2 - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \; 5.822{,}6844 \; - \; \frac{(395{,}50)^2}{27}$$

$$= \; 5.822{,}6844 \; - \; \frac{156.420{,}25}{27}$$

$$= \; 5.822{,}6844 \; - \; 5.793{,}3426 \; = \; \mathbf{29{,}3418}$$

$$\text{SQ Tratamentos} = \frac{\sum T^2}{r \; x \; r'} - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \frac{(120,48)^2 + (140,56)^2 + (134,46)^2}{3 \; x \; 3} - \frac{(395,50)^2}{27}$$

$$= \frac{14.515,4304 + 19.757,1136 + 18.079,4916}{9} - \frac{156.420,25}{27}$$

$$= \frac{52.352,0356}{9} - \frac{156.420,25}{27}$$

= 5.816,8928 – 5.793,3426 = **23,5502**

$$\text{SQ Blocos} = \frac{\sum B^2}{t \; x \; r'} - \frac{\left(\sum X\right)^2}{N}$$

$$= \frac{(132,67)^2 + (131,49)^2 + (131,34)^2}{3 \; x \; 3} - \frac{(395,50)^2}{27}$$

$$= \frac{17.601,3289 + 17.289,6201 + 17.250,1956}{9} - \frac{156.420,25}{27}$$

$$= \frac{52.141,1446}{9} - \frac{156.420,25}{27} = \mathbf{0,1179}$$

SQ Resíduo = SQ Total – (SQ Tratamentos + SQ Blocos)

= 29,3418 – (23,.5502 + 0,1179)

= 29,3418 – 23,6681 = **5,6737**

$$\text{QM Tratamentos} = \frac{SQ \; Tratamentos}{GL \; Tratamentos}$$

$$= \frac{23,5502}{2} = \mathbf{11,7751}$$

$$\text{QM Resíduo} = \frac{SQ \; \text{Re}\, síduo}{GL \; \text{Re}\, síduo}$$

$$= \frac{5,6737}{22} = \mathbf{0,25789}$$

$$\text{F Calculado} = \frac{QM\ Tratamentos}{QM\ \text{Re}\,síduo}$$

$$= \frac{11,7751}{0,25789} \cong \mathbf{45,66}$$

F Tabelado (1%) = 5,72

F Tabelado (5%) = 3,44

TABELA 7.12 – ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE AÇÚCAR PROVÁVEL EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.). PIRACICABA-SP, 1984

Causa de Variação	GL	SQ	QM	F
Variedades	2	23,5502	11,77510	45,66 **
Blocos	2	0,1179	-	
Resíduo	22	5,6737	0,25789	
Total	26	29,3418		

NOTA: (**) Significativo no nível de 1% de probabilidade.

De acordo com o teste F, houve diferença significativa, no nível de 1% de probabilidade, entre as variedades de cana-de-açúcar quanto à porcentagem de açúcar provável.

b) Coeficiente de Variação:

$$\hat{m} = \frac{(\sum \text{X})}{\text{N}}$$

$$= \frac{395,50}{27} \cong \mathbf{14,648}$$

$$s = \sqrt{QM\ \text{Re}\,síduo}$$

$$= \sqrt{0{,}25789} = \mathbf{0{,}50782}$$

$$CV = \frac{100 \; x \; s}{\hat{m}}$$

$$= \frac{100 \; x \; 0{,}50782}{14{,}648}$$

$$= \frac{50{,}782}{14{,}648} \cong \mathbf{3{,}47\%}$$

O coeficiente de variação foi 3,47%, indicando uma ótima precisão experimental.
c) Teste de Tukey:

$\hat{m}_1 \cong \mathbf{13{,}39}$

$\hat{m}_3 = \mathbf{14{,}94}$

$\hat{m}_2 \cong \mathbf{15{,}62}$

$$\Delta(5\%) = q \frac{s}{\sqrt{r}}$$

$$= \frac{3{,}555 \; x \; 0{,}50782}{\sqrt{9}}$$

$$= \frac{1{,}80353}{3} \cong \mathbf{0{,}60}$$

Pode-se estruturar uma tabela ilustrativa das comparações entre as médias, conforme se verifica a seguir:

TABELA 7.13 – PORCENTAGEM MÉDIA DE AÇÚCAR PROVÁVEL EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.). PIRACICABA-SP, 1984

Variedades	Média (%) 1/
1	13,39 a
3	14,94 b
2	15,62 c

NOTA: (1/) As médias com letras diferentes apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

De acordo com o teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, tem-se:

A variedade 2 de cana-de-açúcar difere estatisticamente de todas as outras, e apresentou a maior porcentagem de açúcar provável.

A variedade 1 de cana-de-açúcar difere estatisticamente da variedade 3, e apresentou a menor porcentagem de açúcar provável.

A variedade 3 de cana-de-açúcar apresentou uma porcentagem de açúcar provável intermediária entre as variedades 1 e 2.

7.7 Exercícios

a) Considerando-se que os dados da TABELA 7.14 foram resultantes de um ensaio conduzido no delineamento em blocos casualizados, pede-se:

a.1) Fazer a análise da variância;

a.2) Obter o coeficiente de variação;

a.3) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação de médias de progênies;

a.4) Considerando que a parcela 637 no Bloco III foi perdida, obter sua estimativa e, em seguida, a análise da variância;

a.5) Obter o coeficiente de variação;

a.6) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação de médias de progênies;

a.7) Considerando que a parcela 637 no Bloco III e a parcela 9559 no Bloco II foram perdidas, obter suas estimativas e, em seguida, a análise da variância;

a.8) Obter o coeficiente de variação;

a.9) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação de médias de progênies;

a.10) Comparar os três coeficientes de variação e tirar as devidas conclusões.

TABELA 7.14 – ALTURAS (EM METROS, MÉDIA DE 25 PLANTAS/PARCELA) DE PLANTAS DE PROGÊNIES DE *Eucaliptus grandis***,** COM 7 ANOS DE IDADE. PIRACICABA-SP

Progenies	I	II	III	IV	Totais de Progênies
PRETÓRIA +	22,7	21,4	22,9	22,0	89,0
637 ++	22,6	21,4	20,7	20,8	85,5
2093 ++	21,4	21,7	22,5	19,4	85,0
2094 ++	25,0	23,6	23,3	24,8	96,7
9559 +++	26,4	26,4	28,0	27,3	108,1
9575 +++	20,6	23,5	19,4	21,9	85,4
Totais de Blocos	138,7	138,0	136,8	136,2	549,7

FONTE: BARBIN (1982).
NOTAS: (+) Procedente da África do Sul.
(++) Procedente de Rio Claro – São Paulo.
(+++) Procedente da Austrália.

b) Considerando-se os dados da TABELA 7.15, pede-se:

b.1) Fazer a análise da variância;

b.2) Obter o coeficiente de variação;

b.3) Aplicar, se necessário, o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação de médias de tratamentos.

TABELA 7.15 – COMPORTAMENTO DE CLONES DE SERINGUEIRA (*Hevea* sp.) EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE BORRACHA SECA NO ESTADO DA BAHIA

Clones	Blocos					Totais de Clones
	I	II	III	IV	V	
1. Fx 2804	26,91	27,47	29,49	28,17	27,35	139,39
2. Fx 4425	24,36	12,98	8,14	6,47	6,82	58,77
3. Fx 567	17,36	20,17	17,27	17,09	16,56	88,45
4. Fx 652	15,62	16,24	17,18	15,37	17,19	81,60
5. Fx 3032	14,55	18,13	17,10	15,74	15,92	81,44
6. Fx 86	14,35	13,71	12,03	9,87	11,18	61,14
7. Fx 516	11,79	9,12	6,08	7,88	9,05	43,92
8. Fx 4109	11,17	16,57	18,95	20,35	28,35	95,39
9. Fx 3635	10,05	12,94	13,31	12,39	15,17	63,86
10.Fx 232	9,49	11,47	14,54	14,77	17,45	67,72
11.Fx 25	7,89	14,13	19,23	20,91	24,49	86,65
Totais de Blocos	163,54	172,93	173,32	169,01	189,53	868,33

FONTE: CALDAS (1975).

c) Considerando-se que os dados da TABELA 7.16 foram de um ensaio conduzido no delineamento em blocos casualizados com duas repetições por bloco, pede-se:

c.1) Fazer a análise de variância e tirar as devidas conclusões;

c.2) Obter o coeficiente de variação.

TABELA 7.16 – EFEITO DA PROFUNDIDADE DE ARADURA NA PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) EM kg POR PARCELA DE 200 m^2

Tratamento	Blocos						Totais de Tratamentos
	I	II	III	IV	V	VI	
ARADURA	5,5	6,8	4,6	6,4	7,7	6,2	
PROFUNDA	7,0	6,2	6,0	6,8	8,8	5,8	77,8
ARADURA	6,0	5,2	4,4	7,2	7,1	7,6	
SUPERFICIAL	6,8	5,9	4,7	5,6	6,4	4,5	71,4
Totais de Blocos	25,3	24,1	19,7	26,0	30,0	24,1	149,2

GOMES (1985).