





Universidade Federal
de Mato Grosso

UNIDADE VII – DELINEAMENTO EM QUADRADO LATINO (DQL)

PROF.: RÔMULO MÔRA
romulomora.webnode.com

CUIABÁ, MT
2015/2

1. INTRODUÇÃO

No Delineamento em Quadrado Latino (DQL), além dos princípios da repetição e da casualização, é utilizado também duas vezes o princípio do controle local para controlar o efeito de dois fatores perturbadores que causam variabilidade entre as unidades experimentais. Para controlar esta variabilidade, é necessário dividir as unidades experimentais em blocos homogêneos de unidades experimentais em relação a cada fator perturbador.

Uma vez formados os blocos, distribui-se os tratamentos ao acaso com a restrição que cada tratamento seja designado uma única vez em cada um dos blocos dos dois fatores perturbadores.

Geralmente, na configuração de um experimento instalado segundo o DQL, os níveis de um fator perturbador são identificados por linhas em uma tabela de dupla entrada e os níveis do outro fator perturbador são identificados por colunas na tabela.

O DQL, apresenta algumas características, dentre as quais destacam-se:

- a) O número total de unidades experimentais necessárias para um experimento nesse delineamento é igual a I^2 , sendo I o número de tratamentos;
- b) Cada tratamento é representado uma única vez e ao acaso em cada linha e em cada coluna;
- c) O número de tratamentos é igual ao número de repetições;

2. MODELO ESTATÍSTICO

Para o DQL tem-se o seguinte modelo:

$$Y_{ij(k)} = m + l_i + c_j + t_k + e_{ij(k)}$$

$i = 1, 2, \dots, I$
 $j = 1, 2, \dots, J$
 $k = 1, 2, \dots, K$

em que:

$Y_{ij(k)}$ = é o valor observado para a variável em estudo referente ao tratamento k , na linha i e na coluna j ;

m = média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

l_i = é o efeito da linha i no valor observado $Y_{ij(k)}$;

c_j = é o efeito coluna j no valor observado $Y_{ij(k)}$;

t_k = é o efeito do tratamento k no valor observado $Y_{ij(k)}$;

$e_{ij(k)}$ = é o erro associado a observação $Y_{ij(k)}$ ou seja é o efeito dos fatores não controlados na parcela;

3. CASUALIZAÇÃO NO DELINEAMENTO EM QUADRADO LATINO

Consideremos 5 tratamentos: A, B, C, D, E.

1º) Faz-se a distribuição sistemática dos tratamentos dentro das linhas, de maneira que cada coluna contenha também todos os tratamentos;

Linhas	Colunas				
	1	2	3	4	5
1	A	B	C	D	E
2	E	A	B	C	D
3	D	E	A	B	C
4	C	D	E	A	B
5	B	C	D	E	A

2º) Em seguida distribui-se ao acaso as linhas entre si, e depois as colunas, podendo-se obter um quadrado final semelhante ao apresentado abaixo.

✓ Casualizando as linhas (2, 4, 5, 1, 3)

E	A	B	C	D
C	D	E	A	B
B	C	D	E	A
A	B	C	D	E
D	E	A	B	C

✓ Casualizando as colunas (3, 5, 1, 4, 2)

B	D	E	C	A
E	B	C	A	D
D	A	B	E	C
C	E	A	D	B
A	C	D	B	E

⇒ Quadrado final

4. QUADRO DE TABULAÇÃO DE DADOS

A título de Exemplo, considere um experimento instalado no DQL com K Tratamentos, I Linhas e J Colunas. A coleta de dados da pesquisa pode ser resumida, num quadro do tipo a seguir

linhas	Colunas				
	1	2	...	j	Totais
1	Y_{11}	Y_{21}	...	Y_{j1}	L_1
2	Y_{12}	Y_{22}	...	Y_{j2}	L_2
...	...	...	...	...	...
I	Y_{i1}	Y_{2i}	...	Y_{ij}	L_i
Totais	C_1	C_2	...	C_j	G

Deste quadro pode-se retirar algumas informações de interesse:

- Número de unidades experimentais: $N = I \times J = I^2$

- Total Geral: $G = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Y_{ij} = \sum_{k=1}^K T_k = \sum_{i=1}^I L_i = \sum_{j=1}^J C_j$

- Total para o tratamento k: $T_k = \sum_{i=1}^I Y_{ik}$

- Total para a Linha: $L_i = \sum_{j=1}^J Y_{ij}$

- Total para a coluna $C_j = \sum_{i=1}^I Y_{ij}$

- Média para o tratamento i: $\hat{m}_i = \frac{T_i}{I}$

- Média geral do experimento: $\hat{m} = \frac{G}{I \cdot J}$

5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O DQL

No Delineamento casualizados em quadrado latino (DQL), a variação total, ou seja, a variação existente entre todas as observações, é decomposta na variação devido à diferença entre os efeitos dos tratamentos, na variação devido à diferença entre os efeitos das colunas, das linhas, e na variação devido ao acaso ou resíduo.

$$SQ_{Total} = SQ_{Trat} + SQ_{Coluna} + SQ_{Linha} + SQ_{Res}$$

O quadro da análise de variância para a análise de um experimento instalado segundo o DQL, com igual número de repetições para todos os tratamentos é do seguinte tipo:

FV	GL	SQ	QM	F_{cal}	F_{tab}
Tratamento	(I-1)	SQTrat	$SQ_{Trat}/(I-1)$	Q_{MTrat}/Q_{MRes}	$\{(I-1); (I-1)(I-2)\}$
Linha	(I-1)	SQLin	-	-	-
Coluna	(I-1)	SQCol	-	-	-
Resíduo	(I-1)(I-2)	SQRes	$SQ_{Res}/(I-1)(I-2)$	-	-
Total tabelado.	I^2-1	SQTotal			

Com as seguintes fórmulas definidas:

- Soma de Quadrados do Tratamento

$$SQ_{Trat} = \sum_{k=1}^K \frac{T_k^2}{I} - \frac{G^2}{I^2}$$

- Soma de Quadrados do Bloco

$$SQ_{Lin} = \sum_{i=1}^I \frac{L_i^2}{I} - \frac{G^2}{I^2}$$

- Soma de Quadrados da Coluna

$$SQ_{Col} = \sum_{j=1}^J \frac{C_j^2}{I} - \frac{G^2}{I^2}$$

Em que: T_k = Totais dos tratamentos; L_i = Totais das Linhas; C_j = Totais das colunas; I = número de repetições = número de tratamentos = número de linhas = número de colunas

Com as seguintes fórmulas definidas:

- Soma de Quadrado Total

$$SQ_{Total} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J Y_{ij}^2 - \frac{G^2}{I^2}$$

-Soma de Quadrado do Resíduo

$$SQ_{Res} = SQ_{Total} - SQ_{Trat} - SQ_{Lin} - SQ_{Col}$$

- Graus de Liberdade do Tratamento

$GL_{Trat} = (I-1)$, sendo I = número de tratamentos = número de repetições = número de linhas = número de colunas

- Graus de Liberdade de Colunas e Linhas

$GL_{Col} = (I-1) = GL_{Lin} = (I-1)$

-Graus de Liberdade do Total

$GL_{Total} = I^2 - 1$

- Graus de Liberdade do Resíduo

$GL_{Res} = (I-1)(I-2)$ ou $GL_{Res} = GL_{Total} - GL_{Trat} - GL_{Lin} - GL_{Col}$

-Quadro Médio do Tratamento

$$QM_{Trat} = \frac{SQ_{Trat}}{(I-1)} = \frac{SQ_{Trat}}{GL_{Trat}}$$

-Quadrado Médio do Resíduo

$$QM_{Res} = \frac{SQ_{Res}}{(I-1)(I-2)} = \frac{SQ_{Res}}{GL_{Res}}$$

- F calculado

$$F_{cal} = \frac{QM_{Trat}}{QM_{Res}}$$

- F tabelado

$$F_{tab} = F_{\alpha\%}[(I-1); (I-1)(I-2)]$$

$$F_{tab} = F_{\alpha\%}[GL_{Trat}; GL_{Res}]$$

As hipóteses para o teste F da análise de variância para tratamentos são as seguintes:

$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_i = m$, o que equivale a dizer que todos os possíveis contrastes entre as médias dos tratamentos, são estatisticamente nulos, ao nível de probabilidade que foi executado o teste.

H_a : não H_0 , o que equivale a dizer que existe pelo menos um contraste entre as médias dos tratamentos, é estatisticamente diferentes de zero, ao nível de probabilidade que foi realizado o teste.

A regra decisória para o teste F é a seguinte:

- $F_{cal} \geq F_{tab}$, rejeita-se H_0 ao nível de $\alpha\%$ de probabilidade, ou seja, existe pelo menos um contraste entre as médias dos tratamentos estatisticamente diferente de zero.

- $F_{cal} < F_{tab}$, não rejeita-se H_0 ao nível de $\alpha\%$ de probabilidade, ou seja, todos os possíveis contrastes entre as médias dos tratamentos são estatisticamente nulos.

EXEMPLO

Num experimento de competição de variedades de Manga foram usadas 5 variedades: A=CO290; B=CO294; C=CO297; D=CO299 e E=CO295, dispostas em um quadrado latino 5x5. O controle feito através de blocos horizontais e verticais teve por objetivo eliminar influências devidas a diferenças de fertilidade em duas direções. As produções, em kg/parcela, foram as seguintes:

Linhas	Colunas					Totais
	1	2	3	4	5	
1	432(D)	518(A)	458(B)	583(C)	331(E)	2322
2	724(C)	478(E)	524(A)	550(B)	400(D)	2676
3	489(E)	384(B)	556(C)	297(D)	420(A)	2146
4	494(B)	500(D)	313(E)	486(A)	501(C)	2294
5	515(A)	660(C)	438(D)	394(E)	318(B)	2325
Totais	2654	2540	2289	2310	1970	11763

Para $\alpha = 5\%$ pede-se:

- Análise da Variância
- Qual a variedade a ser recomendada? Utilize o teste de SNK, se necessário.

FIM