BRAGANTIA

Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas

INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 13 Campinas, julho de 1954 N.º 16

LÁTICES RETANGULARES (*)

A. CONAGIN,

Engenheiro-agrônomo, Secção de Técnica Experimental e Cálculo, Instituto Agronômico de Campinas

RESUMO

Com o uso dos látices retangulares, os experimentadores, geneticistas e melhoristas de plantas têm a possibilidade de preencher certas lacunas com relação ao número de itens a serem comparados. Uma análise completa é apresentada com detalhes, visando facilitar aos especialistas a utilização dêste tipo de delineamento.

1 - INTRODUÇÃO

O uso de delineamentos em blocos incompletos veio permitir a comparação de um número razoàvelmente grande de itens em blocos de tamanho pequeno. Dessa forma obteve-se um aumento na precisão das comparações, pois estas são feitas em condições mais homogêneas de solos.

Os delineamentos em blocos incompletos podem ser classificados em equilibrados e parcialmente equilibrados ; no primeiro caso, temos a mesma precisão nas comparações de dois itens quaisquer ; no segundo, dois itens (tratamentos, variedades, etc.) que se encontram no mesmo bloco têm uma precisão maior na comparação (êrro menor) que dois itens que se encontram em blocos diferentes.

Os delineamentos em blocos incompletos podem constituir repetições completas ou não. Um caso particular de blocos incompletos agrupados em repetições completas e em que o número de variedades é igual ao quadrado do número de unidades no bloco, é chamado látice ; os látices constituem, por isso, um grupo dentro dos blocos incompletos. Dentro do grupo dos látices, há os que tiram o efeito de blocos num sentido único do terreno (látices simples, triplos, quadruplos, etc.) e há os que tiram o efeito de blocos nos dois sentidos perpendiculares do terreno. Êstes são os látices quadrados, que podem ser também simples, triplos, etc. e, como os anteriores, balanceados ou não.

Um outro tipo de látice é o cúbico, em que o número de itens no bloco é igual à raiz cúbica do número de tratamentos. Nêste tipo de delineamento poderemos, por exemplo, comparar 125 itens, em 25 blocos de 5, pois $125 = 5^3$.

(*) O autor agradece ao Dr. Oswaldo S. Neves, Chefe da Sub Divisão de Plantas Texteis, por lhe ter permitido a utilização dos dados de uma experiência de competição de linhagens de algodoeiro.

Recebido para publicação em 24 de abril de 1954.

Os blocos incompletos, látices, látices quadrados e látices cúbicos foram desenvolvidos por Yates (5, 6, 7, 8). Êles permitem a comparação de um número muito grande de itens com precisão média superior aos delineamentos em blocos ao acaso. Gozam, por isso, de grande popularidade, principalmente entre melhoradores de plantas, os quais necessitam comparar, muitas vêzes, centenas de linhagens.

2 - LÁTICES RETANGULARES

Um novo tipo de látice chamado retangular foi desenvolvido primeiramente por Harshbarger (2, 3, 4); permite a comparação de $k(k+1)$ variedades em $(k+1)$ blocos de k unidades, formando repetições completas.

Os látices retangulares podem ser simples com grupos X e Y, ou triplos com os grupos X, Y e Z; certos valores de k, nos látices retangulares, permitem a obtenção de um tipo em que tôdas as comparações têm um mesmo êrro experimental (látices retangulares quase balanceados) (2). Os grupos básicos X, Y, Z etc. podem ou não encontrar-se repetidos no delineamento.

Êste novo tipo de látice veio preencher certas lacunas deixadas pelos delineamentos anteriores. Para mostrar os pontos preenchidos agora, vamos apresentar em tabelas os números de itens que podem ser comparados por blocos incompletos, látices e látices retangulares. Apesar de haver outras soluções com números diferentes dos apresentados aqui, restringimo-nos aos números de itens maiores que 12, (até 12, um delineamento em blocos ao acaso é bastante satisfatório) e aos delineamentos que se enquadram em um número mínimo de 4 e máximo de 6 repetições (que é um número razoável de repetições para o julgamento de linhagens).

A série de blocos incompletos equilibrados que satisfaz às restrições anteriores é:

n.° de itens = v	13	13	16	16	21	25	31
n.° de blocos = b	13	26	20	16	21	30	31
n.° de repetições = r	4	6	5	6	5	6	6
n.° de unids/bloco = k	4	3	4	6	5	5	

Os delineamentos do tipo látice permitem a comparação dos seguintes números de tratamentos ($v = k^2$):

v	16	25	36	49	64	81	100	121	etc.
k	4	5	6	7	8	9	10	11	

Com duas e três repetições temos os látices simples e triplos. Com 4 e 6 temos os tipos anteriores com os grupos X, Y, etc., repetidos duas vêzes. O látice 4x4 com 5 repetições é equilibrado, o mesmo acontecendo com o 5x5 com 6 repetições.

Êsses delineamentos permitem o agrupamento em repetições completas, possibilitando a análise como blocos ao acaso, o que é decididamente uma vantagem.

Damos a seguir, o número de itens que podem ser comparados pelo látice retangular.

v	12	20	30	42	56	72	90	110.............
k	3	4	5	6	7	8	9	10.............

Vemos que $v = k(k+1)$, por exemplo 12=3x4, 42=6x7, . . . etc.

Com os números de repetições 2 e 4, estaremos usando látice retangular simples sem e com repetições dos grupos X e Y respectivamente; com os números 3 e 6, látices retangulares triplos também, sem e com repetições dos grupos básicos X, Y e Z.

A análise do delineamento pode ser feita pelo método original apresentado por Harshbarger, seja para látices retangulares simples (3) ou triplos (4), ou pelo método apresentado por Cochran e Cox (1).

3 - ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA DE COMPARAÇÃO DE LINHAGENS DE ALGODOEIRO

Como êste delineamento é relativamente recente e pouco conhecido entre nós, resolvemos descrever com detalhes uma análise completa de um látice retangular simples, com duas repetições do grupo X e duas do grupo Y. Os blocos do grupo X são numerados assim: $X_1, X_2, \ldots, X_8$; os blocos do grupo Y: $Y_1, Y_2, \ldots, Y_8$. O bloco Y_2, por exemplo, não tem nenhum dos tratamentos em comum com X_2, X_4, nenhum em comum com Y_4, etc . . . Êsses pares de blocos com o mesmo índice são chamados blocos parceiros (*partners*). Os dados do experimento referem-se à produção em gramas de algodão em caroço, por canteiro (quadro 1).

A análise é feita de acôrdo com o método apresentado por Cochran e Cox (1) p. 294-299.

As etapas são as seguintes:

A — Cálculo dos totais de blocos B, dos totais de repetições, dos totais de tratamentos e do total geral. Classificação dos dados de acôrdo com os grupos (quadro 2).

Os totais dos tratamentos encontram-se no quadro 4, colunas 2 e 5. Os outros valores encontram-se no quadro 1.

QUADRO 1. — Produção de algodão em caroço em g (canteiros de uma linha de 12 plantas)

I

	36	37	39	38	40	42	41	
X_6	735	455	545	389	496	131	332	3083
	44	49	43	46	48	45	47	
X_7	607	375	740	304	206	261	174	2667
	19	21	15	17	20	16	18	
X_3	342	405	418	369	419	478	343	2774
	22	25	26	24	27	23	28	
X_4	476	523	640	467	433	396	557	3492
	14	8	12	11	9	10	13	
X_2	198	250	270	330	281	410	518	2257
	35	32	31	29	34	33	30	
X_5	251	271	269	315	210	310	420	2046
	3	2	1	4	5	7	6	
X_1	316	322	584	281	336	337	343	2519
	50	51	52	56	54	55	53	
X_8	194	521	566	535	784	794	487	3881
								22719

II

	46	3	53	39	17	10	32	
Y_4	221	343	546	319	540	476	601	3046
	30	16	44	51	37	23	1	
Y_2	375	312	239	458	490	383	643	2900
	48	33	5	26	55	12	19	
Y_6	394	372	249	473	514	380	456	2838
	27	6	41	34	13	20	56	
Y_7	446	385	482	227	271	288	327	2426
	40	4	11	18	25	54	47	
Y_5	492	596	369	335	77	578	364	2811
	52	2	24	9	45	31	38	
Y_3	676	467	324	412	382	415	603	3279
	35	7	14	21	28	49	42	
Y_8	433	325	350	241	368	392	217	2326
	43	15	22	29	50	36	8	
Y_1	559	178	372	410	526	765	325	3135
								22761

III

	23	27	26	25	28	22	24	
X_4	440	452	857	351	425	437	383	3345
	13	12	11	8	10	14	9	
X_2	752	478	782	472	310	329	488	3611
	7	1	5	3	6	4	2	
X_1	459	752	470	509	419	203	458	3270
	15	16	20	21	19	17	18	
X_3	273	416	601	351	307	386	436	2770
	29	31	30	32	35	33	34	
X_5	417	654	311	705	568	433	300	3388
	36	38	41	39	40	42	37	
X_6	885	359	731	319	538	545	741	4118
	56	52	54	55	53	51	50	
X_8	541	736	639	313	434	402	583	3648
	49	43	48	45	46	44	47	
X_7	517	680	423	333	474	390	433	3250
								27400

IV

	43	50	8	29	22	36	15	
Y_1	342	517	325	233	295	414	221	2347
	46	53	32	3	17	10	39	
Y_4	431	275	251	320	206	234	253	1970
	25	40	54	11	18	47	4	
Y_5	335	343	178	411	183	184	198	1832
	44	51	23	16	1	37	30	
Y_2	280	238	201	248	210	422	321	1920
	34	20	6	56	13	27	41	
Y_7	510	680	447	509	236	334	430	3146
	5	33	19	48	55	26	12	
Y_6	310	298	362	325	364	400	351	2410
	52	2	45	31	24	38	9	
Y_3	520	358	327	219	385	213	290	2312
	21	28	42	35	49	7	14	
Y_8	450	479	474	518	633	444	400	3398
								19335

Total Geral = 92215

Calculamos, a seguir, a soma de quadrados geral, a grande correção, a soma de quadrados para repetições, a soma de quadrados para variedades não ajustadas, etc., pelo mesmo processo usado em blocos ao acaso. Assim, obtemos :

Soma de quadrados	=	42.972.255
Grande correção	=	37.962.527,8
S. Q. Repetições	=	38.550.326,9
S. Q. Tratamentos	=	39.678.554,7

QUADRO 2. — Reunião das produções dos tratamentos em grupos X e Y

GRUPO X (I+III)

								B	Cx	Fator ajust. blocos
	1	2	3	4	5	6	7			
X_1	1336	780	825	484	806	762	796	5.789	—494	—31,5
	8	9	10	11	12	13	14			
X_2	722	769	720	1112	748	1270	527	5.868	—1038	—63,8
	15	16	17	18	19	20	21			
X_3	691	894	755	779	649	1020	756	5.544	—844	—47,9
	22	23	24	25	26	27	28			
X_4	913	836	850	874	1497	885	982	6.837	—1965	—111,2
	29	30	31	32	33	34	35			
X_5	732	731	923	976	743	510	819	5.434	—251	—19,0
	36	37	38	39	40	41	42			
X_6	1620	1196	748	864	1034	1063	676	7.201	—1284	—73,8
	43	44	45	46	47	48	49			
X_7	1420	997	594	778	607	629	892	5.917	—844	—49,8
	50	51	52	53	54	55	56			
X_8	777	923	1302	921	1423	1107	1076	7.529	—1303	—71,3

GRUPO Y (II+IV)

								B	Cy	Fator ajust blocos
	8	15	22	29	36	43	50			
Y_1	650	399	667	643	1179	901	1043	5.482	1392	78,6
	1	16	23	30	37	44	51			
Y_2	853	560	583	696	912	519	696	4.820	2093	119,0
	2	9	24	31	38	45	52			
Y_3	825	702	709	634	816	709	1196	5.591	375	23,3
	3	10	17	32	39	46	53			
Y_4	663	710	746	852	572	652	821	5.016	823	51,5
	4	11	18	25	40	47	54			
Y_5	794	780	518	412	835	548	756	4.643	1670	93,2
	5	12	19	26	33	48	55			
Y_6	559	731	818	873	670	719	878	5.248	931	55,4
	6	13	20	27	34	41	56			
Y_7	832	507	968	780	737	912	836	5.572	1014	58,7
	7	14	21	28	35	42	49			
Y_8	769	750	691	847	951	691	1025	5.724	—276	—11,3

QUADRO 3. — Totais das produções não ajustadas e fatôres de correção para os blocos

								Fator aj. blocos
		1	2	3	4	5	6	7	
		2189	1605	1488	1278	1365	1594	1565	—31,5
	8		9	10	11	12	13	14	
	1372		1471	1430	1892	1479	1777	1277	—63,8
	15	16		17	18	19	20	21	
	1090	1454		1501	1297	1467	1988	1447	—47,9
	22	23	24		25	26	27	28	
	1580	1420	1559		1286	2370	1665	1829	—111,2
	29	30	31	32		33	34	35	
	1375	1427	1557	1828		1413	1247	1770	—19,0
	36	37	38	39	40		41	42	
	2799	2108	1564	1436	1869		1975	1367	—73,8
	43	44	45	46	47	48		49	
	2321	1516	1303	1430	1155	1348		1917	—49,8
	50	51	52	53	54	55	56		
	1820	1619	2498	1742	2179	1985	1912		—71,3
Fator aj. blocos	78,6	119,0	23,3	51,5	93,2	55,4	58,7	—11,3	

B — Precisamos, a seguir, organizar os blocos do mesmo grupo em quadros de dupla entrada, de acôrdo com o n.º do bloco e com a repetição do grupo básico (quadro 5).

QUADRO 4. — Totais dos tratamentos não ajustados (nas colunas 2 e 5) e dos ajustados (nas colunas 3 e 6)

N.º	Trat. n. ajust.	Trat. ajust.	N.º	Trat. n. ajust.	Trat. ajust.
1	2.189	2.276,5	29	1.375	1.434,6
2	1.605	1.596,8	30	1.427	1.527,0
3	1.488	1.508,0	31	1.557	1.561,3
4	1.278	1.339,7	32	1.828	1.860,5
5	1.365	1.388,9	33	1.413	1.449,4
6	1.594	1.621,2	34	1.247	1.286,7
7	1.565	1.522,2	35	1.770	1.739,7
8	1.372	1.386,8	36	2.799	2.803,8
9	1.471	1.430,5	37	2.108	2.153,2
10	1.430	1.417,7	38	1.564	1.513,5
11	1.892	1.921,4	39	1.436	1.413,7
12	1.479	1.470,6	40	1.869	1.888,4
13	1.777	1.771,9	41	1.975	1.959,9
14	1.277	1.201,9	42	1.367	1.281,9
15	1.090	1.120,7	43	2.321	2.349,8
16	1.454	1.525,1	44	1.516	1.585,2
17	1.501	1.504,6	45	1.303	1.276,5
18	1.297	1.342,3	46	1.430	1.431,7
19	1.467	1.474,5	47	1.155	1.198,4
20	1.988	1.998,8	48	1.348	1.353,6
21	1.447	1.387,8	49	1.917	1.855,9
22	1.580	1.547,4	50	1.820	1.827,3
23	1.420	1.427,8	51	1.619	1.666,7
24	1.559	1.471,1	52	2.498	2.450,0
25	1.286	1.268,0	53	1.742	1.722,2
26	2.370	2.314,2	54	2.179	2.200,9
27	1.665	1.612,5	55	1.985	1.969,1
28	1.829	1.706,5	56	1.912	1.899,4

QUADRO 5. — Arranjo dos valores dos blocos em um quadro em que os blocos parceiros aparecem na mesma linha

BLOCOS N.º	Blocos X		Blocos X Totais	Blocos Y		Blocos Y Totais
	I	III		II	IV	
1	2519	3270	5789	3135	2347	5482
2	2257	3611	5868	2900	1920	4820
3	2774	2770	5544	3279	2312	5591
4	3492	3345	6837	3046	1970	5016
5	2046	3388	5434	2811	1832	4643
6	3083	4118	7201	2838	2410	5248
7	2667	3250	5917	2426	3146	5572
8	3881	3648	7529	2326	3398	5724
	22719	27400	50119	22761	19335	42096

Para cada grupo de blocos semelhantes precisamos calcular

$$C = T - n\Sigma B$$

onde T é o total de todos os tratamentos no bloco (os tratamentos representam os totais de 4 repetições).

Assim, o valor de C correspondente a X_6 é dado por: $C = 2799 + 2108 + 1564 + 1436 + 1869 + 1975 + 1367 - 2(3083 + 4118)$ isto é,

$$C = 13118 - 2(7201) = 1284$$

A soma dos valores de C é zero, isto é $\Sigma\ C = O$

C — Temos que organizar os valores de C num novo quadro (quadro 6), de tal forma que os parceiros (*partners*) apareçam na mesma linha. O total de cada linha do quadro é designado por S_i e nos dá a soma dos valores C dos parceiros, isto é:

$$S_1 = C_{X1} + C_{Y1}, \text{ etc.}$$

As somas dos valores de C das 2 primeiras colunas são designadas por R_c. Assim,

$$R_1 = C_{X1} + C_{X2} + \ldots + C_{X8}, \text{ etc.}$$

QUADRO 6. — Quadro suplementar dos valores C, S, Rc, etc.

BLOCOS	C_X	C_Y	S_i	λC_X	λC_Y	μS
1	—494	1393	899	—28,8	81,3	2,7
2	—1038	2093	1055	—60,6	122,2	3,2
3	—844	375	—469	—49,3	21,9	—1,4
4	—1965	823	—1142	—114,7	48,0	—3,5
5	—251	1670	1419	—14,7	97,5	4,3
6	—1284	931	—353	—74,9	54,3	—1,1
7	—844	1014	170	—49,3	59,2	0,5
8	—1303	—276	—1579	—76,1	—16,1	—4,8
Totais Rc	—8023	8023	0	—468,4	468,3	—0,1

D — A análise da variância pode agora ser feita; lembramos que tôdas as somas de quadrados são calculadas da maneira habitual, com exceção da soma de quadrados para blocos ajustada para tratamentos, a qual é obtida a partir de dois componentes a e b (por haver repetição dos grupos básicos X e Y). Caso não houvesse repetição do grupo básico, teríamos sòmente o componente b.

D$_1$ — O componente a é calculado a partir das somas de quadrados da interação dentro dos grupos X e Y do quadro 5. O total corresponde à soma das interações dos grupos X e Y.

Assim :

$$BX_i^2(a) = 23.156.517{,}6 - 22.623.445{,}7 - 22.750.424{,}1 + 22.427.805{,}0 = 210.452{,}8$$

onde

$$23.156.517{,}6 = \frac{1}{7}\left[(2519)^2 + (2257)^2 + \ldots + (3270)^2 + \ldots + (3648)^2 \right]$$

$$22.623.445{,}7 = \frac{1}{56}\left[(22719)^2 + (27400)^2 \right]$$

$$22.750.424{,}1 = \frac{1}{14}\left[(5789)^2 + (5868)^2 + \ldots \right]$$

$$22.427.805{,}0 = \frac{1}{112}\left[(50119)^2 \right]$$

De forma semelhante procede-se dentro do grupo Y. Então,

$$\begin{aligned} BX_i^2(a) &= 210.452{,}8 \\ BY_i^2(a) &= 358.302{,}5 \\ \hline \text{Soma} &= 568.755{,}3 \end{aligned}$$

D$_2$ — A soma de quadrados do componente b para blocos ajustados para tratamentos é calculada pela fórmula :

$$\text{S. Q. blocos} = \frac{\Sigma\ C^2}{r(nk\text{-}k\text{-}1)} - \frac{\Sigma\ R_c^2}{r(k+1)\ (nk\text{-}k\text{-}1)} - \frac{\Sigma\ S_i^2}{r(n\text{-}1)\ (k+1)\ (nk\text{-}k\text{-}1)}$$

$$\begin{aligned} \Sigma\ C^2 &= 21.915.928 \\ \Sigma\ R_c^2 &= 128.737.058 \\ \Sigma\ S_i^2 &= 8.105.662 \end{aligned}$$

onde

n = n.º grupos (X, Y, etc.)
p = n.º repetições dos grupos X, Y, etc.
k = n.º unidades no bloco
r = np (número total de repetições).

No caso presente, temos : $n=2$, $p=2$, $r=4$, $k=7$.

Então, a soma de quadrados para blocos (componente b) é :

$$\text{S. Q. blocos } (b) = \frac{21.915.928}{24} - \frac{128.737.058}{192} - \frac{8.105.662}{192} =$$

$$= 913.163{,}7 - 670.505{,}5 - 42.217{,}0 = 200.441{,}2$$

S. Q. componente b = 200.441,2

Agora podemos colocar os resultados num quadro de análise da variância (quadro 7).

QUADRO 7. — **Análise da variância da experiência**

F. V.	S. Q.	G. L.	Q. M.	
Total	5.009.727,2	223		
Repetições	587.799,1	3	195.933,0	
Tratamentos	1.716.026,9	55	31.200,5	
Blocos	769.196,5	28	27.471,3	E_b
Componente (a)	568.755,3	14		
Componente (b)	200.441,2	14		
Êrro dentro blocos	1.936.704,7	137	14.136,5	E_e

E — A soma de quadrados para tratamentos que se encontra no quadro da análise da variância não é ajustada para blocos.

Precisamos, então, calcular êsse componente ajustado (para o efeito de blocos). Vamos determinar os valores λ e μ, com o auxílio dos quais faremos o ajustamento dos totais de tratamentos. Essas fórmulas são as seguintes :

$$\lambda = \frac{r(E_b - E_e)}{r(k\text{-}1)E_b + (rk\text{-}2k+r)E_e}$$

$$\mu = \frac{\lambda r(E_b - E_e)}{r(k+1)E_b + (rk\text{-}2k\text{-}r)E_e}$$

Aplicando as fórmulas temos :

$$\lambda = \frac{4(27.471{,}3 - 14.136{,}5)}{4(6)\ 27.471{,}3 + (28\text{-}14+4)\ 14.136{,}5} = 0{,}05837$$

$$\mu = \frac{0{,}05837\ (53.339{,}2)}{32\ (27.471{,}3) + 10\ (14.136{,}5)} = 0{,}003051$$

F — A seguir, vamos completar o quadro 6 pelo cálculo das colunas $\lambda\ C_X$, λC_Y e μS, onde S é calculado a partir da linha em que se encontra o valor C.

O ajustamento para blocos é obtido através do cálculo de $\lambda C - \mu S$, onde C_X é $C_{X(I+III)}$.

Assim, o ajustamento para o bloco X_1 do grupo $X(I+III)$ é o seguinte :

Aj. $B_{X1} = 0{,}05837\ (-494) - 0{,}003051\ (899) = -31{,}5$ ou

Aj. $B_{X1} = -28{,}8 - 2{,}7 = -31{,}5$

Do mesmo modo, calculam-se os outros valores.

Êsses valores encontram-se na última coluna do quadro 2.

G — Cada total de tratamentos é ajustado pela adição do ajustamento de cada bloco no qual o tratamento se acha contido.

Por exemplo, para o total do tratamento 1 devemos fazer :

$2189 - 31{,}5 + 119{,}0 = 2.276{,}5$ (ver quadro 3).

Os totais de tratamentos ajustados encontram-se nas colunas 3.ª e 6.ª do quadro 4.

H — Para efetuarmos a comparação de dois tratamentos pelo t teste precisamos de 4 erros-padrão para o lático retangular simples. Cochran e Cox (1), admitindo de início ligeira falta de precisão na comparação, recomendam o uso de dois erros, um apropriado para a comparação de dois tratamentos que se encontram no mesmo bloco e outro para a comparação de dois tratamentos que não se encontram no mesmo bloco.

Para a comparação de 2 totais de tratamentos ajustados, as diferenças mínimas significativas passam a ser :

a) para dois tratamentos no mesmo bloco temos :

$$\text{d.m.s.} = t\sqrt{2r\ E_e\ (1+\lambda-\mu)} =$$

$$= 1{,}98\sqrt{2(4)\ 14.136{,}5(1+0{,}05837-0{,}003051)} = 648{,}0$$

b) para dois tratamentos em blocos diferentes:

$$\text{d.m.s.} = t\sqrt{2r\ E_e\ (1+2\ \lambda-\mu)} = 702{,}9$$

c) valor da diferença mínima significativa para dois tratamentos quaisquer (usando um erro médio comum aos 2 grupos) :

$$\text{d.m.s.} = t\sqrt{2r\ E_e\left[1 + \frac{2k^2\lambda}{k^2+k-1} - \mu\right]} = 698{,}6$$

Dessa forma, podemos concluir que a linhagem 36 é superior a tôdas as outras com exclusão do grupo seguinte, da qual ela não diferiu estatìsticamente : linhagens 52, 43, 26, 1, 54 e 37.

I — Eficiência dêsse tipo de delineamento.

Como o látice retangular também pode ser analisado como blocos ao acaso, é possível avaliar-se o ganho em precisão decorrente de analisar a experiência como látice retangular, ao invés de blocos ao acaso. Precisamos, para isso, calcular a variância do êrro da experiência como blocos ao acaso. Esta é:

(S. Q. blocos + S. Q. dentro blocos) / Σ G. L. ou

$$(769.196{,}5 + 1.936.704{,}7) \,/\, (28 + 137) = 16.399{,}4$$

A variância média do êrro como látice retangular é

$$E_e \left(1 + \frac{2k^2\lambda}{k^2+k-1} - \mu\right) = 15.563{,}6$$

A eficiência do látice em relação a blocos ao acaso (ignorando a correção dos graus de liberdade) é:

$$\frac{16.399{,}4}{15.563{,}6} = 105{,}4$$

isto é, 20 repetições num látice retangular equivalem a 21 repetições em blocos ao acaso. Houve um ganho em precisão de 5%, relativamente pequeno, devido, provàvelmente, à utilização de canteiros muito pequenos (uma linha de 4,80m, as linhas distando de 1m).

RECTANGULAR LATTICES

SUMMARY

This paper presents the analysis of a simple rectangular lattice with two replications of the basic group X and Y. It is recalled that the rectangular lattices permit the comparison of $k(k+1)$ progenies in breeding programs and help to complete the series of numbers of progenies that can be compared through lattices and incomplete block designs.

LITERATURA CITADA

1. **COCHRAN, W. G. & COX, G. M.** Experimental designs. New York, John Wiley & Sons Inc., 1950. ix, 454 p.

2. **HARSHBARGER, B.** Near balance rectangular lattices. Virginia J. Sci. (n.s.) 2:13-27. 1951. (Reimpressão)

3. ———— Rectangular lattices. Blacksburg, Virginia agric. exp. Sta., 1947. 26 p. (Memoir n. 1)

4. ———— Triple rectangular lattices. Biometrics 5:1-13. 1949. (Reimpressão)

5. **YATES, F.** A further note on the arrangement of variety trials: quasi-latin squares. Ann. Eugen., Lond. 7:319-332. 1937.

6. ———— A new method of arranging variety trials involving a large number of varieties. J. agric. Sci. 26:424-455. 1936.

7. ———— The recovery of inter-block information in balanced incomplete block designs. Ann. Eugen., Lond. 10:317-325. 1940.

8. ———— The recovery of inter-block information in variety trials in three-dimensional lattices. Ann. Eugen., Lond. 9:136-156. 1939.