

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas*  
INSTITUTO AGRONÔMICO

Vol. 13

Campinas, agosto de 1954

N.º 18

## EFICIÊNCIA DO DELINEAMENTO EM BLOCOS AO ACASO, EM EXPERIÊNCIAS COMPARATIVAS DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MILHO (\*)

HERMANO VAZ DE ARRUDA

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

### RESUMO

O presente artigo estuda a eficiência do delineamento em blocos ao acaso, comparada à do delineamento sem restrição, ou melhor, com tratamentos completamente casualizados. Foram analisadas 54 experiências compreendendo o período entre os anos agrícolas de 1943/44 e 1952/53, instaladas em nove diferentes Estações Experimentais do Instituto Agronômico de Campinas. O delineamento em blocos ao acaso foi em média 30% mais eficiente, indicando que necessitamos de oito repetições completamente casualizadas para ter a mesma precisão que as seis repetições em blocos ao acaso.

Foi feito, também, um estudo do coeficiente de variação por localidade, com o objetivo de se verificar onde as experiências fornecem estimativas mais precisas das médias de tratamentos. O coeficiente de variação médio de 16,1% está dentro do limite tolerado para a experimentação de campo.

### 1 - INTRODUÇÃO

O mais simples dos delineamentos experimentais é aquele no qual as variedades (tratamentos) são distribuídas irrestritamente ao acaso pelos canteiros da área experimental. A distribuição ao acaso procura compensar o efeito da variação de fertilidade sobre as médias das variedades, além de permitir um teste válido da significância das diferenças entre médias de tratamentos.

Ao referido delineamento segue-se, no estudo de delineamento de experiências, o em blocos ao acaso, pelo qual as variedades também são distribuídas ao acaso, porém com a restrição de aparecerem agrupadas em blocos contendo uma única vez cada variedade. A reunião das variedades em blocos tem por finalidade eliminar, da estimativa do erro experimental, as diferenças existentes entre as médias dos blocos. É claro que

(\*) Trabalho apresentado no II Congresso Panamericano de Agronomia, realizado em Piracicaba e São Pedro, de 29 de março a 6 de abril de 1954.

Os dados utilizados neste estudo, foram cedidos pelo Eng. Agr. Glauco P. Viégas, Chefe da Secção de Cereais e Leguminosas, pelo que lhe agradecemos.

Recebido para publicação em 22 de maio de 1954.

a variação de fertilidade dentro dos blocos fica incluída no erro. Este delineamento será tanto mais eficiente quanto maior for a variação de fertilidade existente entre os blocos.

As experiências com variedades e híbridos comerciais de milho, da Secção de Cereais e Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas, são delineadas em blocos ao acaso e o objetivo do presente trabalho é a apreciação da eficiência desse delineamento em relação ao delineamento sem restrição.

## 2 - EXPERIÊNCIAS ANALISADAS

Foram analisadas 54 experiências abrangendo o período entre os anos agrícolas de 1943/44 até 1952/53. Essas experiências foram instaladas em nove das Estações Experimentais do Instituto Agronômico, compreendendo as seguintes localidades: Campinas, Capão Bonito, Ipanema, Jaú, Mococa, Monte Alegre do Sul, Pindorama, Ribeirão Preto e Tietê.

O número de variedades era oito e o de repetições, seis, na maioria dos casos, aparecendo também cinco e quatro repetições. O tamanho dos canteiros era de 50 m<sup>2</sup>, com 10,0 m de comprimento, e constituídos por cinco linhas espaçadas de 1,0 m, colhendo-se apenas as três linhas centrais. Nos dois últimos anos diminuiu-se o tamanho dos canteiros para cinco linhas de 5,0 m de comprimento, colhendo-se também somente as três centrais.

Os canteiros, em cada bloco, eram distribuídos um ao lado do outro, formando um retângulo de 10,0 m por 40,0 m até o ano de 1946/47. Desta data em diante procurou-se dar ao bloco uma forma mais compacta, isto é, distribuindo as oito variedades em um quadrado de 20,0 m por 20,0 m. Esta última distribuição é, como se sabe, a que permite maior controle da variação de fertilidade, admitindo desconhecimento em relação ao gradiente de fertilidade do terreno.

## 3 - MÉTODO DE ANÁLISE

É possível, a partir do delineamento em blocos ao acaso, obter uma estimativa do erro correspondente ao delineamento sem restrição.

O processo utilizado, dado por Yates (4), é o que segue com um exemplo geral.

Considere-se o esquema seguinte da análise da variância de uma experiência delineada em blocos ao acaso:

F. V.	G. L.	Quadrado Médio
Blocos .....	$b - 1$	B
Variedades .....	$v - 1$	V
Erro .....	$(b - 1)(v - 1)$	E

Para se obter a estimativa do erro que se teria sem a restrição em blocos é necessário considerar a experiência como um ensaio em branco. Nessas condições o quadrado médio de variedades,  $V$ , deveria ser igual ao quadrado médio do erro,  $E$ , acrescido do erro de estimação. Deve-se pois, substituir  $T$  por  $E$  e a soma de quadrados para o Total no caso do delineamento em blocos ao acaso seria:

$$(b-1)B + b(v-1)E$$

com  $bv-1$  graus de liberdade.

Se tivesse havido completa casualização, o quadrado médio do erro seria dado pela quantidade supra.

A eficiência do delineamento em blocos ao acaso, em relação ao completamente casualizado, é dada pelo quociente:

$$Ef = \frac{(bv-1)E}{(b-1)B + b(v-1)E}$$

sendo o delineamento em blocos ao acaso mais eficiente que o completamente casualizado sempre que se tiver  $Ef > 1$ .

■ O aumento em eficiência, de um delineamento sobre outro, é usualmente expresso como  $100(Ef-1)\%$ . Assim, ao valor da eficiência de 1,36 corresponde um aumento de eficiência de  $100(1,36-1,00)\%$  ou de 36% favorável ao delineamento em blocos ao acaso.

■ Além da eficiência do delineamento em blocos ao acaso foi determinado o coeficiente de variação, como já foi feito em trabalho anterior para o delineamento tipo látice, com milho (1).

O coeficiente de variação, dado por  $\frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$ , indica a precisão nas

estimativas das médias de tratamentos, onde  $s$  é o desvio padrão do erro experimental e  $\bar{x}$  é a média geral, baseada em todos os canteiros.

#### 4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Seguindo os métodos anteriormente descritos, determinamos a eficiência e o coeficiente de variação para cada experiência.

O resultado pode ser apreciado nos quadros 1 e 2.

Vê-se pelo quadro 1 que o coeficiente de variação abaixo de 10% ocorreu com a frequência de 3 em 54. Nas demais classes suas frequências foram bem semelhantes entre si, dando um coeficiente de variação médio de 16,1%.

Segundo indica Snedecor (3), nos Estados Unidos as experiências com variedades de milho apresentam o coeficiente de variação entre 5 e 15%.

■ O fato de apresentarem as experiências norte americanas coeficientes de variação mais baixos do que as nossas, talvez decorra de um melhor conhecimento da distribuição de fertilidade na área experimental, aprovei-

QUADRO 1. — Distribuição dos coeficientes de variação

$\leq 10\%$	10,1 — 12,0	12,1 — 14,0	14,1 — 16,0	16,1 — 18,0	18,1 — 20,0	> 20,0
9,5	11,7	13,9	14,9	17,4	19,1	31,6
9,2	11,7	13,3	14,2	16,2	19,5	24,4
8,9	11,4	13,1	14,6	17,6	19,6	27,0
	11,4	12,5	15,3	16,4	18,2	22,3
	11,9	13,3	14,3	16,8	18,4	27,8
	12,0	12,6	14,9	17,1	18,5	23,8
	11,2	12,1	15,4	18,0	19,6	20,1
	10,5	13,3	14,2	17,3		24,0
	10,8	12,7				22,2
		12,8				

tando informações fornecidas por experiências anteriormente localizadas na área a ser utilizada. De posse dessa informação, que possibilita a formação de blocos com canteiros de produções menos variáveis, é possível reduzir o erro experimental.

No quadro 2 é apresentado o resultado da eficiência do delineamento em blocos ao acaso em relação ao completamente casualizado. O delineamento em blocos ao acaso será tanto mais eficiente quanto maior fôr a variação explicada pelas diferenças de fertilidade entre blocos.

QUADRO 2. — Distribuição dos valores observados das eficiências

$\leq 1,0$	1,01 — 1,10	1,11 — 1,20	1,21 — 1,30	1,31 — 1,40	1,41 — 1,50	1,51 — 1,60	> 1,60
0,97	1,02	1,15	1,25	1,34	1,47	1,56	2,08
0,95	1,08	1,15	1,28	1,34	1,41	1,60	2,31
0,96	1,03	1,15	1,23		1,41	1,58	1,68
0,96	1,01	1,12			1,46	1,53	1,94
0,96	1,08	1,16					2,33
0,93	1,08	1,11					2,64
0,94	1,07	1,14					1,69
0,95	1,09						2,47
0,96	1,01						
0,91	1,05						
0,93	1,08						
0,91	1,07						
0,97	1,10						

Pode-se vêr pelo quadro 2 que os valores extremos apresentaram maiores freqüências, dando ao conjunto uma "distribuição em U".

A eficiência média de 1,30 indica que houve um ganho de eficiência de 30% pelo fato de serem reunidas as variedades em blocos, ou então que seriam necessárias oito repetições sem restrição, para se ter a mesma precisão das seis repetições em blocos ao acaso.

#### 4.1 — EFEITO DA FORMA DOS BLOCOS SÔBRE A EFICIÊNCIA

Como os blocos tiveram duas formas, uma alongada, ficando os canteiros um ao lado do outro formando uma faixa de 1 x 8 canteiros, e outra mais compacta, formada de 2 x 4 canteiros, foi possível verificar qual das duas formas foi mais eficiente. A segunda, como era de se esperar, foi mais eficiente, com uma eficiência média de 1,38 enquanto que a primeira deu 1,20.

## 4.2 — RESULTADOS POR LOCALIDADE

Para se ter uma idéia da influência das diversas Estações Experimentais sobre o resultado geral, foi feita uma reunião dos dados por localidade. A apreciação dos resultados pode ser feita a partir da seguinte relação :

Localidade	C. variação	Eficiência
1 — Campinas	14,1	1,21
2 — Capão Bonito	19,8	1,21
3 — Ipanema	15,9	1,66
4 — Jaú	14,4	1,12
5 — Mococa	14,6	1,07
6 — Monte Alegre do Sul	18,1	1,23
7 — Pindorama	13,7	1,16
8 — Ribeirão Preto	18,1	1,34
9 — Tietê	19,8	1,31

Procurou-se uma explicação para o fato de serem obtidos coeficientes de variação maiores que o coeficiente de variação médio de 16,1%, nas estações experimentais de Ribeirão Preto, Tietê, Monte Alegre do Sul e Capão Bonito (3). Para Ribeirão Preto o fato pode ser, em parte, atribuído ao maior ataque de lagartas, verificado naquela região. Para Tietê a explicação provavelmente está na natureza do terreno, que apresenta uma camada impermeável a baixa profundidade, provocando enxarcamento por ocasião das chuvas. Para Monte Alegre e Capão Bonito não foram encontradas explicações plausíveis, ficando por conta da variação da fertilidade da área experimental.

## 5 - CONCLUSÕES

Pelas experiências analisadas conclui-se que o delineamento em blocos ao acaso mostrou-se 30% mais eficiente do que o delineamento com tratamentos (variedades) completamente casualizados. A eficiência do delineamento em blocos ao acaso foi maior quando se utilizaram blocos com forma mais compacta.

Além da eficiência, determinou-se o coeficiente de variação, que fornece uma média da precisão com que são obtidas as estimativas das médias de tratamentos. O coeficiente de variação médio de 16,1% está dentro do limite encontrado para a experimentação de campo, embora seja maior do que o constatado para as experiências com variedades de milho nos Estados Unidos da América do Norte.

## EFFICIENCY OF RANDOMIZED BLOCK DESIGNS IN EXPERIMENTS TO TEST CORN VARIETIES AND HYBRIDS

## SUMMARY

Fifty four experiments designed to test corn varieties and hybrids were carried out in nine experiment stations of the Instituto Agrônômico de Campinas from 1943 to 1954.

Two types of analysis were made with data obtained from these experiments: first, they were analysed as from randomized block experiments; second, as from completely randomized designs.

Randomized blocks were 30 per cent more effective than completely randomized designs. This result indicates that a randomized block experiment with six replications offers as much precision as that obtained with eight replications in the latter design.

A mean coefficient of variation of 16.1 was found. The experiments carried out at the experiment stations of Ribeirão Preto, Tietê, Ipanema, and Capão Bonito had the highest coefficients of variation.

#### LITERATURA CITADA

1. ARRUDA, HERMANO VAZ DE. Precisão dos delineamentos tipo látice em milho. *Bragantia* 12:[309]-313. 1952.
2. BENZA, JOSÉ CALZADA. Experimentacion Agrícola. Lima, Ediciones Agr. Ganaderas S.A., 1953. p. 59-60.
3. VIÉGAS, G. P. Melhoramento do milho. IV. Comportamento regional de variedades e híbridos. *Bragantia* 12:[259]-266. 1952.
4. YATES, F. Complex Experiments. *Suppl. J. Roy. stat. Soc.* 2:181-223. 1953.