

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, junho de 1961

N.º 23

EMPREGO DE BORDADURAS EM EXPERIMENTOS DE ADUBAÇÃO DO MILHO (1)

HERMANO VAZ DE ARRUDA, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto, Instituto Agrônomo*

RESUMO

Segundo a técnica estabelecida, os canteiros de experimentos de adubação devem ser protegidos por bordaduras ou faixas marginais, as quais, embora sejam tratadas como as áreas chamadas «úteis», não são utilizadas para as observações e a colheita. Em vista do acréscimo de trabalho etc. que essa técnica ocasiona, nota-se tendência para simplificá-la, usando-se, por exemplo, uma só fileira, sem adubo, para separar as áreas úteis adjacentes.

Estudando a viabilidade da citada simplificação em dois experimentos de adubação do milho, o autor verificou que as fileiras separadoras produziram tanto mais quanto maiores foram as doses de nitrogênio empregadas nas áreas úteis adjacentes, parecendo, assim, que estas foram desfalcadas de correspondentes quantidades desse nutriente. Num outro experimento, também com milho, em que se usou a técnica estabelecida, as produções das bordaduras foram maiores que as das áreas úteis, ao passo que, naquelas, o efeito do nitrogênio foi muito menor do que nestas. Dêsse estudo concluiu o autor que, pelo menos quando se estudar o efeito do nitrogênio, não se deve abandonar a técnica estabelecida.

1 — INTRODUÇÃO

O uso de fileiras de bordadura, também chamadas de proteção, em canteiros de experimentos de adubação, é uma técnica corrente e admitida como necessária pela maioria dos experimentadores. Bordaduras nada mais são do que as fileiras marginais ou externas dos canteiros, as quais, embora recebam o mesmo tratamento das fileiras chamadas «úteis», não são utilizadas para observações e colheita, por se suspei-

(1) Recebido para publicação em 20 de abril de 1961. O autor agradece ao Eng. Agr. E. S. Freire, bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas, pela colaboração prestada na apresentação e interpretação dos resultados estudados no presente trabalho, bem como ao Eng. Agr. G. P. Viégas, chefe da Seção de Cereais, pela cessão dos dados referentes ao experimento de Santa Rita.

tar que elas sejam influenciadas pelos tratamentos dos canteiros vizinhos.

O emprêgo da referida técnica acarreta considerável acréscimo na área experimental, resultando possível aumento do êrro, maior trabalho para a instalação, maiores gastos de adubos e de sementes ou mudas, maior área a ser tratada etc.. Por outro lado, quando os canteiros têm elevado número de fileiras, torna-se relativamente pequena a vantagem das bordaduras, porque estas pouco influem nos resultados globais daqueles.

Disso originou-se acentuada tendência para substituir essa técnica por outras que venham simplificar a instalação e a condução dos experimentos, usando-se, por exemplo, uma só linha, sem adubo ou com adubação completa, para separar as áreas úteis adjacentes. E o pior é que esta inovação tem sido empregada em experimentos tendo canteiros com reduzido número de fileiras e em culturas com espaçamento relativamente estreito, sem que se tenha verificado se ela fornece resultados tão precisos quanto os da técnica estabelecida.

O objetivo do presente trabalho é apresentar um estudo comparativo entre as duas técnicas, utilizando os resultados de três experimentos de adubação do milho, dois conduzidos em Ribeirão Preto e o outro em Santa Rita do Passa-Quatro.

2 — EXPERIMENTOS DE RIBEIRÃO PRÊTO

2.1 — MATERIAL E MÉTODO

Em experimentos de adubação do milho realizados em 1959-60, no Município de Ribeirão Preto, usaram-se canteiros cujas áreas úteis, constituídas de duas fileiras espaçadas de 1 m e tendo 10 m de comprimento, eram separadas das vizinhas por uma só fileira com igual espaçamento e sem qualquer adubação.

O esquema experimental adotado foi o fatorial $3 \times 3 \times 3$ para $N \times P \times K$, sendo que os níveis de N, P_2O_5 e K_2O foram 0, 40 e 80 kg/ha. O fósforo e o potássio foram aplicados nos sulcos de plantio; o nitrogênio, em cobertura, parceladamente, aos 30 e aos 60 dias após a emergência das plantas. Êste último elemento, na forma de sulfato de amônio, foi distribuído em faixas de cerca de 50 cm de largura e tendo como eixo as fileiras de plantas.

Dois desses experimentos foram colhidos com os necessários detalhes. Ambos foram instalados em terra-roxa-legítima, um na Fazenda Santa Adelaide e o outro no Sítio Ponsoni. Como o nitrogênio se move no solo com relativa facilidade e, por outro lado, é o nutriente que tem obtido maiores respostas em experimentos realizados recentemente na zona em questão (1), foi escolhido para indicador da concorrência das linhas separadoras às áreas úteis adjacentes. Para medir a intensidade dessa concorrência, também pesaram-se as produções das fileiras separadoras, dando-se a cada uma destas uma denominação que indicasse as doses recebidas pelas áreas úteis vizinhas. Assim, as fileiras situadas entre dois canteiros sem nitrogênio foram chamadas 00; as que ficaram entre canteiros com a dose 1 desse elemento, 11; as que separavam um canteiro sem nitrogênio de outro com sua dose 1, 01, e assim por diante.

O tempo correu favoravelmente, com chuvas bem distribuídas, e as produções obtidas podem ser consideradas muito boas. Convém assinalar que, determinados pelas áreas úteis, os efeitos médios do fósforo e do potássio foram praticamente nulos nos dois experimentos, e que as respostas às doses 1 e 2 de nitrogênio atingiram, respectivamente, +22 e +33% na Fazenda Santa Adelaide e +56 e +76% no Sítio Ponsoni.

2.2 — RESULTADOS

As produções das fileiras consideradas constam do quadro 1, em cuja segunda coluna foram incluídas as das duas fileiras úteis sem adubo. Observa-se que, nos dois experimentos, as linhas separadoras, embora não tenham sido adubadas diretamente, produziram tanto mais quanto maiores foram as doses de nitrogênio recebidas pelas fileiras adjacentes. Isso significa que as áreas úteis devem ter sido desfalcadas de correspondentes quantidades de nitrogênio, e que o efeito deste nutriente, determinado pelas produções daquelas áreas, não atingiu o nível que teria alcançado se elas fossem cercadas de bordaduras também adubadas com o elemento em aprêço.

A análise estatística (quadro 2) foi efetuada como se as fileiras separadoras tivessem sido distribuídas ao acaso. Este procedimento é perfeitamente admissível, visto como os níveis de nitrogênio que constituem os supostos tratamentos dessas fileiras foram distribuídos ao aca-

so. O número de repetições variou conforme o tratamento, mas foi suficientemente elevado, pois atingiu sete, no pior caso.

A variação total foi decomposta nas componentes entre e dentro dos tratamentos, fornecendo esta última uma estimativa do erro experimental para os testes de significância. As análises de variância mostraram que as diferenças entre tratamentos foram significativas nos dois experimentos. Da componente entre tratamentos separaram-se as comparações fileiras tratadas (indiretamente) *versus* testemunhas (00) e tratadas de um só lado (01+02) *versus* tratadas dos dois lados (12+22).

No experimento da Fazenda Santa Adelaide somente a primeira comparação foi significativa, mas no do Sítio Ponsoni ambos os contrastes foram altamente significativos. Conforme já esclarecido, o efeito do nitrogênio, determinado pelas áreas úteis, foi muito menor no primeiro experimento do que no segundo.

3 — EXPERIMENTO DE SANTA RITA

Este foi conduzido, pela Seção de Cereais, na antiga Estação Experimental de Santa Rita do Passa-Quatro, usando-se a técnica estabelecida, isto é, canteiros com bordaduras tratadas da mesma maneira que as áreas úteis. Os canteiros tiveram cinco fileiras espaçadas de 1 m e tendo 10 m de comprimento, para se aproveitarem somente as três fileiras centrais. Todavia, para comparação também foram colhidas, neste experimento, as duas fileiras laterais ou bordaduras. O espaçamento entre os canteiros também foi de 1 m.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo estudados, num esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$ para $N \times P \times K$, os níveis 0 e 30 kg/ha de N, 0 e 80 kg/ha de P_2O_5 e 0 e 50 kg/ha de K_2O . O experimento foi instalado em 1944-45, numa área de terra-roxa-misturada, e repetido, nos mesmos canteiros, até 1948-49. Contudo, em 1947-48 não foram determinadas as produções das bordaduras, razão por que êsse ano foi excluído do presente estudo. Os adubos foram aplicados anualmente, nos sulcos de plantio, tendo-se o cuidado de os abrir sempre nos mesmos lugares. Detalhes sobre outros dados (das áreas úteis) deste experimento já foram publicados (2).

QUADRO 1. — Experimentos de adubação do milho conduzidos em Ribeirão Preto. Produções, em quilos de espigas por 10 m², das fileiras sem adubo que separavam canteiros tratados com diferentes níveis de nitrogênio.

Localização dos experimentos	Fileiras separadoras (1)			
	00	01	02	12 e 22
	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
Sítio Ponsoni	3,90	6,80	5,10	7,20
	3,60	6,50	5,00	7,00
	3,50	5,30	4,70	5,60
	3,40	5,00	4,60	5,40
	3,30	4,40	4,00	5,30
	3,30	4,40	3,90	5,20
	3,10	4,40	3,90	4,70
	2,90	4,30	—	4,70
	2,80	4,30	—	4,50
	2,60	3,30	—	—
	2,60	3,30	—	—
	Médias	3,18	4,73	4,46
Fazenda Santa Adelaide	5,30	6,80	7,65	6,70
	5,00	6,65	6,60	6,30
	4,85	6,50	6,00	6,10
	4,50	5,50	5,75	6,00
	4,50	5,20	5,75	5,90
	4,40	5,00	5,70	5,00
	4,35	5,00	5,10	4,25
	4,20	4,85	4,40	—
	2,70	4,80	4,25	—
	—	4,50	—	—
	—	4,50	—	—
	—	3,85	—	—
	—	3,75	—	—
	Médias	4,42	5,15	5,69

(1) V. no texto a significação dos símbolos das fileiras separadoras.

QUADRO 2. — Experimentos de Ribeirão Preto. Análise estatística das produções das fileiras apresentadas no quadro 1

Locais dos experimentos	F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Sítio Ponsoni	Entre tratamentos ..	3	28,63	9,54	13,82**
	Tratadas vs. 00	1	21,43	21,43	31,06**
	(12+22) vs. (01+02)	1	4,74	4,74	6,87**
	Dentro	34	23,57	0,69	—
	Total	37	52,20	—	—
Fazenda Santa Adelaide	Entre tratamentos ..	3	9,74	3,25	3,82*
	Tratadas vs. 00	1	7,93	7,93	9,33**
	(12+22) vs. (01+02)	1	0,49	0,49	—
	Dentro	34	29,08	0,85	—
	Total	37	38,82	—	—

3.2 — RESULTADOS

Em média dos quatro anos considerados, as produções de grãos nas áreas úteis e nas bordaduras foram:

TRATAMENTOS	Nas áreas úteis	Nas bordaduras	Dif. bords. - úteis
	kg/ha	kg/ha	%
Sem N	2 258	2 702	+ 20
Com N	2 548	2 869	+ 13
Sem P	2 285	2 638	+ 15
Com P	2 521	2 933	+ 16
Sem K	2 265	2 644	+ 17
Com K	2 542	2 927	+ 15

Observa-se que, embora em proporções diferentes para os diversos tratamentos, nas bordaduras as produções foram bem mais elevadas que nas áreas úteis. Num experimento como este, enquanto as fileiras úteis só contam com as adubações aplicadas nos correspondentes canteiros, as bordaduras, conforme sua posição relativa no campo, tanto podem aproveitar nutrientes dos canteiros vizinhos como ceder a estes parte dos que receberam, e parece que no experimento em estudo o saldo dessas ações foi favorável às bordaduras. Não é fácil explicar o que aconteceu em cada caso: pôde-se verificar, porém, que nos canteiros sem nitrogênio — que foram, aliás, os que mais se diferenciaram no sentido em aprêço — do total de 32 bordaduras, 18 foram beneficiadas pela vi-

zinhança de canteiros que o receberam. É verdade que as bordaduras dêstes últimos devem ter sido desfalcadas de nitrogênio, e, no entanto, também produziram um pouco mais que as correspondentes fileiras úteis. Não é para estranhar, contudo, que elas tenham aproveitado, dos canteiros adjacentes, fósforo e potássio em quantidades maiores do que aquelas que lhes cederam. Como o experimento foi conduzido por quatro anos, convém dizer que, em média de todos os tratamentos, no primeiro biênio, quando os efeitos das adubações foram geralmente menores, as bordaduras produziram apenas 9% mais do que as fileiras úteis; no segundo biênio, porém, essa diferença se elevou a 23%.

As explicações mencionadas poder-se-iam acrescentar outras, baseadas em diferenças microclimáticas, devidas ao porte das plantas nos diversos tratamentos. Todavia, tanto estas como as primeiras não passariam, ainda, de meras hipóteses. Mas, indiscutivelmente, as fileiras úteis produziram menos que as bordaduras, e, o que é pior, as relações entre as produções das primeiras e as das últimas foram muito diferentes. Enquanto nos canteiros adubados com nitrogênio a relação foi 100:113, nos que não receberam êsse nutriente ela se alargou para 100:120. Isso já seria suficiente para justificar o uso da técnica estabelecida. Entretanto, o fato mais importante é que os efeitos dos três nutrientes foram muito diferentes nos dois casos.

Para verificar como êles diferiram, basta que se comparem os resultados das análises estatísticas, efetuadas separadamente para fileiras úteis e para bordaduras. Na relação abaixo, são apresentados os dados essenciais dessas análises, baseadas nas produções de grãos, em média dos quatro anos estudados.

EFEITOS MÉDIOS, KG/HA	<i>Fileiras úteis</i>	<i>Bordaduras</i>
N	+290***	+167
P	+236**	+295*
K	+278***	+283*
INTERAÇÕES KG/HA		
NP	+74	+61
NK	-67	+7
PK	+1	+32
NPK	+40	-185
Coefficientes de variação	8,9%	10,9%
F para tratamentos (7; 21)	5,62**	2,90

Enquanto nas áreas úteis o efeito N atingiu + 290 kg/ha (+13%) e foi significativo ao nível de 0,1%, nas bordaduras, não obstante terem estas produzido mais, êsse efeito baixou para +167 kg/ha (+6%) e não alcançou significância. Conforme já se viu, cerca de 60% das bordaduras que não receberam adubação nitrogenada foram beneficiadas pela vizinhança de canteiros que a receberam. Como as bordaduras dêstes, por sua vez, devem ter sofrido correspondentes desfalques, o efeito daquela adubação tornou-se muito pequeno nas fileiras em aprêço. Conquanto neste experimento a resposta ao nitrogênio tenha sido muito menor que nos de Ribeirão Preto, os resultados agora estudados confirmam plenamente a influência da adubação de uma fileira sobre a produção das fileiras adjacentes.

Por ter maior mobilidade no solo, o nitrogênio foi escolhido para o presente estudo. Deve-se notar, porém, que no experimento relatado os outros elementos também atuaram diferentemente nas áreas úteis e nas bordaduras. Assim é que o efeito do fósforo, embora significativo nos dois casos, foi menor nas fileiras úteis, talvez porque aí as produções foram mais baixas. Tanto que, em números relativos as respostas médias a êsse nutriente foram praticamente iguais: +10% nas áreas úteis e +11% nas bordaduras. Quanto ao potássio, seu efeito foi sensivelmente o mesmo nos dois casos. Seja como fôr, nas fileiras úteis é que as respostas ao fósforo e ao potássio alcançaram mais elevado grau de significância.

Essas considerações mostram que, pelo menos em experimentos de adubação cujos canteiros tenham pequenos número de fileiras — ou, de um modo mais geral, tenham forma longa — a falta de bordaduras tratadas da mesma maneira que a parte útil pode viciar os resultados, sobretudo quando se estudar o efeito do nitrogênio.

4 — CONCLUSÕES

- a) Em dois experimentos de adubação do milho, nos quais as áreas úteis dos canteiros, ao invés de serem protegidas por bordaduras conforme a técnica estabelecida, foram separadas por simples fileiras sem adubo, as produções destas foram tanto mais elevadas quanto maiores foram as doses de nitrogênio aplicadas nos canteiros adjacentes. Assim, parece razoável admitir-se que as áreas úteis sofreram corresponden-

- tes desfalques e que, nelas, o efeito da adubação nitrogenada foi prejudicado;
- b) Em outro experimento cujos canteiros tiveram bordaduras normais, tratadas da mesma maneira que as respectivas áreas úteis, as produções destas foram bem menores que as daquelas; por outro lado, enquanto o efeito do nitrogênio foi apreciável e significativo ao nível de 0,1% quando determinado pelas áreas úteis, tornou-se muito pequeno, e não alcançou significância, quando estimado pelas bordaduras. Neste experimento as áreas úteis não foram influenciadas pelos tratamentos diferenciais dos canteiros vizinhos, mas parece que as bordaduras sem adubação nitrogenada puderam aproveitar parte da empregada nas fileiras adjacentes. Como estas, por sua vez, sofreram correspondentes desfalques, o efeito do nitrogênio, nas bordaduras, foi muito menor:
- c) A conclusão final destes experimentos é que, pelo menos quando se estudar o efeito do nitrogênio, a falta de bordaduras tratadas da mesma maneira que as partes úteis dos canteiros pode viciar os resultados, razão por que não se deve abandonar a técnica já estabelecida antes de determinar os possíveis casos em que ela possa ser simplificada sem prejuízo na avaliação dos efeitos dos tratamentos considerados.

THE USE OF BORDER ROWS IN FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN

SUMMARY

According to the established technique each plot in a fertilizer experiment should be protected by guard rows, *i.e.*, by rows that receive the same treatment of the effective plot unit, but are not utilized for observations and harvest. As this technique increases the field work there is a tendency for simplifying it by using, for instance, only one unfertilized row between the adjacent effective plot units.

The author studied the viability of the last technique in two fertilizer trials with corn and verified that the yields of the separating (unfertilized) rows increased as the doses of nitrogen applied to the adjacent effective plots were increased, what seems to indicate that these plots were deprived of corresponding quantities of the nutrient in question. In another experiment with corn, in which the esta-

blished technique was used, the yields of the guard rows were larger than those of the effective plot units, whereas the response to nitrogen was much smaller in the former than in the latter. From the results of these experiments the author concluded that at least when studying the effect of nitrogen the simplified technique should not be used.

LITERATURA CITADA

1. ARRUDA, H. V. Contribuição para o estudo da adubação mineral do milho nas terras roxas do Município de Ribeirão Preto. (s.l.), 1959. 39 p. [Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»]. [Mimeografada].
2. VIÉGAS, G. P. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. VII — Ensaio com torta de algodão. *Bragantia* 15:65]-82. 1956.