

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de S. Paulo

Vol. 27

Campinas, agosto de 1968

N.º 26

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ADUBOS MINERAIS NOS SULCOS DE PLANTIO, SOBRE OS "STANDS" DE CULTURAS DE MANDIOCA (1)

JAIRO RIBEIRO DA SILVA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Raízes e Tubérculos*, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo (2), Instituto Agronômico*

SINOPSE

O efeito do calcário e de alguns adubos sobre os "stands" de culturas de mandioca foi estudado em solos arenosos. Em três experiências fatoriais, o calcário aplicado a lanço e o sulfato de amônio em cobertura não modificaram os "stands", ao passo que o superfosfato simples e o cloreto de potássio, empregados nos sulcos de plantio, provocaram substanciais e significativas reduções. Em três outras experiências, em blocos ao acaso, a aplicação de superfosfato simples + cloreto de potássio nos sulcos de plantio, completada com a de sulfato de amônio em cobertura, também causou substanciais reduções em relação aos "stands" dos tratamentos sem adubo, mas somente em duas das experiências essas reduções alcançaram significância estatística.

1 — INTRODUÇÃO

Em 1963 foram instaladas, em solos arenosos do município de Araras, seis experiências para estudar o efeito de diversas adubações minerais sobre a produção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Nessas experiências, com exceção do nitrogênio, os adubos foram aplicados segundo o método tradicionalmente usado no Estado de São Paulo — nos sulcos de plantio, ao ser este efetuado. Em consequência disso, os "stands" sofreram severas reduções, tornando as experiências imprestáveis para a determinação da produção.

(1) Trabalho apresentado na XVII Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, realizada em Belo Horizonte. Recebido para publicação em 4 de novembro de 1967.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agronômico. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

Todavia, as observações feitas durante quase três meses, sobretudo no que se refere aos "stands", forneceram informações de grande utilidade para o conhecimento dos prejuízos que podem resultar do citado método de aplicação, e confirmam resultados anteriores (2, 3, 4).

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Em três das experiências, que tiveram, neste trabalho, os n.ºs 1, 2 e 3, usou-se um esquema fatorial $3 \times 3 \times 3$ para N, P e K, em blocos de nove unidades com confundimento da interação $N \times P \times K$. Houve três repetições, cada uma delas com uma dose de calcário (0, 1 e 2 t/ha).

De nitrogênio, empregaram-se 0, 40 e 80 kg/ha, como sulfato de amônio; de fósforo, 0, 80 e 160 kg/ha de P_2O_5 , como superfosfato simples; de potássio, 0, 60 e 120 kg/ha de K_2O , como cloreto de potássio.

O calcário, com 45% de CaO, foi espalhado na véspera do plantio e incorporado ao solo com grade de discos. O fósforo e o potássio foram aplicados nos sulcos de plantio, que tiveram 10 cm de profundidade, e misturados com a terra antes da colocação das manivas; o nitrogênio, em cobertura: metade das doses, três semanas depois do plantio, e a outra metade três semanas mais tarde.

Os canteiros tiveram quatro fileiras de dez plantas, com o espaçamento de 1,00 m x 0,60 m, mas as observações foram efetuadas somente nas duas fileiras centrais, correspondentes a 12 m². Usaram-se manivas de 25 cm, da variedade 59-Branca de Santa Catarina, as quais foram plantadas pelo sistema comum, horizontalmente.

Nas outras três experiências, que receberam os n.ºs 4, 5 e 6, o plano experimental constou de quatro tratamentos em blocos ao acaso, com seis repetições. Em um desses tratamentos, os adubos seriam empregados no segundo ciclo da mandioca, o que, conforme se deduz dos esclarecimentos do capítulo 1, não foi feito. Nessas condições, só serão considerados os tratamentos:

- a) Dose de 41-83-77 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$
- b) Metade da dose de a
- c) Sem adubo

Nessas experiências, a adubação com fósforo + potássio, designada como $P_s K_s$ foi aplicada nos sulcos de plantio; o nitrogênio (N_c), em cobertura. As fontes de adubos e os demais itens experimentais foram idênticos aos adotados nas experiências fatoriais.

As seis experiências foram instaladas em solos arenosos do município de Araras e plantadas entre 29 de outubro e 8 de novembro de 1963. Em todas elas os "stands" foram determinados no decorrer de janeiro de 1964, cerca de 2,5 meses após o plantio. Para a análise estatística, os dados observados, depois de calculados como porcentagens dos "stands" perfeitos, sofreram a transformação $\text{arc sen. } \sqrt{\%}$.

Detalhes sobre a execução das experiências serão mencionados a seguir, ao serem apresentados os resultados obtidos de cada uma delas.

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS (3)

Nos cinco meses anteriores a outubro praticamente não choveu na zona das experiências. Contudo, as precipitações totalizaram 100 a 120 mm nas duas semanas que precederam o plantio, de sorte que, ao ser êste efetuado, o solo estava suficientemente úmido, pelo menos na camada superficial. Em novembro choveu bastante, mas em dezembro e janeiro as chuvas foram muito inferiores às normais desses meses.

3.1 — EXPERIÊNCIA N.º 1

Instalada na fazenda Retiro, em solo com pH 5,55, 0,09% de N total e, por 100 g de T.F.S.A., 0,18 e.mg de PO_4^{-3} solúvel em ácido oxálico + oxalato de potássio, bem como 0,18 e.mg de K^+ e 3,00 e.mg de Ca^{+2} trocáveis.

Os "stands", observados no dia 23 de janeiro de 1964, 86 dias depois do plantio, são apresentados no quadro 1.

(3) Os autores agradecem a colaboração, na execução das experiências, do Eng.º Agr.º Waldy Oliveira, da Casa da Lavoura de Araras, do Eng.º Agr.º Vital Pacifico Homem, proprietário da fazenda Retiro, e dos Srs. Giannandrea Matarazzo e Mário Sanfelice, respectivamente proprietários da fazenda Santa Fé e do sítio Sanfelice. As análises do solo foram efetuadas na Seção de Química Mineral, do Instituto Agronômico.

QUADRO 1. — Adubação da mandioca. “Stands” médios, em porcentagem do “stand” perfeito, determinados 74 a 86 dias após o plantio das experiências fatoriais 3³ para N (sulfato de amônio), P (superfosfato simples) e K (cloreto de potássio) realizadas nos locais indicados do município de Araras. As experiências tiveram três repetições com diferentes doses de calcário

N.º e local da experiência	Nível de calcário (¹)	Nível de N (¹)			Nível de P (¹)			Nível de K (¹)			Média
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	
		0	77,8	79,4	77,2	83,3	77,8	73,3	84,4	81,7	
1	81,7	77,2	76,7	82,2	78,3	75,0	87,8	78,3	69,4	78,5	
2	75,6	78,3	85,6	90,6	77,8	71,1	85,0	77,8	76,7	79,8	
	Média	78,3	78,3	79,8	85,4	78,0	73,1	85,7	79,3	71,5	---
0	67,2	65,0	58,3	70,0	63,3	57,2	73,3	63,3	53,9	63,5	
1	56,7	67,8	57,8	68,9	58,9	54,5	82,2	53,3	46,7	60,7	
2	62,8	59,4	60,6	66,1	58,3	58,3	77,2	57,8	47,8	60,9	
	Média	62,2	64,1	58,9	68,3	60,2	56,7	77,6	58,1	49,4	---
0	67,8	72,2	63,9	77,2	66,1	60,6	80,0	70,0	53,9	68,0	
1	66,7	66,1	70,0	66,7	67,2	68,9	86,1	64,4	52,2	67,6	
2	74,4	68,3	70,6	84,4	70,6	58,3	83,9	68,9	60,6	71,1	
	Média	69,6	68,9	68,2	76,1	68,0	62,6	83,3	67,8	55,6	---

(¹) O calcário foi aplicado a lanço; o nitrogênio, em cobertura; o fósforo e o potássio, nos sulcos de plantio, ao ser este efetuado.

Na análise estatística dos resultados dessa observação o coeficiente de variação correspondeu a 12,3%. O calcário (empregado a lanço, na véspera do plantio) e o nitrogênio (aplicado em cobertura) não modificaram os "stands", mas o fósforo (superfosfato simples) e o potássio (cloreto de potássio), que foram aplicados nos sulcos de plantio, provocaram depressões altamente significativas e lineares. As interações lineares duplas não foram significativas.

O quadro 1 não revela a queda total nos "stands" causada pelo conjunto das adubações fosfatada e potássica, porque a média dos tratamentos sem potássio, por exemplo, inclui tratamentos com fósforo. Considerando a média dos tratamentos sem fósforo e sem potássio, e as dos que receberam as doses 1 ou 2 desses elementos, verifica-se que, enquanto no primeiro caso o "stand" atingiu 90,0% do "stand" perfeito, no segundo baixou para 81,2%, e no terceiro, para 67,8%.

3.2 — EXPERIÊNCIA N.º 2

Conduzida na fazenda Santa Fé. O solo tinha pH 5,80, 0,05% de N total, e em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 0,16 de PO_4^{-3} solúvel em ácido oxálico + oxalato de potássio, bem como 0,10 de K^+ e 1,30 de Ca^{+2} trocáveis.

Os "stands", determinados 80 dias depois do plantio, acham-se indicados no quadro 1. O coeficiente de variação foi de 14,5%. As pequenas diferenças causadas pelo calcário e pelo nitrogênio não alcançaram significância estatística, ao passo que o fósforo os reduziu significativa e linearmente, ao nível de 1% de probabilidade. Quanto ao potássio, seu efeito linear foi negativo e altamente significativo, mas o componente quadrático alcançou significância ao nível de 5%.

A interação $P_L \times K_L$, que também foi significativa ao nível de 5%, mostrou que a presença de um desses elementos atenuou o efeito prejudicial do outro. Mesmo assim, a depressão provocada pelo conjunto PK foi muito grande. O "stand" médio dos tratamentos sem fósforo e sem potássio atingiu 89,4% do "stand" perfeito, e os dos tratamentos que receberam P_1K_1 e P_2K_2 baixaram para, respectivamente, 55,6% e 46,7%.

3.3 — EXPERIÊNCIA N.º 3

Realizada no sítio Sanfelice. O solo em que foi instalada tinha pH 5,35, 0,11% de N total, e em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 0,54 de PO_4^{-3} solúvel em ácido oxálico + oxalato de potássio, 0,10 de K^+ e 1,80 de Ca^{+2} trocáveis.

Os “stands” (quadro 1), que foram observados 74 dias após o plantio, sofreram grandes reduções em alguns tratamentos. Na análise estatística, o coeficiente de variação correspondeu a 11,1%. As diferenças proporcionadas pelo calcário e pela adubação nitrogenada foram muito pequenas e não significativas. Todavia, o fósforo e o potássio provocaram reduções lineares e altamente significativas. As interações lineares duplas não foram significativas.

Convém mencionar que a média dos “stands” dos tratamentos sem fósforo e sem potássio atingiu 88,3% do “stand” perfeito. Enquanto isso, as médias dos que receberam P_1K_1 e P_2K_2 baixaram para 67,8 e 54,4%, respectivamente.

3.4 — EXPERIÊNCIA N.º 4

Instalada na fazenda Retiro. A área aproveitada tinha pH 5,55, 0,09% de N total, e em e.mg por 100 g de T.F.S.A., 0,18 de PO_4^{-3} solúvel em ácido oxálico + oxalato de potássio, bem como 0,16 de K^+ e 3,00 de Ca^{+2} trocáveis.

Conforme esclarecido no capítulo 2, nesta experiência e nas de n.º 5 e 6, em blocos ao acaso, só foram considerados os três tratamentos cujos resultados são apresentados no quadro 2: a) uma dose de $\text{N}_c \text{P}_s \text{K}_s$, b) meia dose de $\text{N}_c \text{P}_s \text{K}_s$, e c) sem adubo, nos quais o fósforo e o potássio foram aplicados nos sulcos de plantio, e o nitrogênio, em cobertura.

Na análise estatística dos “stands”, determinados 86 dias após o plantio, o coeficiente de variação correspondeu a 14%, e houve diferenças altamente significativas entre os tratamentos. Segundo o teste de Tukey ao nível de 1%, o “stand” do tratamento com uma dose de $\text{N}_c \text{P}_s \text{K}_s$ foi significativamente inferior ao do que recebeu meia dose, e éste, significativamente inferior ao do sem adubo. Em porcentagem do “stand” perfeito, o “stand” caiu de 92,5, no tratamento sem adubo, para 65,8, no adubado com a dose básica de $\text{N}_c \text{P}_s \text{K}_s$.

QUADRO 2. — Adubação da mandioca. “Stand” médios, em porcentagem do “stand” perfeito, determinados 74 a 86 dias após o plantio das experiências em blocos ao acaso, realizadas nos locais indicados do município de Araras

Tratamento ⁽¹⁾	Exp. 4 Fazenda Retiro	Exp. 5 Fazenda Santa Fé	Exp. 6 Sítio Sanfelice
Uma dose de N P K c s s	65,8	50,0	79,2
Meia dose de N P K c s s	80,8	68,3	89,2
Sem adubo	92,5	92,5	90,0

(¹) A dose básica correspondeu a 41-83-77 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, como sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. Os índices c e s indicam que esses adubos foram aplicados, respectivamente, em cobertura ou nos sulcos de plantio, ao ser este efetuado.

3.5 — EXPERIÊNCIA N.º 5

Conduzida na fazenda Santa Fé, ao lado da experiência n.º 2.

Os “stands”, observados 80 dias após o plantio, são apresentados no quadro 2. Na análise estatística, o coeficiente de variação foi de 15,5%. Segundo o teste de Tukey ao nível de 1%, o tratamento sem adubo superou o adubado com meia dose de N_cP_sK_s, e este, por sua vez, superou o que recebeu a dose total dessa adubação. Em relação ao “stand” perfeito, o “stand” do tratamento sem adubo atingiu 92,5%, ao passo que o do adubado com a dose maior de N_cP_sK_s baixou para tão somente 50,0%.

3.6 — EXPERIÊNCIA N.º 6

Nesta experiência, instalada ao lado da de n.º 3, no sítio Sanfelice, os “stands” foram determinados 74 dias depois do plantio.

O coeficiente de variação correspondeu a 15%. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Contudo, convém registrar que o “stand” (quadro 2) caiu de 90,0%, no tratamento sem adubo, até 79,2%, no que recebeu a dose básica de N_cP_sK_s.

4 — DISCUSSÃO

Nas três experiências fatoriais, o calcário, aplicado a lanço e em doses moderadas, não modificou significativamente os "stands". O mesmo aconteceu ao nitrogênio, empregado em cobertura quando as plantas estavam em desenvolvimento. Todavia, o fósforo e o potássio, que foram aplicados nos sulcos de plantio, ao ser êste efetuado, sob as formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, provocaram reduções significativas nas três experiências. Em média destas e em porcentagem do "stand" perfeito, os "stands" dos tratamentos P_0 , P_1 e P_2 corresponderam a, respectivamente, 76,6, 68,7 e 64,1; os dos tratamentos que receberam K_0 , K_1 e K_2 , a 82,2, 68,4 e 58,8.

Para apreciar a queda determinada pela aplicação conjunta dos dois adubos, deve-se comparar a média dos tratamentos sem fósforo e sem potássio com as dos adubados com as doses 1 ou 2 dêesses elementos. Verifica-se que o "stand" atingiu 87,2%, no primeiro caso, mas baixou para 63,5%, no segundo, e para 50,4%, no terceiro. Dando o valor 100 à média dos tratamentos que receberam P_0K_0 , os índices referentes às dos adubados com P_1K_1 e P_2K_2 seriam, respectivamente, 73 e 58.

O efeito prejudicial do cloreto de potássio, quando aplicado nos sulcos de plantio, é muito freqüente, ao passo que o do superfosfato é relativamente raro, em parte porque êsse adubo aumenta muito pouco a concentração da solução do solo (5). Mas o fato é que, conforme sua origem, êle pode conter quantidades apreciáveis de elementos altamente tóxicos. Kinra e colaboradores (1), que estudaram o assunto em experiências com trigo e aveia, usando superfosfatos de diferentes origens, concluíram que um dêesses elementos seria o flúor; citam também conclusões de Guttay, segundo as quais o superfosfato, quando empregado em contato com as sementes, poderia ser tão prejudicial à germinação quanto os adubos nitrogenados e potássicos.

Em duas das três experiências em blocos ao acaso, a adubação com PK nos sulcos de plantio (completada com a aplicação de N em cobertura) reduziu significativamente os "stands", mesmo quando se usou a metade da dose básica, isto é, 41,5 kg/ha de P_2O_5 , como superfosfato simples, e 38,5 kg/ha de K_2O , como cloreto de potássio. Na terceira experiência, embora as reduções fôssem menores e não significativas, os resultados observados

foram semelhantes. Em média dessas três experiências e em relação ao "stand" do tratamento sem adubo, a depressão provocada pela metade da dose correspondeu a 13%, mas a causada pela dose básica se elevou a 29%.

Convém lembrar que, nos tratamentos sem fósforo e sem potássio das experiências fatoriais, bem como nos sem adubo das experiências em blocos ao acaso, os "stands" das experiências individuais variaram entre 88,3 e 92,5% do "stand" perfeito. Isso indica que as condições edáficas e meteorológicas prevalentes não foram tão adversas quanto se poderia supor, pois permitiram a obtenção de bons "stands" nos tratamentos em que não se aplicaram adubos nos sulcos de plantio.

Das considerações que acabam de ser feitas e dos resultados minuciosamente discutidos em trabalhos anteriores (2, 3, 4), deduz-se que o método tradicional de aplicação de adubos deve ser substituído. Aliás, Normanha e colaboradores (4) já iniciaram um programa experimental visando determinar como e quando aplicá-los em culturas de mandioca.

5 — CONCLUSÕES

Das experiências relatadas (três fatoriais e três em blocos ao acaso), nas quais foi estudada, em solos arenosos, a influência do modo de aplicação de alguns adubos sobre os "stands" de culturas de mandioca, determinados cerca de 2,5 meses após o plantio, podem-se tirar as seguintes conclusões:

a) Nas experiências fatoriais, o calcário empregado a lanço e o sulfato de amônio aplicado em cobertura não modificaram os "stands". Todavia, tanto o superfosfato simples como o cloreto de potássio, que foram aplicados nos sulcos de plantio, ao ser êste efetuado, provocaram reduções significativas nas três experiências.

b) Em duas das três experiências em blocos ao acaso, a adubação com superfosfato simples + cloreto de potássio aplicada nos sulcos de plantio e completada com sulfato de amônio empregado em cobertura reduziu significativamente os "stands" em relação aos dos tratamentos sem adubo. Semelhante redução, mas não significativa, foi observada na terceira experiência.

EFFECTS OF APPLICATION OF SOME FERTILIZERS IN THE FURROWS,
ON THE STANDS OF CASSAVA FIELDS

SUMMARY

The effects of lime and some fertilizers on the stands of cassava fields were studied in the State of São Paulo. Three factorial experiments showed that lime scattered broadcast and ammonium sulphate used as top dressing did not influence the stands, whereas ordinary superphosphate as well as potassium chloride, which were applied in the furrows at planting time, significantly decreased them. In three other experiments in randomized blocks, the application of ordinary superphosphate plus potassium chloride in the planting furrows, completed with that of ammonium sulphate as top dressing, also reduced the stands, but these reductions were significant only in two cases.

LITERATURA CITADA

1. KINRA, K. L.; FOTH, H. D. & DAVIS, J. F. Effect of ordinary superphosphate on emergence of oats and wheat Agron. J. 54:180-181, 1962.
2. NORMANHA, E. S. Adubação da mandioca no Estado de São Paulo, I — Efeito da adubação mineral. Bragantia 11:181-194, 1951.
3. ————— & FREIRE, E. S. Conseqüências da aplicação de adubos em contato com as ramas de mandioca. Bragantia 18:I-IV, 1958. Nota 1.
4. —————; PEREIRA, A. S. & FREIRE, E. S. Modo e época de aplicação de adubos minerais em culturas de mandioca. Bragantia 27:143-154, 1968.
5. RADER (Jr.) L. F.; WHITE, L. M. & WHITTACKER, C. W. The salt index, a measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. Soil Sci. 55:201-218, 1943.