

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paul

Vol. 27

Campinas, setembro de 1968

N.º 29

## EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE A PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM SOLOS DE BAIXA E ALTA FERTILIDADE (1)

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

### SINOPSE

Para estudar os efeitos de adubações com nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de mandioca, conduziram-se, no Estado de São Paulo, duas experiências em solos arenosos de baixa fertilidade e uma em terra-roxa-misturada bastante fértil. Nos três casos, os solos não foram adubados no ano agrícola anterior ao da instalação das experiências. Nestas, pequena parte das doses de fósforo e potássio foi aplicada nos sulcos de plantio, e o resto, em conjunto com as doses totais de nitrogênio, durante o desenvolvimento das plantas, em sulcos laterais aos de plantio. Nos solos arenosos, os efeitos do nitrogênio e do fósforo foram muito pequenos, ao passo que o do potássio foi bastante elevado. Na terra-roxa-misturada, as respostas médias aos três elementos foram pequenas; contudo, a interação negativa fósforo x potássio mostrou que, na ausência um do outro, estes elementos, sobretudo o segundo, proporcionaram aumentos apreciáveis de produção.

### 1 — INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos em três experiências em que foram estudados, em esquema fatorial  $3^3$ , os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio em culturas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

Trabalhos anteriores (2, 3, 4) mostraram a inconveniência de aplicar NPK segundo o método tradicionalmente usado no Estado de São Paulo — nos sulcos de plantio, ao ser este efetuado —

(1) Recebido para publicação em 6 de agosto de 1968.

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

sobretudo quando as doses de nitrogênio e potássio são relativamente altas. Mais recentemente (5), observou-se que o fósforo, na forma de superfosfato simples, também pode provocar sérios danos nos "stands", quando empregado, pela maneira citada, em doses elevadas.

Procurando contornar esses inconvenientes e procedendo de acôrdo com os conhecimentos adquiridos, nas presentes experiências aplicou-se, nos sulcos de plantio, apenas pequena parte das doses de fósforo e de potássio, deixando-se o restante para empregar mais tarde, em sulcos laterais às fileiras de plantas, juntamente com a dose total de nitrogênio.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Nas três experiências, que receberam os n.ºs 76, 77 e 78, usou-se um esquema fatorial  $3^3$  para N, P e K, em blocos de nove canteiros com confundimento da interação N x P x K.

Empregaram-se 0, 40, 80 kg/ha de N, como sulfato de amônio, 0, 80, 160 kg/ha de  $P_2O_5$ , como superfosfato simples, e 0, 60, 120 kg/ha de  $K_2O$ , como cloreto de potássio.

Um quarto das doses de fósforo e de potássio foi aplicado nos sulcos de plantio, que tiveram 10 cm de profundidade, e misturado com a terra antes da colocação das manivas. A aplicação da parte restante desses elementos foi efetuada em sulcos com 5 cm de profundidade, situados 20 cm ao lado das fileiras de plantas. Essa segunda parcela foi empregada na primeira quinzena de novembro, cerca de 80 dias após a instalação das experiências 76 e 77, que foram plantadas em agosto, e 27 dias depois do plantio da experiência 78, instalada em outubro. A dose total de nitrogênio foi empregada em conjunto com a aplicação da segunda parcela das doses de fósforo e potássio.

Os canteiros tiveram quatro fileiras de dez plantas, com o espaçamento de 1,00 x 0,60 m, mas as observações foram efetuadas somente nas duas fileiras centrais, correspondentes a 12 m<sup>2</sup>. Usaram-se manivas de 25 cm, da variedade 59-Branca de Santa Catarina, recém-colhidas em culturas com cerca de um ano de idade. As manivas foram plantadas pelo sistema comum, horizontalmente.

As experiências 76 e 77 foram instaladas, respectivamente, em 13 e 22 de agosto de 1964; a de n.º 78, em 6 de outubro do mesmo ano. Em todos os casos, as raízes foram colhidas em maio ou junho de 1966, isto é, no fim do segundo ciclo da mandioca, cêrca de 22 meses depois do plantio.

No fim do primeiro ciclo, em julho de 1965, quando haviam caído quase tôdas as fôlhas, podaram-se as plantas, cêrca de 10 cm do nível do solo, e pesaram-se as ramas. Embora só seja recomendável em casos especiais, a poda foi feita em tôdas as experiências, porque é operação geralmente praticada pelos agricultores locais.

No quadro 1 figuram dados sôbre a análise química dos solos utilizados. Outros detalhes sôbre a execução das experiências serão mencionados a seguir, ao serem apresentados os resultados obtidos em cada uma delas.

QUADRO 1. — Características químicas dos solos aproveitados para as experiências fatoriais de adubação da mandioca conduzidas nas localidades indicadas (1)

Característica determinada	Experiência 76 Araras	Experiência 77 Araras	Experiência 78 Conchal
pH .....	5,40	5,10	5,50
N total, % .....	0,06	0,07	0,16
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , e.mg (2) .....	0,15	0,18	0,30
K <sup>+</sup> , e.mg (3) .....	0,12	0,10	0,22
Ca <sup>+2</sup> , e.mg (3) .....	3,70	1,80	7,80

(1) Análises efetuadas na Seção de Química Mineral.

(2) Solúvel em ácido oxálico + oxalato de potássio.

(3) Trocáveis.

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS (3)

Nos locais das experiências, o solo estava suficientemente úmido na ocasião do plantio, e choveu sofrivelmente nas semanas

(3) Os autores agradecem a colaboração dos Srs. Giannandrea Matarazzo, Antônio Bruscheri e Sebastião Côte, respectivamente proprietários da fazenda Santa Fê, Araras, do sítio Bruscheri, Araras, e da fazenda São Sebastião, Conchal, onde foram conduzidas as experiências, bem como a do Eng.º Agr.º Waldy Oliveira, da Casa da Lavoura de Araras.

seguintes. Daí por diante, o tempo correu satisfatòriamente, sem grandes deficiências e grandes excessos hídricos, em relação às normais dos correspondentes meses.

O pêso das ramas resultantes da poda efetuada no fim do primeiro ciclo e a produção de raízes colhidas no fim do segundo ciclo da mandioca são apresentados no quadro 2.

### 3.1 — EXPERIÊNCIA 76, EM ARARAS

Instalada na fazenda Santa Fé, município de Araras, numa área de solo arenoso de baixa fertilidade, usada como pastagem há muitos anos, e que recebera dose moderada de calcário três meses antes do plantio da mandioca.

Os “stands” foram bons e suficientemente uniformes. Observações feitas no decorrer da experiência revelaram que sòmente o potássio provocou acentuada melhoria na vegetação, o que refletiu na produção de ramas e raízes.

Na análise estatística da produção de raízes, o coeficiente de variação correspondeu a 14,6%. As respostas ao nitrogênio e ao fósforo foram muito pequenas e não significativas. Todavia, o efeito médio do potássio e seu componente linear foram altamente significativos e positivos. Os aumentos proporcionados pelas doses 1 e 2 desse elemento atingiram 8,7 e 10,5 t/ha, respectivamente, e corresponderam a 99 e 119 por cento da produção média dos tratamentos sem potássio. O efeito  $K_Q$  também foi significativo, mas negativo. As interações lineares duplas não alcançaram significância.

### 3.2 — EXPERIÊNCIA 77, EM ARARAS

Esta também foi conduzida no município de Araras, mas no sítio Bruscheri. Na área utilizada, de solo arenoso, castanho, aplicaram-se, há dois anos, 2,5 t/ha de calcário e, em seguida, fêz-se uma cultura de mandioca, sem adubo, que produziu apenas 12 t/ha.

Os “stands” da experiência foram muito bons e uniformes. O aspecto das plantas, em 1965, denunciou efeito ligeiramente favorável dos três elementos estudados, o que foi confirmado pelo estudo do pêso da parte aérea resultante da poda efetuada no fim do primeiro ciclo.

QUADRO 2. — Produções, em toneladas por hectare, de ramas obtidas na poda efetuada no fim do primeiro ciclo, e de raízes colhidas no fim do segundo ciclo da mandioca, em três experiências fatoriais 3<sup>3</sup> de adubação realizadas em 1964-66

Tratamento (Níveis de N, P e K)	Experiência 76 Araras		Experiência 77 Araras		Experiência 78 Conchal	
	Ramas	Raízes	Ramas	Raízes	Ramas	Raízes
000	5,6	9,3	6,2	15,6	18,0	17,7
001	9,7	16,6	5,0	13,1	15,7	21,0
002	13,1	21,1	5,8	20,4	19,6	23,7
010	3,7	4,7	8,8	22,5	15,8	19,8
011	12,9	19,7	4,9	11,7	9,8	14,3
012	13,3	22,1	8,7	22,8	15,6	19,2
020	5,0	7,1	5,7	13,7	19,2	24,3
021	10,9	17,4	9,2	22,5	13,5	19,3
022	15,1	20,0	4,6	17,3	10,0	15,2
100	3,8	7,9	6,7	16,7	21,7	18,3
101	10,4	17,3	7,1	12,5	17,7	21,8
102	11,9	18,9	6,4	15,8	29,2	25,2
110	4,6	8,0	6,3	17,5	25,4	23,8
111	10,7	17,1	10,7	25,8	22,7	22,9
112	18,7	23,5	6,4	21,3	21,2	15,6
120	9,4	15,6	4,3	12,8	15,8	21,4
121	13,7	19,2	9,2	17,5	16,4	17,0
122	11,7	15,8	11,6	30,4	23,9	19,8
200	8,7	8,9	10,0	20,2	27,5	23,1
201	9,2	14,4	13,6	22,1	23,8	22,7
202	9,0	19,7	7,9	22,8	27,0	20,8
210	5,7	8,3	5,0	14,6	18,1	18,5
211	10,7	12,1	11,3	28,0	29,6	26,8
212	7,2	14,6	14,5	31,3	29,6	20,2
220	6,7	9,8	10,7	17,9	25,0	21,4
221	15,6	23,4	7,1	15,8	23,9	20,3
222	15,3	18,3	10,7	20,4	26,2	21,3
<b>MÉDIAS</b>						
N <sub>0</sub>	9,9	15,3	6,5	17,7	15,2	19,4
N <sub>1</sub>	10,5	15,9	7,6	18,9	21,6	20,6
N <sub>2</sub>	9,8	14,4	10,1	21,5	25,6	21,7
P <sub>0</sub>	9,1	14,9	7,6	17,7	22,2	21,6
P <sub>1</sub>	9,7	14,5	8,5	21,7	20,9	20,1
P <sub>2</sub>	11,5	16,3	8,1	18,7	19,3	20,0
K <sub>0</sub>	5,9	8,8	7,1	16,8	20,7	20,9
K <sub>1</sub>	11,5	17,5	8,7	18,8	19,2	20,7
K <sub>2</sub>	12,8	19,3	8,5	22,5	22,5	20,1

Na produção de raízes colhidas no fim do segundo ciclo, o coeficiente de variação atingiu 22,1%. As respostas ao nitrogênio e ao fósforo, não significativas, corresponderam, em média das duas doses, a +2,5 t/ha (+14%) nos dois casos. Contudo, o efeito  $K_L$  foi significativo ao nível de 5%. O aumento devido à dose 1 de potássio foi de tão somente 2,0 t/ha (12%), ao passo que o proporcionado pela dose 2 se elevou a 5,7 t/ha (34%). As interações lineares duplas não alcançaram significância.

### 3.3 — EXPERIÊNCIA 78, EM CONCHAL

Realizada na fazenda São Sebastião, Conchal, em terra-roxa-misturada bastante fértil. A cultura do ano anterior ao da instalação da experiência, de milho, embora não adubada, produziu muito bem.

Os “stands” foram praticamente uniformes e atingiram, em média de todos os tratamentos, 95% do “stand” perfeito. A vegetação foi observada em fevereiro e novembro de 1965, cada vez por dois observadores, que deram, a cada canteiro, notas de 0 a 5, conforme o seu aspecto (mau ou ótimo). Em média das duas determinações, os efeitos do fósforo e do potássio foram praticamente nulos. O do nitrogênio, porém, foi apreciável. Nos tratamentos com  $N_0$ ,  $N_1$  e  $N_2$ , as notas obtidas foram de, respectivamente, 3,6 4,1 e 4,5.

Na poda feita no fim do primeiro ciclo, o peso das ramas também mostrou que, enquanto os efeitos do fósforo e do potássio foram praticamente nulos, o do nitrogênio foi elevado, pois suas doses 1 e 2 provocaram aumentos de, respectivamente, 42 e 68 por cento.

Na análise estatística da produção de raízes, o coeficiente de variação foi de apenas 11,9%, mas os efeitos médios dos elementos estudados não foram significativos. Efetivamente, as respostas médias ao fósforo e ao potássio foram ligeiramente negativas, e os aumentos proporcionados por  $N_1$  e  $N_2$  limitaram-se a, respectivamente, 1,2 e 2,3 t/ha (6 e 12 por cento).

A interação  $P_L \times K_L$  foi negativa e significativa ao nível de 5%. O efeito médio do fósforo, que alcançou +1,8 t/ha na ausência do potássio, na presença deste elemento baixou a -3,1 t/ha. Por sua vez, na ausência e na presença do fósforo, os efeitos médios do potássio foram de, respectivamente, +2,8 e -2,2 t/ha.

Em vista das observações mencionadas linhas atrás, esperava-se que, na produção de raízes, o efeito do nitrogênio também fosse grande, o que não aconteceu. É possível que, nas condições desta experiência, instalada em solo com teor de nitrogênio total relativamente elevado (0,16%), a adubação nitrogenada tenha contribuído para aumentar muito mais a produção de ramas que a de raízes.

Nas experiências 76 e 77, as produções médias de raízes foram muito maiores que as de ramas resultantes da poda feita no fim do primeiro ciclo. A adubação nitrogenada fez baixar a relação raízes/ramas, mas apenas um pouco. Entretanto, na presente experiência, a produção média de raízes foi praticamente igual à de ramas (da poda), e a relação raízes/ramas, que atingiu 1,28, nos tratamentos sem nitrogênio, baixou para 0,95, nos que receberam  $N_1$ , e para 0,85, nos adubados com  $N_2$ .

Em experiência com soluções nutritivas, realizada por Malavolta e colaboradores (1), em vasos com 60 kg de areia lavada, a variedade de mandioca Branca de Santa Catarina, colhida dez meses após o plantio, respondeu muito bem à adição de nitrogênio, fósforo ou potássio, tanto na produção de ramas como na de raízes tuberosas. Todavia, o exame dos dados dessa experiência indica que a relação raízes/ramas foi sempre maior na presença de qualquer dos elementos citados.

#### 4 — CONCLUSÕES

Das três experiências relatadas, nas quais foram estudados os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de raízes de mandioca, podem-se tirar as seguintes conclusões gerais:

a) Em uma das experiências, instalada em terra-roxa-misturada bastante fértil, não adubada na cultura anterior à da mandioca, as respostas médias aos três elementos foram pequenas e não significativas. Contudo, a interação negativa fósforo x potássio mostrou que, na ausência um do outro, êsses dois elementos, sobretudo o segundo, proporcionaram aumentos apreciáveis de produção.

b) Nas outras duas experiências, conduzidas em solos arenosos de baixa fertilidade, não adubados no ano anterior, os efeitos do nitrogênio e do fósforo também foram pequenos e não significativos, ao passo que o potássio aumentou considerável e significativamente a produção.

RESPONSES OF CASSAVA TO INCREASING DOSES OF NITROGEN,  
PHOSPHORUS AND POTASSIUM

SUMMARY

Three experiments were conducted in the State of São Paulo to study the responses of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to nitrogen, phosphorus and potassium. Effects of nitrogen and phosphorus were small in all of the experiments, while potassium increased significantly the root yields in two of them, located on poor sandy soils.

LITERATURA CITADA

1. MALAVOLTA, E.; COURY, T.; GRANER, E. A.; PACHECO, J. A. DE C. & BRASIL SOBRINHO, M. O. C. DO. Adubação da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl). I — Ensaio em areia lavada. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" 10:217-222, 1953.
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, 1959. (Nota 1)
4. —————; PEREIRA, ARAKEN S. & FREIRE, E. S. Modo e época de aplicação de adubos minerais em cultura de mandioca. *Bragantia* 27:143-154, 1968.
5. SILVA, JAIRO RIBEIRO DA & FREIRE, E. S. Influência da aplicação de adubos minerais nos sulcos de plantio, sobre os "stands" de culturas de mandioca. *Bragantia* 27:291-300, 1968.