

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, março de 1962

N.º 20

ADUBAÇÃO DA BATATA-DOCE EM SÃO PAULO PARTE II — EFEITO DO CALCÁRIO E DE VÁRIOS ADUBOS¹

A. PAES DE CAMARGO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola*², E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo*³, e W. R. VENTURINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônomo*

RESUMO

Entre 1945 e 1950 foram conduzidas quatro experiências em solos ácidos, duas em Campinas (terra-roxa) e duas em Tupi Paulista (solo do Glacial), para estudar os efeitos, sobre a batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.), das aplicações de 3 t/ha de calcário, 50 t/ha de estêrco e duas adubações com 60-100-40 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, sendo uma exclusivamente mineral e outra organomineral. Além desses tratamentos, que constituíram um esquema fatorial 4 × 2, tôdas as experiências tiveram um tratamento extra, com adubação verde na ausência do calcário.

Isolada, a calagem não trouxe aumentos de produção; na presença do estêrco, porém, ela provocou, em quatro experiências, aumentos correspondentes a 5, 12, 20 e 84%. Sômente três das experiências permitiram estudar as respostas ao corretivo na presença das adubações NPK, mineral e organomineral: no primeiro caso elas foram -26, +26 e +34%; no segundo, -29, -20 e +21%.

Os efeitos do estêrco foram sempre elevados, principalmente na presença do calcário, quando alcançaram +104, +148, +158 e +254%. Embora menores que as do estêrco, as respostas às adubações com NPK (em três experiências) também foram muito boas, mas nem sempre a presença do calcário lhes foi favorável: as da adubação mineral, de +62, +62 e +88% na ausência do calcário, passaram, na sua presença, respectivamente para +94, +34 e +144%; as da adubação organomineral, de +148, +94 e +74% na ausência, passaram para +67, +73 e +104% na presença do corretivo. Quanto à adubação verde, no conjunto das quatro experiências seu efeito foi quase igual ao do estêrco.

Na dose empregada, o estêrco levou ao solo muito maiores quantidades de nutrientes que as adubações com NPK. O método de aplicação destas, que foi o usado na

1 Colaborou na execução das experiências da Estação Experimental de Tupi o Eng.º Agr.º Argemiro Frata, chefe da referida estação, então dependência do Instituto Agrônomo. As análises de solo foram executadas na Seção de Química Mineral do Instituto Agrônomo. Recebido para publicação em 27 de fevereiro de 1962.

2 As experiências foram realizadas quando este autor pertencia aos quadros da Seção de Raízes e Tubérculos da mesma instituição.

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

prática — ou seja, colocando-as, no momento do plantio, em contacto com as mudas — parece também ter concorrido para reduzir-lhes o efeito. As depressões causadas pela calagem são atribuídas à conhecida influência nociva da "overliming". Em duas experiências cujos solos foram analisados após a colheita, verificou-se que a calagem elevou o pH de 5,6 a 6,7, em média, mas reduziu apreciavelmente as disponibilidades de fósforo assimilável, sobretudo nos tratamentos adubados com NPK.

1 — INTRODUÇÃO

Dando seqüência à publicação dos resultados experimentais obtidos em ensaios de adubação da batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.) realizados pelo Instituto Agrônomico no período de 1936 a 1950 (2, 3), no presente artigo são relatadas mais quatro experiências, nas quais se estudou o efeito da calagem e de quatro diferentes adubações. Duas dessas experiências (n.ºs 29 e 48) foram conduzidas na Estação Experimental "Theodoreto de Camargo", Campinas, em terra-roxa cultivada anteriormente sem adubação; as outras duas (n.ºs 52 e 54), na antiga Estação Experimental de Tupi, Tupi Paulista, em solo arenoso, claro, derivado da formação Glacial.

Na primeira série de ensaios (2), verificou-se que somente solos muito pobres respondiam significativamente à adubação mineral com NPK; todavia, os aumentos de produção obtidos foram pequenos e anti-econômicos. As informações fornecidas por experiências posteriores (3) e pelas agora estudadas, que incluem aplicações de calcário, NPK, estêrco e adubação verde, representam apreciáveis contribuições para o esclarecimento do assunto.

2 — PLANO EXPERIMENTAL

As quatro experiências foram conduzidas em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo comparados os tratamentos (1), *q*, *r*, *e*, *c*, *eq*, *er*, *ec* e *v*, nos quais (1) significa testemunha; *q*, adubação química; *r*, adubação com resíduos orgânicos e minerais; *e*, estêrco de coqueira; *c*, calagem; *v*, adubação verde. Os oito primeiros tratamentos constituíram um esquema fatorial 4x2; *v* foi incluído como tratamento extra.

A adubação *q* constou sempre de 60-100-40 kg/ka de N-P₂O₅-K₂O, nas formas de salitre do Chile, superfosfato simples e cloreto de potássio. Aproximadamente as mesmas quantidades totais de ele-

mentos nutritivos foram usadas na adubação *r*, na qual figuraram, exceto na experiência 29, farinha de sangue, torta de algodão, resíduos de matadouro, farinha de ossos, cinzas de café e pequeno complemento de dolomita. Na experiência 29, a mistura *r* foi preparada sem as farinhas de sangue e de ossos. De estêrco foram empregadas sempre 50 t/ha. A calagem foi efetuada com 3 t/ha de calcário tendo 40% de CaO, menos no último ano da experiência 48, quando se empregou dolomita com 31% de CaO e 21% de MgO, na dose de 4,45 t/ha. A adubação *v* variou conforme a experiência.

O calcário (ou a dolomita) foi aplicado bem antes do plantio, em tôda a área dos correspondentes canteiros, sendo incorporado levemente ao solo com enxada; o estêrco, 8-10 dias antes do plantio, em sulcos abertos nas linhas em que, a seguir, se elevaram os camalhões destinados a receber as ramas de batata-doce. Para aplicar *q* e *r* abriram-se, por ocasião do plantio, pequenos sulcos no cume dos camalhões, nos quais os adubos foram espalhados, incorporados ao solo e cobertos com terra. Adiante serão mencionados detalhes sôbre a adubação verde, bem como informações peculiares à execução de cada experiência.

Exceto na experiência 29, os canteiros tiveram cinco fileiras de 20 plantas, com o espaçamento de 0,75 x 0,30 m, sendo aproveitadas sômente as três fileiras centrais, correspondentes a 13,50m²; na experiência 29 êles constaram de quatro fileiras de 20 plantas espaçadas de 0,90 x 0,30 m.

As raízes colhidas foram classificadas segundo os tipos comerciais: graúdas, tendo mais de 800 g; "mercado", com 80 a 800 g; miúdas, com menos de 80 g.

Após a colheita de duas das experiências tiraram-se amostras do solo de cada tratamento, compostas de subamostras das quatro repetições, as quais foram analisadas pelo processo então adotado, de "análises sumárias" (1).

3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS

3.1 — EXPERIÊNCIA 29, EM CAMPINAS

Instalada numa área de terra-roxa-legítima, série Chapadão, com pH = 5,6⁴ e empobrecida por sucessivas culturas anuais não adubadas.

⁴ Extraído do "Levantamento detalhado do solo da Estação Experimental "Theodureto de Camargo", executado pela Seção de Agrogeologia do Instituto Agrônomo (não publicado).

Como adubo verde foi usado o centeio, semeado, sem qualquer adubação, em meados de abril de 1945 e incorporado ao solo na época do florescimento. O calcário foi empregado 7,5 meses antes do plantio da batata-doce. Este foi efetuado, com a variedade Yellow Yam, em 17 de dezembro de 1945.

O "stand" médio atingiu 92% do "stand" perfeito, sem diferenças apreciáveis entre os tratamentos. A colheita foi feita quando as plantas completaram seis meses de idade, e as produções, nos melhores tratamentos, alcançaram cerca de 20 t/ha, conforme se vê no quadro 1.

QUADRO 1. — Produções de batata-doce obtidas em quatro experiências conduzidas nas localidades e anos indicados, e nas quais, além de um tratamento extra *v*, foram estudados, em esquema fatorial, os tratamentos (*l*), *q*, *r*, *e*, *c*, *cq*, *cr* e *ce*, sendo que (*l*) significa testemunha; *q*, adubação química com 60-100-40 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O; *r*, iguais doses de nutrientes fornecidas por resíduos orgânicos e minerais; *e*, 50 t/ha de estêrco; *c*, 3 t/ha de calcário¹; *v*, adubação verde².

Tratamentos	Experiência 29 Campinas 1945-46	Experiência 48 Campinas ³			Experiência 52 Tupi 1946-47	Experiência 54 Tupi 1947-48
		1947-48	1949-50	Médias		
	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>
(<i>l</i>)	8,19	11,31	4,07	7,69	6,76	4,39
<i>q</i>	13,25	17,09	7,80	12,45	7,35	8,24
<i>r</i>	20,34	21,17	8,61	14,89	5,44	7,65
<i>e</i>	20,25	20,00	9,61	14,80	8,13	14,30
Médias ..	15,51	17,39	7,52	12,46	6,92	8,64
<i>c</i>	8,60	9,59	4,20	6,90	7,33	4,54
<i>cq</i>	16,69	13,00	5,52	9,26	7,42	11,06
<i>cr</i>	14,39	17,69	6,13	11,91	7,41	9,24
<i>ce</i>	21,30	24,28	11,37	17,82	14,96	16,07
Médias ..	15,24	16,14	6,81	11,47	9,28	10,23
<i>v</i>	16,25	17,22	9,13	13,18	13,07	9,78

O coeficiente de variação atingiu 34%.

¹ Na experiência 48, a calagem, em 1949-50, foi efetuada com 4,45 t/ha de dolomita.

² Nas experiências 29 e 52 se usou centeio (*Cecale cereale* L.); na 48, *Crotalaria spectabilis* Roth; na 54, mucuna preta (*Stizolobium* sp.).

³ A experiência 48 foi conduzida por três anos nos mesmos canteiros, mas estes, em 1948-49, foram plantados com cará (*Dioscorea alata* L.).

Examinando, em primeiro lugar, a parte fatorial da experiência, verifica-se que o efeito principal *C* foi nulo e a interação calcário x adubos não foi significativa. Observa-se, todavia, que o calcário ficou praticamente sem ação quando empregado sozinho ou na presença de *e*, ao passo que obteve resposta positiva (+ 26%) na presença de *q* e negativa (—29%) na de *r*.

A diferença entre a testemunha (1) e a média dos tratamentos adubados foi altamente significativa, sendo que *R* e *Q* se mostraram estatisticamente equivalentes e foram inferiores a *E*. Conquanto a interação calcária x adubos não tenha sido significativa, deve-se dizer que as respostas a *q*, *r* e *e* alcançaram, respectivamente, +5,06, +12,15 e +12,06 t/ha (+62, +148 e +147%) na ausência e +8,09, +5,79 e +12,70 t/ha (+94, +67 e +148%) na presença do calcário.

Quanto à adubação *v*, que só foi usada na ausência do calcário, seu efeito, +8,06 t/ha (+98%), não diferiu da resposta média às outras adubações.

Na classificação das raízes colhidas, observou-se que, em relação à produção total, as proporções de graúdas foram muito pequenas. Em média dos tratamentos sem e com calcário, as porcentagens do conjunto graúdas + "mercado" passaram apenas de 81 para 84. Contudo, enquanto nos canteiros sem adubos essa porcentagem foi tão somente de 72, nos que receberam *q*, *r*, *e* ou *v* elas se elevaram a 83, 86, 89 e 88, respectivamente.

3.2 — EXPERIÊNCIA 48, EM CAMPINAS

Esta também foi conduzida em terra-roxa-legítima, série Chapa-dão, com pH=5,7⁵. A área utilizada, situada cêrca de 500m abaixo da que serviu para a experiência 29, era pastagem e, nos dois anos anteriores à experiência, fôra cultivada com plantas anuais, sem adubação.

Instalada em 1947-48, foi repetida, nos mesmos canteiros, nos dois anos seguintes, mas a cultura que figurou em 1948-49 foi a do cará. Assim, no presente trabalho só serão estudados os resultados obtidos em 1947-48 e 1949-50.

5 Ver nota número 4.

A calagem foi feita nos três anos, usando-se calcário nos dois primeiros e dolomita no terceiro. Em relação aos plantios, ela foi efetuada com a antecedência de sete meses no primeiro ano e de quatro, nos outros dois anos. A planta empregada como adubo verde — *Crotalaria spectabilis* Roth — foi cultivada, nos correspondentes canteiros, nos anos agrícolas anteriores àqueles em que a batata-doce figurou na experiência, sendo incorporada ao solo por ocasião do florescimento. Os canteiros com adubação verde não receberam calcário nem outros adubos.

Tanto em 1947-48 como em 1949-50 efetuou-se o plantio na terceira década de dezembro. Usou-se a variedade Yellow Yam, que foi colhida com cinco meses de idade, no primeiro ano, e pouco mais de quatro, no último.

Os "stands" médios foram de 84% em 1947-48 e 73% em 1949-50, não se notando diferenças importantes entre os tratamentos. As produções atingiram nível satisfatório no primeiro ano, mas baixaram consideravelmente no último, conforme se observa no quadro 1. O coeficiente de variação, de 20% no primeiro ano, elevou-se a 30% no último, baixando para 17% no conjunto dos dois anos. A interação anos x tratamentos não foi significativa.

Na média dos dois anos o efeito principal *C* foi negativo, mas sem significância estatística. A interação calcário x adubos, porém, foi significativa. Efetivamente, enquanto o calcário aumentou a produção na presença de *e*, nos demais casos provocou apreciáveis depressões. As respostas ao corretivo foram: empregado sozinho ou na presença de *q* e *r*, respectivamente: -0,79, -3,19 e -2,98 t/ha; na presença de *e*, +3,02 t/ha.

A média dos tratamentos adubados foi superior, ao nível de 1%, à dos sem adubos. O estêrco se mostrou superior, ao nível de 1%, à média dos tratamentos que receberam *q* e *r*, sendo que *r* foi significativamente superior a *q*. A calagem modificou sensivelmente a intensidade dos efeitos das adubações e a relação entre êles. Assim é que as respostas a *q* e *r*, que atingiram, respectivamente, +4,76 e +7,20 t/ha na ausência do calcário, na sua presença baixaram para +2,36 e +5,01 t/ha; contrariamente, a de *e*, que foi de +7,11 t/ha no primeiro caso, elevou-se a +10,92 t/ha no segundo.

Quanto à adubação *v*, empregada somente na ausência do calcário, seu efeito correspondeu à média dos efeitos dos demais adubos.

Em média de todos os tratamentos, 20% das raízes colhidas em 1947-48 classificaram-se como graúdas, 70% como "mercado" e apenas 10% como miúdas; em 1949-50, porém, o tamanho das raízes caiu consideravelmente, pois não houve graúdas e a porcentagem de miúdas aumentou para 27, ficando o tipo mercado com 73. Na média dos dois anos, a soma das porcentagens dos dois melhores tipos — graúdas e mercado — foi exatamente a mesma no conjunto dos tratamentos com e sem calcário. Todavia, as adubações influenciaram apreciavelmente, pois a referida soma foi de 73% na média dos tratamentos sem adubos, elevando-se a 81, 87, 85 e 82% nos que receberam *q*, *r*, *e* ou *v*, respectivamente.

A queda acentuada da produção e do tamanho das raízes de batata-doce, quando sua plantação é repetida no mesmo local, é um fato já bem conhecido, sendo normalmente atribuído ao aumento da infestação de nematóides (2).

Dois dias após a colheita de 1947-48 — isto é, 12 meses após a primeira calagem e 5,5 meses após a aplicação dos adubos — foram tiradas amostras compostas do solo de todos os tratamentos. Os resultados da análise dessas amostras se acham no quadro 2. Estudando somente os contrastes mais importantes, verifica-se que, em média dos tratamentos sem e com calcário, os índices pH foram, respectivamente, 5,7 e 6,7; os teores de N e K₂O praticamente não sofreram alteração, ao passo que o de CaO se elevou de 0,20 para 0,27% e o de P₂O₅ caiu de 0,03 para 0,02%. Deve-se notar que a calagem não modificou o teor de P₂O₅ do solo não adubado (tratamento *e* contra tratamento (1), mas provocou uma redução uniforme, e correspondente a 31%, no dos tratamentos que receberam *q*, *r* e *e*.

Na ausência do calcário, as adubações *q*, *r* e *e* não alteraram os teores do solo em P₂O₅; na presença do corretivo, porém, esses teores sofreram reduções correspondentes a 31-37%. Tanto na ausência como na presença do calcário, *q* e *r* praticamente não modificaram os teores de K₂O, ao passo que *e* o elevou de 63%. A adição de *e* também aumentou um pouco o teor de N. A adubação *r* não influenciou nos teores residuais dos elementos estudados.

QUADRO 2. — Resultados das análises efetuadas¹ depois da primeira colheita da experiência 48 e da colheita única da experiência 54, para estudar os efeitos dos tratamentos indicados no quadro 1 sobre algumas propriedades químicas dos solos

Tratamentos	Experiência 48, em Campinas					Experiência 54, em Tupi				
	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
		%	%	%	%		%	%	%	%
(l)	5,65	0,175	0,032	0,019	0,188	5,55	0,046	0,031	2	0,034
q	5,65	0,180	0,032	0,020	0,177	5,60	0,042	0,035	2	0,045
r	5,65	0,175	0,032	0,022	0,245	5,50	0,042	0,035	0,015	0,045
e	5,85	0,184	0,029	0,031	0,184	5,60	0,062	0,040	0,013	0,071
Médias	5,70	0,178	0,031	0,023	0,198	5,56	0,048	0,035	—	0,049
c	7,10	0,169	0,032	0,019	0,393	6,35	0,046	0,031	0,012	0,117
cq	6,50	0,155	0,022	0,021	0,271	6,55	0,050	0,028	0,018	0,128
cr	6,60	0,166	0,022	0,018	0,265	6,65	0,050	0,031	0,018	0,109
ce	6,60	0,193	0,020	0,031	0,153	7,20	0,078	0,045	0,016	0,154
Médias	6,70	0,171	0,024	0,022	0,271	6,69	0,056	0,034	0,016	0,127
v	5,85	0,184	0,032	0,016	0,192	5,40	0,050	0,031	0,028	0,045

3.3 — EXPERIÊNCIA 52, EM TUPI

A área utilizada era de solo arenoso, claro, com pH = 5,6. O subsolo era argiloso, pouco permeável, provocando encharcamentos temporários durante a estação chuvosa.

Empregou-se o calcário no dia 1.º de março de 1946, nove meses antes do plantio da batata-doce. O centeio, a planta usada como adubo verde, também foi semeado nesse dia, sendo incorporado ao solo por ocasião do florescimento. A batata-doce, da variedade Dahomey, mais conhecida em São Paulo pelo nome de Viçosa, foi plantada em 28 de novembro de 1946 e colhida com oito meses de idade.

No tratamento testemunha e nos que só receberam calcário ou adubação verde os "stands" atingiram 89-90%; nos adubados com

¹ Pelo processo então adotado, de "análises sumárias" (1).

² Resultados excluídos, por discreparem extraordinariamente dos demais.

c , r ou q , porém, êles caíram, respectivamente, para 79, 75 e 64%, o que se atribui à aplicação localizada dos adubos.

As produções (quadro 1) refletiram, em parte, os danos sofridos pelos "stands": q ficou praticamente sem resposta e r teve efeito depressivo. Em vista disso, a experiência não permite verificar-se o efeito fertilizante de q e r . Excluindo êsses tratamentos e os correspondentes cq e cr , podem-se aproveitar os demais, pois c e v , que foram empregados a lanço e com grande antecipação ao plantio, não prejudicaram os "stands", e a redução causada por e não foi muito grande, talvez porque sua aplicação também foi antecipada e bastante afastada das ramas.

A análise da variância da parte fatorial da experiência ((1), c , r e ce) revelou diferença significativa entre os tratamentos, diferença que se deve apenas ao efeito do estêrco. A resposta a c , tão somente +1,37 t/ha (+20%) na ausência do calcário, na sua presença elevou-se a +7,63 t/ha (+104%). O efeito do corretivo, praticamente nulo na ausência do estêrco, na presença dêste atingiu +6,83 t/ha (+84%); todavia, conforme indicado, êsse efeito não foi significativo.

A resposta à adubação verde, que só foi usada na ausência do calcário, correspondeu a +6,31 t/ha (+93%), sendo estatisticamente equivalente à do estêrco na presença do corretivo.

O coeficiente de variação foi muito elevado (40%).

A adubação com e aumentou de 68 para 71% a produção de raízes do tipo mercado; a adubação verde e o calcário tiveram efeito depressivo nesse sentido.

3.4 — EXPERIÊNCIA 54, EM TUPI

Esta foi instalada ao lado da área que serviu para a experiência 52, em solo arenoso com $\text{pH} = 5,6$. Como êsse solo só foi analisado após a colheita, os resultados analíticos serão apreciados adiante.

Efetuuou-se a calagem 70 dias antes do plantio. A adubação v foi feita com ramas de mucuna preta (*Stizolobium* sp.) trazidas de fora da experiência e incorporadas ao solo dos correspondentes canteiros, na base de 15 t/ha de massa verde, pouco mais de dois meses antes do plantio. Usou-se a variedade Dahomey, que foi plantada em 28 de novembro de 1947 e colhida aos sete meses de idade. O "stand" final atingiu 86% nos canteiros (1), mas baixou para 75 a 82% nos

demais. Apesar dessas reduções, os efeitos dos adubos foram relativamente enormes e as produções (quadro 1) alcançaram níveis satisfatórios em alguns tratamentos.

O coeficiente de variação elevou-se a 27%.

O efeito médio *C*, bem como a interação calcário x adubos, não foram significativos. Convém notar, porém, que a resposta a *c*, praticamente nula na ausência das adubações, passou a +12% na presença de *e*, +21% na de *r* e +34% na de *q*.

A diferença entre a média dos tratamentos adubados com *q*, *r* e *e* e a testemunha (1) foi significativa ao nível de 1%. *Q* e *R* deram resultados equivalentes e significativamente inferiores aos de *E*. Conquanto a interação calcário x adubos não tenha sido significativa, convém assinalar que as respostas a *q*, *r* e *e* foram, respectivamente, +3,85, +3,26 e +9,91 t/ha (+88, +74 e +226%) na ausência do corretivo, elevando-se, na sua presença, a +6,52, +4,70 e +11,53 t/ha (+144, +104 e +254%).

Quanto ao tratamento extra *v* (na ausência do calcário), seu efeito atingiu +5,39 t/ha (+123%) e não diferiu, estatisticamente, da média dos outros adubos.

Em média de todos os tratamentos, a porcentagem de raízes do tipo mercado atingiu 73. Não obstante o grande efeito, na produção total, das diversas adubações, estas quase não influenciaram no tamanho das raízes colhidas.

No quadro 2 se encontram os resultados da análise de amostras do solo de todos os tratamentos, as quais foram tiradas dois meses depois da colheita, isto é, 12,5 meses após a calagem e 10,5 meses após as adubações. Tomando as médias dos tratamentos sem e com calcário, verifica-se que, com a calagem, o índice pH passou de 5,56 para 6,69, o teor de CaO aumentou de 0,049 para 0,127% e o de P_2O_5 se manteve no mesmo nível (0,035 e 0,034%). Convém notar, porém, que as médias referentes aos teores de P_2O_5 mascaram dados bastante diferentes, pois a calagem não modificou o teor desse nutriente na ausência dos adubos, ao passo que provocou reduções correspondentes a 10 e 11% na presença de *q* e *r* e um aumento de 12% na presença de *e*.

Por outro lado, as adubações *q* e *r* elevaram um pouco o teor de P_2O_5 na ausência do calcário, mas praticamente não o modificaram na sua presença; o estêrco é que o elevou, tanto na ausência como na presença do corretivo. O estêrco também aumentou consideravelmen-

te o teor de N. A adubação *v* melhorou ligeiramente os teores de N e CaO e não alterou o de P_2O_5 .

Devido à eliminação dos dados de duas amostras (v. quadro 2), não se pode verificar a influência dos tratamentos sobre o teor de K_2O nos canteiros sem calcário; na presença deste, as adubações *q*, *r* e *e* aumentaram aquele teor. Aparentemente, a adubação *v* também o elevou.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Convém lembrar, desde logo, que os solos das quatro experiências tinham pH entre 5,6 e 5,7, e que não foram considerados, em uma delas, os tratamentos *q*, *r*, *cq* e *er*, por terem sofrido danos nos "stands".

Quando empregado sozinho (na ausência de *q*, *r* e *e*), o calcário praticamente não aumentou a produção em três experiências e chegou mesmo a deprimi-la um pouco em uma; na presença de *e*, porém, seu efeito foi sempre positivo, sendo que em dois casos correspondeu tão somente a +5 e +12%, mas nos outros elevou-se a +20 e +84%. Conforme indicado, somente em três experiências é que se podem estudar as respostas ao corretivo na presença de *q* e *r*: na de *q* ela foi satisfatória em dois casos (+26 e +34%) e negativa no terceiro (-26%), ao passo que na de *r* foi satisfatória em um caso (+21%) e negativa nos outros dois (-20 e -29%).

Nas duas experiências em que se determinou, após as colheitas, a reação do solo, em média dos tratamentos sem e com calcário os índices pH foram, respectivamente, 5,70 e 6,70, em uma, e 5,56 e 6,69, na outra. Conquanto ainda não se possuam dados precisos sobre o pH do solo mais apropriado à batata-doce, supõe-se (4) que êle gire em torno de 6,0. Não parece, assim, que as mencionadas elevações do pH tenham sido exageradas para a cultura em estudo. Aliás, embora a calagem tenha provocada idênticas alterações na reação do solo das duas experiências em aprêço, numa delas (a n.º 54, em Tupi) seu efeito, na produção, foi sempre favorável, ao passo que na outra (a n.º 48, de Campinas) êle só não foi depressivo na presença de *e*. Na presença de *q* e *r* as respostas ao calcário, na produção, corresponderam, respectivamente, a +34 e +21% na experiência de Tupi, e a -26 e -20% na de Campinas. Adiante se voltará a êste assunto.

As respostas ao estêrco foram sempre grandes, principalmente na presença do calcário, quando alcançaram, nas quatro experiências,

+104, +148, +158 e +254%. Nas três experiências em que podem ser estudados, os efeitos de *q* e *r* também foram consideráveis; contudo, nem sempre a presença do calcário lhes foi favorável. Assim é que os de *q*, de +62, +62 e +88% na ausência do calcário, passaram, na presença deste, na mesma ordem das experiências, a +94, +34 e +144%; os de *r*, de +148, +94 e +74% na ausência, passaram a +67, +73 e +104% na presença do corretivo. Observa-se que a calagem contribuiu para exaltar o efeito de *q* em duas experiências e para reduzi-lo em uma; e que ela só beneficiou o efeito de *r* em um caso, prejudicando-o nos outros dois.

No conjunto dessas três experiências, o estêrco se mostrou muito superior às adubações *q* e *r*, sobretudo na presença do calcário. Na presença do corretivo, *q* e *r* tiveram efeitos equivalentes, mas na sua ausência *q* foi inferior a *r*. Quanto à adubação *v*, que só foi usada na ausência do calcário, seu efeito, no conjunto das quatro experiências, foi quase igual ao do estêrco.

Cabe lembrar, aqui, que *r* e *q* continham, aproximadamente, as mesmas quantidades de elementos nutritivos, ao passo que, na dose empregada, o estêrco deve ter levado ao solo cerca de 1,5 vezes a quantidade de fósforo, 3-4 vezes a de nitrogênio e 4-5 vezes a de potássio contidas nas adubações *q* e *r*. O efeito da adubação *v* foi magnífico e muito maior do que seria de esperar, desde que aos canteiros que a receberam não foram adicionados fertilizantes minerais. Também é interessante notar que o centeio, usado como adubo verde nas experiências 29, de Campinas, e 52, de Tupi, se comportou tão bem quanto as leguminosas empregadas nas outras duas experiências.

Das considerações acima foram excluídos os tratamentos adubados com *q* e *r* da experiência 52, em Tupi, porque, tendo eles reduzido muito os "stands", não aumentaram as produções no mesmo solo em que as respostas ao estêrco e à adubação verde foram boas. Os danos provocados nos "stands" por aquêles adubos são atribuídos ao modo de sua aplicação, em contacto com as mudas. Em outra experiência (a n.º 54, de Tupi) também se notaram ligeiras reduções nos "stands"; nas restantes, nada se observou, mas isso não quer dizer que as plantas tenham escapado a prejuízos de outra natureza, tais como atraso no pegamento, danos nas raízes etc., causados igualmente pelo modo de aplicação tradicional em nosso meio.

É possível que a época tradicional de aplicação, de todos os nutrientes na ocasião do plantio, também tenha concorrido para diminuir

o efeito do nitrogênio, pelo menos do empregado na forma nítrica, como em q . Sendo relativamente longo o intervalo entre o plantio e o período em que as plantas começam a absorver nitrogênio em escala apreciável (7), é provável que, em alguns casos, êle tenha sido arrastado para fora do alcance das raízes, antes de poder ser utilizado. E note-se que, em São Paulo, as chuvas são muito abundantes na época em que se planta a batata-doce

As depressões causadas pela calagem na produção e nos efeitos de q e r na experiência 48, em Campinas, merecem comentários mais detalhados. Em média dos dois anos dessa experiência, os efeitos de q e r foram, respectivamente, +4,76 e +7,20 t/ha na ausência e baixaram para +2,36 e +5,01 t/ha na presença do corretivo. Tendo em vista o que se conhece sobre as vantagens da calagem (8), dir-se-ia que esta, tendo solubilizado maior porção de nutrientes no solo dos canteiros que a receberam, diminuiu a necessidade de aplicá-los como adubo.

Entretanto, não foi isso o que aconteceu, pelo menos em relação ao fósforo, cujo teor solúvel, conforme se viu no capítulo 3.2, não foi alterado pela calagem nos canteiros sem adubos, mas sofreu, nos adubados com q e r , reduções correspondentes a 31%. Como essas reduções foram observadas 12 meses após a calagem (5,5 meses após o plantio e a aplicação de q e r), depois, portanto, de transcorrido o período de chuvas mais abundantes, é de esperar que a situação tenha sido ainda mais desfavorável durante a fase mais ativa da vegetação da batata-doce. Parece, assim, que se trata de um caso de "overliming injury" (5, 6), isto é, da influência temporariamente nociva que, por vèzes, a calagem exerce sobre a solubilidade de certos elementos.

É verdade que nos tratamentos adubados com e , na experiência em aprêço, também se verificou igual redução da porcentagem de fósforo solúvel nos canteiros que receberam calcário, e, não obstante, o efeito de e passou de +7,11 t/ha na ausência do corretivo para 10,92 t/ha na sua presença. Deve-se notar, contudo, que a quantidade de fósforo (e de outros nutrientes essenciais) aplicada com o estêrco foi muito maior que a contida nas adubações q e r , e, além do mais, a matéria orgânica atenua consideravelmente a influência maléfica da calagem excessiva (5).

A análise do solo da experiência 54, em Tupi, feita 12,5 meses após a calagem e 10,5 meses após a aplicação dos fertilizantes, revelou que a aplicação de calcário aumentou a porcentagem de P_2O_5 solúvel nos canteiros que receberam estêrco, mas reduziu as dos adubados

com q e r . Mesmo assim, a calagem aumentou sempre a produção, e os efeitos de q e r , que foram, respectivamente, +3,85 e +3,26 t/ha na ausência, elevaram-se a +6,52 e +4,70 t/ha na presença do corretivo. Neste caso, porém, as reduções verificadas na solubilidade do fósforo foram tão somente de uns 10% (v. cap. 3.4), pouco afetando a quantidade total aplicada, muito superior à necessária para as produções obtidas na experiência. Nessas condições, êsse pequeno efeito negativo da calagem pôde ser facilmente sobrepujado pela soma dos outros benefícios que ela trouxe.

Convém assinalar o que se observou, no sentido acima, nas duas experiências cujos solos não foram analisados: na n.º 29, em Campinas, a calagem acentuou o efeito de q , prejudicou o de r e praticamente não modificou o de e ; na número 52 em Tupi na qual os tratamentos que receberam q e r foram excluídos, ela exaltou consideravelmente o efeito de e . Deve-se lembrar, ainda, que nas duas experiências relatadas no trabalho anterior (3), ambas em solos bastante ácidos, a influência da calagem sobre as respostas às adubações usadas também foi muito variável.

A variabilidade do efeito da calagem, em solos que deviam agradecer-lá, sugere a necessidade de um estudo pormenorizado no sentido de se determinar como e quando efetuá-la, de maneira a evitar os inconvenientes mencionados no presente trabalho.

EFFECT OF LIME, MANURE, GREEN MANURE, AND NPK-FERTILIZERS ON THE YIELDS OF SWEET POTATOES

SUMMARY

This paper reports the results of four experiments with sweet potatoes (*Ipomoea batatas* Lam.) to study the effects of liming, two different NPK-fertilizers, manure and green-manuring on different areas of two localities of the State of São Paulo.

Liming alone did not increase the yields. In the presence of manure, its effects corresponded to +5, +12, +20, and +48%, but in the presence of the NPK-fertilizers they varied from satisfactory to negative.

The responses to manure were always very high, principally in the presence of lime. Although not so large, the effects the NPK-fertilizers were also very good, but the presence of lime, which enhanced them in some cases, in other cases depressed them considerably. The results of green-manuring were almost equal to those of manure.

In the dosage used, manure supplied the soil with much larger quantities of nutrients than the NPK-fertilizers. The method of application of the latter — at

planting time and in contact with the cuttings — contributed also to reduce their effectiveness. Regarding the yield reduction caused by liming, they are attributed to the so-called overliming injury. The study of the soils of two trials showed that in the limed the pH averaged only 6.7, ut the quantities of available phosphorus were appreciably reduced, especially in the treatments with the NPK-fertilizers.

LITERATURA CITADA

1. BOLLIGER, R. Análises sumárias de terra. Campinas, Instituto Agronômico, 1938. 7 p. (Boletim n.º 12).
2. CAMARGO, A. PAES DE. Adubação da batata-doce em São Paulo. Parte I — Efeito da adubação mineral. *Bragantia* 11:155]-79. 1951.
3. ———, FREIRE, E. S. & VENTURINI, W. R. Efeito da colagem e de diversas adubações na batata-doce e no cará, em solos de baixa fertilidade, derivados do arenito Botucatu. *Bragantia*. [No prelo].
4. IGNATIEFF, V. & PAGE, H. J., ed. Efficient use of fertilizers. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1958. 355 p.
5. MIDGLEY, A. R. Overliming acid soils. *J. Amer. Soc. Agron.* 24:822-836. 1932.
6. PIERRE, W. H. & BROWNING, G. M. The temporary injurious effect of excessive liming of acid soils and its relation to the phosphate nutrition of plants. *J. Amer. Soc. Agron.* 27:742-759. 1937.
7. SCOTT, L. E. & OGLE, W. L. The mineral uptake by the sweet potato. *Better Crops with Plant Food* 36 (8): 12-16, 60. 1952.
8. TRUOG, E. Soil acidity and liming. *In* Gove Hambidge, ed. *The Yearbook of Agriculture*, 1938. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, 1938. p. 563-580.