

SÔBRE A ADUBAÇÃO DA BATATINHA EM SOLO RICO DE MATÉRIA ORGÂNICA¹. DR. O. J. BOOCK, J. E. DE PAIVA NETTO e E. S. FREIRE². Quando se estudou, em condições de campo, o efeito de N, P e K sôbre a produção da batatinha (*Solanum tuberosum* L.) cultivada em várzeas ricas de matéria orgânica do Vale do Paraíba³, fêz-se também um ensaio, em vasos, com terra de uma várzea de Joanópolis. O objetivo desta nota é relatar os resultados dêsse ensaio, que foi conduzido em 1943 e no qual, além dos elementos estudados nas citadas experiências de campo, foram incluídos tratamentos com calcário e dolomita.

Materiais e métodos — O solo utilizado, procedente de uma várzea da Fazenda Bonfim, Município de Joanópolis, era prêto, rico em matéria orgânica, e, tanto quanto se sabe, nunca havia sido adubado com fertilizantes minerais. Analisado na Seção de Química, pelo antigo processo de "análises sumárias"⁴, revelou 9,08% de umidade higroscópica, 44,89% de perda ao rubro, 1,11% de N total, 0,06% de P₂O₅, 0,04% de K₂O, 0,01% de CaO e pH=4,9.

Tratando-se de uma experiência com caráter exploratório, os tratamentos comparados, em número de 21, variaram muito e nem sempre podem ser grupados de acôrdo com os métodos convencionais. Para simplificar a apresentação dos resultados, 16 dêsses tratamentos foram reunidos no quadro 1, onde se podem ver os fatôres que nêles figuram. Quanto aos outros cinco, que constaram de corretivos (dolomita e calcário) empregados sempre na ausência de N, P ou K, serão estudados à parte.

Tanto nesses cinco tratamentos como nos 16 mencionados no quadro 1, D₁, D₂ e D₃ significam, respectivamente, 2,5, 5,0 e 10,0 g de dolomita (procedente de Taubaté, com 31% de CaO e 21% de MgO); C₁, C₂, C₃, 2,5, 5,0 e 10,0 g de calcário com 40% de CaO; N₁, K₁ e P₁, respectivamente 2,0, 1,5 e 2,5 g de N, K₂O e P₂O₅, nas formas de salitre potássico e superfosfato simples; N₂, K₂ e P₂, respectivamente 2,0 g de N na forma de salitre (sódico) do Chile, 1,5 g de K₂O na forma de cinzas de café e 3,0 g de P₂O₅, sendo 2,5 g como

1 Recebida para publicação em 14 de Novembro de 1961.

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

3 BOOCK, O. J., KÜPPER, A. & SALES, J. MOREIRA. Adubação mineral para a batatinha (*Solanum tuberosum* L.). Influência dos elementos N, P e K em solos ricos de matéria orgânica do Vale do Paraíba. *Bragantia* 11:[211]-222. 1951.

4 BOLLIGER, R. Análises sumárias de terra. Campinas, Instituto Agrônômico, 1938. 7 p. (Boletim n.º 12).

superfosfato e 0,5 g como cinzas de café. Vê-se, assim, que N_2 e K_2 só diferem de N_1 e K_1 pelas formas dos nutrientes, ao passo que P_2 também difere de P_1 pela dose de P_2O_5 .

Essas doses correspondem às que foram empregadas, sôzinhas ou nas combinações indicadas, em cada vaso contendo 7 kg de terra sêca ao ar, sendo misturadas com a parte superior do volume de solo, em 29 de maio de 1943. No mesmo dia foi efetuado o plantio, recebendo cada vaso um tubérculo, brotado e pesando cêrca de 50 g, da variedade Caipira de Piedade, proveniente de cultura feita em Campinas. Os vasos, que eram providos de dispositivos para coletar o líquido percolado, foram colocados em carretas, dispostos em blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo conservados ao ar livre durante o dia, quando o tempo estava firme, e recolhidos à casa de vegetação, durante a noite ou quando ameaçava chuva. A experiência foi conduzida na sede do Instituto, em Campinas, sendo os vasos regados sempre que necessário para manter as plantas em boas condições.

Vegetação — Os brotos começaram a emergir em 4 de junho e, na maioria dos tratamentos, já estavam bem desenvolvidos no dia 11 dêsse mês; sômente nessa data é que teve início a emergência nos vasos adubados exclusivamente com N_2 , P_1 ou N_1K_1 . Em 18 de junho as fôlhas das plantas que não receberam adubação nitrogenada mostravam-se amareladas, mas em regra estavam bem abertas, ao passo que as adubadas com N_2 ou N_1K_1 , embora apresentassem coloração verde-escura, estavam encarquilhadas e meio queimadas; as melhores plantas eram as adubadas com $N_1P_1K_1$ e $N_2P_2K_2$, com ou sem corretivos. Conquanto bastante atenuadas, essas diferenças persistiam no princípio de julho. No fim dêsse mês as plantas foram classificadas segundo o conjunto da vegetação, colocando-se, em ordem decrescente, as que receberam adubação completa + corretivos, adubação completa sem corretivos, fósforo + potássio, fósforo sôzinho, corretivos sem adubos e, finalmente, as adubadas com N_2 ou N_1K_1 e as sem adubos ou corretivos.

A colheita foi efetuada à medida que as plantas de um tratamento apresentavam as ramas completamente sêcas. Enquanto o ciclo, do plantio à colheita, foi de apenas 86 dias nas plantas adubadas com N_2 ou N_1K_1 , nas que receberam adubação completa, com ou sem corretivos, êle se prolongou por 111 dias, oscilando, nas demais, entre 98 e 103 dias.

Produção de tubérculos — Conforme esclarecido, do quadro 1 foram excluídos alguns dos tratamentos que só receberam corretivos. Completando as informações desse quadro, deve-se dizer que a produção média de tubérculos, por vaso, foi de 63 g nos sem adubos e sem corretivos e de 60, 68 e 68 g nos que receberam, respectivamente, D_1 , D_2 e D_3 ; nos tratamentos com D_1C_1 , D_1C_2 e D_1C_3 é que elas se elevaram para 65, 72 e 88 g, respectivamente. Nessas condições, o efeito da dolomita foi praticamente nulo. Mesmo na presença de P_1 , $N_1P_1K_1$ e P_2K_2 (v. produções no quadro 1) as respostas a D_2 corresponderam tão somente a +8, +7 e -13 g.

QUADRO 1. — Resultados de uma experiência conduzida em vasos, para determinar o efeito, sobre a batatinha, de alguns corretivos e adubos minerais¹ em terra rica de matéria orgânica do Município de Joanópolis. Produções médias de tubérculos e de ramas e pesos médios por tubérculo colhido.

Adubos empregados	Produção de tubérculos			Peso médio por tubérculo			Produção de ramas		
	Sem corretivos	Com D_2	Com C_2	Sem corretivos	Com D_2	Com C_2	Sem corretivos	Com D_2	Com C_2
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Nenhum	63	68	....	7,4	7,2	....	3,1	4,8	....
P_1	96	104	106	8,2	7,6	7,4	4,7	5,4	5,4
N_1K_1	56	....	....	4,4	....	....	4,4	....	....
$N_1P_1K_1$	273	280	286	19,5	16,5	16,8	14,2	12,5	14,6
N_2	72	....	....	4,6	....	....	4,9	....	....
N_2P_1 .....	....	285	....	....	17,4	....	....	11,9	....
P_2K_2	131	118	136	11,9	8,8	10,1	4,3	4,7	4,2
$N_2P_2K_2$	297	....	328	16,0	....	17,3	13,5	....	13,0

¹ Significados dos símbolos: D_2 = 5 g de dolomita; C_2 = 5 g de calcário; N_1 = 2 g de nitrogênio como salitre potássico; N_2 = 2 g de nitrogênio como salitre (sódico) do Chile; K_1 = 1,5 g de K_2O como salitre potássico; K_2 = 1,5 g de K_2O como cinzas de café; P_1 = 2,5 g de P_2O_5 como superfosfato; P_2 = 3 g de P_2O_5 como superfosfato + cinzas de café.

As respostas ao calcário (C_2) foram bem melhores, pois na presença de P_1 , $N_1P_1K_1$, P_2K_2 e $N_2P_2K_2$ alcançaram, respectivamente, +10, +13, +5 e +31 g, sendo que a última foi significativa ao nível de 5%. Na presença de D_1 , o efeito de C_3 atingiu +28 g e também foi significativo.

Os efeitos do nitrogênio e do fósforo, em gramas de tubérculos por vaso, constam da seguinte relação:

TRATAMENTOS COMPARADOS	Respostas ao nitrogênio	TRATAMENTOS COMPARADOS	Respostas ao fósforo
N_2 — Test.	+9	P_1 — Test.	+33*
$N_2P_2K_2 - P_2K_2$	+166**	$D_2P_1 - D_2$	+36**
$D_2N_2P_1 - D_2P_1$	+181**	$N_1P_1K_1 - N_1K_1$	+217**
$C_2N_2P_2K_2 - C_2P_2K_2$..	+192**	$N_2P_2K_2 - N_1K_1$	+241**

Observa-se que o efeito do nitrogênio, quase nulo quando esse elemento foi aplicado sozinho, cresceu extraordinariamente e foi altamente significativo na presença dos outros fatores, sobretudo na de fósforo, potássio e calcário. De modo semelhante foi a ação do fósforo, pois, seu efeito, embora significativo, foi pequeno na ausência do nitrogênio e do potássio, só se tornando grande na presença desses nutrientes. Deve-se lembrar que na comparação $N_2P_2K_2 - N_1K_1$ as doses de nitrogênio e potássio foram sempre as mesmas, mas N_1 e K_1 foram fornecidos pelo salitre potássico, ao passo que N_2 e K_2 foram empregados, respectivamente, nas formas de salitre (sódico) do Chile e cinzas de café; a dose de P_2O_5 em P_2 também foi maior (3 g) que em P_1 (2,5 g).

Tratando-se de um solo ácido e com elevado teor de nitrogênio orgânico, seria de esperar que a adição de calcário contribuisse para mobilizar uma parte daquele teor, restringindo a eficiência da adubação nitrogenada, isto é, diminuindo o efeito do nitrogênio empregado como adubo. Entretanto, o que se observou foi justamente o contrario, pois a resposta ao nutriente em aprêço foi de +166 g (+127%) na ausência de corretivos, elevando-se para +192 g (+141%) na presença de C_2 . Em vista da necessidade, confirmada em experiências de campo (3), de empregarem-se doses elevadas de nitrogênio na batatinha cultivada em solos como o estudado, seria desejável que se investigasse a possibilidade de tornar assimilável pelas

plantas maior porção do grande estoque daquele elemento existente nos solos em questão.

O efeito do potássio não pode ser determinado exatamente. Comparando-se P_2K_2 com P_1 e $D_2P_2K_2$ com D_2P_1 , as respostas a êsse nutriente seriam, respectivamente, de +35 e +14 g. Se, por um lado, elas foram atenuadas pela ausência do nitrogênio, por outro lado devem ter sido acentuadas pela dose suplementar de fósforo contida em P_2 . Na comparação $D_2N_1P_1K_1-D_2N_2P_1$ a resposta seria -5 g. Neste caso, poder-se-ia objetar que, embora as doses de nitrogênio fôssem iguais em N_1 e N_2 , a primeira foi empregada na forma de salitre potássico, ao passo que a segunda o foi como salitre (sódico) do Chile, cujo sódio poderia ter tornado desnecessária a adição de potássio. Seja como fôr, êsses dados indicam que o efeito do potássio foi sem importância.

Tamanho dos tubérculos — Os tubérculos colhidos foram contados, de sorte que se pôde calcular seu pêso médio (quadro 1). Tanto na ausência como na presença de nitrogênio, fósforo e potássio, a dolomita e o calcário não tiveram influência nesse sentido. As adubações com N_2 ou N_1K_1 , aplicadas sòzinhas, reduziram-lhes substancialmente o tamanho, e as com P_1 ou P_2K_2 , quer sòzinhas, quer na presença dos corretivos, aumentaram-no apenas um pouco. Na presença um do outro, porém, o nitrogênio e o fósforo elevaram-no conderavelmente. Assim é que nos vasos testemunhas e nos adubados com N_1K_1 e $N_1P_1K_1$ os pesos médios foram, respectivamente, 7,4, 4,4 e 19,5 g; com D_2P_1 e $D_2N_2P_1$, 7,6 e 17,4 g; com P_2K_2 e $N_2P_2K_2$, 11,9 e 16, g; com $C_2P_2K_2$ e $C_2N_2P_2K_2$, 10,1 e 17,3 g.

É interessante assinalar que enquanto a adubação com N_1K_1 , aplicada sòzinha, deprimiu o tamanho dos tubérculos em relação aos da testemunha, na presença do fósforo sua influência foi altamente favorável: nos vasos adubados com P_1 , D_2P_1 e C_2P_1 as médias foram, respectivamente, 8,2, 7,6 e 7,4 g; nos que receberam $N_1P_1K_1$, $D_2N_1P_1K_1$ e $C_2N_1P_1K_1$, 19,5, 16,5 e 16,8 g.

Produção de ramas — Os pesos das ramas (sêcas ao ar) também se acham no quadro 1. Os fatôres que mais concorreram para aumentar a produção de ramas foram, em regra, os mesmos que se destacaram na produção de tubérculos. As relações tubérculos : ramas variaram muito: nas plantas sem adubo ou adubadas com N_2 e N_1K_1 elas oscilaram entre 1:0,07 e 1:0,08; nas demais, entre 1:0,03

e 1:0,05, sendo que nas adubadas com $N_1P_1K_1$ ou $N_2P_2K_2$, quer na ausência, quer na presença de corretivos, a relação correspondeu a 1:0,05.

Modificações no pH do solo — Após a colheita, determinou-se o índice pH (internacional) do solo de todos os vasos. As diferenças entre as médias de tratamentos não foram maiores do que as observadas entre os vasos que tiveram o mesmo tratamento. Enquanto o índice médio dos 25 vasos tratados com D_1 , P_1 , P_2K_2 , $N_1P_1K_1$ e $N_2P_2K_2$ foi 4,87, o dos 25 que receberam êsses mesmos tratamentos adicionados de C_2 atingiu tão somente 4,93. Entre as médias dos 20 vasos com e sem D_2 também não houve diferença apreciável. Atribui-se isso ao elevado poder tampão do solo em estudo.

Consumo de água — Tendo-se anotado o volume de água empregado em cada vaso, pode-se ter uma idéia do seu consumo nos diversos tratamentos. Como seria de esperar, êsse consumo foi maior nos tratamentos que mais influíram sôbre a vegetação e, conseqüentemente, sôbre a produção de tubérculos, mas esta cresceu em ritmo muito mais acelerado que o da água consumida. Assim é que o melhor tratamento, $C_2N_2P_2K_2$, cuja produção atingiu o quádruplo da do tratamento testemunha, só exigiu o dôbro do volume de água, de sorte que, para a produção de 1 kg de tubérculos, os vasos que receberam aquela adubação consumiram apenas 40% do volume de água exigido pelo tratamento testemunha. A adição de corretivos quase não aumentou o consumo de água, mas também pouco modificou a produção, conforme já se viu. Em média dos três tratamentos (comparáveis) com e sem fósforo, a adição dêsse elemento aumentou de 54% o consumo total de água, mas reduziu de 39% a quantidade necessária para produzir 1 kg de tubérculos; em média dos três tratamentos com e sem nitrogênio, êste elevou de 61% o consumo total, mas diminuiu de 28% o relativo a 1 kg de tubérculos. Verifica-se, assim, que as adubações que mais influíram na produção, a fosfatada e a nitrogenada, aumentaram consideravelmente a eficiência das plantas no que se refere ao uso da água.

Resumo e conclusões — A produção média de tubérculos nos vasos sem adubos e sem corretivos foi de apenas 63 g; todavia, a dos que receberam o melhor tratamento, $C_2N_2P_2K_2$, alcançou 328 g. Para êsse enorme aumento contribuíram, principalmente, o fósforo e o nitrogênio, pois o efeito do calcário foi pequeno e, o do potássio, prà-

ticamente nulo. A resposta ao introgênio foi maior na presença do calcário que na sua ausência, indicando que, nas condições da experiência, o corretivo não conseguiu mobilizar apreciável porção do grande estoque de nitrogênio orgânico existente no solo. Os fatores que mais influenciaram sobre a produção de tubérculos também aumentaram o tamanho destes, bem como a produção de ramas. SEÇÃO DE RAÍZES E TUBÉRCULOS E SEÇÃO DE AGROGEOLOGIA, INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

EFFECT OF N, P, K, AND LIME ON POTATOES IN SOIL
HIGH IN ORGANIC MATTER

SUMMARY

The effect of various treatments on potatoes was tested in pots with an acid soil high in organic matter. The average yield of tubers was only 63 grams in the untreated pots but reached 328 grams in those treated with limestone + NPK. For this increase contributed principally phosphorus and nitrogen; the effect of limestone was much smaller and that of potash was negligible. The nitrogenous fertilizers (potassium nitrate or sodium nitrate) acted better in the presence of limestone, indicating that, under the conditions of the test, the addition of limestone did not mobilize appreciable portion of the organic nitrogen content of the soil.