

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 23

Campinas, fevereiro de 1964

N.º 7

ADUBAÇÃO DA SOJA

III — EFEITO DE NPK, DO ENXÔFRE E DE MICRONUTRIENTES EM SOLO DO ARENITO BOTUCATU, COM VEGETAÇÃO DE CERRADO (1)

SHIRO MIYASAKA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas, E. S. FREIRE, engenheiro-agrônomo (2), e HIPÓLITO A. A. MASCARENHAS, engenheiro-agrônomo, Seção de Leguminosas, Instituto Agronômico*

RESUMO

O efeito de NPK, do enxôfre e de uma mistura de micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo), sobre a produção da soja, foi estudada em dois ensaios de adubação instalados em solo do arenito Botucatu, com vegetação de campo cerrado. Os dois ensaios foram conduzidos simultaneamente e em áreas vizinhas, uma das quais recebeu calcário dolomítico.

Respectivamente nas áreas sem e com calcário, as respostas a NPK corresponderam a +542 e +761 kg/ha. A adição de enxôfre a essa adubação proporcionou novo aumento, de cerca de 350 kg/ha nos dois ensaios. A mistura de micronutrientes, que foi empregada na presença de NPK + S, não modificou a produção na área com calcário e deprimiu-a naquela que não recebeu o corretivo.

Enquanto a produção só alcançou 355 kg/ha no tratamento sem adubo do ensaio sem calcário, a do tratamento NPK + S do ensaio com calcário atingiu 1.608 kg/ha, o que mostra a baixa fertilidade do solo estudado, mas indica a possibilidade de aproveitá-lo para a agricultura.

1 — INTRODUÇÃO

Em experiência já relatada (5), conduzida em terra-roxa-misturada com argilito do Glacial, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) reagiu fortemente à adubação fosfatada e moderadamente à calagem, mas não respondeu à adição, a NPK, de uma mistura constituída de enxôfre e micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo). A realização, em 1961-62, de dois ensaios de adubação dessa cultura em solo mais pobre, ofereceu a oportunidade de anexar tratamentos que permitissem verificar o efeito do enxôfre e, separadamente, o do conjunto dos citados micronutrientes.

(1) O solo e o calcário foram analisados na Seção de Agrogeologia. Recebido para publicação a 9 de janeiro de 1964.

(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.

Esses ensaios foram conduzidos simultâneamente e em áreas vizinhas, uma sem e outra com prévia calagem.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Instalaram-se os ensaios na Fazenda Morrinho, Município de Itatinga, em solo derivado do arenito Botucatu, cujas características gerais foram descritas por Paiva e colaboradores (7). A gleba utilizada nunca havia sido adubada e estava esparsamente coberta com vegetação de campo cerrado, constituída de arbustos tortuosos e gramíneas. A análise de amostra composta de 25 subamostras dêsse solo revelou pH = 5,20, 0,58% de C, 0,05% de N e, em e. mg por 100 g de solo sêco, 0,01 de K^+ , 0,45 de Ca^{++} , 0,01 de Mg^{++} , 3,12 de $H^+ + Al^{+3}$ trocáveis, bem como 0,05 de PO_4^{-3} extraído com solução de ácido oxálico e oxalato de potássio.

A área escolhida, aparentemente uniforme, foi dividida em duas partes separadas por um corredor de 3 m de largura, uma das quais recebeu 3,8 t/ha de calcário dolomítico procedente de Piracicaba e tendo 30,0% de CaO e 19,7% de MgO. Um mês antes do plantio, êsse material foi distribuído na correspondente área e misturado com a camada superficial do solo, mediante gradeação. Mais tarde, com a aração geral das áreas dos dois ensaios, é que êle foi incorporado mais profundamente ao solo.

Tanto na área que recebeu calcário como na outra foram comparados, em blocos ao acaso com três repetições, os seguintes tratamentos:

- 1 — Testemunha, sem adubo
- 2 — NPK
- 3 — NPK + S
- 4 — NPK + S + micronutrientes (Zn, Cu, B e Mo).

O tratamento NPK correspondeu a 60 — 120 — 90 kg/ha de $N-P_2O_5-K_2O$, nas formas de, respectivamente, Nitrocálcio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. O enxôfre (S) foi fornecido por 100 kg/ha de sulfato de cálcio (gêsso). A mistura de micronutrientes constou de 20 kg/ha de sulfato de zinco, 20 kg/ha de sulfato de cobre, 3 kg/ha de tetraborato de sódio (bórax) e 75 g/ha de molibdato de sódio. Nitrocálcio foi empregado em cobertura, acompanhando as li-

nhas de plantas, 28 dias após a germinação; os outros adubos, na ocasião do plantio, em sulcos situados 5 cm ao lado dos destinados às sementes.

À parte a calagem, os dois ensaios foram executados em condições idênticas. Os canteiros tiveram sempre 6 m de área útil, constando esta de duas fileiras de 5 m, espaçadas de 0,60 m. Em cada metro de sulco colocaram-se 24 sementes inoculadas da variedade Abura. Semeou-se em 29 de novembro de 1961 e colheu-se em 26 de abril de 1962.

O grau de nodulação das raízes foi observado dois meses após a germinação, extraindo-se cinco plantas das bordaduras de todos os canteiros e dando-se, a cada um destes, notas de 1 a 10: a menor, àqueles cujas raízes tinham poucos nódulos; a maior, aos que apresentavam abundante nodulação.

3 — RESULTADOS

3.1 — ENSAIO DA ÁREA SEM CALCÁRIO

A germinação processou-se normalmente, mas a seguir morreram muitas plantas, de sorte que, a não ser no tratamento NPK + S, os «stands» finais médios foram apenas sofríveis. No tratamento NPK + S, porém, êle atingiu nível satisfatório.

A produção de sementes (quadro 1), de tão somente 355 kg/ha no tratamento sem adubo, elevou-se a 1.238 kg/ha no melhor tratamento, que foi NPK + S. Nos canteiros com o mesmo tratamento as produções se mostraram bastante irregulares e o coeficiente de variação atingiu 23%.

Em relação ao tratamento sem adubo, a resposta a NPK correspondeu a +542 kg/ha (+153%) e foi significativa. A adição de S a NPK proporcionou mais um aumento, também significativo, de 341 kg/ha. Com isso, a resposta a NPK + S alcançou +833 kg/ha (+249%). Entretanto, a adição de micronutrientes à adubação com NPK + S provocou uma depressão, significativa, de 426 kg/ha (34%).

Enquanto nos tratamentos sem adubo, NPK + S e NPK + S + micronutrientes, os graus de nodulação (notas 1 a 10) corresponderam, respectivamente, a 4,3, 5,2 e 4,8, no NPK, baixou para apenas 3,0.

QUADRO 1. — Produções de sementes de soja de dois ensaios de adubação realizados em 1961-62 no Município de Itatinga, em solo do arenito Botucatu, para estudar o efeito de NPK, do enxofre (S) e de uma mistura de microelementos (Zn, Cu, B e Mo). Os ensaios foram conduzidos simultaneamente e em áreas vizinhas, uma sem e outra com prévia aplicação de calcário dolomítico.

Tratamentos	Área sem calcário		Área com calcário	
	kg/ha	Índices	kg/ha	Índices
Sem adubo	355	100	497	100
NPK	897	253	1.258	253
NPK + S	1.238	349	1.608	324
NPK + S + micronutrientes	812	229	1.600	322
Média dos adubados	982	277	1.489	300

3.2 — ENSAIO DA ÁREA COM CALCÁRIO

A germinação foi normal e o «stand» final médio, muito melhor que o do ensaio anterior. As produções de sementes (quadro 1) também ultrapassaram as dos correspondentes tratamentos do ensaio sem calcário, tendo o coeficiente de variação baixado para 19,8%.

A resposta a NPK (NPK — sem adubo) alcançou +761 kg/ha (+153%) e foi significativa. Por sua vez, a adição de S a NPK provocou novo aumento, significativo e correspondente a 350 kg/ha, de sorte que o efeito do tratamento NPK + S atingiu +1.111 kg/ha (224%). A resposta à mistura de micronutrientes foi praticamente nula.

O grau de nodulação, que foi de apenas 3,7 nos canteiros sem adubo, elevou-se a 5,5 e 5,3 nos adubados com NPK ou NPK + S, mas caiu para 3,5 naqueles que receberam NPK + S + micronutrientes.

Após a colheita fêz-se nova amostragem do solo, verificando-se que o pH e os teores de Ca^{++} e Mg^{++} trocáveis, respectivamente 6,7, 1,36 e 0,92, eram bem mais elevados que os observados antes da calagem (v. capítulo 2).

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Refletindo a baixa fertilidade do solo utilizado para os presentes ensaios, nos canteiros sem adubo a produção de sementes de soja não

alcançou 500 kg/ha. Entretanto, com o tratamento NPK + S, que foi o mais eficiente, ela se elevou a 1.238 kg/ha, no ensaio da área sem calcário, e a 1.608 kg/ha, naquele cuja área recebeu prévia calagem. Para essa melhoria concorreu, principalmente, a adubação com NPK, que proporcionou aumentos de, respectivamente, 542 e 761 kg/ha. A adição de enxôfre a NPK provocou novo aumento, que correspondeu a cerca de 350 kg/ha nos dois ensaios. A adição de micronutrientes a NPK + S não modificou a produção na área com calcário, mas, a deprimiu, consideravelmente, naquela que não recebeu o corretivo.

Simultaneamente com os ensaios relatados, e na mesma gleba, conduziram-se experiências com doses crescentes de N, P e K, nas quais o efeito do segundo elemento foi enorme, ao passo que os dos outros não alcançaram significância (6). Pode-se, pois, admitir que foi o fósforo o elemento que mais contribuiu para o efeito de NPK observado nos presentes ensaios. Note-se, também, que nestas, como nas experiências há pouco mencionadas, a resposta a NPK (ou a P) foi bem maior na presença do calcário.

O efeito favorável do enxôfre, que foi praticamente o mesmo na ausência e na presença do calcário, não constituiu surpresa, em face da pobreza generalizada da terra estudada. Técnicos do IBEC Research Institute têm publicado, recentemente, resultados de experiências conduzidas em solos com vegetação de cerrado, nas quais verificaram, com bastante freqüência, resposta favorável ao enxôfre, sobretudo na cultura do algodoeiro (3, 4). Em duas experiências com soja, uma em Goiás e outra em São Paulo, essa cultura não reagiu à adubação sulfatada (1), mas em duas, de outras três realizadas em São Paulo, o efeito do enxôfre foi magnífico, sendo que em uma delas, instalada em solo do arenito Botucatu, a omissão do enxôfre reduziu a produção da leguminosa a 56% da obtida com a adubação completa (2).

É muito provável que a dose da mistura de micronutrientes tenha sido excessiva para aplicação localizada (em sulcos laterais), num solo arenoso e com pequeno teor de matéria orgânica. Tanto que, tendo provocado forte depressão na ausência do calcário, na área que recebeu o corretivo seu efeito foi simplesmente nulo. Isso parece indicar que o calcário, tendo insolubilizado parte da dose daqueles sais, diminuiu

sua concentração na solução do solo. A tolerância das plantas a concentrações de micronutrientes maiores que a necessária é muito limitada; daí a dificuldade de saber se os resultados obtidos foram determinados por suficiente provisão do solo ou pela aplicação de doses excessivas para as condições das experiências.

Como os ensaios foram conduzidos simultaneamente, em condições idênticas e separados apenas por um corredor de 3 m de largura, a comparação das suas produções permite ter uma idéia do efeito da calagem, que, conforme já se viu, elevou o pH do solo de 5,20 para 6,7, e os teores de Ca^{++} e Mg^{++} trocáveis de, respectivamente, 0,45 e 0,01 para 1,36 e 0,92 e.mg. Na relação seguinte encontram-se as produções, em kg/ha, dos dois ensaios:

TRATAMENTOS	Produção dos ensaios		Diferença pela calagem
	sem calc.	com calc.	
Sem adubo	355	497	+142
NPK	897	1.258	+361
NPK + S	1.238	1.608	+370
NPK + S + micronutrientes	812	1.600	+788

Observa-se que, aplicado sozinho, o calcário pouco aumentou a produção, o que seria de esperar, em vista da pobreza da terra em nutrientes, principalmente em fósforo, conforme se deduz das considerações feitas linhas atrás. Na presença de NPK ou NPK + S, porém, seu efeito correspondeu a cerca de 2,5 vezes o da aplicação isolada. Na presença de NPK + S + micronutrientes o efeito da calagem foi ainda maior, mas devido à situação artificialmente criada pelo emprego de micronutrientes na área sem calcário.

A relação apresentada também põe em evidência a baixa fertilidade do solo estudado, cuja produção, sem corretivo e sem adubo, só alcançou 355 kg/ha de sementes de soja, e mostra a viabilidade do seu aproveitamento para a agricultura mediante tratamento adequado.

FERTILIZING SOYBEANS

III — TRIALS WITH NPK, SULFUR, AND MICRO-NUTRIENTS
ON «ARENITO BOTUCATU» SOIL

SUMMARY

The effects of NPK, sulfur and a mixture of micro-nutrients (Zn, Cu, B, and Mo) on the yield of soybeans were studied in two fertilizer experiments on soil derived from the Botucatu sandstone, sparsely covered with poor vegetation of «campo cerrado». The experiments were located in neighboring areas, one of which was previously limed with dolomitic limestone.

The responses to NPK were +761 and +542 kg/ha (kilograms to the hectare) respectively in the limed and unlimed areas. The addition of sulfur to NPK provided further increases of about 350 kg/ha in each trial. The mixture of micro-nutrients, which was tested in the presence of NPK + S, did not influence the yield in the limed area and depressed it considerably in the unlimed one.

While the yield in the unfertilized treatment of the unlimed area was only 355 kg/ha, that of the NPK + S treatment of the limed area reached 1,608 kg/ha, which shows the low fertility level of the soil, but indicates the possibility of using it for intensive agriculture.

LITERATURA CITADA

1. FREITAS, L. M. M., McCLUNG, A. C. & LOTT, W. L. Experimentos de adubação em dois solos de campo cerrado. São Paulo, IBEC Research Institute, 1960. 32p. (Boletim n.º 21).
2. ———, MIKKELSEN, D. S., McCLUNG, A. C. & LOTT, W. L. Agricultura no cerrado. In Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 1963. 424 p.
3. McCLUNG, A. C., FREITAS, L. M. M. & LOTT, W. L. Estudos sobre enxôfre em solos de São Paulo. São Paulo, IBEC Research Institute, 1959. 31 p. (Boletim n.º 17).
4. ———, MIKKELSEN, D. S. & LOTT, W. L. Adubação do algodoeiro em solos de campo cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961. 35p. (Boletim n.º 27).
5. MIYASAKA, S., WUTKE, A. C. P. & VENTURINI, W. R. Adubação da soja. II — Adubação mineral em terra-roxa-misturada com argilito do Glacial. *Bragantia* 21:[617]-630. 1962.
6. ———, FREIRE, E. S. & MASCARENHAS, H. A. A. Ensaios de adubação da soja e do feijoeiro em solo do arenito Botucatu, com vegetação de cerrado. *Bragantia* (No prelo).
7. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. (e outros). Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[227]-253. 1951.