

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

Vol. 23

Campinas, janeiro de 1964

N.º 5

ENSAIO DE ADUBAÇÃO DA SOJA E DO FEIJOEIRO 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

Para estudar o efeito de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção da soja em solo derivado do arenito Botucatu, com vegetação de campo cerrado, foram instalados, em 1961-62, dois ensaios fatoriais em áreas vizinhas, uma das quais recebeu calcário dolomítico. Nos canteiros do último ensaio, semeou-se feijão em 1962-63, para verificar o efeito residual dos adubos aplicados na soja.

As respostas ao nitrogênio e ao potássio, bem como as interações, não foram significativas. O efeito do fósforo, porém, foi significativo e linear, tanto na cultura da soja como na do feijão. Conquanto grande nas duas áreas, esse efeito foi muito maior naquela que recebeu prévia calagem. Comparando os resultados dos dois ensaios, verificou-se que o efeito do calcário só se tornou grande na presença do fósforo. Na área com calcário a produção de soja, em média dos tratamentos que receberam 120 kg/ha de P_2O_5 , atingiu cerca de 1.800 kg/ha, equiparando-se às obtidas, no Estado de São Paulo, em terras consideradas férteis.

1 — INTRODUÇÃO

A Seção de Leguminosas, isoladamente ou em colaboração com outras seções do Instituto Agronômico e com outros departamentos da Secretaria da Agricultura, já tem realizado experiências de adubação da soja no Estado de São Paulo (2, 3, 4). Como contribuição para o esclarecimento do assunto, no presente trabalho são apresentados os resultados de dois ensaios em que se estudou o efeito de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio em solo pobre, derivado do arenito Botucatu, com vegetação característica de campo cerrado.

(1) O solo e o calcário foram analisados na Seção de Agrogeologia. Recebido para publicação a 16 de dezembro de 1963.

(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.

Os dois ensaios foram instalados em 1961-62, em áreas vizinhas, uma sem e outra com prévia aplicação de calcário, sendo que nos canteiros dêste último semeou-se feijão em 1962-63; para verificar o efeito residual dos adubos empregados na soja.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Morrinho, Município de Itatinga, em solo derivado do arenito Botucatu, cujas características gerais foram descritas por Paiva e colaboradores (5). A área utilizada nunca havia sido adubada e estava esparsamente coberta com vegetação de campo cerrado, constituída de arbustos tortuosos e gramíneas. A análise de uma 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 $H^+ + Al^{+++}$ trocáveis, bem como 0,05 de P_2O_5 extraído em solução de ácido oxálico e oxalato de potássio.

A área escolhida, aparentemente uniforme, foi dividida em duas partes separadas por um corredor com 3 m de largura, numa das quais se aplicou calcário dolomítico. Nessas duas partes é que se instalaram, em 1961-62, as duas experiências com soja (*Glycine max* (L) Merrill); em 1962-63 os canteiros daquela situada na parte que havia recebido calcário foram ocupados pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), sem nova adubação.

Tanto na experiência com prévia calagem como na outra usou-se um esquema fatorial 3^3 para N, P e K, em blocos de nove canteiros com confundimento de NPK, sem repetições, empregando-se 0, 30 e 60 kg/ha de N, 0, 60 e 120 kg/ha de P_2O_5 e 0, 45 e 90 kg/ha de K_2O . O fósforo e o potássio, nas formas de superfosfato simples e sulfato de potássio, foram aplicados na ocasião do plantio da soja, em sulcos situados 5 cm ao lado dos destinados às sementes; o nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, em cobertura, acompanhando as linhas de plantas, 28 dias depois de completar-se a germinação.

O calcário usado, procedente de jazidas de Piracicaba, tinha 30,0% de CaO e 19,7% de MgO. Um mês antes do plantio, êsse corretivo, na dose de 3,8 t/ha, foi uniformemente distribuído na área do correspondente ensaio, sendo misturado à camada superficial do solo, mediante

gradeação. Mais tarde, com a aração geral das áreas das duas experiências, é que foi incorporado mais profundamente ao solo.

Os canteiros, protegidos por bordaduras, tiveram sempre 6 m² de área útil. Esta, no caso da soja, constou de duas linhas de 5 m, espaçadas de 0,60 m; no do feijoeiro, de três linhas com a mesma extensão, mas espaçadas de 0,40 m. No primeiro caso, usaram-se 24 sementes por metro linear; no segundo, 18-20 sementes. Tais sementes foram convenientemente inoculadas.

Nas experiências com soja, empregou-se a variedade Abura, semeada a 29 de novembro de 1961 e colhida a 26 de abril de 1962. Os tratamentos culturais foram efetuados simultaneamente nas experiências sem e com calcário. O feijoeiro, da variedade Creme, foi semeado a 10 de setembro e colhido a 6 de dezembro de 1962.

Para ter-se uma idéia da influência dos tratamentos sobre a nodulação da soja, dois meses após a germinação extraíram-se cuidadosamente cinco plantas das bordaduras de todos os canteiros; que receberam notas de 1 a 10: 1, para aqueles cujas raízes tinham pouco nódulos; 10, para os que apresentavam abundante nodulação.

3 — RESULTADOS

3.1 — CULTURA DA SOJA, EM 1961-62

Ensaio da área sem calcário — A germinação processou-se normalmente, mas morreram muitas plantas nos canteiros sem fósforo e, em menor proporção, nos que receberam sua menor dose; somente nos adubados com a maior dose desse elemento é que os «stands» finais atingiram níveis satisfatórios.

A produção de sementes (quadro 1), que foi de apenas 339 kg/ha em média dos tratamentos sem fósforo, elevou-se, respectivamente, a 752 e 1.174 kg/ha nas médias dos que receberam suas doses 1 e 2. As respostas a essas doses corresponderam, assim, a +413 e +835 kg/ha (+122 e +246%), e a análise da variância mostrou que o efeito do fósforo foi linear e significativo ao nível de 5%.

O coeficiente de variação atingiu 23,6% e os efeitos do nitrogênio e do potássio, bem como as interações, não foram significativos. Deve-se assinalar que o efeito médio do nitrogênio correspondeu a +78 kg/ha (+11%) e, o do potássio, a +138 kg/ha (+20%).

Alcançou apenas 3,8 a média das notas atribuídas às nodosidades em todos os tratamentos. O nitrogênio e o potássio praticamente não modificaram o grau de nodulação. O fósforo, porém, teve influência

QUADRO 1. — Produções de sementes de soja e de feijão obtidas em duas experiências fatoriais 3³ para N, P e K, realizadas no Município de Itatinga, em solo do arenito Botucatu. As experiências com soja, conduzidas em 1961-62, foram instaladas simultaneamente e em áreas vizinhas, uma sem e outra com prévia aplicação de calcário; o feijão foi semeado em 1962-63, sem nova adubação, nos canteiros da experiência cuja área recebeu calcário e teve soja no ano anterior.

Níveis de N, P e K	Soja, 1961-62		Feijão, 1962-63 (calc. em 1961)
	Sem calcário	Com calcário	
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
000	208	350	42
001	375	567	58
002	350	525	142
010	592	1.075	267
011	517	1.108	92
012	733	1.267	275
020	775	1.617	558
021	1.567	1.608	258
022	1.208	1.467	75
100	350	525	50
101	67	275	17
102	408	608	42
110	808	1.425	592
111	667	1.233	375
112	775	958	83
120	1.083	2.125	83
121	1.233	1.933	850
122	1.233	1.708	892
200	500	567	125
201	558	667	92
202	233	258	142
210	717	1.100	42
211	1.092	1.325	383
212	867	1.475	608
220	933	1.617	283
221	1.400	2.417	142
222	1.133	1.442	633

favorável, pois nos tratamentos com suas doses 0, 1 e 2 as notas médias foram, respectivamente, 2,5, 4,0 e 4,9.

Ensaio da área com calcário — A germinação foi normal e os «stands» finais atingiram níveis bem mais elevados que os da experiência anterior, sendo que os três elementos estudados contribuíram para essa melhoria.

Na produção de sementes (quadro 1), os efeitos principais N e K, respectivamente +138 e +2 kg/ha, não foram significativos. Entretanto, o efeito principal P foi altamente significativo e atingiu +1.013 kg/ha ou +210%. Das componentes desse efeito, somente P_L foi significativa, ao nível de 1%. Efetivamente, enquanto a produção média dos tratamentos sem fósforo foi de apenas 482 kg/ha, as dos que receberam suas doses 1 e 2 alcançaram, respectivamente, 1.218 e 1.771 kg/ha. As respostas a essas doses corresponderam, portanto, a +736 e +1.289 kg/ha (+153 e +267%).

As interações não foram significativas. Convém notar, contudo, que o efeito médio do fósforo, que foi de +876 kg/ha na ausência do nitrogênio, na presença desse nutriente elevou-se a +1.080 kg/ha. Por sua vez, a resposta ao nitrogênio, de praticamente nula na ausência do fósforo, passou a +102 kg/ha na presença da dose 1 e a +309 kg/ha quando empregado em conjunto com a dose 2 desse elemento.

O coeficiente de variação correspondeu a 21,2%, sendo, portanto, um pouco menor que o da experiência da área sem calcário.

Em média de todos os tratamentos o grau de nodulação foi de 3,7. Nesse sentido, somente o fósforo teve influência nítida: as médias dos tratamentos com suas doses 0, 1 e 2 foram, respectivamente, 3, 1, 3,4 e 4,7.

Após a colheita da soja fêz-se nova amostragem do solo, verificando-se que o pH e os teores de cálcio e magnésio trocáveis, respectivamente 6,7, 1,36 e 0,92, eram muito mais elevados que os determinados antes da calagem (v. capítulo 2).

3.2 — CULTURA DO FEIJOEIRO, EM 1962-63

Conforme esclarecido no capítulo 2, o feijoeiro só foi semeado, e sem nova adubação, nos canteiros do ensaio cuja área recebeu calcário e teve soja em 1961-62.

A cultura sofreu severo ataque de insetos em outubro e houve excesso de chuvas da maturação à colheita. Os «stands» foram apenas

sofríveis e irregulares, o que se refletiu sobre as produções de sementes (quadro 1), baixas e também irregulares.

O coeficiente de variação elevou-se a 53% e as respostas ao nitrogênio e ao potássio, bem como as interações, não foram significativas. Todavia, o efeito principal P alcançou significância ao nível de 5% e, o de P_L , ao de 1%.

Em média dos tratamentos sem fósforo e dos que, na cultura anterior, receberam suas doses 1 e 2, as produções de sementes corresponderam, respectivamente, a 79, 302 e 419 kg/ha. Assim, embora as produções com fósforo não tenham sido satisfatórias, a média dos canteiros sem esse elemento foi tão baixa que, em números relativos, as respostas às duas doses 1 e 2, respectivamente + 282 e + 430%, atingiram níveis espetaculares, confirmando os resultados obtidos na cultura da soja.

A relação sementes: ramas foi 1:2,2 em média de todos os tratamentos. Respectivamente nos adubados com as doses 0, 1 e 2 dos elementos em estudo, as relações corresponderam: no caso do nitrogênio, a 1:1,9, 1:2,1 e 1:2,4; no do potássio, a 1:2,3, 1:2,1 e 1:2,1; e no do fósforo, a 1:2,9, 1:2,1 e 1:2,1. Deve-se notar que o peso das ramas foi tomado na ocasião da colheita e nele estão incluídas as cascas das vagens e parte das raízes, ao passo que as sementes foram pesadas depois de secas ao ar.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nos ensaios relatados, as respostas ao nitrogênio e ao potássio, bem como as interações N x K, N x P e P x K, não obtiveram significância estatística. O efeito do fósforo, porém, foi significativo e linear, não somente na cultura da soja, que ocupou os canteiros das duas experiências em 1961-62, como na do feijoeiro, que, sem nova adubação, foi semeado nos canteiros de um dos ensaios, em 1962-63. Isso era de esperar, pois a área estudada se achava inculta há longos anos, nunca havia sido adubada e pertence a um tipo de solo que, em tais condições, responde liberalmente à adubação fosfatada, conforme se tem verificado também com outras culturas (6).

Para facilitar a exposição, na relação seguinte, bem como na figura 1, são apresentadas as produções médias dos tratamentos sem ou

com fósforo, obtidas, nos dois ensaios, no ano em que os canteiros foram ocupados pela soja.

TRATAMENTOS PRÉVIOS DAS ÁREAS UTILIZADAS	Produções, em kg/ha, com as doses de P		
	0	1	2
Nenhum	339	752	1.174
Calagem	482	1.218	1.771

O efeito do fósforo foi excelente nas duas áreas. Observa-se, contudo, que enquanto as respostas às suas doses 1 e 2 corresponderam, respectivamente, a +413 e +835 kg/ha (+122 e +246%) na área em que não se aplicou calcário, naquela que recebeu calcário dolomítico essas respostas se elevaram a +736 e +1.289 kg/ha (+153 e +267%). Como o calcário, *per se*, aumentou os níveis de produção, convém acentuar que, percentualmente, as respostas ao fósforo também foram muito maiores na área que recebeu o corretivo.

Isso parece indicar que o calcário não mobilizou o fósforo nativo, o que, aliás, não seria de esperar em solo derivado do arenito Botucatu, que segundo Paiva e colaboradores (5), é paupérrimo de minerais capazes de fornecer fósforo e outros nutrientes às plantas. O aumento observado no efeito da adubação fosfatada, na área que recebeu calcário, deve ter sido uma conseqüência da melhoria do solo pela calagem (inclusive elevando seu teor em magnésio, que era muito baixo), a qual, possibilitando maior desenvolvimento das plantas, aumentou, também, a necessidade e o aproveitamento daquela adubação.

Não se pode calcular, estatisticamente, a significância do efeito da calagem. Tudo indica, porém, que êle não foi devido ao acaso, pois as duas experiências foram conduzidas simultaneamente, em condições idênticas e em áreas separadas apenas por um corredor de 3 m de largura.

Em média de todos os tratamentos, as produções de sementes de soja dos ensaios com e sem calcário corresponderam, respectivamente, a 1.157 e 755 kg/ha. O efeito médio do corretivo seria, portanto, +402 kg/ha (+53%). Todavia, essa média mascara diferenças muito interessantes. Assim é que, na ausência do fósforo e na presença das suas doses 1 e 2, as respostas ao calcário seriam, respectivamente, +143, +466 e +597 kg/ha (+42, +62 e +51%). Vê-se, assim, que o efeito do corretivo, embora percentualmente sempre considerável, em números

absolutos só se tornou satisfatório na presença da dose 1 e ainda cresceu apreciavelmente na presença da dose 2 de fósforo.

Muitos agricultores esperam que, em quaisquer circunstâncias, a calagem diminua ou elimine a necessidade da aplicação, na forma de

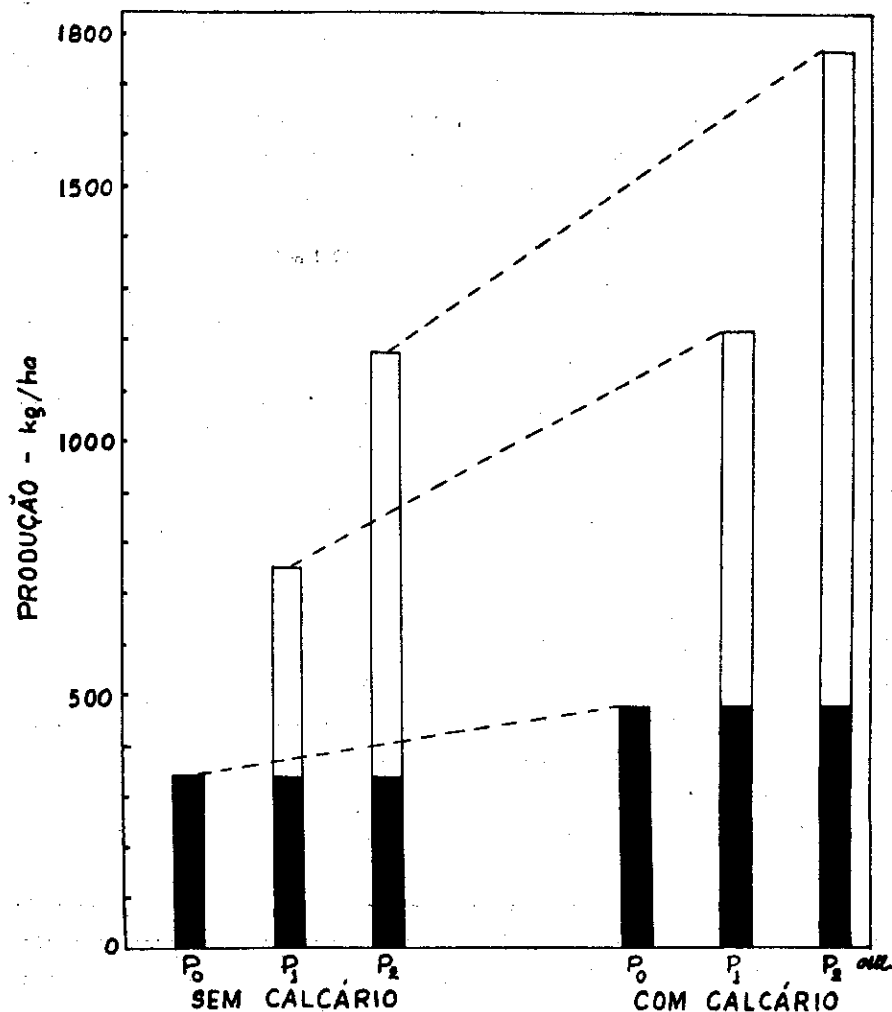


FIGURA 1. — Produções de sementes de soja de duas experiências vizinhas, uma sem e outra com prévia aplicação da calcário dolomítico. As colunas representam as produções obtidas com P₀, P₁ e P₂, sendo que suas partes vazias correspondem aos efeitos de P₁ e P₂ na ausência e na presença do calcário. Comparando as colunas ligadas por linhas tracejadas, tem-se uma idéia do efeito do calcário na ausência e na presença do fósforo.

adubos, de nutrientes outros que não o cálcio (e o magnésio, no caso do emprego de calcário dolomítico). Isso, contudo, só é possível, e temporariamente, em solos bem providos daqueles elementos em estado potencial. Confirmando conceito bem estabelecido, as presentes experiências mostraram claramente que tal não acontece em solos deficientes de minerais de reserva, como são, entre outros, os derivados do arenito Botucatu. Mostraram ainda que a calagem só proporcionou resultados satisfatórios quando acompanhada de adequada adubação.

As experiências relatadas também contribuem para mostrar a viabilidade do aproveitamento, para a agricultura, de áreas de campo cerrado como a estudada. Enquanto a produção de soja, em média dos tratamentos sem fósforo do ensaio sem calcário, foi de apenas 339 kg/ha, a média dos tratamentos com a maior dose de fósforo da experiência com prévia calagem atingiu 1.771 kg/ha. Vê-se que, simplesmente com a correção de algumas das deficiências químicas do solo, a produção ultrapassou a média do Estado de São Paulo e alcançou o nível das obtidas em terras consideradas boas (1).

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH SOYBEANS AND DRY BEANS IN «ARENITO BOTUCATU» SOIL

SUMMARY

In this paper are reported the results of two factorial experiments on poor soil derived from the Botucatu sandstone, to study the effects of three levels of nitrogen, phosphorus, and potassium on the yields of soybeans. The experiments were located in neighboring areas, one of which was previously limed with dolomitic lime. The plots of the latter were sown with dry beans in the following year, to study the residual effect of the fertilizers applied to the soybeans.

The responses to nitrogen and potassium, as well as the interactions, were insignificant. The effect of phosphorus, however, was significant and linear with both crops. Although high in the two areas, this effect was much higher in the limed one. Comparing the results of the two experiments, it was concluded that the response to lime was negligible in absence of phosphorus but increased considerably in its presence. On the limed area the yield of soybeans, as an average of the treatments with the higher level of phosphorus, reached about 1,800 kilograms to the hectare and was similar to those obtained in fertile soils of the State of São Paulo.

LITERATURA CITADA

1. MIYASAKA, S. Cultura da soja. Agrônômico 14(3-4):10-22. 1962.
2. ———, SILVA, J. G. DA & GALLO, J. R. Adubação da soja.
I — Ensaios preliminares de adubação mineral em terra-roxa misturada. Bragantia 19:[667]-674. 1960.
3. ———, 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.
4. NEME, N. A. Feijão soja. Ensaio de aplicação de calcário e matéria orgânica em soja. Relatório da Seção de Leguminosas. Instituto Agrônômico, Campinas, 1959-60. (Não publicado).
5. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. (e outros). Observações gerais sôbre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia 11:[227]-253. 1951.
- o. SCHMIDT, W., NEVES, O. S. & FREIRE, E. S. Adubação do algodoeiro. V — Ensaios com azoto, fósforo e potássio, em «campos de cooperação». Bragantia 17:[363]-409. 1958.