

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 29

Campinas, março de 1970

N.º 8

## ADUBAÇÃO DA SOJA

### VIII — EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE CALCÁRIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM SOLO PODZÓLICO VERMELHO AMARELO, VARIAÇÃO PIRACICABA (1)

H. A. A. MASCARENHAS, S. MIYASAKA, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Leguminosas, TOSHIO IGUE, *engenheiro-agrônomo*, Seção de Técnica Experimental, e E.S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), Instituto Agrônômico

#### SINOPSE

O efeito de doses crescentes de calcário magnesiano, fósforo e potássio sobre a produção de soja foi estudado por dois anos em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba, com pH 5,5, adubado com fósforo nas três culturas anteriores à experiência. Não houve resposta à adubação potássica. A reação ao calcário só se manifestou no segundo ano, quando a dose menor, de 1 t/ha, aumentou a produção em 9%. O efeito do fósforo foi significativo e linear; contudo, em média dos dois anos, o aumento proporcionado pela dose maior, de 100 kg/ha de  $P_2O_5$ , correspondeu a apenas 9%.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Confirmando o que se tem observado em países estrangeiros (1, 2), no Estado de São Paulo a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) também tem respondido bem à calagem (3, 5). Em experiência mais recente (4), conduzida por dois anos em solo Latossolo Roxo com pH 4,8, não se obteve resposta dessa planta ao emprêgo de doses de calcário que se elevaram até 4,8 t/ha. Para isso, porém, parece ter concorrido a qualidade da rocha utilizada na preparação do corretivo.

(1) Recebido para publicação em 24 de julho de 1969.

(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.

O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados de mais uma experiência, realizada por dois anos em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba, na qual os efeitos do fósforo e do potássio foram testados na ausência e na presença de 1, 2 e 3 t/ha de calcário magnesiano.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento usado foi o de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, empregaram-se quatro níveis de calcário, simbolizados por  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$ . Dentro de cada parcela, as subparcelas constituíram um fatorial  $3^2$  para os níveis 0, 1 e 2 de fósforo e de potássio.

Os níveis  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$  corresponderam a, respectivamente, 0, 1, 2 e 3 t/ha de calcário magnesiano. O fósforo foi empregado na forma de superfosfato simples, nas doses de 0, 50 e 100 kg/ha de  $P_2O_5$ ; o potássio, como cloreto, nas doses de 0, 20 e 40 kg/ha de  $K_2O$ .

As características principais do calcário usado constam da seguinte relação <sup>(3)</sup>:

Umidade % .....	0,06
Perda ao fogo % .....	39,46
Resíduo % .....	9,62
$R_2O_3$ % .....	0,58
CaO % .....	40,25
MgO % .....	9,15
Valor neutralizante % .....	95,25

O corretivo só foi empregado no primeiro ano da experiência (1966-67), dois meses antes do plantio da soja. Após sua distribuição a lanço, foi incorporado ao solo com grade de discos. Com a aração geral da área experimental, antes do plantio, é que foi incorporado mais profundamente ao solo. Tanto em 1966-67 como em 1967-68, o fósforo e o potássio foram aplicados por ocasião do plantio, em sulcos situados cerca de 5 cm ao lado dos destinados às sementes.

<sup>(3)</sup> Análise efetuada na Seção de Agrogeologia com a colaboração do Eng.º-Agr.º Bernardo van Raij.

As subparcelas tiveram quatro fileiras de 5 m, com o espaçamento de 60 cm, mas só foram utilizadas, para as observações, as duas fileiras centrais, de cujas cabeceiras eliminaram-se, na colheita, bordaduras de 50 cm. Portanto, a área útil das subparcelas correspondeu a 4,80 m<sup>2</sup>. Por metro linear de fileira, usaram-se 25 sementes inoculadas da variedade Pelicano.

No primeiro ano agrícola, a soja foi semeada em 9 de novembro de 1966 e colhida em 24 de abril de 1967; no segundo, respectivamente em 9 de novembro e 25 de abril.

A experiência foi conduzida na fazenda Holambra II <sup>(4)</sup>, município de Paranapanema, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba, segundo a classificação da Comissão de Solos do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas <sup>(7)</sup>. Nos três anos anteriores à sua instalação, a área aproveitada havia tido culturas de milho, sempre adubadas à razão de 140 kg/ha de superfosfato triplo. Na relação que se segue figuram os resultados das análises granulométrica e química de uma amostra composta do solo, tirada antes da calagem da área experimental <sup>(3)</sup>:

Argila %	54,00
Limo %	18,50
Areia fina %	23,80
Areia grossa %	3,70
pH	5,50
Carbono %	2,07
N %	0,19
K <sup>+</sup> <sup>(5)</sup>	0,57
Ca <sup>+2</sup> <sup>(5)</sup>	5,60
Mg <sup>+2</sup> <sup>(5)</sup>	2,55
H <sup>+</sup> <sup>(5)</sup>	8,40
Al <sup>+3</sup> <sup>(5)</sup>	0,20
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> <sup>(6)</sup>	0,11

<sup>(4)</sup> Os autores agradecem a colaboração, na execução da experiência, do Eng.º-Agr.º Hans de Vries, orientador geral da fazenda, e do Sr. Leonardo van Melles, proprietário do lote em que foi instalada a experiência.

<sup>(5)</sup> Teores trocáveis em e.mg por 100 g de solo.

<sup>(6)</sup> Teor solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N por 100 g de solo.

QUADRO 1. — Produções de sementes de soja, em quilogramas por hectare, obtidas na experiência de calagem × adubação, realizada em Paranapanema, nos anos agrícolas 1966-67 e 1967-68 (1)

Adubação (níveis de P e K)	Calagem				Média
	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	
<b>1966-67</b>					
00 .....	2104	2298	2458	1938	2199
01 .....	2052	2166	2083	2131	2108
02 .....	1944	2163	2021	2256	2096
Média .....	2033	2209	2187	2108	2134
10 .....	2396	2354	2152	2235	2284
11 .....	2156	2360	2090	2281	2222
12 .....	2250	2152	2183	2208	2198
Média .....	2267	2289	2142	2241	2235
20 .....	2438	2027	2375	2229	2267
21 .....	2281	2542	2167	2350	2335
22 .....	2313	2267	2285	2194	2265
Média .....	2344	2279	2276	2258	2289
Média de 1966-67 .....	2215	2259	2202	2202	----
<b>1967-68</b>					
00 .....	1260	1552	1496	1204	1378
01 .....	1294	1440	1321	1392	1362
02 .....	1329	1594	1479	1506	1477
Média .....	1294	1529	1432	1367	1406
10 .....	1465	1444	1563	1365	1459
11 .....	1523	1715	1423	1802	1616
12 .....	1513	1488	1340	1527	1467
Média .....	1500	1549	1442	1565	1514
20 .....	1544	1600	1517	1552	1553
21 .....	1740	1717	1465	1490	1603
22 .....	1448	1742	1500	1694	1596
Média .....	1577	1686	1494	1579	1584
Média de 1967-68 .....	1457	1588	1456	1504	----

(1) O calcário foi aplicado somente no primeiro ano; o fósforo e o potássio, nos dois anos.

### 3 — RESULTADOS

Em 1966-67, as chuvas de setembro a novembro, bem como a partir de fevereiro, foram inferiores às correspondentes normais; somente em dezembro e janeiro choveu abundantemente. Em 1967-68 só choveu regularmente em setembro, janeiro e fevereiro. Não obstante, os "stands" foram satisfatórios nos dois anos. As produções também foram satisfatórias no primeiro ano, mas caíram sensivelmente no segundo, em parte porque as plantas foram prejudicadas por virose.

As produções obtidas nos dois anos são apresentadas no quadro 1.

Na análise estatística da produção de 1966-67, o coeficiente de variação correspondeu a 31%, nas parcelas, e baixou a 15% nas subparcelas.

Os efeitos médios da calagem e do potássio, de respectivamente +6 e -46 kg/ha, não alcançaram significância. O do fósforo, porém, foi significativo e linear: as respostas a  $P_1$  e  $P_2$  corresponderam, respectivamente, a +101 e +155 kg/ha (+5 e +7 por cento).

Embora as interações não fossem significativas, convém registrar que o efeito do fósforo atingiu +272 kg/ha (+13%), na ausência, mas baixou para +80 kg/ha (+4%), na presença do calcário. Por sua vez, o efeito da calagem, que foi de +135 kg/ha (+7%), na ausência, caiu para -58 kg/ha (-3%) na presença do fósforo.

Em 1967-68, os coeficientes da variação foram bem melhores: 12%, nas parcelas, e 15%, nas subparcelas.

Conquanto pequena, a resposta média à calagem (+59 kg/ha ou +4%) foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. Os efeitos  $C_L$  e  $C_Q$  não alcançaram significância, ao passo que o  $C_C$  foi altamente significativo. A maior resposta ao calcário, de +131 kg/ha (+9%), foi proporcionada pela dose de 1 t/ha.

O efeito do fósforo foi altamente significativo e linear: enquanto o aumento de produção devido a  $P_1$  foi de 108 kg/ha, o devido a  $P_2$  se elevou a 178 kg/ha (13%). O efeito do potássio, de +57 kg/ha ou +4% em média das doses 1 e 2, não alcançou significância.

As interações não foram significativas. Notou-se, contudo, que, tal como aconteceu no primeiro ano, o calcário e o fósforo se prejudicaram mutuamente.

#### 4 — INFLUÊNCIA DA CALAGEM SÔBRE O SOLO

Para ter uma idéia da influência da calagem sôbre algumas características químicas do solo, após a colheita de 1966-67 (sete meses depois da calagem) tiraram-se, ao acaso, amostras das parcelas sem calcário e das que receberam 3 t/ha do corretivo.

De cada uma das quatro repetições dêsses tratamentos foram tomadas amostras representativas das camadas de 0-15 e 15-30 cm de profundidade. As amostras de cada profundidade do tratamento sem calcário e, separadamente, as provenientes do tratamento com calcário foram misturadas, para formar as amostras compostas destinadas à análise (<sup>7</sup>).

Como a amostragem foi efetuada depois da aração, o solo das duas camadas já havia sido mecânicamente misturado. Assim, embora a camada de 15-30 cm se mostrasse um pouco mais ácida (com menor pH, menor teor de  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$  e maior de  $\text{Al}^{+3}$  trocáveis), basta dizer que, em média das duas camadas, isto é, na chamada camada arável do solo, a calagem com 3 t/ha de calcário magnesiano provocou aumentos de 27%, no índice pH, e de 154%, no teor de  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ , e reduziu a traços o teor de  $\text{Al}^{+3}$ .

#### 5 — DISCUSSÃO

Conquanto significativo e linear nos dois anos, o efeito do fósforo foi pequeno. Mesmo no segundo ano, quando o solo dos canteiros que não receberam adubação fosfatada se achava mais desfalcado, e o dos readubados, com maior provisão, o aumento de produção proporcionado pela dose maior, de 100 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , correspondeu a tão somente 178 kg/ha (13%). Provavelmente, isso foi consequência das adubações, à razão de 140 kg/ha de superfosfato triplo, que a área experimental havia recebido nas três culturas de milho realizadas antes do plantio da soja.

Embora a interação calcário  $\times$  P não alcançasse significância estatística, deve-se registrar que a presença da calagem também contribuiu para diminuir o efeito do fósforo. Em média dos dois anos, a resposta a  $\text{P}_2$ , que atingiu +297 kg/ha (+18%),

---

(<sup>7</sup>) Análises feitas na Seção de Fertilidade do Solo.

na ausência do calcário, baixou para +123 kg/ha (+7%) na presença do corretivo. Julgando somente por essas respostas, poder-se-ia supor que a calagem teria mobilizado fósforo do solo, tornando menos necessária a adubação fosfatada. Parece, contudo, que tal explicação não é válida, pois que, em média dos dois anos, a produção dos tratamentos que receberam  $P_2$  mais calcário (1929 kg/ha) foi até um pouco inferior à daqueles em que se excluiu o corretivo (1960 kg/ha), indicando que a calagem, ao invés de aumentar, diminuiu a quantidade total de fósforo facilmente assimilável. É mais provável que, nas condições da experiência, a calagem tenha insolubilizado temporariamente parte do fósforo aplicado.

O solo estava bem provido de potássio trocável, conforme indicado. Daí a resposta praticamente nula à adubação potássica.

O pequeno efeito da calagem é que foi estranho, em face da literatura citada no capítulo 1 (1, 2, 3, 5) e da acidez do solo em que foi instalada a experiência. A qualidade do calcário não parece ter sido a causa, mesmo porque a análise de amostras tiradas na ocasião da primeira colheita revelou que a aplicação desse material elevou consideravelmente o pH e o teor de  $Ca^{+2} + Mg^{+2}$  trocável do solo e reduziu a traços seu teor de  $Al^{+3}$ .

É verdade que, no intervalo de dois meses entre a aplicação do calcário e o primeiro plantio, as chuvas foram relativamente escassas. Mas o fato é que, depois do plantio, houve períodos de chuvas abundantes e, mesmo no segundo ano, a resposta da soja à calagem foi pequena. Parece, assim, que nas condições prevalentes, a soja, que é relativamente tolerante à acidez do solo (6), poderia dispensar a aplicação de calcário ou satisfazer-se com pequena dose desse corretivo. Note-se que o solo aproveitado para a experiência não era muito ácido (pH 5,5) e, enquanto seu teor de alumínio trocável era de apenas 0,20 e.mg, a soma das bases trocáveis atingia 8,72 e.mg por 100 g de solo.

## 6 — CONCLUSÕES

Da experiência relatada, conduzida por dois anos em solo Podzólico Vermelho Amarelo, variação Piracicaba, com pH 5.5 e adubado com fósforo nas três culturas anteriores ao plantio da soja, podem-se tirar as seguintes conclusões:

a) O efeito da calagem com doses de 1 a 3 t/ha de calcário magnesiano foi praticamente nulo, no primeiro ano, e pequeno, no segundo, quando a dose de 1 t/ha proporcionou o maior aumento de produção, correspondente a 9%.

b) O solo estava bem provido de potássio trocável e não reagiu à adubação potássica.

c) Embora significativo e linear nos dois anos, o efeito do fósforo foi relativamente pequeno. Em média dos dois anos, o aumento provocado pela dose maior (100 kg/ha de  $P_2O_5$ ) correspondeu a 167 kg/ha ou 9%.

#### FERTILIZING SOYBEANS

#### VIII — EFFECTS OF INCREASING DOSES OF LIME, PHOSPHORUS AND POTASSIUM ON A RED-YELLOW PODZOLIC SOIL

#### SUMMARY

The effects of increasing doses of magnesian lime, phosphorus and potassium on the yield of soybeans were studied during two years on a red-yellow podzolic soil with pH 5.5, fertilized with phosphorus in the previous three crops.

No response to potassium was obtained. The effect of lime manifested only in the second year, when the smaller dose, of 1 metric ton per hectare, caused an yield increase of 9 per cent. The responses to phosphorus were linear; however, the increase due to the larger dose, of 100 kg/ha of  $P_2O_5$ , corresponded to 9 per cent only.

#### LITERATURA CITADA

1. CARTTER, J. L. & HARTWIG, E. The management of soybeans. In: Norman, A. C., ed. The soybean. New York, Academic Press, 1963. p.161-226.
2. IGNATIEFF, V. & PAGE, H. J., ed. Efficient use of fertilizers. Roma, F.A.O., 1959. 355p.
3. MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S.; SORDI, GUIDO DI & LOPES, ELI S. Adubação da soja. V — Efeito da inoculação das sementes com *Rhizobium* e da subsequente "peletização" com pasta de carbonato de cálcio na ausência e na presença da calagem e da adubação nitrogenada. *Bragantia* 26:143-156, 1967.

4. MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. & FREIRE, E. S. Adubação da soja. VII — Efeito de doses crescentes de calcário, fósforo e potássio em solo Latossolo Roxo com vegetação de cerrado recém-desbravado. *Bragantia* 27:279-289, 1968.
5. MIYASAKA, S.; FREIRE, E. S. & ABRAMIDES, E. Adubação da soja. IV — Estudo preliminar sobre maneiras de efetuar a calagem com calcário dolomítico e cal extinta. *Bragantia* 25:223-231, 1966.
6. OHLROGGE, A. J. Mineral nutrition of soybeans. In: Norman, A. C., ed. *The soybean*. New York, Academic Press, 1963. p.125-160.
7. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim 12)