

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 33

Campinas, janeiro de 1974

N.º 1

CALAGEM E ADUBAÇÃO MINERAL DA SOJA (*GLYCINE MAX* (L.) MERRILL) VARIEDADE SANTA MARIA, EM SOLO DE VÁRZEA ^(1,2)

JOSÉ GERALDO BAUMGARTNER ⁽³⁾, *Seção de Fertilidade do Solo*, ELI SIDNEY LOPES ⁽³⁾, *Seção de Microbiologia do Solo*, JOEL DOMINGOS DEMATTÊ e SHIRO MIYASAKA ⁽³⁾, *Seção de Leguminosas*, TOSHIO IGUE ⁽³⁾, *Seção de Técnica Experimental e Cálculo*, Instituto Agrônômico, e GERALDO GUIMARÃES, *Estação Experimental do Serviço do Vale do Paraíba*

SINOPSE

Um experimento para estudar efeitos da calagem e da adubação mineral sobre o desenvolvimento da cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foi conduzido em solo de várzea, rico em matéria orgânica, localizado na Estação Experimental do Serviço do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba.

Foram aplicadas doses crescentes de calcário, combinadas com diferentes níveis de fósforo e potássio, sendo também incluídos molibdênio e boro (micronutrientes), em alguns tratamentos.

Verificou-se efeito favorável da calagem na produção de matéria seca e no teor de nitrogênio total da parte aérea das plantas. Não se observaram, todavia, diferenças nesses valores, por influência de dosagens do corretivo. A resposta favorável ao fósforo verificou-se apenas para o maior nível de adubação fosfatada, quer na ausência de calcário, quer dentro do menor nível de calcário, quando o fósforo foi aplicado junto ao potássio. As aplicações de potássio, molibdênio e boro não afetaram o desenvolvimento da cultura.

A análise química do solo, feita periodicamente para todos os tratamentos, mostrou variações significativas nos valores de pH, em função do tempo, mesmo nas áreas que não receberam calcário. Verificou-se, ainda, que até aos 162 dias após a calagem não houve neutralização de todo o alumínio trocável.

1 — INTRODUÇÃO

Para melhor aproveitamento das várzeas do Vale do Paraíba, com base numa série de características favoráveis da soja Santa Maria, Guimarães e Miyasaka (4) recomendam a introdução dessa leguminosa,

(1) Trabalho apresentado na VII Reunião sobre Análise de Solos para fins de Fertilidade, realizada em Itabuna, Bahia, de 11 a 16 de setembro de 1972.

(2) Recebido para publicação em 19 de novembro de 1973.

(3) Com bolsa de suplementação do CNPq.

em cultivo de inverno, para obtenção de feno, em rotação com cultura de arroz. Além da produção de alimento para o gado bovino, pode-se esperar dessa rotação certa melhoria nas condições de fertilidade do solo, através do processo de fixação de nitrogênio pela leguminosa (2).

Como o plantio da soja no inverno, para a obtenção de feno, é uma recomendação recente, são praticamente inexistentes as informações sobre calagem e adubação para a cultura, nessas condições. Pela rotação com o arroz, é provável que a soja aproveite o efeito residual da adubação da gramínea. Seria interessante suprimir a adubação da soja, se o aumento nos níveis de adubação do arroz garantisse efeito residual que permitisse bom desenvolvimento da leguminosa. Mas, antes disso, é preciso saber qual a resposta da cultura de soja a uma adubação específica. Deve-se destacar que a soja vem apresentando respostas contraditórias nos experimentos de adubação, principalmente às adições de fósforo (8), e que os solos de várzea do Vale do Paraíba, muito ácidos e com elevados teores de matéria orgânica e alumínio (7), têm características muito particulares, sobretudo quanto à disponibilidade de fósforo. Isso tudo indica a necessidade de realização de experimentos de calagem e adubação para a soja, nessas condições.

Outro aspecto que merece atenção, no presente caso, é a adição de micronutrientes à adubação da leguminosa. Algumas informações indicam a necessidade de estudar, principalmente, os efeitos de molibdênio e boro. Assim é que, Gargantini e outros (3), estudando a adubação de batatinha em solos de várzea dessa região, obtiveram evidências de que o molibdênio, em determinadas circunstâncias, pode estar em nível deficiente. Sabe-se que esse elemento é exigido em maiores quantidades quando a leguminosa depende do processo de fixação, para obtenção do nitrogênio, do que quando este é fornecido na forma mineral. Por outro lado, com relação ao boro, Leite e outros (5) observaram elevados aumentos na produção de batata, devidos à aplicação do elemento, em dois tipos de solos do Vale do Paraíba.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a influência da calagem e de determinados nutrientes na produção de matéria seca e no conteúdo de nitrogênio total de soja da variedade Santa Maria, cultivada em solo da série Coruputuba, representativo dos solos de várzea do Vale do Paraíba. Procurou-se também verificar, através de análises químicas, o efeito corretivo do calcário, aplicado em diferentes doses, na elevação do índice pH e neutralização do alumínio trocável, bem como sobre a elevação dos teores de cálcio e magnésio trocáveis do solo.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em solo da série Coruputuba, em área do Campo de Pesquisas do Serviço do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba, São Paulo, em terreno com meios de ser irrigado por inundação.

A análise química do solo, em amostras retiradas do local do ensaio, à profundidade de 0-15 cm, revelou os seguintes resultados:

pH = 5,30; C% = 7,60; PO_4^{3-} = 0,06 e.mg/100 ml de solo; K^+ = 0,09 e.mg/100 ml; $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ = 2,90 e.mg/100 ml; e Al^{3+} = 2,30 e.mg/100 ml.

Foi empregada a variedade de soja Santa Maria (*Glycine max* (L.) Merrill), recomendada para o cultivo de inverno na região, por seu desenvolvimento satisfatório em dias curtos e pela tolerância ao frio.

O delineamento do ensaio foi o de parcelas subdivididas, com quatro tratamentos de calagem (sem calagem e 1, 2 e 3 vezes o teor de Al^{3+} , expresso em toneladas de calcário por hectare). Em cada tratamento de calagem foram efetuados os seguintes tratamentos de adubação: P_0K_0 , P_1K_0 , P_2K_0 , P_0K_1 , P_2K_1 , $P_2K_1 + Mo$ e $P_2K_1 + Mo + B$.

A calagem foi feita com antecedência de 45 dias do plantio, utilizando-se calcário dolomítico (29,8% de CaO e 19,7% de MgO). Após a aplicação de calcário foram retiradas, periodicamente, amostras das parcelas não adubadas (tratamento A), para verificação analítica da correção de acidez.

As adubações foram feitas no sulco de plantio, no dia da semeadura, utilizando-se misturas em pó dos fertilizantes. Como fonte de fósforo empregou-se superfosfato simples, nas doses de 40 (P_1) e 80 (P_2) kg/ha de P_2O_5 . A adubação potássica foi feita com cloreto de potássio, na dose de 30 kg/ha de K_2O . O molibdênio foi fornecido como molibdato de amônio, na dosagem de 500 g por ha, e o boro como bórax, na dosagem de 10 kg/ha.

A soja foi plantada em 16 de julho de 1970, no espaçamento de 0,30 m entre linhas, colocando-se cerca de 40 sementes por metro. As sementes foram previamente inoculadas com inoculante comercial à base de turfa, proveniente do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Curitiba, Paraná.

Em 20 de julho, 4, 13 e 21 de agosto, a área experimental foi irrigada, por elevação do lençol freático.

A colheita foi feita em 11/11/70, tendo-se determinado o peso verde da parte aérea, cortada rente ao solo. Foram também colhidas e pesadas amostras de cada tratamento, para determinação da matéria seca e do nitrogênio.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 — INFLUÊNCIA DA CALAGEM NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Os resultados das análises de pH, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e Al^{3+} , efetuadas em cinco épocas (desde a calagem até 11 dias da colheita) estão apresentados no quadro 1. Os teores de carbono, fósforo e potássio foram também determinados, porém não se observaram modificações consistentes, para esses nutrientes.

Os dados de pH, observados isoladamente para cada uma das doses de calagem empregadas, denotam que aparentemente não houve modificação acentuada do pH inicial por efeito da aplicação de calcário. Entretanto, observando esses valores em relação ao pH do solo sem calagem, nos sucessivos períodos de amostragem, verifica-se que esse efeito se fez sentir desde o princípio, em diferentes intensidades, e consoante com as doses do corretivo aplicado.

Em vista dessa variação do pH, com tendência para decrescer no início do período em que o ensaio foi instalado, está evidente que nesse tipo de solo o índice pH não deve ser tomado isoladamente, para verificação do efeito corretivo da calagem. No quadro 1 observa-se que os teores de cálcio e magnésio aumentaram e os de alumínio decresceram, logo após a aplicação de calcário, independentemente dos valores de pH observados, denunciando o efeito do corretivo.

Embora a variação acentuada do pH, em função do tempo, tenha sido claramente observada, não se dispõe de elementos para explicá-la. Convém salientar que a aplicação de 2300 kg/ha de calcário (dose correspondente a uma vez o teor de Al^3 , expresso em t/ha) foi suficiente para neutralizar, após 162 dias da aplicação, apenas 35% da quantidade inicial de alumínio no solo. Com o dobro e o triplo dessa dose, a neutralização foi de 61% e 74%, respectivamente, da quantidade inicial.

QUADRO 1. — Valores de pH e teores de Ca^{2+} + Mg^{2+} e Al^{3+} (expressos em e.mg/100 ml de solo) observados em solos da série Coruputuba, em amostras coletadas, em diferentes épocas, de parcelas com quatro níveis de aplicação de calcário, em experimento conduzido na Estação Experimental do Serviço do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba

Período após a calagem (dias)	Dose de calcário											
	Sem calcário			2300 kg/ha			4600 kg/ha			6900 kg/ha		
	pH	Ca^{2+} + Mg^{2+}	Al^{3+}	pH	Ca^{2+} + Mg^{2+}	Al^{3+}	pH	Ca^{2+} + Mg^{2+}	Al^{3+}	pH	Ca^{2+} + Mg^{2+}	Al^{3+}
0	5,3	2,9	2,3	5,3	2,9	2,3	5,3	2,9	2,3	5,3	2,9	2,3
58	4,9	2,9	2,5	5,2	3,9	1,7	5,3	4,4	1,5	5,3	4,8	1,5
97	4,7	2,7	2,1	4,9	3,4	1,6	5,0	4,4	1,2	5,0	5,1	1,0
134	5,4	2,7	2,4	5,6	3,8	1,7	5,4	5,9	0,9	5,6	6,3	0,9
162	5,1	2,8	2,4	5,3	4,1	1,5	5,5	5,5	0,9	5,7	6,5	0,6

3.2 — INFLUÊNCIA DA CALAGEM E DA ADUBAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Os dados de produção de matéria seca, obtidos de plantas com vagens em início de granação, estão apresentados no quadro 2.

QUADRO 2. — Produções de matéria seca e teores de nitrogênio da parte aérea obtidos em experimento de calagem e adubação de soja var. Santa Maria, em solo da série Coruputuba, na Estação Experimental do Serviço do Vale do Paraíba, Pindamonhangaba

Dose de calcário	Dose de fertilizante	Produção de matéria seca ⁽¹⁾	Nitrogênio total da parte aérea ⁽²⁾
<i>kg/ha</i>		<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
0	P ₀ K ₀	5 120	103
	P ₁ K ₀	5 994	123
	P ₂ K ₀	7 035	155
	P ₀ K ₁	5 536	129
	P ₂ K ₁	6 826	133
	P ₂ K ₁ + Mo	6 244	136
	P ₂ K ₁ + Mo + B ..	6 993	146
2300	P ₀ K ₀	7 076	141
	P ₁ K ₀	6 493	138
	P ₂ K ₀	7 576	159
	P ₀ K ₁	6 244	119
	P ₂ K ₁	7 534	160
	P ₂ K ₁ + Mo	6 202	156
	P ₂ K ₁ + Mo + B ..	6 660	148
4600	P ₀ K ₀	6 036	142
	P ₁ K ₀	6 702	149
	P ₂ K ₀	6 493	161
	P ₀ K ₁	6 244	125
	P ₂ K ₁	6 577	175
	P ₂ K ₁ + Mo	6 702	147
	P ₂ K ₁ + Mo + B ..	7 492	180
6900	P ₀ K ₀	6 910	152
	P ₁ K ₀	6 910	138
	P ₂ K ₀	7 576	174
	P ₀ K ₁	6 036	145
	P ₂ K ₁	6 951	167
	P ₂ K ₁ + Mo	6 743	139
	P ₂ K ₁ + Mo + B ..	7 118	153

(1) DMS — Fert. d. calc. = 666 (Tukey 5%); C.V. (parcelas) = 7%; C.V. (subparcelas) = 9%.

(2) DMS — Fert. d. calc. = 14,31 (Tukey 5%); C.V. (parcelas) = 7,3%; C.V. (subparcelas) = 9,1%.

A comparação das médias das produções dos tratamentos de calagem pelo teste de Tukey revelou que houve resposta à aplicação de calcário. Não foram observadas, entretanto, diferenças entre doses aplicadas. Convém ressaltar, como mencionado anteriormente, que mesmo com o emprego de 6900 kg de calcário por hectare não houve total neutralização do alumínio trocável. Considerando que o desenvolvimento das plantas foi normal e que a produção média foi satisfatória (6800 kg por ha de matéria seca no tratamento com a menor dose de calcário) é possível argumentar que nesse solo os teores de Al^{3+} entre 0,60 e 1,5 e.mg por 100 ml de solo aparentemente não foram prejudiciais ao desenvolvimento da soja Santa Maria. Sabe-se que os teores de Al^{3+} acima de 0,5 e.mg em solos minerais são considerados tóxicos. Os dados obtidos não permitem explicar essa observação. Algumas hipóteses podem, entretanto, ser lembradas. Armiger e outros (1) constataram que as variedades de soja diferem quanto à tolerância a solos ácidos com elevados teores de alumínio, existindo portanto a possibilidade de que a soja Santa Maria seja tolerante ao alumínio, nos teores observados nesse solo. Deve ser também salientado que não existem estudos, para esse tipo de solo, sobre a relação entre os principais componentes da acidez titulável (Al^{3+} e H^+). Enquanto em solos minerais a acidez nociva é essencialmente devida a Al^{3+} (9), em solos orgânicos isso pode não ser verdadeiro. Em se verificando maior participação do íon de hidrogênio, no extrato obtido com solução de KCl normal, o teor de Al^{3+} indicado na análise seria conseqüentemente menor. Estudos específicos sobre a relação H^+ , Al^+ e pH do solo, bem como da toxidez de alumínio em solos orgânicos, se fazem necessários.

Com relação ao efeito da adubação, a reação favorável e estatisticamente significativa foi constatada apenas para a maior dose de adubação fosfatada na ausência de calcário, indiferentemente da presença ou ausência de potássio. Nos tratamentos em que se fez a calagem só houve resposta a fósforo quando esse nutriente foi aplicado na presença de potássio. Não houve resposta favorável à aplicação de potássio, boro ou molibdênio. As respostas obtidas para fósforo se assemelham às observadas por Mikkelsen e colaboradores (6). Esses autores observaram, em solos de cerrado, com características bem diversas das do solo aqui estudado, pequenas respostas da soja a fósforo na ausência de calagem e nenhum benefício da adubação fosfatada após a correção da acidez.

3.3 — INFLUÊNCIA DA CALAGEM NO TEOR DE NITROGÊNIO DA PARTE AÉREA

Os dados de concentração total de nitrogênio na parte aérea, obtidos em amostras compostas, de cada um dos tratamentos, por ocasião da colheita, estão apresentados no quadro 2.

A análise estatística desses dados revelou que o teor de nitrogênio foi, como no caso de produção de massa, significativamente afetado pela calagem, não havendo, entretanto, diferenças entre as doses de calcário aplicadas. Não houve também efeito favorável da aplicação de boro e molibdênio na concentração de nitrogênio total.

A adubação fosfatada também afetou a concentração de nitrogênio em alguns casos, apresentando respostas significativas para doses mais elevadas de fósforo para os fatores 1 e 2 de calagem, quando na presença de potássio. No tratamento sem calagem foram também observadas respostas a fósforo, porém somente na ausência de potássio.

Como não foram incluídos tratamentos sem inoculação, fica difícil avaliar a origem do nitrogênio detectado. O teor médio de nitrogênio total foi equivalente a 132 kg/ha (no tratamento com 2300 kg de calcário por hectare), e parte dele deve ter sido proveniente do solo.

4 — CONCLUSÕES

As principais conclusões obtidas deste experimento são as seguintes:

a) A aplicação de 2300, 4600 e 6900 kg de calcário por hectare, em solo da série Coruputuba, neutralizou respectivamente 35%, 61% e 74% do Al^{3+} presente no solo, em observações efetuadas 162 dias após a aplicação do calcário.

b) A produção de massa de soja e o teor de nitrogênio na parte aérea foram aumentados significativamente por efeito da calagem, sendo que a aplicação de 2300 kg de calcário por hectare foi suficiente para obtenção de boa produção de massa, embora o solo ainda contivesse 1,5 e.mg de Al^{3+} no final do ensaio.

c) A aplicação de 40 kg de P_2O_5 não aumentou significativamente a produção, porém a dose de 80 kg de P_2O_5 aumentou a produção, particularmente quando aplicada em ausência de calagem.

d) Não se observaram respostas a potássio, boro e molibdênio, na produção de massa ou no total de nitrogênio da parte aérea.

EFFECT OF LIMING AND FERTILIZATION ON THE PRODUCTION OF SOYBEAN, VARIETY SANTA MARIA, ON LOWLAND

SUMMARY

A field experiment was carried out on a soil rich in organic matter to study the influence of lime and fertilizers on the production of soybean dry matter and on the soil chemical properties.

Three rates of lime (2.3, 4.6 and 6.9 t/ha), combined with two rates of superphosphate and one rate of potassium chloride were employed. Molybdenum and boron were also applied in some treatments.

Neutralization of Al^{3+} was not completed 162 days after liming. A time dependent pH variation was observed in the absence and presence of liming.

Dry matter and total nitrogen were increased by liming, but no differences were observed among liming rates.

In the presence of lime the response to phosphorus was observed at the higher rate but only when potassium was also applied and for the lower liming rate; in the absence of lime only the higher rate of P application was effective, irrespective of the presence of potassium.

Applications of K, Mo, and B did not increase the production.

LITERATURA CITADA

1. ARMIGER, W. H.; FOY, C. D.; FLEMING, A. L. & CALDWELL, B. E. Differential tolerance of soybean varieties to an acid soil high in exchangeable aluminium. *Agron. J.* 60:67-70, 1968.
2. BONNIER, C. & BRAKEL, J. Lutte biologique contre la faim. Légumineuses-*Rhizobium*. Gembloux, Duculot, 1969. 148p.
3. GARGANTINI, H.; LEITE, N.; HUNGRIA, L. S. & VENTURINI, W. R. Efeito de micronutrientes na produção e no tipo de tubérculos de batata, em cultura efetuada em solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia* 29:1-10, 1970.
4. GUIMARÃES, G. & MIYASAKA, S. Soja Santa Maria, na entre safra de arroz de várzea. s.d. (Mimeografado)
5. LEITE, N.; GARGANTINI, H.; HUNGRIA, L. S. & VENTURINI, W. R. Efeito da aplicação de borax em cultura de batatinha em várzea irrigada, no Vale do Paraíba. *Bragantia* 29:329-336, 1970.
6. MIKKELSEN, D. S.; FREITAS, L. M. M. & McCLUNG, A. C. Efeitos da calagem e adubação de algodão, milho e soja em três solos de campo cerrado. São Paulo, Instituto de Pesquisas I.R.I., 1963. 48p. (Boletim 29)

-
7. VERDADE, F. C.; HUNGRIA, L. S.; RUSSO, R.; NASCIMENTO, A. C.; GROHMANN, F. & MEDINA, H. Solos da Bacia de Taubaté (Vale do Paraíba). *Bragantia* 20:43-322, 1961.
 8. VIDOR, C. & FREIRE, J. R. J. Calibração de análises de solos para cultura de soja. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, s.d. 9p. (Mimeografado)
 9. WUTKE, A. C. P. Acidez. In: MONIZ, A. C., coord. Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. p. 149-168.