

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 30

Campinas, junho de 1971

N.º 13

## NUTRIÇÃO MINERAL DA SOJA PERENE (*GLYCINE WIGHTII* Verdc.). I — ENSAIO DE ADUBAÇÃO EM SOLO DE CERRADO (1)

LUIZ A. C. LOVADINI e EDUARDO A. BULISANI, *engenheiros-agrônomo*s, Seção de Leguminosas, Instituto Agrônômico

### SINOPSE

São relatados os resultados de uma experiência de adubação com delineamento fatorial 3<sup>3</sup>, instalada em solo de cerrado (Latosolo Vermelho Escuro fase arenosa), na Estação Experimental de Jupia (CESP), para o estudo dos efeitos da aplicação de calcário, fósforo e potássio, em três níveis, na produção de forragem de soja perene.

Os resultados experimentais revelam que o calcário e o fósforo produziram efeitos altamente significativos sobre a produção; o potássio não provocou efeitos significativos, e tampouco foram significativas as interações entre os elementos estudados. Embora não significativa, ocorreu interação negativa entre calcário e fósforo: o efeito de cada um deles foi diminuído sempre que a dose do outro foi aumentada.

### 1 — INTRODUÇÃO

A partir de sua introdução pelo Instituto Agrônômico, em 1953, a soja perene vem despertando de tal modo o interesse nos agricultores, que a procura de sementes se intensifica a cada ano que passa.

A rápida expansão dessa cultura pode ser explicada pelo fato de se tratar de uma leguminosa tropical, que consegue desenvolver-se razoavelmente bem em solos de fertilidade média, graças à sua grande capacidade de extração de cálcio e fósforo em solos relativamente pobres nesses elementos (5).

(1) Recebido para publicação em 17 de abril de 1971.

Apesar de já existirem alguns dados sôbre a soja perene, poucos são os que revelam o comportamento dessa planta em relação à variação de pH e sua reação em solos ácidos e pobres.

Segundo Norris (4, 5) e Andrew e Norris (1), as leguminosas tropicais têm maior capacidade de extração de cálcio, em solos pobres nesse elemento, assim como de formação de nódulos, do que as de clima temperado.

Jones e colaboradores, segundo citação de Freitas (2), ao cultivarem sete espécies de leguminosas tropicais, em Latossolo Vermelho de cerrado, embora tivessem elevado drásticamente o pH no tratamento completo, obtiveram um decréscimo de produção da soja perene quando o cálcio e o magnésio foram suprimidos. Contudo, os autores não esclarecem como foi elevado o pH e suprimidos o cálcio e o magnésio.

Outro trabalho realizado por Jones e Freitas, citado por Freitas (2), em Latossolo Vermelho Amarelo de cerrado, revelou que a soja perene era a planta que apresentava menor produção, sem a aplicação de calcário, reagindo favoravelmente pela aplicação de até 1000 kg/ha do corretivo.

Neme e Lovadini (3), em ensaio de campo instalado em Latossolo Vermelho Amarelo orto, de cerrado, encontraram efeitos significativos do calcário e do fósforo, sendo que o efeito do fósforo na forma de superfosfato simples era superior ao da combinação de 6 t/ha de calcário e 100 kg/ha de  $P_2O_5$ , êste na forma de fosfato natural ou farinha de ossos.

Freitas (2), conduzindo trabalhos em solos ácidos e pobres, tem observado indícios que justificam o emprêgo de calcário em solos com pH entre 4,5 a 5,5, para o estabelecimento da soja perene. Êsses indícios, porém, devem ser comprovados experimentalmente, devendo-se levar em conta, também, outras variáveis, como os níveis de alumínio e cálcio + magnésio trocáveis.

Em prosseguimento ao programa de pesquisa, estabelecido com a finalidade de estudar a reação dessa leguminosa à aplicação de adubos minerais e calcário, quer em terras de cultura, quer nas chamadas terras de cerrado, a Seção de Leguminosas instalou a experiência aqui relatada, com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de calcário, fósforo e potássio, em três níveis, em terra de cerrado, localizada em Três Lagoas, Estado do Mato Grosso.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

A experiência foi instalada em Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, na Estação Experimental de Jupiá, de propriedade das Centrais Elétricas de São Paulo.

A gleba onde foi localizada a experiência jamais havia sido cultivada, e encontrava-se coberta de vegetação natural, do tipo cerradão, característica da região. A área foi desbravada e destocada, e o solo preparado para plantio.

A análise química desse solo forneceu os seguintes resultados:

pH .....	5,0
Carbono .....	0,86%
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (1) .....	0,04
K <sup>+</sup> (2) .....	0,12
Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> (2) .....	1,30
Al <sup>3+</sup> (2) .....	0,40

O delineamento experimental foi um fatorial 3<sup>3</sup>, para calcário, fósforo e potássio, com duas repetições. Os tratamentos foram distribuídos segundo a Rep. I, ABC, Grupo Y, de Cochran & Cox. Cada parcela, com 20 m<sup>2</sup>, constou de 9 fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas de 50 cm. Utilizou-se o plantio convencional, colocando-se cerca de 10 sementes a cada 50 cm dentro das fileiras. A experiência foi instalada em 10 de novembro de 1966, utilizando-se para o plantio sementes de soja perene, cv. I 804, em distribuição pelo Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.

O calcário utilizado foi o dolomítico, nas seguintes dosagens: 0, 1500 e 3000 kg/ha. Os níveis 0, 1 e 2 de fósforo corresponderam, respectivamente, a 0, 50 e 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples; os de potássio, a 0, 30 e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto.

Tanto o calcário, que foi distribuído a lanço, como os adubos, que foram distribuídos no sulco, foram incorporados às parcelas, no mesmo dia do plantio da soja perene. A inoculação foi procedida pouco antes da semeadura.

(1) e.mg/100 ml de solo. Teor solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.

(2) e.mg/100 ml de solo. Teores trocáveis.

A experiência teve a duração de dois anos, não tendo sido executado nenhum corte no primeiro ano, tendo em vista o crescimento demasiado lento das plantas, provocado pela seca.

No segundo ano, foram executados três cortes: em 17 de janeiro, 7 de maio e 20 de novembro, cujas pesagens estão indicadas no quadro 1, segundo os tratamentos.

No final da experiência, foram retiradas amostras de terra, para análise, nos canteiros correspondentes a cada tratamento, a fim de verificar possíveis modificações nas características químicas do solo. Os resultados encontram-se no quadro 2.

### 3. — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para interpretação dos resultados obtidos, foi feita a análise estatística dos dados de produção de forragem verde, correspondentes a cada corte e aos três cortes em conjunto.

No primeiro corte, a análise da variância mostrou que houve efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, devidos apenas ao calcário e ao fósforo. O efeito do potássio bem como os de todas as interações não foi significativo. O coeficiente de variação foi de 22,53%.

A análise da variância dos dados obtidos no segundo corte revelou diferenças significativas das produções apenas para o calcário, ao nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de variação foi de 31,96%.

A análise da variância dos dados correspondentes ao terceiro corte mostrou que apenas o calcário e as interações  $Ca \times P$ ,  $Ca \times K$  e  $P \times K$  provocaram efeitos significativos sobre a produção, ao nível de 5% de probabilidade. Este foi o único corte em que houve efeito significativo das interações. O coeficiente de variação foi de 22,01%.

A análise estatística das produções acumuladas dos três cortes mostrou haver efeitos significativos apenas para o calcário e o fósforo, a 1% de probabilidade. O potássio não influenciou significativamente na produção de forragem verde. Todavia, quando se estudou seu efeito dentro dos níveis de calcário, houve significância a 5% de probabilidade. Não se observou também efeito significativo de qualquer interação. O coeficiente de variação obtido na análise conjunta da variância foi de 20,84%.

QUADRO 1. — Produções de massa verde de soja perene (médias de duas repetições), obtidas em experiência de adubação em Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, de cerrado, na E. E. de Jupiá (CESP)

Níveis de Ca, P e K	1.º corte	2.º corte	3.º corte	Total
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
000	2,63	1,75	2,13	6,51
001	5,00	3,88	3,00	11,88
002	6,88	2,75	2,88	12,51
010	7,63	3,13	3,00	13,76
011	6,25	6,00	3,87	16,12
012	6,00	3,88	2,50	12,38
020	6,00	3,13	3,00	12,13
021	11,13	4,88	3,75	19,76
022	10,00	8,75	5,50	24,25
100	8,75	4,00	3,63	16,38
101	10,88	6,88	5,38	23,14
102	6,00	5,25	3,13	14,36
110	10,25	4,13	3,75	18,13
111	11,25	4,38	4,00	19,63
112	8,50	6,50	4,13	19,13
120	11,25	6,75	4,38	22,38
121	12,75	4,63	4,00	21,38
122	19,13	5,75	5,13	30,01
200	6,38	5,50	2,88	14,76
201	10,25	4,63	3,58	18,46
202	14,25	7,88	6,25	28,38
210	11,63	7,13	5,25	24,01
211	7,38	4,75	2,63	14,76
212	10,75	4,50	3,88	19,13
220	15,00	6,00	4,75	25,75
221	14,00	6,38	2,88	23,26
222	10,25	5,00	3,75	19,00
<b>Médias</b>				
Ca <sub>0</sub>	13,66	8,47	6,58	28,71
Ca <sub>1</sub>	21,94	10,72	8,33	40,99
Ca <sub>2</sub>	22,19	11,50	7,96	41,65
P <sub>0</sub>	15,78	9,44	7,29	32,51
P <sub>1</sub>	17,69	9,86	7,33	34,88
P <sub>2</sub>	24,33	11,39	8,25	43,97
K <sub>0</sub>	17,67	9,22	7,28	34,16
K <sub>1</sub>	19,75	10,31	7,35	37,41
K <sub>2</sub>	20,39	11,17	8,25	39,81

QUADRO 2. — Características químicas de Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, de cerrado, da E. E. de Jupiá (CESP), após utilização, durante dois anos consecutivos, para experiência de adubação de soja perene (\*)

Tratamento	pH	Carbono	e. mg por 100 ml de T.F.S.A.			
			$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$
000 .....	5,50	1,00	0,06	0,06	0,70	0,40
001 .....	5,50	1,30	0,05	0,14	0,50	0,70
002 .....	5,80	1,35	0,14	0,13	1,00	---
010 .....	5,20	1,05	0,06	0,13	0,40	0,70
011 .....	5,60	1,10	0,08	0,12	0,80	---
012 .....	5,00	1,30	0,11	0,14	0,60	0,70
020 .....	5,40	1,60	0,16	0,11	0,60	0,90
021 .....	5,00	1,10	0,19	0,12	0,40	0,70
022 .....	5,80	1,15	0,06	0,17	1,30	---
100 .....	6,00	1,65	0,10	0,12	3,00	---
101 .....	6,00	1,45	0,05	0,12	1,60	---
102 .....	6,00	0,85	0,02	0,08	0,90	---
110 .....	5,80	1,15	0,06	0,08	1,30	---
111 .....	5,60	1,20	0,07	0,10	1,10	---
112 .....	6,00	1,10	0,20	1,10	1,40	---
120 .....	5,90	0,70	0,07	0,08	0,90	---
121 .....	7,00	1,40	0,24	0,11	3,20	---
122 .....	6,10	1,30	0,17	0,10	2,20	---
200 .....	7,00	1,40	0,04	0,11	3,70	---
201 .....	7,00	1,40	0,24	0,11	4,00	---
202 .....	6,80	1,30	0,04	0,13	2,50	---
210 .....	6,80	1,50	0,07	0,10	3,70	---
211 .....	5,50	1,30	0,04	0,11	0,80	---
212 .....	7,00	1,10	0,15	0,10	3,60	---
220 .....	6,80	1,05	0,11	0,10	2,00	---
221 .....	6,10	1,45	0,22	0,10	2,00	---
222 .....	6,70	1,10	0,10	0,10	2,60	---
<b>Médias</b>						
$\text{Ca}_0$ .....	5,42	1,22	0,10	0,12	0,70	0,46
$\text{Ca}_1$ .....	6,04	1,20	0,11	0,10	1,73	---
$\text{Ca}_2$ .....	6,63	1,29	0,11	0,11	2,77	---
$\text{P}_0$ .....	6,18	1,30	0,08	0,11	1,99	0,12
$\text{P}_1$ .....	5,83	1,20	0,09	0,11	1,52	0,16
$\text{P}_2$ .....	6,09	1,21	0,15	0,11	1,69	0,18
$\text{K}_0$ .....	6,04	1,23	0,08	0,10	1,81	0,22
$\text{K}_1$ .....	5,92	1,30	0,13	0,11	1,60	0,16
$\text{K}_2$ .....	6,13	1,17	0,11	0,12	1,79	0,08

(\*) Dados médios de amostras compostas.

Para estudar melhor a influência do fósforo, procedeu-se à análise estatística, para verificar seu efeito dentro dos três níveis de calcário e de potássio. Constatou-se que houve efeito significativo daquele elemento, na ausência de calcário, ao nível de 1% de probabilidade.

Para a dose de 1500 kg/ha de calcário, o efeito do fósforo foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, ao passo que, para a dose de 3000 kg/ha de calcário, o efeito desse nutriente não foi significativo. A análise mostrou, também, que o efeito do fósforo foi significativo, ao nível de 1% de probabilidade, dentro dos níveis 0 e 3 de potássio.

O efeito do calcário, dentro da dose 1 de fósforo, foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, ao passo que dentro das doses 2 e 3 a significância estatística foi ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que existe interação negativa entre o fósforo e o calcário, pois à medida que se aumenta a dose de um o efeito do outro tende a diminuir. Isso pode encontrar explicação quando se tem em mente que a elevação do pH aumenta a disponibilidade do fósforo existente no próprio solo, diminuindo desta maneira o efeito do fósforo aplicado como fertilizante.

Foi verificado também o efeito do potássio em relação às três doses de calcário, e constatou-se que, dele, apesar de o efeito principal não ter sido significativo, houve significância dentro da dose 1 de calcário, ao nível de 5% de probabilidade.

Nos tratamentos que receberam duas doses de calcário e duas doses de potássio e no que recebeu uma dose de calcário, uma dose de fósforo e duas doses de potássio, as produções foram semelhantes e superiores às dos demais tratamentos. Isso porque, quando se aplicaram duas doses de calcário, a solubilização do fósforo foi provavelmente equivalente à aplicação de duas doses desse elemento.

Considerando agora os tratamentos cujas produções são semelhantes entre si e um pouco abaixo das produções dos tratamentos anteriores, e que receberam respectivamente duas doses de fósforo e duas doses de potássio, duas doses de calcário e duas doses de fósforo, duas doses de calcário e uma dose de fósforo, ter-se-ia mais econômica a aplicação de duas doses de fósforo e duas doses de potássio, uma vez que isso demandaria

apenas uma única operação, que poderia ser feita juntamente com a semeadura, por uma adubadeira-semeadeira. O incremento de produção do melhor tratamento sobre este não compensa o incremento das despesas.

Os dados constantes do quadro 2 permitem avaliar os efeitos dos tratamentos sobre as características químicas do solo, no final da experiência. O calcário elevou o índice pH e os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , e já na dose menor eliminou todo o  $\text{Al}^{3+}$  trocável do solo. A dose do corretivo elevou o índice pH para próximo da neutralidade, além de aumentar sensivelmente os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ .

A aplicação de superfosfato simples elevou, na maioria dos casos, os teores de  $\text{PO}_4^{3-}$  solúvel do solo. A aplicação de cloreto de potássio determinou, de modo geral, certa elevação nos teores de  $\text{K}^+$  trocável do solo.

#### 4 — CONCLUSÕES

Os resultados da experiência aqui relatada permitem estabelecer as seguintes conclusões gerais:

a) O calcário e o fósforo aumentaram significativamente a produção de forragem de soja perene.

b) O efeito principal do potássio não foi significativo, havendo significância apenas para o potássio dentro da dose 1 de calcário.

c) Embora não significativa, verificou-se interação negativa entre o calcário e o fósforo, pois a resposta a cada um deles diminuiu à medida que as doses do outro foram elevadas.

MINERAL FERTILIZATION OF SOYBEANS (*GLYCINE WIGHTII* Verdc.).

I — FERTILIZER TRIAL IN "CERRADO" SOIL

#### SUMMARY

In this paper are discussed the results of a factorial experiment 3<sup>3</sup> designed to study the effect of Ca (dolomite lime), P (superphosphate) and K (potassium chlorate, on the production of perennial soybean on Dark Red Latosol.



Both Ca and P alone had a highly significant effect on the production whereas K did not show any effect. There was no interaction among the three elements, but it was noticed that as Ca levels were increased it decreased the effect of P and as P levels were increased it decreased the Ca effect. In other words there was a negative relationship which was not significant.

#### LITERATURA CITADA

1. ANDREW, C. S. & NORRIS, D. O. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate legumes species. Aust. J. agric. Res. 12:40-55, 1961.
2. FREITAS, L. M. M. Adubação de leguminosas tropicais. V Reunião Latino-americana de Rhizobium e Seminário sobre metodologia e planejamento de pesquisas em leguminosas tropicais. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Centro Sul, 1970. 28fls. (Mimeografado)
3. NEME, N. A. & LOVADINI, L. A. C. Efeitos de adubos fosfatados e calcário na produção de forragem de soja perene (*Glycine javanica* L.) em terra de "cerrado". Bragantia 26:365-571, 1967.
4. NORRIS, D. O. Legume bacteriology in the tropics. J. Aust. Inst. agric. Sci. 25(3):202-207, 1959.
5. ————. Lime in relation to the nodulation of tropical legumes. In: Hallsworth, E. G., ed. Nutrition of the legumes. London, Butterworth Scientific Publications, 1958. p.164-180.