

## RESPOSTA DO CULTIVAR DE SOJA 'SANTA ROSA' À APLICAÇÃO DE P, K E CALCÁRIO EM LATOSSOLOS DO TRIÂNGULO MINEIRO. I — PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS\*.

Ruy A. Rocha Ferrari  
José Mário Braga  
Carlos S. Sedyama  
Laede Maffia de Oliveira\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L) Merrill, tem sido uma das culturas de maior expansão no Triângulo Mineiro, onde já ocupa uma área de mais ou menos 60.000 ha (2).

Para permitir uma exploração mais racional da cultura, muitos ensaios experimentais têm sido instalados nessa área, com a finalidade de estudar a resposta da soja à aplicação de fontes de elementos essenciais e de calcário.

Dentre eles tem-se dado maior ênfase ao Fósforo, porque é elemento carente na maioria dos solos onde se cultiva a soja (1, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 18).

Embora tenha havido resposta à aplicação de potássio, o aumento da produção da soja tem sido menor do que a produção obtida com o fósforo, conforme mostram os dados obtidos por vários pesquisadores (3, 9, 10, 11, 12, 13, 20).

Ao lado do aumento da produção de grãos, a adubação química afeta características agronômicas importantes da cultura, tais como: altura das plantas, altura de inserção da primeira vagem, e acamamento, como mostram os trabalhos de SILVA *et alii* (19) e LIMA *et alii* (16).

O objetivo deste trabalho foi verificar, em Latossolos do Triângulo Mineiro, o comportamento da variedade de soja 'Santa Rosa', a mais cultivada naquela área, quando adubada com diferentes níveis de fósforo, potássio e cálcio.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para o presente estudo foram obtidos pelo Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais, no ano agrícola de 1972-73, com a instalação de quatorze ensaios experimentais, três em Latossolo Roxo, quatro em Latossolo Vermelho Amarelo, cinco em Latossolo Vermelho Escuro e

---

\* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para o grau de «Magister Scientiae» em Fito-tecnia. Projeto n.º 4.1233 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

Recebido para publicação em 03-10-1975.

\*\* Respectivamente, Eng.-Agrônomo da Associação de Crédito e Assistência Rural (ACAR) de MG, Prof. Adjunto, Prof. Assistente e Prof. Adjunto da Universidade Federal de Viçosa.

dois em Latossolo Vermelho Escuro textura média. No Quadro 1, mencionam-se os locais onde foram instalados os experimentos, bem como as identificações e os resultados das análises químicas de amostras dos solos.

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, com 4 repetições, onde dois receberam calagem e dois não a receberam. Em cada repetição, o fósforo, com quatro níveis (0, 100, 200, 300 kg de  $P_2O_5$ /ha, como Superfosfato triplo), e o potássio com três níveis (0, 50 e 100 kg de  $K_2O$ /ha, como cloreto de potássio) formaram um fatorial completo. Em todos os tratamentos, aplicaram-se 50 kg de sulfato de amônio, 25 kg de sulfato de zinco, 15 kg de borax e 0,5 kg de molibdato de amônio.

Para os experimentos instalados em solos que não necessitaram de calagem, foi utilizado um fatorial completo 4 x 3 para fósforo e potássio, disposto em blocos casualizados com três repetições.

A quantidade de calcário utilizada foi calculada tomando-se por base o teor de alumínio trocável e o de cálcio mais magnésio (PIPAEMG, (17)).

O corretivo, com PRNT de 73%, foi aplicado a lanço e incorporado ao solo trinta dias antes do plantio, por ocasião do preparo do terreno.

A soja empregada no plantio foi a variedade 'Santa Rosa', previamente inoculada com *Rhizobium japonicum*, à base de 200 g de inoculante para 50 kg de sementes.

Cada parcela experimental era formada de seis linhas de dez metros de comprimento, espaçadas de sessenta centímetros, entre si. Na análise de resultados, foram consideradas apenas as produções de quatro fileiras centrais, eliminando-se ainda as plantas situadas nos primeiros 100 centímetros das extremidades de cada fileira, de modo que se ficou com uma área útil de 19,2 m<sup>2</sup> por parcela.

Além da produção de grãos foram considerados a altura da planta e a altura de inserção da primeira vagem.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Grupo de experimentos instalados em Latossolo Vermelho Amarelo, em número de quatro.

Os dados de produção (Quadro 2), altura das plantas e de inserção da primeira vagem dos ensaios instalados em Latossolo Vermelho Amarelo mostraram que as fontes de variação de calagem, níveis de fósforo e a interação calcário fósforo foram significativas. Para produção, o potássio também alterou a produção de grãos de soja.

O efeito dos níveis de fósforo sobre a produção e altura das plantas é mostrado na Figura 1, enquanto a relação entre altura da inserção da primeira vagem e doses de P foi expressa pela equação:

$$Y = 9,7316 + 0,02148P - 0,0000425P^2 + 0,009CP \quad (R^2 = 0,96).$$

Neste grupo de solos, a produção física máxima será obtida com a adição de 253 kg de  $P_2O_5$ /ha, resultando na produção de 1930 kg de grãos de soja/ha. Esta informação, aliada à observação da Figura 1, mostra a importância do fósforo e da calagem como limitantes na produção de soja neste tipo de solo, fato já observado por outros pesquisadores (1, 4, 5, 6, 16).

#### 3.2. Grupo de experimentos instalados em Latossolo Vermelho Escuro, em número de cinco.

Os experimentos (em número de cinco), instalados em Latossolo Vermelho Escuro, mostraram valores médios que constam do Quadro 2.

A análise estatística efetuada com os dados da produção mostrou que as fontes de variação, calagem e fósforo (linear e quadrático) foram significativas na produção de grãos, altura de plantas e da inserção da primeira vagem. A interação calagem x fósforo não foi significativa apenas para a altura de inserção da primeira vagem.

O efeito do potássio não foi significativo para os fatores estudados, apesar de os solos utilizados apresentarem teores baixos desse elemento. Este fato parece mostrar a capacidade desses solos de liberar potássio em quantidades necessárias à nutrição das plantas.

QUADRO 1 - Identificação da amostra por grande grupo de solo e resultados das análises químicas e % de saturação de alumínio de amostras de solo colhidas nos experimentos<sup>1/</sup>

Expe- ri- mentos	Símbolo do gran- do gru- po 2/	Locais	pH em á- gua (1:1)	Al <sup>+++</sup> 3/ (eq.-mg/ 100 g)	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> 4/ (eq.-mg/ 100g).	K 4/ (ppm)	P 4/ (ppm)	M.O. 5/ (%)	N. total 5/ (%)	% de satu- ração de Al <sup>+++</sup>
1	LR	Centralina	4,96	0,30	1,55	81	1	1,085	0,058	14,58
2	LR	Capinópolis	5,48	0,00	6,26	79	2	1,989	0,103	0,00
3	LR	Canápolis	5,48	0,00	1,58	45	11	-	-	0,00
4	LV	Petrocínio	4,82	0,97	0,87	46	1	1,818	0,094	54,74
5	LV	Araguari	4,25	0,67	0,51	17	traços	1,344	0,069	54,74
6	LV	Sacramento	4,60	0,74	0,51	30	traços	2,251	0,117	55,76
7	LV	Sacramento	5,15	0,57	0,55	36	1	1,023	0,053	51,26
8	LE	Araguari	4,76	0,74	0,57	31	traços	1,779	0,092	53,28
9	LE	Monte Carmelo	4,90	0,40	0,66	23	traços	1,867	0,097	54,15
10	LE	Idem	4,90	0,92	0,70	31	traços	1,867	0,097	54,15
11	LE	Uberaba	5,30	0,32	0,48	43	1	-	-	35,16
12	LE	Petrocínio	4,85	0,66	0,77	41	traços	2,118	0,110	43,00
13	LEm	Capinópolis	5,31	0,21	1,82	62	8	0,838	0,051	9,59
14	LEm	Centralina	5,90	0,00	2,93	62	7	0,999	0,055	0,00

<sup>1/</sup> Determinação realizadas no Laboratório de Análises de Solo do IPEACO<sup>2/</sup> LR: Latossolo Roxo; LV: Latossolo Vermelho Amarelo; LE: Latossolo Vermelho Escuro; LEm: Latossolo Escuro - textura média.<sup>3/</sup> Extrator: KCl 1N<sup>4/</sup> Extrator: Carolina do Norte (HCl 0,05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 N)<sup>5/</sup> Processo: "Walkley Black".

QUADRO 2 - Resultados médios do grupo de experimentos de soja realizados em Latossolo Vermelho Amarelo (LV), e Latossolo Vermelho Escuro (LE), segundo os níveis de fósforo, potássio e calcário

Níveis de P, K e calcário	Produção de grãos (kg/ha)				Altura das plantas (cm)				Altura da 1ª vagem (cm)			
	sem calagem		com calagem		sem calagem		com calagem		sem calagem		com calagem	
	LV	LVE	LV	LVE	LV	LVE	LV	LVE	LV	LVE	LV	LVE
0 kg/ha de $P_2O_5$	209,7	385,3	512,4	430,0	23,9	19,8	28,7	20,2	10,0	8,5	9,3	9,3
100 kg/ha de $P_2O_5$	767,5	1041,8	1601,4	1533,1	38,6	35,5	52,6	44,3	11,0	9,7	13,2	11,6
200 kg/ha de $P_2O_5$	1008,1	1282,5	1832,2	1772,1	44,5	41,2	58,2	49,3	11,9	11,6	14,1	12,4
300 kg/ha de $P_2O_5$	1079,6	1414,1	2076,8	2077,3	47,9	45,1	64,2	54,0	12,7	11,3	14,8	12,8
LMS Tukey (5%)	297,7	178,4	297,7	178,4	7,5	3,8	7,5	3,8	1,5	2,0	1,5	2,0
0 kg/ha de $K_2O$	685,6	1009,7	1339,2	1487,6	38,2	36,1	48,2	41,4	11,8	10,7	12,6	12,1
50 kg/ha de $K_2O$	800,7	1077,7	1572,3	1500,8	39,9	35,8	52,1	42,3	11,5	10,2	13,4	11,4
100 kg/ha de $K_2O$	810,7	1005,7	1605,5	1453,9	38,0	34,3	52,4	42,2	10,9	9,9	12,5	11,0
DMS Tukey (5%)	234,5	140,8	234,5	140,8	5,9	3,0	5,9	3,0	1,2	1,5	1,2	1,5

As funções de produção de grãos e altura de plantas estão na Figura 2. Em relação à altura da inserção da 1.ª vagem, a função de produção ajustada foi:

$$Y = 8,26 + 1,225C + 0,02309P - 0,0000412P^2 \quad (R^2 = 0,78).$$

No caso dos solos estudados, o máximo de produção seria obtido com doses de  $P_2O_5$  acima dos valores experimentados.

3.3. *Experimentos instalados em Capinópolis (1LR, 1LEm), Canápolis (1LR) e Centralina (1LR, 1LEm).*

Nestes locais, foram instalados experimentos com três repetições, daí a razão da análise em separado. Os dados médios de produção de grãos, altura de plantas e da altura de inserção da primeira vagem estão no Quadro 3.

A análise de variância mostra que o efeito do fósforo foi significativo na produção de grãos em Capinópolis (Figura 3) e em Centralina (Figura 4); significativo para altura de plantas, nos três locais, ao passo que na altura de inserção da primeira vagem, apenas em Centralina ele foi significativo. O efeito do potássio sobre a produção de grãos foi significativo, linearmente, em Capinópolis como mostra a equação:

$$Y = 241,91 + 2,60224K \text{ e em Centralina como mostra a Figura 4.}$$

#### 4. RESUMO

Este trabalho foi instalado em 14 Latossolos do Triângulo Mineiro, sendo 3 em Latossolo Roxo, 4 em Latossolo Vermelho Amarelo, 2 em Latossolo Vermelho Escuro textura média e cinco em Latossolo Vermelho Escuro. Foram estudados os efeitos de níveis de fósforo (0, 100, 200 e 300 kg de  $P_2O_5$ /ha), ausência e presença de calcário e níveis de potássio (0, 50, 100 kg de  $K_2O$ /ha), na produção, altura da planta, altura de inserção da primeira vagem. Os dados obtidos mostram, que o fósforo aplicado em Latossolo Roxo de Capinópolis, e nos outros solos agrupados com Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro textura média, provocou aumentos significativos de produção. O mesmo foi verificado com o potássio em Latossolo Vermelho Escuro textura média de Centralina e Latossolo Roxo de Capinópolis.

O calcário e a interação fósforo cálcio aumentou a produção nos Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro.

A altura da planta foi aumentada pela aplicação de fósforo no Latossolo Roxo de Capinópolis e Canápolis, e pelo calcário e fósforo nos agrupamentos Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro. A interação fósforo, cálcio foi positiva na altura da planta, nos grupos Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro.

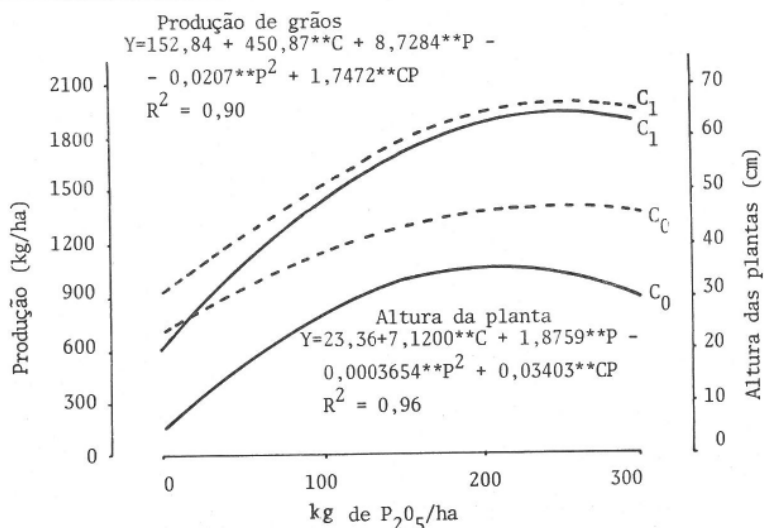
A altura de inserção da primeira vagem aumentou após o uso de fósforo no Latossolo Vermelho Escuro de Centralina, pelo calcário e fósforo nos grupos Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho Escuro.

#### 5. SUMMARY

The effects on soybeans of phosphorus and potassium used with and without lime on latosols at 14 sites: 3 in «Latossolo Roxo», 4 in «Latossolo Vermelho Amarelo», 2 in «Latossolo Vermelho Escuro textura média» and 5 in «Latossolo Vermelho Escuro» soils groups of the Triângulo Mineiro were studied. Soybean yield, plant height and the height of the insertion of the first pod on the plant were recorded.

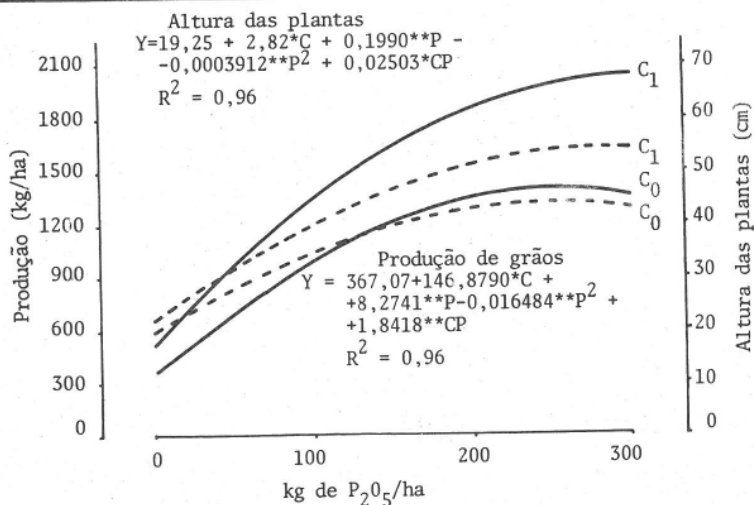
The levels of phosphorus and potassium used were 0, 100, 200 and 300 kg/ha of  $P_2O_5$  and 0, 50 and 100 kg/ha of  $K_2O$ .

Yield increased significantly in response to application of phosphorus in the «Latossolo Roxo» of Capinópolis county and in the «Latossolo Vermelho Amarelo» and «Latossolo Vermelho Escuro textura média» soils groups. On the other hand, increase in yield was obtained only with application of potassium in «Latossolo Vermelho Escuro textura média» of Centralina, and addition of potassium resulted increased yield in «Latossolo Roxo» of Capinópolis. Yields also increased



\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 1 - Produção de grãos e altura da planta, em função dos níveis de fósforo e calagem, do grupo de experimentos I. ( $C_0$  = sem calagem;  $C_1$  = com calagem).



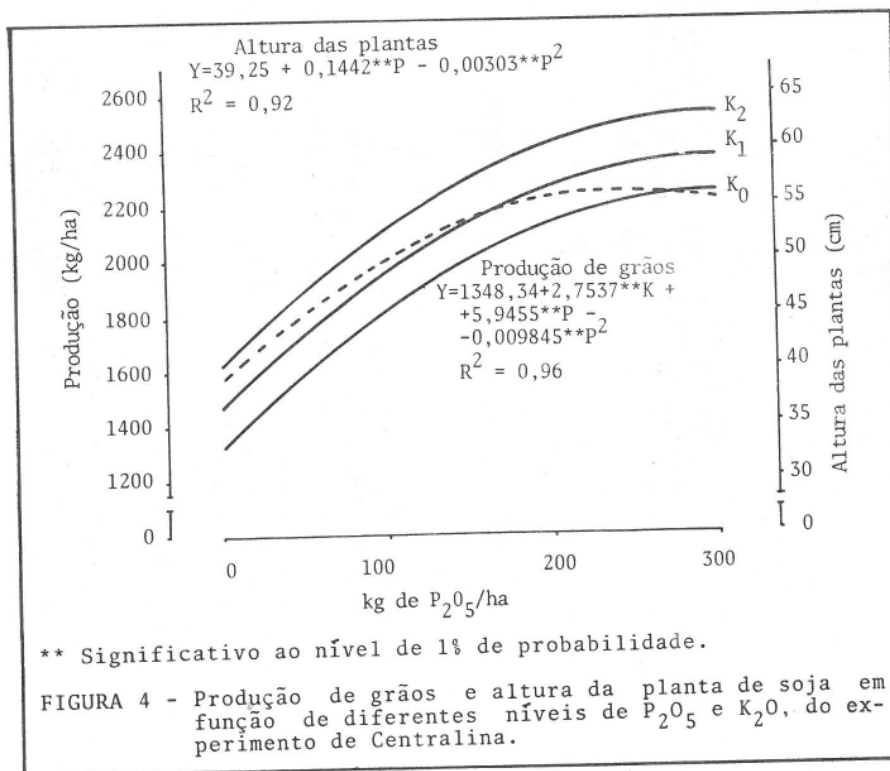
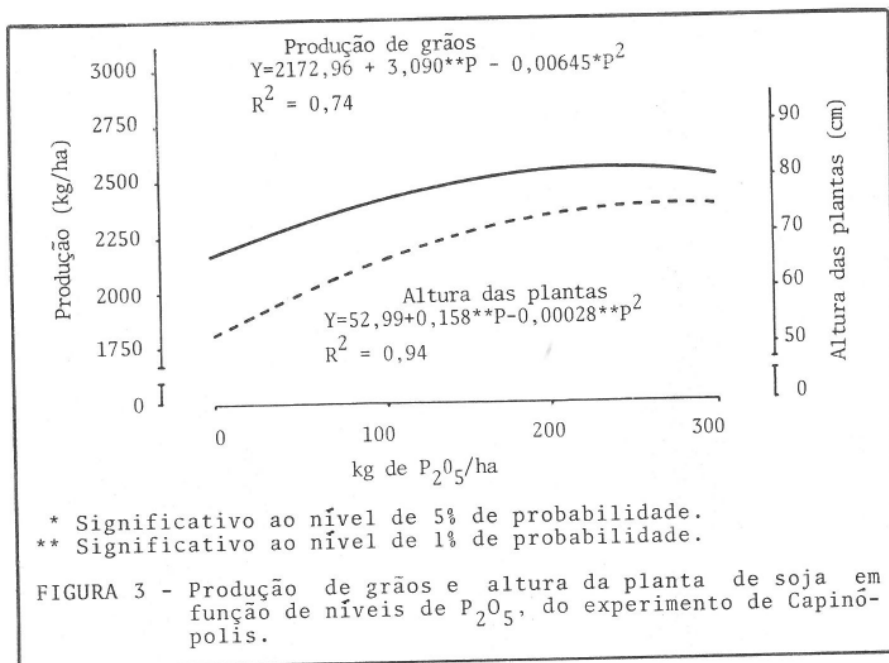
\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 2 - Produção de grãos e altura da planta de soja, em função dos níveis de fósforo e calagem, do grupo de experimentos II. ( $C_0$  = sem calagem;  $C_1$  = com calagem).

QUADRO 3 - Resultados médios do experimento número 3, realizado em Capinópolis, Canápolis e Centralina, segundo os níveis de fósforo e potássio aplicados

Níveis de P, K e calcário	Produção de grãos (kg/ha)				Altura das plantas (cm)			Altura da inserção da lâ- vagem (cm)	
	Capinó- polis	Caná- polis	Centra- lina	Capinó- polis	Caná- polis	Centra- lina	Capinó- polis	Caná- polis	Centra- lina
0 kg/ha de $P_2O_5$	2155,1	2389,0	1488,1	52,31	64,99	39,03	11,31	10,06	9,09
100 kg/ha de $P_2O_5$	2471,0	2560,1	1976,0	68,09	71,30	51,29	11,47	9,87	10,60
200 kg/ha de $P_2O_5$	2479,2	2673,0	2287,4	71,41	73,19	55,30	11,56	10,53	11,84
300 kg/ha de $P_2O_5$	2470,9	2570,0	2381,6	75,97	75,67	55,42	12,09	10,87	11,94
DMS Tukey (5%)	319,5	285,0	253,4	8,48	8,48	7,67	1,96	2,48	2,78
0 kg/ha de $K_2O$	2400,1	2434,2	1895,2	66,99	69,80	48,28	11,79	10,65	10,73
50 kg/ha de $K_2O$	2400,6	2515,5	2034,1	67,64	71,91	50,92	11,94	10,52	11,62
100 kg/ha de $K_2O$	2381,4	2694,4	2170,6	66,19	72,15	51,58	10,78	9,82	10,10
DMS Tukey (5%)	249,9	217,7	198,4	6,64	6,61	6,00	1,54	1,93	2,17





as a consequence of the interaction of calcium and phosphorus when lime was applied, in «Latossolo Vermelho Amarelo» and «Latossolo Vermelho Escuro» soils groups.

Increased plant height was observed in the «Latossolo Roxo» soils group which received phosphorus applications in Capinópolis and Canápolis counties. The combination of lime and phosphorus produced taller plants in the «Latossolo Vermelho Amarelo» and «Latossolo Vermelho Escuro» soil group. The height of insertion of the first pod also with the application of phosphorus and lime increased in the «Latossolo Vermelho Amarelo» and «Latossolo Vermelho Escuro» groups.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BRAGA, J.M., DEFELIPO, B. V. & ANDRADE, D. Adubação da soja em solos sob vegetação de cerrado na região do Triângulo Mineiro. *Rev. Ceres*, 19 101: 52-62. 1972.
2. COSENZA, G. W. *Realidade Agrícola do Triângulo Mineiro*. Belo Horizonte, ACAR, 1973. 24 p. (Boletim 1).
3. FREIRE, J. R. J.; GOEPERT, C. F. & VIDOR, C. *Alguns fatores limitantes da fixação do nitrogênio e produtividade das leguminosas no Rio Grande do Sul*. Santa Maria, Universidade Federal, 1963. p. 9-16.
4. FREITAS, L. M. M.; McCLUNG, A. C. & LOTT, W. L. *Experimento de adubação em dois solos de campo cerrado*. São Paulo, IBEC Research Institute, 1960. 32 p. (Boletim 21).
5. FREITAS, L. M. M.; MIKKELSEN, D. S., McCLUNG, A. C. & LOTT, W. L. Efeitos da calagem e adubação na produção de algodão, milho e soja em três solos de campo cerrado. In: *SIMPÓSIO SOBRE CERRADO*. São Paulo, Anais... São Paulo, USP., 1963, p. 323-57.
6. FREITAS, L. M. M.; TANAKA, T.; LOBATO, E.; SOARES, W. V. & FRANÇA, G. E. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campo cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 7:57-63. 1972.
7. GOEPERT, C.F. Importância do fósforo na nodulação e rendimento da soja. *Agronomia Sulriograndense* 75-9. 1971.
8. GOEPERT, C.F. & FREIRE, J. R.J. Efeito da calagem e do fósforo em soja. *Agronomia Sulriograndense*, 8(2):181-86. 1972.
9. LIMA, L. A. P.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T. & SEDIYAMA, C. S. Resposta diferencial de quatro variedades de soja à adubação fosfatada e potássica, em três localidades do Estado de Minas Gerais. *Experientiae*, 17 (4): 63-83. 1974.
10. MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. & DISORDI, G. Respostas da soja à calagem e a adubações minerais com fósforo e potássio em Latossolo Roxo. *Bragantia*, 28(25): XVII-XXI. 1969.
11. MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. & FREIRE, E. S. Adubação da soja. VI — Efeito de doses crescentes de calcário, fósforo e potássio em Latossolo Roxo com vegetação de cerrado recém desbravado. *Bragantia*, 27(25):279-89. 1968.
12. MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. & FREIRE, E. S. Adubação da soja. VIII — Efeito de doses crescentes de calcário, fósforo e potássio em solo podzólico vermelho amarelo, variação Piracicaba. *Bragantia*, 29(8): 81-89. 1970.
13. MIKKELSEN, D. S.; FREITAS, L. M. M. & McCLUNG, A. C. Efeitos de calagem e adubação na produção de algodão, milho, soja em três solos de campo cerrado. São Paulo, IBEC Research Institute, s/ data. 48 p. (Boletim, 29).

14. MIYASAKA, S.; SILVA, J. C. & GALLO, J. R. Adubação da soja. I. Ensaio preliminar de adubação mineral em terra roxa misturada. *Bragantia*, 19(1): 667-74. 1960.
15. MIYASAKA, S.; WUTKE, A. C. P. & WENTURINI, W. R. Adubação da soja. II. Adubação mineral em «terra roxa misturada com argilito glacial». *Bragantia*, 21(34):617-30. 1962.
16. PEREIRA, J. *Efeito de fontes e doses de fósforo, na adubação à cultura da soja, em um solo de campo cerrado*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 70 p. 1972. (Tese de M.S.).
17. PROGRAMA INTEGRADO DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Programa soja, relatório anual 72/73*. Belo Horizonte, 1973. 97 p.
18. RIOS, G. P.; MENDES, J. F. & SILVA, T. Ensaio de adubação fosfatada em soja. *Série Pesquisa-Extensão*, Sete Lagoas, 7:4-5. 1971.
19. SILVA, E. R.; BRANDÃO, S. S.; GOMES, F. R. & GALVÃO, J. D.; Comportamento de variedades de soja, *Glycine max* (L) Merrill, em algumas localidades de Minas Gerais. *Experientiae*, 10(6): 123-83. 1970.
20. VIDOR C.; FREIRE, J. R. J.; GONÇALVES, H. M.; GOMES, J. E. GUTERRES, J. P. & GONÇALVES, J. Análise de um grupo de experimentos de adubação com P, K e calcário em *Glycine max* (L) Merrill. *Agronomia Sul-riograndense*, 9(1): 33-9. 1973.