



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

EMCAPA

EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Vinculada à Secretaria de Estado de Agricultura do Espírito Santo

## BOLETIM TÉCNICO N<sup>o</sup> 3

CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE N, P, K, Ca e Mg e PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL), EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE P, K e Ca.



EMCAPA

Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária  
Vinculada a Secretaria de Estado da Agricultura

Boletim Técnico nº 3

CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE N, P, K,  
Ca e Mg E PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA  
(*Glycine max* (L.) Merrill) EM FUNÇÃO  
DE NÍVEIS DE P, K e CÁLCIO

Danilo Milanez  
Roberto Ferreira de Novais  
José Augusto Pereira Gabetto  
Wilson Ferreira da Fonseca  
Tuneo Sedyama

Cariacica-ES  
Junho - 1980

Concentração foliar de N,P,K, Ca e Mg e produção de grãos de soja (*Glycine max* L. Merrill), em função de níveis de P, K e cálcio, por Danilo Milanez e outros. Cariacica, EMCAPA, 1980. 15p. (EMCAPA. Boletim técnico, 3)

Colaboração de Roberto Ferreira de Novais, José Augusto Pereira Gabetto, Wilson Ferreira da Fonseca e Tuneo Sedyama.

1. Soja - Fertilização - Fósforos - Efeitos. 2. Soja - Fertilização - Calcário - Efeitos. 3. Soja - Fertilização - Potássio - Efeitos. 4. Soja - Análise foliar. 5. Soja - grãos - Produção. I. Milanez, Danilo, colab. II. Novais Roberto Ferreira de, colab. III. Gabetto, José Augusto Pereira, colab. IV. Fonseca, Wilson Ferreira da, colab. V. Sedyama, Tuneo, colab. VI. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. Cariacica, ES. VII. Série.

CDD:633.3481

CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE NPK, Ca e Mg e PRODUÇÃO DE GRÃOS  
DE SOJA (*Glycine Max* (L.) Merrill) EM FUNÇÃO DE NÍVEIS  
DE P, K e CÁLCIO

Danilo Milanez<sup>1</sup>  
Roberto Ferreira de Novais<sup>2</sup>  
José Augusto Pereira Gabetto<sup>3</sup>  
Wilson Ferreira da Fonseca<sup>4</sup>  
Tuneo Sedyama<sup>5</sup>

RESUMO

Estudou-se, em três ensaios de campo, o efeito de níveis de fósforo, potássio e cálcio sobre a concentração de N, P, K, Ca e Mg, em solo Podzólico Vermelho Amarelo distrófico. Utilizou-se como fonte de fósforo o superfosfato simples nas doses de 0, 60, 120 e 180 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e

Aceito para publicação em: 04/06/80

\*Trabalho financiado em parte pela Aracruz Florestal S.A.  
Os dados de produção foram apresentados anteriormente em:  
Rev. CERES 25(141):343-442. 1978.

<sup>1</sup>EMCAPA - Caixa Postal, 125 - 29 154 - Campo Grande - Caria  
cica-ES

<sup>2</sup>Deptº de Solos, UFV - 36 570 - Viçosa-MG

<sup>3</sup>CJPASA - Caixa Postal, 101 - 29 100 - Vila Velha-ES

<sup>4</sup>Deptº de Fitotecnia, CAUFES - 29 500 - Alegre-ES

<sup>5</sup>Deptº de Fitotecnia, UFV - 36 570 - Viçosa-MG

para o potássio o cloreto de potássio nas doses de 0, 90 e 180 kg/ha de  $K_2O$ . O calcário foi utilizado nas doses de 0 e 2000 kg/ha.

Houve efeito positivo das aplicações do fósforo sobre sua concentração e sobre o cálcio, nos três ensaios.

A aplicação do potássio e calcário teve efeito positivo sobre a concentração de potássio e cálcio em dois e um ensaio, respectivamente.

## INTRODUÇÃO

Os teores de nutrientes encontrados nas folhas, quando correlacionados com a produção, permitem determinar curvas onde se pode avaliar dosagens de fertilizantes recomendáveis para uma resposta econômica da cultura.

A técnica da análise foliar tem como aplicações: auxiliar na interpretação das respostas das plantas nos ensaios de campo; diagnosticar deficiências nas culturas; e recomendar adubações. A comparação de resultados de análise, com padrões, permite avaliar o estado nutricional da planta. Todavia, estes valores são influenciados por fatores como espécie vegetal, clima, estágio de crescimento, etc. (6).

O uso de um elemento pode interferir na absorção de outro. Este antagonismo ocorre, principalmente, entre magnésio e cálcio, e magnésio e potássio (5).

Entre 60-80 dias ocorre acúmulo acentuado de matéria seca na planta, sendo o período de 60-90 dias o de maior velocidade de acúmulo de nutrientes, atingindo o pico aos 80 dias, à exceção do magnésio (2,7).

A aplicação do fósforo tem aumentado os teores do elemento nas folhas de até 10 vezes, proporcionando aumento de produção de até três vezes. Os teores críticos médios, em percentagem, para o fósforo, potássio e cálcio no final do florestamento, para melhor produção, foram 0,45; 2,15 e 1,51, respectivamente segundo de MOOY e PESEK (3).

MILLER *et alii* (8) concluíram que 80% da variação na produção de soja foi explicada pela variação dos teores de fósforo e potássio em algumas partes das plantas. As produções foram estreitamente associadas com os teores de fósforo e potássio das folhas superiores amostradas no estágio 7 de crescimento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de fósforo, potássio e cálcio sobre os teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas e sobre a produção de grãos ,

visando a obtenção de informação para implantação da cultura da soja no Espírito Santo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados, no ano agrícola 1972/73, três ensaios de adubação PK e Calagem, em Conceição da Barra (Santa Cruz) e São Mateus (Santana e Droga). Os experimentos foram conduzidos em solo Podzólico Vermelho Amarelo distrófico de baixa fertilidade, apresentando uma camada superficial de aproximadamente 20 cm arenosa (até 95% de areia) assentada sobre uma camada argilosa. Amostras dos solos dos locais foram analisadas e os resultados encontram-se no quadro 1.

Os tratamentos constituíram um fatorial 4 x 3, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições. As parcelas constituíram-se de áreas com 18,0 m<sup>2</sup> (6,0 x 3,0 m), sendo a área útil de 9,0 m<sup>2</sup> (5,0 x 1,8 m). Como fonte de fósforo utilizou-se o superfosfato simples nas doses de 0, 60, 120 e 180 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha e, para potássio, o cloreto de potássio nas doses de 0,90 e 180 kg de K<sub>2</sub>O/ha. A calagem foi efetuada dois meses antes do plantio na proporção de 2 000 kg/ha em duas repetições. O

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas das amostras dos solos

LOCAIS	Fósforo*	Potássio*	Ca + Mg** (meg/100 g solo)	Al** (meg/100 g solo)	pH***
Santa Cruz	1,0	21	1,5	0,2	5,6
Santana	1,5	32	1,4	0,0	5,8
Droga	2,0	52	2,5	0,0	5,7

\* Extrator : Norte Carolina

\*\* Extrator : KCl 1N

\*\*\* pH em H<sub>2</sub>O : relação 2,5:1

nitrogênio foi aplicado em todos os tratamentos, na forma de sulfato de amônio, na dose de 16 kg de N/ha.

O plantio foi efetuado com sementes da Cultivar IAC-2, inoculadas com *Rhizobium japonicum*, em linhas espaçadas de 60 cm, com 35 sementes por metro linear, padronizando-se o número de plantas, após 20 dias, deixando-se 20 plantas por metro linear.

No quadro 2, são apresentadas as datas de plantio, coleta de folhas para análise e colheita dos ensaios nos três locais.

As amostras foliares constituíram-se da 3ª ou 4ª folha a partir do ápice, retiradas da área útil da parcela, durante o florescimento. Após a coleta, as folhas foram embaladas em sacos de papel, secadas a 70°C em estufa e analisadas, segundo os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (9).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios em percentagem de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas e a produção de grãos em kg/ha nos três locais são apresentados nos quadros 3, 4 e 5.

QUADRO 2 - Datas de plantio, coleta de folhas para análise e colheita em três locais

	Data de plantio	Data de Coleta de folhas	Data de colheita
Santa Cruz	14/11/72	09/02/73	26/04/73
Santana	16/12/72	02/03/73	03/05/73
Droga	15/12/72	02/03/73	04/05/73

QUADRO 3 - Teores médios de N, P, K, Ca e Mg nas folhas (%) e produções médias de grãos (kg/ha) obtidos no ensaio instalado em Santa Cruz, no ano agrícola 72/73.

ELEMENTOS	PERCENTAGEM MÉDIA DOS ELEMENTOS NAS FOLHAS*												PRODUÇÃO DE GRÃOS				
	NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		EM kg/ha		Com calcário	Sem Calcário			
	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário					
Fósforo em kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha																	
0	3,89a	4,04 b	0,147a	0,138a	1,11a	0,05a	1,129a	0,825a	0,608 b	0,699 b	161,3a	84,0a					
60	3,46a	3,37a	0,233 b	0,228 b	1,54 b	1,62 b	1,154a	1,010 b	0,557ab	0,582a	923,3 b	617,3 b					
120	3,71a	3,20a	0,256 bc	0,258 bc	1,65 b	1,57 b	1,213ab	1,042ab	0,526ab	0,529a	1 278,3 c	1 075,3 c					
180	3,68a	3,24a	0,281 c	0,267 c	1,69 b	1,39 b	1,315 b	1,046 b	0,488a	0,569a	1 464,0 c	1 077,0 c					
Potássio em kg de K <sub>2</sub> O/ha																	
0	3,82a	3,64a	0,230a	0,222a	1,23a	1,08a	1,280a	1,033a	0,560a	0,626a	880,0a	589,5a					
90	3,68a	3,42a	0,222a	0,224a	1,61 b	1,52 b	1,163a	0,995a	0,528a	0,584a	972,5a	749,8ab					
180	3,55a	3,32a	0,229a	0,223a	1,66 b	1,62 b	1,164a	0,914a	0,546a	0,574a	1 017,8a	801,0 b					
MÉDIA**	3,68A	3,46A	0,227A	0,223A	1,50A	1,41A	1,202 B	0,918A	0,545A	0,595A	956,7A	713,4A					
C.V. (%)	7,9		0,9		14,7		9,3		9,2		18,9						

\*Na mesma coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\*As médias para cada parâmetro (com e sem calcário), seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 4 - Teores médios de N, P, K, Ca e Mg nas folhas (%) e produções médias de grãos (kg/ha) obtidos no ensaio instalado em Santana, no ano agrícola 72/73.

ELEMENTOS	PERCENTAGEM MÉDIA DOS ELEMENTOS NAS FOLHAS*												PRODUÇÃO DE GRÃOS EM kg/ha			
	NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		Com Calcário	Sem Calcário				
	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário						
Potássio em kg de $P_2O_5$ /ha																
0	3,54a	3,63a	0,149a	0,160a	1,30a	1,08a	1,200a	1,121a	0,68a	0,70a	310,7a	281,7a				
60	3,35a	3,63a	0,235a	0,222ab	1,24a	1,22a	1,394 b	1,367 b	0,65a	0,67a	959,0 b	985,7 b				
120	3,36a	3,56a	0,260 b	0,233 b	1,24a	1,32a	1,379 b	1,396 c	0,61a	0,61a	1 296,7 c	1 290,3 c				
180	3,57a	3,44a	0,342 c	0,332 c	1,27a	1,41 b	1,454 c	1,413 c	0,62a	0,58a	1 426,0 c	1 366,7 c				
Potássio em kg de $K_2O$ /ha																
0	3,34a	3,52a	0,238a	0,250a	1,11a	1,13a	1,413 b	1,344a	0,66a	0,67a	1 018,5a	945,5a				
90	3,75a	3,58a	0,263a	0,237a	1,47 b	1,30 b	1,394ab	1,306a	0,65a	0,64a	1 029,3a	990,2a				
180	3,28a	3,45a	0,239a	0,223a	1,20a	1,33 b	1,253a	1,322a	0,62a	0,60a	946,5a	1 007,5a				
MÉDIA**	3,46A	3,52A	0,247A	0,237A	1,26A	1,25A	1,353A	1,324A	0,64A	0,64A	998,1A	981,1A				
C.V. (%)	14,0	17,2	14,0	8,7	8,4	17,5										

\*Na mesma coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\*As médias para cada parâmetro (com e sem calcário), seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

QUADRO 5 - Teores médios de N, P, K, Ca e Mg nas folhas (%) e produções médias de grãos (kg/ha) obtidos no ensaio instalado em Droga, no ano agrícola 72/73.

ELEMENTOS E DOSES	PERCENTAGEM MÉDIA DOS ELEMENTOS NAS FOLHAS*												PRODUÇÃO DE GRÃOS				
	NITROGÊNIO		FÓSFORO		POTÁSSIO		CÁLCIO		MAGNÉSIO		COM CALCÁRIO		SEM CALCÁRIO				
	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário	Com Calcário	Sem Calcário			
Fósforo em kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha																	
0	3,89a	4,16a	0,170a	0,180a	1,74a	2,20a	1,31a	1,10a	0,65 b	0,58a			451,7a		527,3a		
60	4,06a	3,85a	0,275 b	0,242a	2,26a	2,27a	1,21a	1,18ab	0,59a	0,57a			1 108,7 b		1 010,3 b		
120	3,70a	3,91a	0,309 bc	0,334 b	2,14a	2,52a	1,33a	1,36a	0,57a	0,56a			1 290,3 bc		1 198,0 bc		
180	4,12a	3,86a	0,361 c	0,343 b	2,09a	2,29a	1,26a	1,38 b	0,54a	0,57a			1 400,7 c		1 355,3 c		
Potássio em kg de K <sub>2</sub> O/ha																	
0	3,93a	3,70a	0,274a	0,250a	2,04a	2,20a	1,35a	1,34a	0,60a	0,56a			1 025,5a		1 057,0a		
90	3,90a	4,03ab	0,292a	0,293a	2,11a	2,32a	1,28a	1,25a	0,60a	0,56a			1 027,0a		1 052,0a		
180	3,99a	4,11 b	0,271a	0,283a	2,02a	2,44a	1,20a	1,18a	0,57a	0,58a			1 136,0a		959,2a		
MÉDIA**	3,94A	3,94A	0,279A	0,275A	2,06A	2,32A	1,28A	1,26A	0,59A	0,57A			1 062,8A		1 022,7A		
C.V. (%)	8,1		14,5		16,0		11,1		7,6				11,4				

\*Na mesma coluna, as médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

\*\*As médias para cada parâmetro (com e sem calcário), seguidas pela mesma letra maiúscula, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A adição de calcário provocou aumentos significativos na concentração de cálcio nas folhas, apenas no ensaio de Santa Cruz, apesar de em todos os locais os teores de Ca + Mg apresentarem-se baixos(1). As concentrações não atingiram o nível crítico, segundo o critério de deMOOY e PESEK (3), mesmo nos tratamentos que receberam calagem. Apesar de não significativos, houve tendência, ainda, no ensaio de Santa Cruz de aumentos nas concentrações de nitrogênio, possivelmente causados pela maior nodulação, provocada pela adição de calcário, segundo deMOOY et alii (4). Houve tendência ainda de aumento na produção de grãos, o que caracteriza a deficiência de Ca + Mg no solo deste local.

A aplicação de fósforo causou aumentos significativos em sua concentração nas folhas e sobre a produção de grãos em todos os locais. Resultados semelhantes foram encontrados por deMOOY e PESEK (3) e MILLER et alii (8). Mesmo nas maiores dosagens os teores de fósforo nas folhas não atingiram o nível crítico estabelecido por deMOOY e PESEK (3). Houve, ainda, efeitos significativos do fertilizante fosfatado sobre as concentrações de cálcio, provavelmente pelo fornecimento de cálcio pelo superfosfato simples.

Houve efeito negativo do fósforo sobre o magnésio nos

ensaios de Santa Cruz e Droga, e positivo sobre o potássio nos ensaios de Santa Cruz e Santana.

A aplicação do potássio provocou aumentos significativos sobre os teores deste elemento nas folhas nos ensaios de Santa Cruz e Santana, onde os solos apresentaram os menores níveis; todavia, a produção só foi beneficiada no ensaio de Santa Cruz. Os níveis críticos de potássio na folha, segundo o critério de deMOY e PESEK(3), só foram atingidos no ensaio de Droga.

A análise de regressão para fósforo agrupando os três ensaios resultou na equação:

$Y = 0,1571 + 0,00156 p - 0,0000036 p^2$  ( $R^2 = 84,4\%$ ), onde mostra que o nível crítico deste elemento para a produção máxima é de 0,326%, o que pode ser obtido com a aplicação de 216,9 kg de  $P_2O_5$ /ha, valor este que extrapola o maior nível testado.

#### CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho podem-se obter as seguintes conclusões:

a) Houve efeito positivo de aplicação de fósforo sobre a concentração deste elemento e de cálcio nas folhas.

b) A aplicação do potássio provocou efeito positivo na concentração de K nas folhas nos ensaios de Santa Cruz e Santana.

c) O cálcio só provocou efeito positivo em sua concentração nas folhas no ensaio de Santa Cruz.

#### SUMMARY

It was studied, in three field experiments, the effect of Phosphorus, Potassium and liming material levels both on the N, P, K, Ca and Mg concentrations in soybean leaves and on the grain yield. Ordinary superphosphate and potassium Chloride provided the nutrients. The nutrient levels were: 0,60, 120 and 180 kg of  $P_2O_5$ /ha, 0,90 and 180 kg of  $K_2O$ /ha and 0 and 2 000 kg of the liming material/ha.

The effect of the Phosphorus application was positive on Ca concentration in all the three experiments.

The effect of K and Ca application was positive res

pectively in two and in one experiment.

#### LITERATURA CITADA

1. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, São Paulo. Manual de Adubação. São Paulo 1971. 265 p.
2. BATAGLIA, O.C. & MASCARENHAS, H. A.A. Absorção de nutrientes pela soja. Campinas, Instituto Agronômico, 1977, 36 p. (IAC - Boletim Técnico, 41).
3. deMOOY, C. J. & PESEK, J. Differential effects of P, K, and Ca salts on leaf composition yield and seed size of soybean lines. Crop Sci, 10: 72-77. 1970.
4. deMOOY, C. J.; PESEK, J. & SPALDON, E. Mineral Nutrition. In: CALDWELL, B. E. Soybeans: Improvement, Production and Uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p. 267-352 (Agronomy, 16).
5. EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas: Princípios e Perspectivas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 344 p.

6. LOTT, W. L.; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J.C.  
A técnica da análise foliar aplicada ao cafeeiro.  
São Paulo, IBEC Research Institute, 1956, 40 p.  
(IBEC - Boletim, 9).
7. MASCARENHAS; H. A. A. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos durante o ciclo vegetativo da soja. Campinas, Instituto Agronômico, 1973. 48 p. (IAC - Boletim Técnico, 6).
8. MILLER, R. J.; PESEK, J. T. & HANWAY, J.J. Relationship between soybean yield and concentrations of phosphorus and potassium in plant parts. Agron. J., 53(6):393 - 396. 1961.
9. SARRUGE, J. R. & HAAG, P. H. Análise químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56 p.

## EXPEDIENTE

BOLETIM TÉCNICO - publicação seriada (periodicidade irregular), que apresenta resultados de pesquisa e trabalhos de revisão bibliográfica.

DIRETORIA: Hiram Bezerra(Diretor Presidente); Roberto Ferreira da Silva Pinto(Diretor Técnico); Luiz Alexandre Buaiz(Diretor Administrativo).

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES: Roberto Ferreira da Silva Pinto(Presidente); Danilo Milanez; Eugênio Carlos Lesqueves; José Altino Scardua; Nádía Dorian Machado.

COMITÊ EDITORIAL: Ivone Amâncio Bezerra Carlos de Souza(Presidente); Braz Eduardo Vieira Pacova; Danilo Milanez; membros convidados: Antonio Alberto da Silva, Antonio Ilson Gomes de Oliveira e Antonio Vander Pereira.

DISTRIBUIÇÃO: Biblioteca da ENCAPA

Aceitam-se trabalhos relacionados com pesquisa, inéditos, redigidos em Português, na ortografia oficial brasileira; apresentados em três vias, datilografadas em espaço duplo, em folha de papel tamanho ofício, numeradas no canto superior direito, sendo que na primeira página não aparecerá a numeração. Qualquer que seja a estrutura do trabalho, os capítulos e subcapítulos serão numerados com algarismos arábicos, em numeração progressiva(NB-69). Deverá, sempre que possível, compreender: Título (conciso e que defina o trabalho); nome do(s) autor(s) (em letras maiúsculas, faceando o lado direito da página, logo apos o título); caracterização do trabalho e dos autores (em nota de rodapé, sendo a chamada por asterisco); resumo (de acordo com o P-NB 88); introdução; material e métodos; resultados e/ou discussão; conclusões; summary; literatura citada (de acordo com NB-66).

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA: Caixa Postal, 125  
29 140 - Cariacica-ES

TELEFONES: 226-0533; 226-0034; 226-0833; 226-1252

É permitida a reprodução parcial ou total deste documento, desde que citada a fonte.



