



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

EMCAPA

EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Vinculada à Secretaria de Estado de Agricultura do Espírito Santo

BOLETIM TÉCNICO Nº 2

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



EMCAPA

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

Boletim Técnico nº 2

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

Danilo Milanez

Roberto Ferreira de Novais

José Augusto Pereira Gabetto

Wilson Ferreira da Fonseca

Tuneo Sedyama

Cariacica-ES

Março - 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 NPK, por Danilo Milanez e outros. Cariacica, EMCAPA, 1980.

15p. (EMCAPA. Boletim técnico, 2)
Colaboração de Roberto Ferreira de Novais, José Augusto Pereira Gabetto, Wilson Ferreira da Fonseca e Tuneo Sedyama.

1. Soja - Fertilização - Fósforo - Efeitos. 2. Soja - Fertilização - Nitrogênio - 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 N,P,K, Ca e Mg E PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merril), EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE NPK

Danilo Milanez¹
Roberto Ferreira de Novais²
José Augusto Pereira Gabetto³
Wilson Ferreira da Fonseca⁴
Tuneo Sedyama⁵

RESUMO

Estudou-se, na região norte do Espírito Santo, o efeito de níveis de NPK sobre a concentração foliar de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e sobre a

*Trabalho financiado em parte pela Aracruz Florestal S.A. Os dados de produção foram apresentados anteriormente em Rev. CERES, 25 (141):443-449. 1978.
Aceito para publicação em: 04/03/80

¹EMCAPA - Caixa Postal, 125 - 29 154 - Campo Grande - Cariacica-ES

²Deptº de Solos - UFV - 36 570 - Viçosa/MG

³CIPASA - Caixa Postal, 101 - 29 100 - Vila Velha-ES

⁴Deptº de Fitotecnia, CAUFES, 29 500 - Alegre-ES

⁵Deptº de Fitotecnia - UFV - 36 570 - Viçosa-MG

produção de grãos de soja. Utilizou-se como fontes de nutrientes o sulfato de amônio, o superfosfato simples e o cloreto de potássio. As doses de nutrientes foram: 0, 40 e 80 kg de N/ha; 0, 80 e 160 kg de P_2O_5 /ha e 0, 90 e 180 kg de K_2O /ha.

O maior efeito sobre a concentração do elemento na folha e sobre a produção foi causado pelo fósforo. A aplicação de nitrogênio também teve efeito sobre sua concentração na folha e sobre a produção de grãos, enquanto que o potássio não teve efeito. O nível crítico de fósforo nas folhas, para maior produção, foi de 0,338 %.

INTRODUÇÃO

A região norte do Espírito Santo é, na sua maior extensão, formada por terrenos com relevo plano e suave ondulado, predominando pastagens com capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.). Estima-se em mais de 300.000 ha a área com possibilidades de desenvolvimento de culturas anuais. Segundo SEDIYAMA *et alii* (18), é possível o cultivo da soja nesta região, em razão das diferentes características apresentadas pelas variedades e, mesmo nos solos arenosos de São Mateus e Conceição da Barra, desde que se utilizem determinadas técnicas culturais.

A técnica da análise foliar tem como principais

aplicações a interpretação de ensaios de campo, o diagnóstico de deficiências nutricionais das culturas e a recomendação de adubações. Os valores obtidos nesta análise são influenciados, entre outros fatores, pela espécie vegetal, pelo clima e pela estágio de crescimento (11).

Trabalhando com níveis de fósforo, potássio e cálcio em soja, de MOY e PESEK (1) concluíram que os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram fortemente influenciados em todos os estágios de desenvolvimento pelos fertilizantes e que, para melhor produção, as porcentagens críticas médias para fósforo, potássio e cálcio no final do florescimento foram respectivamente 0,45; 2,15 e 1,51 %.

A cultura da soja, de um modo geral, não responde à adubação nitrogenada, quando as sementes são inoculadas com *Rhizobium japonicum* (14 e 15), todavia, FREITAS et alii (5) RIOS e SANTOS (16) e GUIMARÃES et alii (8) encontraram respostas a este nutriente. HANWAY e WEBER (9) obtiveram resposta à adubação nitrogenada em soja não nodulante, com produções idênticas à soja nodulante, quando aplicaram 672 kg/ha de nitrogênio.

As respostas à adubação fosfatada são frequentes (5, 10, 13 e 14), podendo causar aumentos de até 276 % na produção de grãos (15), enquanto que as respostas ao

potássio podem ser nulas (13 e 14).

As produções estão intimamente associadas com os teores de fósforo e potássio das folhas superiores, quando amostradas no estágio 7 de crescimento, sendo até 80% da variação na produção explicada pelos teores de P e K (12).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de NPK nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas e sobre a produção de grãos de soja.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram instalados 2 ensaios na região norte do Espírito Santo nos municípios de São Mateus (Santana) e Conceição da Barra (Santa Cruz), no ano agrícola 1972 / 73, em solo Podzólico Vermelho Amarelo distrófico, apresentando, este, uma camada superficial arenosa de, aproximadamente, 20 cm (até 95% de areia) seguida de uma camada de argila. Os resultados das análises químicas das amostras dos solos encontram-se no quadro 1.

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas das amostras de solos

Locais	Fósforo* ppm	Potássio* ppm	Ca+Mg** meq/100g solo	Al** meq/100g solo	pH***
Santa Cruz	1,0	21	1,5	0,2	5,6
Santana	1,5	32	1,4	0,0	5,8

* Extrator : Norte Carolina

** Extrator : KCL 1 N

*** pH em H₂O: Relação 2,5:1

Os tratamentos constituíram um fatorial 3 x 3 x 3, distribuídos em confundimento parcial de dois graus de liberdade da interação NPK, do grupo W (7), distribuídos em blocos ao acaso. As parcelas constituíram-se de áreas de 18 m² (6,0 x 3,0 m), sendo a área útil de 9,0 m² (5,0 x 1,80). Os níveis dos elementos e os fertilizantes utilizados foram os seguintes:

N - 0, 40 e 80 kg/ha na forma de sulfato de amônio

P₂O₅ - 0, 80 e 160 kg/ha na forma de superfosfato simples

K₂O - 0, 90 e 180 kg/ha na forma de cloreto de potássio

Efetuuou-se a calagem, dois meses antes do plantio, na proporção de 2.000 kg/ha, para aumentar os níveis de Ca + Mg disponíveis. Os fertilizantes foram localizados nos sulcos, 5 cm ao lado e abaixo das sementes, sendo o nitrogênio aplicado 1/3 no plantio e, o restante, em co-

bertura, 45 dias após.

O plantio foi efetuado com sementes da cultivar IAC-2, previamente inoculadas com *Rhizobium japonicum*, em espaçamento de 0,60 m entre linhas, deixando-se 20 plantas por metro linear após o desbaste.

No florescimento, foram coletadas amostras foliares (quadro 2), constituídas da 3ª ou 4ª folha, embaladas em sacos de papel, secadas a 70°C, e analisadas segundo os métodos de SARRUGE & HAAG (17).

QUADRO 2 - Locais e datas de plantio, de coleta de folhas para análise e de colheita dos ensaios.

Locais	Plantio	Coleta de folhas	Colheita
Santa Cruz	15/12/72	09/02/73	04/05/73
Santana	16/12/72	02/03/73	04/05/73

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quadros 3 e 4 são apresentados os teores médios de nutrientes nas folhas e as produções de grãos, bem como os coeficientes de variação.

A aplicação de nitrogênio provocou aumentos significativos na produção de grãos nos dois ensaios. Os teores de nitrogênio nas folhas foram afetados, apenas,

QUADRO 3 - Teores médios de N,P,K, Ca e Mg nas folhas (%) e produções médias de grãos (kg/ha) obtidos no ensaio de Santa Cruz-ES, no ano agrícola 1972/73*.

ELEMENTOS E DOSES	PORCENTAGENS MÉDIAS DOS ELEMENTOS NAS FOLHAS					PRODUÇÃO kg/ha
	N	P	K	Ca	Mg	
Nitrogênio em kg de N/ha						
0	3,79 a	0,262 a	1,73 a	1,017 a	0,615 a	867,7 b
40	3,94 a	0,267 a	1,72 a	1,035 a	0,573 a	1.077,6 a
80	4,02 a	0,246 a	1,78 a	0,990 a	0,573 a	1.055,2 a
Fósforo em kg de P ₂ O ₅ /ha						
0	4,06 a	0,165 b	1,37 b	0,915 b	0,695 a	224,2 c
80	3,90 a	0,282 a	2,13 a	1,053 a	0,563 b	1.192,0 b
160	3,79 a	0,328 a	1,74 ab	1,074 a	0,533 b	1.584,2 a
Potássio em Kg de K ₂ O/ha						
0	3,93 a	0,264 a	1,58 a	1,081 a	0,655 a	954,4 a
90	3,98 a	0,259 a	1,75 a	0,993 b	0,570 b	1.025,4 a
180	3,84 a	0,252 a	1,91 a	0,968 b	0,567 b	1.020,4 a
C.V. (%)	6,9	13,6	17,6	14,6	6,9	12,0

* Na mesma coluna, as médias seguidas pela mesma letra 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 de Santana-ES, no ano agrícola 1972/73*.

ELEMENTOS DE DOSES	PORCENTAGENS MÉDIAS DOS ELEMENTOS NAS FOLHAS					PRODUÇÃO kg/ha
	N	P	K	Ca	Mg	
Nitrogênio em kg de N/ha						
0	3,28 b	0,246 a	1,48 a	1,33 a	0,53 a	1.008,8 b
40	4,45 a	0,269 a	1,46 a	1,29 a	0,54 a	1.503,4 a
80	4,81 a	0,292 a	1,57 a	1,30 a	0,54 a	1.381,9 ab
Fósforo em kg de P ₂ O ₅ /ha						
0	4,22 a	0,143 b	1,27 b	1,17 b	0,60 a	393,6 c
80	4,20 a	0,322 a	1,64 a	1,34 a	0,53 a	1.415,5 b
160	4,11 a	0,342 a	1,61 a	1,42 a	0,50 a	2.084,9 a
Potássio em kg de K ₂ O/ha						
0	3,91 b	0,252 a	1,49 a	1,33 a	0,54 a	1.364,2 a
90	4,46 a	0,285 a	1,46 a	1,26 a	0,53 a	1.198,5 a
180	4,17 ab	0,270 a	1,57 a	1,34 a	0,55 a	1.331,3 a
C.V. (%)	7,5	15,8	15,1	9,00	12,9	19,0

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

no ensaio de Santana, sendo os níveis encontrados, no ensaio de Santa Cruz, menores que os considerados ideais (19). Respostas à produção também foram obtidas por GUIMARÃES et alii (8). Esta resposta pode ter sido causada pela baixa capacidade de nodulação da variedade IAC-2, e pela temperatura que atingem os solos arenosos (3, 6).

A aplicação de fósforo proporcionou efeitos significativos na sua concentração nas folhas e sobre a produção de grãos, o que era de se esperar, devido ao baixo nível deste elemento naquele solo. Houve, ainda, efeito significativo sobre a concentração de cálcio, nos dois ensaios, provavelmente devido ao fornecimento deste elemento pelo superfosfato simples. O efeito negativo sobre o magnésio é explicado pelo antagonismo entre este elemento e o cálcio (4). Todavia, não chegou a ser significativo no ensaio de Santana. O efeito positivo sobre o potássio foi, possivelmente, devido à menor absorção do magnésio, reduzindo o antagonismo entre estes elementos (4).

Não houve efeito significativo da aplicação do potássio sobre sua concentração nas folhas. O efeito negativo sobre a concentração do magnésio no ensaio de Santa Cruz é devido ao antagonismo entre estes elementos (4).

Apenas o nitrogênio no ensaio de Santa Cruz e o

potássio no ensaio de Santana não atingiram os limites suficientes para um bom desempenho da cultura, segundo DEMOOY et alii (2) e SMALL & OHLROGGE (19).

A equação da análise de regressão para fósforo: $Y = 0,154 + 0,00259 P - 0,0000091 P^2$ ($R^2 = 91,6 \%$) fornece como nível crítico deste elemento nas folhas, a percentagem de 0,388, o que pode ser obtido com a aplicação de 142,2 kg de P_2O_5 /ha.

CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho pode-se concluir que:

- a) Houve efeito de nitrogênio sobre a produção de grãos nos dois ensaios e sobre os teores deste elemento nas folhas no ensaio de Santana.
- b) Houve efeito positivo da aplicação de fósforo sobre as concentrações de fósforo, potássio e cálcio, e, negativo, sobre a concentração do magnésio no ensaio de Santa Cruz.
- c) A aplicação de potássio não apresentou efeito sobre a concentração deste elemento na folha, apresentando efeitos negativos sobre a concentração de cálcio e magnésio no ensaio de Santa Cruz.
- d) O nível crítico de fósforo nas folhas para maior

produção foi de 0,338 %.

SUMMARY

It was studied in the North Region of the Espírito Santo State the effect of NPK levels both on the concentration of Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium in the leaves and on grain yields. Ammonium sulphate, ordinary superphosphate and potassium chloride provided the nutrients. The levels used were: 0, 40 and 80 kg of N/ha; 0, 80 and 160 kg of P_2O_5 /ha and 0, 90 and 180 kg of K_2O /ha.

The greatest effect both on the element concentration in the leaves and on the yield was caused by Phosphorus. Nitrogen had also some effect both on its concentration in the leaves and on grain yields, but Potassium did not have any effect. The critical level of Phosphorus in the leaves for the greatest production was 9,338 %.

LITERATURA CITADA

1. 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. 1980.
2. 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).
3. DOBEREINER, J.; ARRUDA, N.B. de. & PENTEADO, A. de F. Especificidade hospedeira, em variedades de soja, na simbiose com *Rhizobium*. Pesq. agropec. bras., 1: 207-210. 1966.
4. EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: Princípios, e perspectivas. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. 1975. 344 p.
5. FREITAS, L.M.M.; McCLUNG, A.C. & LOTT, W.L. Experimentos de adubação em dois solos de campo cerrado. Sao Paulo, IRI, 1960. 32 p. (IRI-Boletim Técnico, 21).
6. GALETTI, O.; FRANCO, A.A.; AZEVEDO, H. & DOBEREINER, J. Efeito da temperatura do solo na simbiose de soja anual. Pesq. agropec. bras., 6: 1-8, 1971.
7. GOMES, F.P. Curso Estatística Experimental. 6. ed., Piracicaba, ESALQ, 1976. 430 p.
8. GUIMARÃES, J.A.P.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; NOVAIS, R.F. de.; BRAGA, J.M. & BRANDÃO, S.S. Resposta da soja à fertilização nitrogenada, em três localidades de Minas Gerais. Experientiae, 21(5):101-119. 1976.

9. HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. Agron. J., 63:263-266. 1971.
10. 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): 63-68. 1974.
11. LOTT, W.R.; 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 Técnico, 9).
12. 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): 363-396. 1961.
13. MIYASAKA, S.; ALENCAR, C. & FREIRE, E.S. Resposta da soja à adubação com N, P, K, S e micronutrientes em solo pobre de Itarari, no sul do Planalto Paulista. Bragantia, 25 (25): XXIC-XXXIII. 1966.
14. MIYASAKA, S.; SILVA, J.G. & GALLO, J.R. Adubação da soja. I - Ensaio preliminares de adubação mineral em Terra-Roxa misturada. Bragantia, 19(1):667-674. 1960.
15. MIYASAKA, S.; WUIKE, A.C.P. & VENTURINI, W.R. Adubação da soja. II - Adubação mineral em "Terra - Roxa misturada com argilito do Glacial". Bragantia, 21 (34): 617-630. 1962.

16. RIOS, G.P. & SANTOS, H.L. dos. Adubação nitrogenada da soja (*Glycine max*) em solos sob vegetação de cerrado. Pesq. agropec. bras., 8: 63-67. 1973.
17. SARRUGE, J. R. & HAAG, P.H. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1964. 56 p.
18. SEDIYAMA, T.; NOVAIS, R.F.; MILANEZ, D.; FONSECA, W. R. da. & SEDIYAMA, C.S. A Soja no Espírito Santo. Vitória, Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo, 1973. 36 p. (SEAG-ES-Boletim Técnico, 1).
19. SMALL, H.G. & OHLROGGE, A. J. Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Soybeans and Peanuts. In: WALSH, L.M.. & BEATON, J.D. Soil Testing and Plant Analyses. Madison - Wisconsin, Soil Science Society of America, 1973.p.315-327

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; Nádia 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 EMCAPA

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 após 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.