

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES NA SOJA
(*GLYCINE MAX L., MERRIL, VAR. IAC-2*) *

E. MALAVOLTA **
I. CHAVES ***
G. S. TONIN ***
A. F. SOUZA ***

RESUMO

Sintomas de deficiência de macronutrientes foram induzidos na soja, var. IAC-2. Foi verificado o efeito da omissão de N, P, K, Ca, Mg e S no crescimento, produção e composição mineral das folhas.

INTRODUÇÃO

A área plantada com soja no País subiu de 60.000 em 1952 para 5,8 milhões de ha em 1975, a produção elevando-se de 78 mil para 9,9 milhões de toneladas; o rendimento médio foi de 1699 kg/ha em 1975. As exportações nesse ano foram as seguintes: 3,3 milhões de t de soja em grãos, valendo 685 milhões de dólares e 3,1 milhões de t de farelo e torta com o valor de 465 milhões de dólares. Para a presente safra mundial (1975-6) as estimativas indicam um volume de produção de 65,3 milhões de t: EUA — 39,2 milhões (60%), Brasil — 11,5 milhões (17,6%), China — 9,8 milhões de t (15%). A produção brasileira se concentra nos estados do Rio Grande do Sul (47% do total), Paraná (37%), São Paulo (7%), Santa Catarina (5%) (ANÔNIMO, 1976).

Não são muitos os estudos feitos no País sobre a nutrição mineral dessa leguminosa, “o boi vegetal”, embora já se conte com um volume de trabalhos a respeito da sua adubação (ver a revisão feita por MALAVOLTA et al., 1974 pp. 558-576): daí justificar-se a presente contribuição para o estudo de uma variedade obtida no Brasil.

* Com ajuda da FAPESP, CAPES, BNDE e CNEN. Entregue para publicação em 15/12/1976

** Departamento de Química e CENA, ESALQ — USP, Piracicaba, SP

*** Estudantes de pós graduação em Solos & Nutrição de Plantas, ESALQ

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de soja foram postas a germinar em vermiculita umidificada com água de torneira e 7 dias depois foram transferidas as plântulas para a solução completa de HOAGLAND & ARNON (1950) diluída a 1/5 sendo transplantadas 2 semanas e seguida para os diferentes tratamentos segundo MALAVOLTA (1974).

Ao se acentuarem os sintomas de carência as plantas eram colhidas separando-se os seus órgãos que, secos em estufa a 70-80°C, eram pesados, moídos e reservados para análise mineral feita apenas nas folhas inferiores e superiores.

Usou-se o delineamento de blocos ao acaso com duas repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

O efeito dos tratamentos no crescimento foi medido pelas correlações estabelecidas entre o número de dias do ciclo e o número de folhas e a altura das plantas (Tabela 1) e pela variação na matéria seca (Tabela 2). Com relação aos dois primeiros parâmetros verifica-se que o número de folhas em função dos tratamentos decresceu na seguinte ordem:

Tabela 1 — Influência dos tratamentos no crescimento em altura e no número de folhas

Tratamento	15 dias		22		31		37		60		"r"	
	NF	H	NF	H	NF	H	NF	H	NF	H	NF	H
Completo	9	46	20	58	39	85	56	109	—	156	0,99**	0,99**
Menos N	9	46	11	54	8	80	6	90	—	—	0,75	0,98*
P	9	47	19	58	36	95	48	124	—	159	0,99**	0,99**
K	9	50	17	63	23	97	42	124	—	185	0,94	0,98*
Ca	9	47	15	59	8	81	3	80	—	—	0,66	0,97*
Mg	9	48	18	61	25	102	41	125	—	—	0,97*	0,98*
S	9	44	19	54	29	87	52	113	—	144	0,96*	0,98*

NF = número de folhas

H = altura (cm)

* = significativo a 5%

** = significativo a 1%

Tabela 2 — Produção de matéria seca, g/planta

Tratamento	Raiz	Caule	Folhas infer.	Folhas super.	Frutos	Total
Completo	11,0a	34,1a	23,9a	20,3a	37,9a	127,3
Menos N	1,8c	1,9c	2,5b	0,2a	1,4b	7,9
P	7,4b	23,8b	16,8a	8,1a	24,2a	80,3
K	5,4b	20,0b	21,8a	13,6a	5,4b	66,3
Ca	1,0c	4,4c	5,2a	0,2a	0,2b	11,0
Mg	2,9c	7,3c	13,0a	13,8a	0,2b	37,1
S	11,5a	20,0b	12,3a	19,1a	39,4a	102,4
F (5%)	35,4**	87,8**	4,9*	4,7*	6,6*	—
D.m.s.						
(Tukey 5%)	3,8	6,7	19,2	30,0	33,6	—

(os números seguidos da mesma letra não diferem a 5%)

Completo, menos S, menos P, menos K, menos Mg, menos Ca, menos N; a altura, por sua vez, foi afetada do seguinte modo:

Menos K, menos P, completo, menos S, menos Mg, menos N, menos Ca; vê-se, pois, que a omissão de N e a de Ca determinaram as maiores reduções no número de folhas e na altura das plantas. A existência de correlações positivas significantes indica que, em alguns casos, a deficiência se manifestou visualmente antes da interrupção do crescimento.

Devido ao número mínimo de repetições os valores de C.V. para a matéria seca foram muito altos, entre 11 e 50% dependendo do órgão considerado. Por isso, algumas diferenças evidentes não passaram pela peneira da significância estatística. É possível, porém verificar que:

(1) raízes — crescimento afetado na seguinte ordem decrescente — menos S, completo, menos P, menos K, menos Mg, menos N, menos Ca; a falta de Ca, pois como era de se esperar, foi o fator que mais diminuiu o crescimento das raízes;

(2) caules — em ordem decrescente, o efeito foi — Completo, menos P, menos K, menos S, menos Mg, menos Ca e menos N;

(3) folhas — em ordem decrescente: Completo, menos K, menos S, menos Mg, menos P, menos Ca e menos N;

(4) frutos — em ordem decrescente: menos S, completo, menos P, menos K, menos N, menos Mg e menos Ca.

Deve ser assinalado que, consistentemente, os maiores efeitos depressivos sobre o crescimento e a produção foram devidos à falta de N e à de Ca. O acúmulo de P e de S na fase de prétratamento parece ter sido suficiente para atender à exigência das vagens em desenvolvimento, o que está de acordo com os dados de GARCIA & HANWAY (1976): embora o mesmo pudesse ocorrer com o N, o K e o Mg, todos eles elementos móveis do floema, quantitativamente o transportado para o reservatório (sink) da vagem não deve ter sido suficiente. Devido à imobilidade conhecida do Ca não se deveria esperar redistribuição apreciável como, de fato não aconteceu: veja-se a drástica diminuição na matéria seca das folhas superiores e na dos frutos.

Deficiências

(1) *Nitrogênio* — as plantas cultivadas em solução menos N mostraram inicialmente redução no tamanho das folhas e no diâmetro do caule, seguiu-se clorose, principalmente entre as nervuras das folhas mais velhas, a qual se acentuou um mês e meio depois do início dos tratamentos; este período, que vem pouco antes do florescimento, é de grande exigência de nitrogênio (de MOOY et al., 1973, pp. 280-2).

(2) *Fósforo* — as folhas mais velhas e as de idade intermediária mostraram-se a princípio de cor verde mais escura que as correspondentes no tratamento completo; com o tempo tais folhas mostraram clorose generalizada que caminhava da ponta para a base.

(3) *Potássio* — as folhas mais velhas e intermediárias mostraram clorose das pontas e margens que se encurvavam.

(4) *Cálcio* — folhas novas menores e cloróticas, desprendendo-se facilmente com o tempo; as gemas terminais paralisavam o seu crescimento, secando progressivamente; a lâmina foliar mostrava lesões necróticas.

(5) *Magnésio* — as folhas mais velhas mostraram a princípio clorose marginal que progrediu para o centro entre as nervuras; houve secamento das margens posteriormente.

(6) *Enxôfre* — os sintomas de carência foram os últimos a aparecer, notando-se no final do ciclo, uma clorose mais intensa nas folhas novas

Composição mineral

Os resultados das determinações de macronutrientes nas folhas inferiores (situadas da metade da altura da planta para baixo) e superiores encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 — Teores percentuais de macronutrientes na matéria seca das folhas inferiores e superiores, médias de duas repetições

Tratamento	N	P	Porcentagem de			
			K	Ca	Mg	S
Completo						
folhas infer.	1,10	0,22	1,73	2,07	0,43	1,80
super.	2,65	0,32	1,64	3,07	0,32	1,31
Menos N						
folhas infer.	1,54	1,25	3,19	1,58	0,62	1,36
super.	1,61	—	—	—	—	—
Menos P						
folhas infer.	1,92	0,02	1,78	1,89	0,48	1,42
super.	1,33	0,01	1,38	1,49	0,39	1,03
Menos K						
folhas infer.	1,37	0,22	0,45	2,69	0,88	1,31
super.	2,72	0,14	0,36	2,52	0,67	1,85
Menos Ca						
folhas infer.	2,57	0,67	2,50	0,84	0,87	1,04
super.	1,43	—	—	—	—	—
Menos Mg						
folhas infer.	2,91	0,75	2,61	1,68	0,13	1,25
super.	3,54	0,41	2,51	1,49	0,12	2,25
Menos S						
folhas infer.	1,27	0,15	2,27	2,43	0,44	0,21
super.	2,39	0,18	2,13	1,20	0,53	0,76

Nota-se, de um modo geral, que a omissão de um dado elemento causou diminuição no seu teor foliar. Pode ser vista também a conhecida relação inversa entre os teores de K e os de Ca e Mg, bem como as recíprocas. O efeito dediluição também pode ser observado, como no caso da elevação no teor de P nos tratamentos menos N, menos Ca e menos Mg: de acordo com FLETCHER (1961) o teor de P igual a 1,57% indica toxidez do elemento. Conforme se viu na Tabela 2 a influência da omissão de S não se fez sentir no crescimento e na produção; os altos teores encontrados em todos os tratamentos exceto menos S, sugerem tratar-se de alimentação de luxo; NELSON & BARBER (1964) dão como indicador de suficiência o teor de 0,25% de S na parte aérea total e OHLROGGE (1960) e teor de 0,40%.

Na Tabela 4 aparecem os teores considerados adequados nas folhas da soja, no fim do ciclo. Os valores encontrados por de MOOY & PESEK (1970) em amostras colhidas no fim do florescimento são os seguintes: N — 4,39 a 4,96%, P — 0,38 a 34%, K — 1,84 a 2,33%, Ca — 1,53 a 1,59% e Mg — 0,36 a 0,39%; comparando-se esses dados com os da Tabela 4 verifica-se que são em geral mais altos, o que provavelmente se explica em grande parte pela diferença em época de amostragem; de fato, no caso do Ca, que reconhecidamente tem transporte unidirecional, os teores achados no presente trabalho são mais altos que os citados. Diferenças em variedades e técnica cultural são outras variáveis em jogo.

Tabela 4 — Níveis e relações adequadas nas folhas da soja, no fim do ciclo

Elemento	Folhas	
	Inferiores	Superiores
N	1,10	2,65
P	0,22	0,32
K	1,73	1,64
Ca	2,07	3,07
Mg	0,43	0,32
S	?	?
Ca/K	1,20	1,87
Ca/Mg	4,81	9,59
Ca/K + Mg	0,96	1,57
N/P	5,00	8,28
N/S	?	?
N/P + S	?	?

RESUMO E CONCLUSÕES

Soja, variedade IAC — 2, foi cultivada e msolução nutritiva completa e com omissão de macronutrientes. Foram descritos sintomas de carência de N, P, K, Ca, Mg e S.

As principais conclusões foram as seguintes:

(1) o N e o Ca foram os elementos cuja omissão mais limitou o crescimento e a produção;

(2) a omissão do elemento do meio causou diminuição no teor foliar sendo atingidos níveis considerados baixos, exceto no caso do enxofre.

SUMMARY

DEFICIENCIES OF MACRONUTRIENTS IN THE SOYBEAN

Soybean plants, var. IAC-2 were grown in nutrient solution in presence and absence of macronutrients whose symptoms of deficiency were induced. The main conclusions are as follows:

- 1) The symptoms of deficiency herein obtained follow the general pattern as found in other plants;
- 2) growth and yield were drastically reduced by absence of N and Ca from the substrate;
- 3) omission of an element caused a decrease in its content in the leaves down to deficiency levels, except in the case of S.

LITERATURA CITADA

- ANÔNIMO. 1976 — Soja — novo ciclo da agricultura brasileira. *Conj. Econ.* **30**(6):98-100.
- MALAVOLTA, E. et al. 1974 — *Nutrição Mineral e Adubação das Plantas Cultivadas*, Livraria Pioneira Editora, São Paulo.
- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON. 1950 — The water culture Method for growing Plants without Soil. *Calif. Agr. Expt. Sta. Circ.* **347**.
- MALAVOLTA, E. 1974 — *Prática de Nutrição Mineral de Plantas*, mimeog. Piracicaba.
- GARCIA, R.L. & J.J. HANWAY. 1976 — Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period. *Agron. J.* **68**(4):653-657.
- DE MOOY, C.J., J. PESEK & E. SPALDON. 1973 — *Mineral Nutrition. Em: Soybeans Improvement, Production and Use.* Ed. por B.E. Caldwell. Amer. Soc. Agronomy, Inc., Publ., Madison.
- FLETCHER, H.F. 1961 — Differential effects of phosphorus fertility on soybean varieties. Tese de Ph. D., U. of Illinois. Urbana (original não consultado).
- NELSON, W.L., & S.A. BARBER. 1964 — Nutrient deficiencies in legumes for grain and forage. *Em: Hunger Signs in Crops*, ed. por H.B. Sprague. David McKay, Co., Nova Iorque.
- OHLROGGE, A.J. 1960 — Mineral nutrition of soybeans. *Adv. Agron.* **12**:229-263.
- DE MOOY, C.J. & J. PESEK. 1970 — Differential effects of P, K and Ca salts on leaf composition, yield and seed size of soybean lines. *Crop. Sci.* **10**:72-77.



