

EFEITOS DAS DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES  
EM DUAS VARIEDADES DE SOJA (*Glycine max* Merr.),  
SANTA ROSA E UFV-1, CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA \*

E. MALAVOLTA \*\*

A.A. VIDAL, A.C. GHELLER, A.L. FANCELLI,  
A.Y. KISHIMO, C. TOLEDO PIZA JR.,  
D.B. SANTOS, V.M. RUY, V. FAQUIMO,  
I.E. EIMORI, P.T.G. GUIMARÊS, O.B. ORTIZ,  
P.G. VARGAS, D. FORNASIERI Fº,  
I.M.S. VIEIRA, J.A. GALBIATTI \*\*\*

*RESUMO*

Duas variedades de soja, Santa Rosa e UFV-1 foram cultivadas em solução nutritiva deficiente em macronutrientes. Foi possível obter sintomas de carência, verificar o efeito das deficiências no crescimento, composição mineral e produção de vagens. Fez-se a diagnose foliar no caso de N, P e K e verificou-se o efeito do nível de N na solução sobre a atividade da redutase de nitrato.

---

\* Recebido para publicação em 17/10/1980.

\*\* Departamento de Química e CENA, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

\*\*\* Estudantes de Pós Graduação, Disciplina LQI-860, Nutrição Mineral de Plantas.

## INTRODUÇÃO

A expansão da cultura da soja no País em níveis tecnológicos satisfatórios somente foi possível por existirem conhecimentos de nutrição e adubação (destes principalmente), que permitiram fazer-se recomendações adequadas para a adubação e a calagem indispensáveis (veja-se: BATAGLIA *et alii*, 1977; GOEPFERT *et alii*, 1974; MASCARENHAS *et alii*, 1977; MALAVOLTA, 1978). Isto significa, porém, que todas as perguntas tenham sido respondidas. Daí a presente contribuição em que se procurou estudar, em condições controladas, vários aspectos da nutrição mineral comparada de duas variedades, a saber: (1) efeito das deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S no crescimento, produção e composição mineral; (2) obtenção de dados a respeito da diagnose foliar como um método para avaliação do estado nutricional; (3) influência do nível de N no substrato sobre a atividade da redutase do nitrato ( $\text{RNO}_3$ ).

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Cultivo*

As plantas das variedades Santa Rosa e UFV-1 foram cultivadas em solução nutritiva constantemente arejada e renovada cada 2-3 semanas em vasos de plástico de 2,5 l de capacidade.

No tratamento "completo" receberam: N - 10 milimoles/l, l na forma amoniacal; P - 1 milimol; K - 3; Ca - 3; Mg e S - 1; os micronutrientes foram fornecidos segundo HOAGLAND & ARNON (1950); nos tratamentos com deficiência receberam 1/10 da concentração do elemento correspondente.

A colheita se deu quando se intensificaram os sintomas de carência; as diferentes partes das plantas foram separadas; secas a 70-80°C e pesadas.

### *Diagnose foliar*

A amostragem se fez no início da floração tendo sido

colhida a terceira folha a partir da ponta para a determinação dos teores totais.

No pecíolo das mesmas folhas se fez a determinação de  $N-NO_3^-$ ,  $P-H_2PO_4^-$  e K quando os sintomas de falta de N, P ou K eram bem visíveis (MALAVOLTA, 1980a).

#### *Atividade de $RNO_3$*

A determinação da atividade de  $RNO_3$  foi feita quando se encontrou o sintoma de falta de N, usando-se a técnica descrita por MALAVOLTA (1980b).

#### *Análises minerais*

Foi feita na matéria seca usando-se métodos convencionais.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### *Sintomas de deficiência*

Os sintomas de deficiência de N foram os primeiros a aparecer, seguindo-se os de K e os de Ca. Depois apareceram os de falta de P. Não se verificou um quadro muito nítido da falta de Mg e de S o que pode ser atribuído ao acúmulo suficiente desses dois elementos no período inicial (2 semanas) de cultivo em que as plantas receberam solução nutritiva completa.

A sintomatologia observada não fugiu do descrito da literatura (ver MALAVOLTA *et alii*, 1976):

- N - plantas menos desenvolvidas;  
clorose uniforme nas folhas mais velhas  
e deois nas demais;
- P - coloração verde mais escura e depois amarelo  
dourada irregular das folhas mais velhas;
- K - clorose e necrose das pontas e margens progredindo

do para a região central das folhas mais velhas;

Ca - clorose internerval das folhas mais novas, colapso de pecíolo e morte das gemas apicais.

*Produção de matéria seca*

Os dados de produção de matéria seca se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção de matéria seca, g/planta, média de 4 repetições

Parte	Tratamento							dms	cv%
	Cplto.	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S		
<b>Raízes</b>									
Santa Rosa	4,80	0,26	1,93	0,47	2,72	3,85	4,40	0,95	14
UFV-1	7,52	0,26	1,92	0,34	1,82	4,42	5,08		
<b>Caule</b>									
<b>Ramos</b>									
Santa Rosa	12,68	0,28	5,34	1,20	5,32	10,98	10,72	2,35	12
UFV-1	24,42	0,36	4,10	0,83	4,82	13,90	13,80		
<b>Folhas</b>									
Santa Rosa	13,25	0,59	6,98	2,09	5,86	8,22	9,88	3,00	16
UFV-1	23,45	0,68	5,06	1,82	5,20	8,60	10,78		
<b>Vagens</b>									
Santa Rosa	7,48	-	-	-	-	5,50	6,78	1,45	13
UFV-1	6,80	-	-	-	-	3,42	3,58		
<b>Total</b>									
Santa Rosa	38,21	1,13	14,25	3,76	13,90	28,55	31,78		
UFV-1	62,19	1,30	11,08	3,02	11,84	30,34	33,24		
<b>Relativa</b>									
Santa Rosa	100	2,96	37,29	9,84	36,38	74,72	83,17		
UFV-1	100	2,08	17,82	4,86	19,04	48,78	53,45		

Pode-se verificar que:

- (1) a influência dos tratamentos na produção de matéria seca total das duas variedades obedeceu a mesma ordem decrescente - completo, menos S, menos Mg, menos P, menos Ca, menos K e menos N;
- (2) o cultivar UFV-1 parece ser mais sensível à falta de todos os elementos que o Santa Rosa, exceto no caso do N.

Estudo semelhante com o cv. IAC-2 revelou o seguinte efeito relativo dos tratamentos: completo, menos P, menos K, menos Mg, menos Ca e menos N. Os três cultivares se comportam, pois, diferentemente em alguns aspectos pelo menos.

#### *Diagnose foliar e testes rápidos*

A Tabela 2 dá os resultados das análises de folhas. Os dados mostram que os níveis adequados de N, P, K e Ca não são os mesmos para os dois cultivares. O teor de N das folhas das plantas do tratamento "completo" seria considerado "deficiente" de acordo com a classificação encontrada em MALAVOLTA (1978); os teores de P e K, entretanto, estão dentro da faixa "suficiente", o mesmo acontecendo com os níveis de Ca e Mg. A deficiência de um dado elemento provocou diminuição acentuada no teor foliar do mesmo. A carência de K, como esperado, provocou aumentos nos teores de Ca e Mg; nas plantas do tratamento "completo" e do correspondente à falta de K a participação relativa de cada cátion no total dos mesmos é a que aparece na Tabela 3.

Na Tabela 4 aparecem as informações obtidas na análise de teores solúveis de elementos no pecíolo o que demonstra a possibilidade do uso da técnica para a avaliação do estado nutricional.

#### *Atividade da $RNO_3$*

A Tabela 5 mostra a influência do nível de  $N-NO_3^-$  no substrato sobre a atividade da  $RNO_3$  foliar. A diferença é acentuada no caso em que a determinação foi feita pouco tempo depois da renovação da solução nutritiva.

Tabela 2 - Teores foliares de macronutrientes (%) na matéria seca de folhas recém-maduradas de soja em início de florescimento dos cultivares Santa Rosa e UFV-1 (média de 4 repetições)

Teores Tratamentos	N%		P%		K%		Ca%		Mg%	
	S.Rosa	UFV-1	S.Rosa	UFV-1	S.Rosa	UFV-1	S.Rosa	UFV-1	S.Rosa	UFV-1
Completo	3,46	3,92	0,46	0,39	2,09	2,27	0,88	0,71	0,38	0,41
Menos N	1,60	1,18	-	-	-	-	-	-	-	-
Menos P	2,44	2,59	0,12	0,13	-	-	-	-	-	-
Menos K	-	-	-	-	1,20	1,07	1,50	2,13	0,80	1,17
F	104,39**		215,55**		81,10**		62,57**		226,07**	
D.M.S. (Tukey)	0,463		0,050		0,295		0,342		0,104	
C.V. (%)	8,12		8,70		8,47		12,50		7,13	

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

Tabela 3 - Equilíbrio de cátions

Tratamento	Soma de cátions	K % total	Ca % total	Mg % total
<b>Completo</b>				
Santa Rosa	3,35	60	25	11
UFV-1	3,39	67	21	12
<b>Menos Potássio</b>				
Santa Rosa	3,50	34	43	23
UFV-1	4,27	25	49	27

### *Composição mineral*

A Tabela 6 dá os teores de macronutrientes encontrados nas plantas submetidas aos diferentes tratamentos. A análise das folhas, de interesse particular, mostra os seguintes pontos principais:

- (1) a deficiência do elemento provocou diminuição no teor foliar mesmo nos casos do Mg e do S em que não apareceram sintomas muito nítidos de carência;
- (2) nas plantas deficientes em N o teor do elemento é maior que nos submetidos ao tratamento "completo" o que se explica pela diferença em época de amostragem;
- (3) as interações entre K, Ca e Mg se observaram.

### RESUMO E CONCLUSÕES

As variedades de soja Santa Rosa e UFV-1 foram cultivadas em solução nutritiva "completa" e com deficiência em macronutrientes (1/10 da concentração usual). Durante o ciclo foram feitas: (1) análises de folhas para fins de diagnose fo

Tabela 4 - Teores de  $N-NO_3^-$ ,  $P-H_2PO_4^-$  e  $K^+$  em folhas\* de soja, cultivares Santa Rosa e UFV-1, obtidos pela técnica de testes rápidos no tecido (média de 4 repetições)

Tratamento	ppm		K <sup>+</sup>	% interpretação
	$N-NO_3^-$ interpretação	$P-H_2PO_4^-$ interpretação		
Completo	260	119	1,0	Alto
Menos N	82	-	-	Baixo
Menos P	-	12	-	Baixo
Menos K	-	-	< 0,25	Baixo
----- UFV-1 -----				
Completo	588	64	0,75	Médio
Menos N	48	-	-	Baixo
Menos P	-	5	-	Baixo
Menos K	-	-	< 0,25	Baixo

(\* )  $N-NO_3^-$  - pecíolo da última folha bem desenvolvida. Santa Rosa 24.03.80 e UFV-1, 27 e 28.03.80.

$P-H_2PO_4^-$  - pecíolo da 3.a folha a partir do ápice. Santa Rosa, 7.04.80 e UFV-1, 10 e 11.04.80.

$K^+$  - pecíolo da 3.a folha a partir do ápice. Santa Rosa, 07.04.80 e UFV-1, 10 e 11.04.80

Obs.: transplante - 03.03.80



Tabela 5 - Atividade de nitrato em folhas de soja\*, no início do florescimento, das cultivares Santa Rosa e UFV-1 (média de 4 repetições)

CULTIVAR	TRATAMENTO	$\mu\text{g N-NO}_2^-/\text{g m. fresca h}^{-1}$
Santa Rosa	Completo	0,66
	Menos N	0,37
UFV-1	Completo	0
		1,42**
	Menos	0,43

liar; (2) análise de pecíolos para a determinação de teores solúveis de  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$  e K; (3) determinação da atividade da redutase de nitrato ( $\text{RNO}_3$ ). No fim do ciclo foram feitas determinações dos macronutrientes em todas as partes das plantas cultivadas no tratamento "completo"; nas folhas das plantas sujeitas aos tratamentos deficientes determinou-se o elemento correspondente. Foi possível tirar-se as seguintes conclusões principais:

- (1) os sintomas de deficiência observados (N, P, K e Ca) estão de acordo com a literatura;
- (2) as plantas carentes em N, P, K e Ca não produziram vagens;
- (3) os dois cultivares responderam diferentemente aos tratamentos em que os elementos eram deficientes no substrato;
- (4) os níveis foliares adequados de elementos não são os mesmos para os dois cultivares;
- (5) os testes rápidos no tecido ajudam na avaliação do estado nutricional;

Tabela 6 - Teores de macronutrientes (%) e manganês (ppm) na matéria seca das diferentes partes das plantas de soja dos cv: Santa Rosa e UFV-1, cultivados em solução nutritiva (média de 4 repetições)

Teores e Cultivares	N (%)		P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		S (%)		
	Sta.	Rosa UFV-1	Sta.	Rosa UFV-1	Sta.	Rosa UFV-1	Sta.	Rosa UFV-1	Sta.	Rosa UFV-1	Sta.	Rosa UFV-1	
Tratamento													
Partes	Rosa	UFV-1	Rosa	UFV-1	Rosa	UFV-1	Rosa	UFV-1	Rosa	UFV-1	Rosa	UFV-1	
Completo*													
	Raízes	1,76	1,10	0,39	0,53	1,22	1,83	0,36	0,36	0,11	0,08	0,10	0,18
	Caul+Ramos	0,72	0,96	0,23	0,28	0,74	0,44	0,38	0,53	0,16	0,15	0,10	0,22
	Folhas	0,98	1,25	0,24	0,26	1,48	1,32	1,47	1,28	0,37	0,23	0,09	0,23
	Vagens	0,80	2,03	0,36	0,54	1,30	2,37	0,61	0,76	0,26	0,37	0,66	0,44
Menos P													
	Raízes	1,60	1,80										
	Caul+Ramos	1,08	0,94										
	Folhas	2,65	2,42										
Menos F													
	Raízes			0,03	0,06								
	Caul+Ramos			0,01	0,02								
	Folhas c/sint.			0,03	0,05								
	Folhas s/sint.			0,05	0,08								
Menos E													
	Raízes			0,35	0,22	0,34	0,26	0,34	0,26	1,16	0,76		
	Caul+Ramos			0,67	0,39	0,76	0,90	0,76	0,90	0,81	0,72		
	Folhas c/sint.			0,32	0,25	2,16	1,86	2,16	1,86	1,36	1,21		
	Folhas s/sint.			0,96	0,95	1,15	1,26	1,15	1,26	0,97	1,02		
Menos Ca													
	Folhas			4,60	4,90	0,52	0,73	0,52	0,73	0,52	0,61		
Menos Mg													
	Folhas			1,17	1,49	1,56	1,20	1,56	1,20	0,09	0,07		
Menos S													
	Folhas			0,81	0,78	0,17	0,17					0,66	0,20

\* Média de duas repetições - sint. = sintomas

- (6) a atividade da  $RNO_3$  é função do nível de  $N-NO_3$  no substrato.

#### SUMMARY

#### EFFECTS OF THE DEFICIENCIES OF MACRONUTRIENTS IN TWO SOYBEAN (*Glycine max*) VARIETIES, SANTA ROSA AND UFV-1 GROWN IN NUTRIENT SOLUTION

Two soybean varieties were grown in nutrient solution in the presence and in conditions of deficiency of macronutrients (supplied at 1 tenth of full strength level). During the life cycle samples were taken for leaf analyses, as well as for the determination of the activity of nitrate reductase ( $NO_3R$ ). At the end of the pod filling, periodical mineral analyses were carried out in all the organs of the plants under the "complete" treatment; only leaves were analysed in the remaining plants. The main conclusions were the following: (1) symptoms of deficiency which showed up (N, P, K and Ca) are in agreement with those described in the literature; (2) plants deficient in N, P, K or Ca did not produce any pods; (3) there was a differential response in quantitative terms, of the two varieties to the deficiency of elements in the substrate; (4) the adequate levels of N, P, K, Ca, Mg and S are not the same for the two varieties; (5) quick tests provided an indication of the nutritional status; (6)  $NO_3R$  activity reflected the level of N in the nutrient solution.

#### COLABORAÇÃO

Co-autores: F.M. Fernandes, H.M. Cabrini, J.R. Zanini, M.E. de Sá, M. Barreto, V.M. do Nascimento, J. Kaminski, S. Urquiaga Caballero, L.A. Graciolli, A.L. Perez, C. Cavichiolli, A. Jacond, M.C. Meletti, A.C. Gamero, C.R. Lopes, E.L.F. Donald, E. de Freitas Jr., F. Andreola, F.S. Cavalcante, F. A.M. Solis, G. Bertoloti, H.J. Rochelle, I.S. Machado, I. Andreoli, I.S. Ribeiro, J.A.C. de Araújo, J.A. Jorge, J.E.B. de Carvalho, J.C. Durigan, L.T. Bull, L.B. Notts, L.A.B. de Andrade, L.E.M. Morales, L.F. Stone, M.M. Françoso, M.A.G. da Silva, M.H. Lima, M.R. Guilherme, M. Mastrocolla, M.F.G. Ro-

sias, M.F. Guimarães, N.L. de Souza, N. Di Gregório, P.N. Costa, P.A. Bellingieri, R. Bonetti, R.F.F. Novaes, R. Angulo Fº, S.L. Lima, S.O. Moraes, S.M. Simabuco, S.S. Freitas, K. S. Im, A.M. Cavalche Ulloa, M.A.B. Regitano.

#### LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S., 1977. **Nutrição Mineral da soja** **Em:** A Soja no Brasil Central, publ. pela Fundação Cargill.
- GOEPFERT, C.F.; JARDIM FREIRE, J.R.; VIDOR, C., 1974. **Nutrição da cultura da soja**, Bol. Téc., P. Alegre.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Cir. **347**.
- MALAVOLTA, E.; CHAVES, J.; TONIN, G.S.; SOUZA, A.F., 1976. Deficiências de macronutrientes na soja (*Glycine max.*, L., Merrill, var. IAC - 2). An. E.S.A. "Luiz de Queiroz" **33**: 471-477.
- MALAVOLTA, E., 1978. **Nutrição mineral e adubação da soja**, Publ. pela Ultrafértil S.A., S. Paulo.
- MALAVOLTA, E., 1980a. **Testes rápidos em tecido vegetal**, mimeo., Piracicaba.
- MALAVOLTA, E., 1980b. **Determinação da atividade de redutase de nitrato**, mimeo., Piracicaba.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M. A.C.; TISSELLI Fº, O., 1977. Calagem e adubação da soja. **Em:** A Soja no Brasil Central, publ. pela Fundação Cargill