

ADUBAÇÃO FOLIAR DA SOJA: II. EFEITOS DE NPK E MICRONUTRIENTES EM FUNÇÃO DO PREPARO DO SOLO¹

C.A. ROSOLEM², J.C.O. SILVÉRIO³ e O. PRIMAVESI⁴

RESUMO - Ensaio instalado em um Latossolo Vermelho-Escuro Orto, em Paranapanema, SP, para estudar os efeitos de adubos foliares com e sem micronutrientes, aplicados nas sementes, sobre a produção da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. UFV-1, em dois sistemas de preparo de solo: aração + gradagem, e subsolagem + gradagem. Os tratamentos foliares foram: 1. testemunha; 2. três aplicações de 5 l/ha da fórmula 5-15-5 aos 30, 45 e 60 dias da emergência mais uma aplicação de 5 l/ha da fórmula 14-4-7 aos 75 dias da emergência; 3. duas aplicações de 5 l/ha da fórmula 5-15-5 mais micronutrientes, aos 45 e 60 dias da emergência; 4. duas aplicações de 5 l/ha da fórmula 5-15-5 aos 45 e 60 dias da emergência; 5. idem tratamento 4, com 10 l/ha; 6. idem tratamento 3, com 10 l/ha - todos com delineamento experimental em subparcelas. Foi observado efeito significativo sobre a produção da soja quando o solo foi subsolado e gradeado. A aplicação de micronutrientes às sementes apresentou tendência a diminuir a produção. Os adubos aplicados às folhas não causaram diferenças significativas.

Termos para indexação: sementes de soja, aração, gradagem, subsolagem.

SOYBEAN FOLIAR FERTILIZATION: NPK, MICRONUTRIENTS AND TILLAGE EFFECTS

ABSTRACT - A field experiment was carried out on a Dark-Red Latosol Orto at Paranapanema, SP, Brazil, to study the effects of fertilization on soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. UFV-1, with micronutrients applied or not to the seeds, in two tillage methods: plowing + disking, and subsoiling + disking. The foliar treatments were: 1. control; 2. three applications of 5 l/ha of the formula 5-15-5 at 30, 45 and 60 days from seedling emergence, plus 5 l/ha of the formula 14-4-7 at 75 days from seedling emergence; 3. two applications of 5 l/ha of 5-15-5 plus micronutrients at 45 and 60 days from seedling emergence; 4. two applications of 5 l/ha of 5-15-5 at 45 and 60 days from seedling emergence; 5. idem treatment 4, utilizing 10 l/ha; 6. idem treatment 3, utilizing 10 l/ha. A sub-plot experimental design was used in all these treatments. An effect of tillage on soybean yield was noticed, which was higher on the plots where the soil was subsoiled and disked. There were not significant effects of micronutrients or foliar fertilization on soybean yields.

Index terms: soybean, seeds, plowing, disking, subsoiling.

INTRODUÇÃO

A adubação foliar da soja tem sido estudada com maior intensidade a partir da década de 70, quando Garcia & Hanway (1976), divulgaram os resultados de dois anos de pesquisas, obtendo aumentos médios de 1.530 kg/ha na produção de duas cultivares de ciclo indeterminado. As aplicações de adubo foliar foram efetuadas nos estádios reprodutivos das plantas, com fundamento em al-

guns trabalhos que indicavam um declínio na atividade do sistema radicular nesta época (Hanway 1975, Mayaki et al. 1976).

Posteriormente, muitos trabalhos foram desenvolvidos nos Estados Unidos e alguns no Brasil. Via de regra, estes trabalhos não têm demonstrado efeito positivo da adubação foliar por diversos motivos (Robertson et al. 1976, Boote et al. 1978, Keogh & Maples 1979, Parker & Boswell 1980), embora tenham sido conseguidos aumentos de produção em alguns casos isolados (Syverud & Walsh 1977, Vasilas et al. 1980). No Brasil, resultados divulgados por Velloso & Bertagnolli (1977), Borkert et al. (1979) e Rosolem et al. (1981), não demonstraram diferenças significativas entre as produções de soja com e sem aplicação de nutrientes por via foliar.

Embora Velloso & Bertagnolli (1977) não te-

¹ Aceito para publicação em 20 de maio de 1982. Trabalho apresentado no 1.º Simpósio de Adubação Foliar, Botucatu, SP.

² Eng.º Agr.º, Dr., Departamento de Agricultura e Silvicultura, FCA/UNESP, Caixa Postal 237 - CEP 18600 - Botucatu, SP.

³ Eng.º Agr.º, HOLAMBRA II.

⁴ Eng.º Agr.º, Departamento Técnico da BASF S.A.

tenham verificado diferenças na produção causadas por épocas de aplicação do adubo foliar, Rosolem et al. (1981) verificaram que a aplicação de uma fórmula rica em fósforo no estágio de florescimento (R1), repetida após 24 dias, proporcionou uma tendência de aumento do número de vagens por planta e na produção de grãos da soja.

Por outro lado, as aplicações de micronutrientes à cultura da soja, no solo ou por via foliar, tem apresentado respostas controversas (Velloso & Bertagnolli 1977, Borkert et al. 1979, Rosolem et al. 1981), mas Parker & Harris (1978) relatam que, uma vez que seja necessária a aplicação de micronutrientes, a sua mistura com as sementes proporciona melhores resultados do que a aplicação foliar devido à facilidade de aplicação e economicidade.

Considerando a falta de resultados positivos naqueles trabalhos conduzidos nos Estados Unidos e a tendência observada por Rosolem et al. (1981), torna-se interessante fazer novos estudos sobre os efeitos da adubação foliar na época do florescimento e início da formação dos grãos da soja.

Com o intuito de colaborar para a elucidação de alguns destes problemas e também verificar uma possível interação entre preparo do solo e resposta à adubação foliar, conforme hipótese levantada por Rosolem & Machado (1980), foi conduzido o presente estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento de campo, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Orto, localizado na Cooperativa Holambra II, município de Paranapanema, SP, que apresentou, antes da instalação do ensaio, o seguinte resultado da análise química: pH 5,65; 2,74 de C; 0,10 emg de PO_4^{3-} ; 0,13 emg de K^+ ; 6,08 emg de Ca^{++} ; 1,92 emg de Mg^{++} ; 4,9 emg de H^+ e 13,03 emg de CTC por 100 ml de TFSA.

Os tratamentos foram distribuídos em um esquema experimental em subsubparcelas, com quatro repetições, em blocos casualizados. Os sistemas de preparo de solo (aração + gradagem e subsolagem + gradagem) constituíram as parcelas. Nas subparcelas utilizaram-se sementes com e sem mistura de 200 g/ha de micronutrientes + Mg (Fetrimol Combi⁵); os tratamentos foliares (Tabela 1) foram instalados nas subsubparcelas.

As subsubparcelas constaram de cinco linhas de 5,00 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m; na colheita, foram desprezadas as duas linhas laterais, assim como 0,50 m de cada extremidade das linhas úteis.

Todas as parcelas receberam adubação básica com 250 kg/ha de fórmula 0-33-9 (em percentagem de N, P_2O_5 e K_2O), por ocasião da semeadura, realizada em 3.12.79. As sementes foram inoculadas com *Rhizobium japonicum* em todos os tratamentos. Foi utilizada a cultivar UFV-1.

Em cada aplicação foliar foram utilizados 5 l/ha ou 10 l/ha de adubo foliar em 300 l de água mais surfactante.

⁵ 2,0% Zn; 0,5% B; 1,5% Mn; 2,0% Fe; 0,5% Cu; 0,03% Mo e 0,03% Co, com os metálicos quelatizados, mais 1,2% Mg.

TABELA 1. Tratamentos foliares empregados na cultura de soja, cv. Paraná (Fórmulas em percentagem de N, P_2O_5 e K_2O).

Tratamento	Doses l/ha	Dias após a emergência			
		30	51 *	71 **	86
1	0	-	-	-	-
2	5	5-15-5	5-15-5	5-15-5	14-4-7
3	5	-	5-15-5 + M ***	5-15-5 + M	-
4	5	-	5-15-5	5-15-5	-
5	10	-	5-15-5	5-15-5	-
6	10	-	5-15-5 + M	5-15-5 + M	-

* início do florescimento.

** final do florescimento.

*** M..., mistura de micronutrientes + Mg.

Os micronutrientes aplicados via foliar foram empregados na dose de 1.000 g/ha, em mistura com os macronutrientes.

Foram feitos os tratos culturais normais à cultura.

O final de emergência das plantas deu-se no dia 10.12.79 e a colheita foi realizada no dia 6.5.80.

RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Encontram-se na Tabela 2 as produções de soja obtidas em função dos diversos tratamentos.

A análise de variância demonstrou diferença significativa para preparo do solo. As parcelas que foram subsoladas e gradeadas, portanto sem inversão da camada superficial do solo, revelaram produções maiores do que as parcelas que foram aradas e gradeadas. Estes resultados parecem demonstrar que o solo utilizado não estava em perfeitas condições de aeração e drenagem para a cultura da soja.

Para os micronutrientes aplicados às sementes, não houve resposta significativa, como pode ser visto na Tabela 2, embora, em média, tenha ocorrido uma tendência de diminuição na produção em função desta prática.

Com relação aos tratamentos foliares, não foi observada resposta significativa da soja, o mesmo ocorrendo com as interações, o que não era esperado, em razão dos resultados obtidos por Rosolem & Machado (1980). Convém considerar que aqueles autores trabalharam com a cultura do algodão,

talvez, mais sensível a problemas de compactação do solo do que a soja.

Nos tratamentos em que foram aplicados micronutrientes, tanto nas sementes como nas folhas, com apenas uma exceção, as produções tenderam a ser menores, em média, o que vem confirmar os resultados obtidos por Woodruff (1979), que recomenda a aplicação de micronutrientes à cultura da soja apenas em locais onde já se tenha determinado a existência da deficiência.

Os tratamentos que, em média, produziram mais foram o 2 e o 4, ou seja, tratamentos em que a fórmula 5-15-5 foi aplicada na dose de 5 l/ha, sem mistura de micronutrientes, na época do florescimento e início de formação dos grãos. É interessante ressaltar que, nas parcelas que receberam micronutrientes nas sementes, esses tratamentos proporcionaram maiores aumentos na produção do que naquelas que foram semeadas sem micronutrientes (21% e 12% contra -6% e 3% para o solo com aração + gradagem e com subsolagem + gradagem, respectivamente) (Tabela 2).

Excluindo-se os tratamentos que receberam micronutrientes via foliar, as adubações foliares, nas parcelas que receberam micronutrientes nas sementes, proporcionaram aumentos médios de 14% e 8,6% na produção, quando o solo foi arado e gradeado ou subsolado e gradeado, respectivamente; ao passo que os aumentos foram de -1,3% e 4,7% nas parcelas sem micronutrientes. Estes resultados

TABELA 2. Efeito da adubação foliar na produção da soja cultivada em dois sistemas de preparo do solo, com e sem aplicação de micronutrientes às sementes (kg/ha). *

Tratamento	Arado e gradeado				Subsolado e gradeado				Média	%
	c/micro	%	s/micro	%	c/micro	%	s/micro	%		
1	2.099	100	2.388	100	2.326	100	2.552	100	2.341	100
2	2.537	121	2.253	94	2.628	113	2.589	101	2.501	107
3	2.023	96	2.849	119	2.359	101	2.481	97	2.428	104
4	2.354	112	2.466	103	2.607	112	2.620	103	2.512	107
5	2.336	111	2.321	97	2.349	101	2.802	110	2.452	105
6	2.003	95	2.391	100	2.599	112	2.641	103	2.408	103
Média	2.225		2.445		2.478		2.614			

* C.V. Parcelas: 8,5%

C.V. Subparcelas: 6,7%

C.V. Subsubparcelas: 5,3%.

fornece uma indicação de que a resposta à adubação foliar com macronutrientes foi maior quando aplicado a plantas que receberam micronutrientes nas sementes.

Essas observações deverão ser estudadas com maior profundidade para que se chegue a resultados mais consistentes, uma vez que a aplicação de micronutrientes às sementes tendeu a diminuir as produções e os resultados do presente experimento carecem de significância estatística.

REFERÊNCIAS

- BOOTE, K.J.; GALLAHER, R.N.; ROBERTSON, W.K.; HINSON, K. & HAMMOND, L.C. Effect of foliar fertilization on photosynthesis, leaf nutrition and yield of soybeans. *Agron. J.*, 70:787-91, 1978.
- BORKERT, C.M.; CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J. & PALHANO, J.S. Eficiência da adubação foliar na cultura da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, PR. 1978. Anais... EMBRAPA, 1979, p.283-90.
- GARCIA, L.R. & HANWAY, J.J. Foliar fertilization of soybeans during seed-filling period. *Agron. J.*, 68: 653-7, 1976.
- HANWAY, J.J. Interrelated development of biochemical processes in the growth of soybeans plants. In: HILL, L.D., ed. *Proc. World Soybean Res. Conf.*, Urbana, University of Illinois, 1975.
- KEOGH, L. & MAPLES, R. Foliar feeding of soybeans in Eastern Arkansas. University of Arkansas, Agric. Exp. Station, 1979. 15p. (Report Series, 247).
- MAYAKI, W.C.; TEARE, I.D. & STONE, L.R. Top and root growth of irrigated and nonirrigated soybeans. *Crop. Sci.*, 16:92-4, 1976.
- PARKER, M.B. & HARRIS, H.B. Molybdenum studies on soybeans. University of Georgia, Coastal Plain Station, 1978. 20p. (Research Bulletin, 215).
- PARKER, M.B. & BOSWELL, F.C. Foliage injury, nutrient intake and yield of soybeans as influenced by foliar fertilization. *Agron. J.*, 72:110-4, 1980.
- ROBERTSON, W.K.; HINSON, K. & HAMMOND, L.C. Foliar fertilization of soybeans in Florida. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fl.*, 36: 77-9, 1976.
- ROSOLEM, C.A.; AQUILANTE, D.J. & NAKAGAWA, J. Adubação foliar da soja: efeitos de duas formulações comerciais com e sem aplicação de micronutrientes nas sementes. *R. Agric.*, 56:73-80, 1981.
- ROSOLEM, C.A. & MACHADO, J.R. Adubação foliar do algodoeiro. I. Efeitos de duas formulações comerciais e micronutrientes. *R. Agric.*, 55:255-61, 1980.
- SYVERUD, T. & WALSH, L. Foliar fertilization on soybeans. In: *PROCEEDINGS OF THE 1977 FERTILIZER AND LIME CONFERENCE*, 16, Madison, 1977. Anais... p.86-90.
- VASILAS, B.L.; LEEG, J.O. & WOLF, D.C. Foliar fertilization of soybeans: absorption and translocation of ^{15}N -labeled urea. *Agron. J.*, 72:271-6, 1980.
- VELLOSO, J.A.R. de O. & BERTAGNOLLI, P.F. Teste preliminar de adubação foliar na cultura da soja em Passo Fundo, RS. In: *REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL*, 5, Pelotas, 1977. Resultados de pesquisas em soja obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. p.65-9.
- WOODRUFF, J.R. Soil boron and soybean leaf boron in relation to soybean yield. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 20: 941-52, 1979.