

ADUBAÇÃO NITROGENADA, INOCULAÇÃO E APLICAÇÃO DE «FRITAS» DE MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA*

Múcio Silva Reis
Carlos Sigueyuki Sediyama
Tunéo Sediyama**

1. INTRODUÇÃO

No fenômeno de utilização do nitrogênio do ar, por meio da fixação simbiótica, reside uma das principais vantagens das leguminosas produtoras de grãos. Entretanto, essa vantagem será efetiva apenas se houver eficiência da associação planta — *Rhizobium*.

Altos níveis de nitrogênio disponíveis são necessários, durante o período de florescimento da soja, para uma produção máxima (2) ou, segundo NORMAN (6), para esta produção máxima, não deve haver limitação de nitrogênio durante o período médio de desenvolvimento, que se estende de 30 a 40 dias. Se o nódulo não fornecer o necessário à planta, nesse período, a adição de nitrogênio ao solo resultará em aumento da produção.

Trabalhos realizados no Estado de São Paulo (3, 4, 5) e em Sete Lagoas, Minas Gerais (11), não têm mostrado qualquer efeito favorável da adubação nitrogenada; entretanto, a inoculação teve efeitos positivos na produção de grãos, em Sete Lagoas (11).

Por outro lado, em Uberaba, foi constatada (9) apreciável resposta à adubação nitrogenada. STREUBER (10), em trabalho conduzido durante três anos, concluiu que a resposta ao nitrogênio foi menor que a obtida somente pela inoculação.

Deficiências de molibdênio, de cálcio e de boro e a elevada acidez do solo influenciam a produção de nitrogênio, restringindo a formação de nódulos e prejudicando o seu funcionamento, enquanto as deficiências de fósforo, magnésio, potássio, enxofre, cobre, manganês, ferro e zinco reduzem a quantidade de nitrogênio produzido, restringindo o crescimento da planta (1).

O uso de micronutrientes na forma de «fritas» («fritted trace elements» — F.T.E.) tem sido estudado por alguns autores em várias culturas.

NERY *et alii* (7) verificaram que o F.T.E., quando aplicado ao solo, promoveu maior eficiência na produção de leguminosas forrageiras e na fixação de nitrogênio, quando comparado com diferentes tipos de peletização das sementes. Este fato foi atribuído ao maior contato do F.T.E. com as raízes.

* Recebido para publicação em 31-08-1976. Projeto n.º 41.077 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Respectivamente, Auxiliares de Ensino e Professor Assistente da Universidade Federal de Viçosa.

Têm sido obtidas respostas das variedades de soja 'Santa Rosa' e 'Industrial' à adubação NPK complementada com «fritas» de micronutrientes; a variedade 'Hardee' apresentou aumento da ordem de 80%, quando a adubação NPK era complementada com «fritas» de micronutrientes (F.T.E.), em relação à adubação básica NPK (8).

Tendo em vista que, em alguns solos do Triângulo Mineiro, a soja tem apresentado falta de nodulação nos primeiros anos de plantio, resolveu-se instalar um ensaio com o objetivo de verificar o efeito da adubação nitrogenada em soja inoculada com cultura comercial de *Rhizobium japonicum* e não inoculada, acrescentando-se ainda mais quatro tratamentos com «fritas» de micronutrientes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado durante o ano agrícola 1972/73, no Centro de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro, em Capinópolis. O ensaio foi instalado a 28 de novembro de 1972, em Latossolo Roxo, transição para Latossolo Vermelho-Escuro, franco-argilo-arenoso. A análise química indicou a seguinte composição: 3 ppm de fósforo, 27 ppm de potássio, 3,4 eq mg/100 g de solo de cálcio + magnésio, 0,19 eq. mg/100 g de solo de alumínio trocável e pH, em água 1:2,5, de 5,9. Houve boa distribuição das chuvas durante o ciclo da cultura.

A soja nunca havia sido plantada na área experimental, a qual foi ocupada com arroz nos dois últimos anos.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 12 tratamentos e quatro repetições. O Quadro 1 descreve os tratamentos usados.

Todas as parcelas experimentais receberam adubação básica de 500 kg/ha de superfosfato simples e 60 kg/ha de cloreto de potássio, no sulco de plantio. O nitrogênio, conforme cada tratamento, foi aplicado na forma de sulfato de amônio, seguindo o esquema de fracionamento da dose total (40 kg/ha de N) mostrado no Quadro 1. O FTE foi aplicado no sulco de plantio em mistura com os outros fertilizantes. Foram utilizados 50 kg/ha de FTE — Br 9, cuja composição química era: 6,5% de ZnO, 7,0% de B₂O₃, 1,0% de CuO, 9,5% de Fe₂O₃, 5,5% de MnO₂ e 0,2% de MoO₃, equivalendo, respectivamente, a 22,96% de sulfato de zinco, 19,16% de tetraborato de sódio, 3,13% de sulfato de cobre, 33,06% de sulfato de ferro, 14,10% de sulfato de manganês e 0,33% de molibdato de sódio. Antes do plantio, conforme o tratamento, as sementes foram inoculadas com cultura comercial de *Rhizobium japonicum*. Não se fez calagem.

Todas as parcelas foram constituídas de quatro fileiras de 5m de comprimento, as duas laterais atuando como bordadura. O intervalo de plantio foi de 60cm entre fileiras, com 35 sementes por metro linear. A variedade utilizada foi a 'Santa Rosa', de hábito de crescimento determinado. Cerca de 20 dias após a emergência, fez-se o desbaste, deixando-se 25 plantas por metro linear de fileira.

Na colheita, realizada em 11/04/1973, eliminaram-se os 50 cm de cada extremidade das duas fileiras centrais. As seguintes informações foram tomadas de cada parcela: «stand» inicial, «stand» final, altura da planta e da inserção da primeira vagem, número e peso de nódulos radiculares, peso médio de 100 sementes e produção de grãos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados mostrou haver diferenças significativas entre tratamentos, ao nível de 1%, somente na produção de grãos e no peso de 100 sementes. O Quadro 2 apresenta os resultados médios obtidos neste experimento. Observa-se que, tanto para a produção de grãos como para o peso de 100 sementes, apenas os tratamentos «inoculação + nitrogênio, no plantio e em cobertura + micronutrientes» (IN — 1/3 + 2/3 + M), «sem inoculação + nitrogênio, no plantio e em cobertura + micronutrientes», (0 + 1/3 + 2/3 + M) e «inoculação em ausência de nitrogênio + micronutrientes» (IN + 0 + 0 + M) foram significativamente superiores ao tratamento «ausência de inoculante, de nitrogênio e de micronutrientes» (0 + 0 + 0 + 0).

O desdobramento das análises de variância dos dados de produção de grãos e peso de 100 sementes em graus unitários de liberdade pode ser visto no Quadro 3. Verifica-se o efeito significativo da inoculação sobre a produção de grãos e sobre o peso de sementes, concordando com os resultados obtidos por STREUBER (10) e SANTOS *et alii* (11). Observa-se, também, efeito altamente significativo dos micronutrientes

QUADRO 1 - Tratamentos empregados no ensaio

Tratamentos	Inoculação das sementes	Nitrogênio aplicado*		Micronutrientes** aplicados
		Plantio	Cobertura	
IN + 1/3 + 2/3 + 0	sim	1/3	2/3	não
IN + 1/3 + 0 + 0	sim	1/3	0	não
IN + 0 + 2/3 + 0	sim	0	2/3	não
IN + 0 + 0 + 0	sim	0	0	não
0 + 1/3 + 2/3 + 0	não	1/3	2/3	não
0 + 1/3 + 0 + 0	não	1/3	0	não
0 + 0 + 2/3 + 0	não	0	2/3	não
0 + 0 + 0 + 0	não	0	0	não
IN + 1/3 + 2/3 + M	sim	1/3	2/3	sim
0 + 1/3 + 2/3 + M	não	1/3	2/3	sim
IN + 0 + 0 + M	sim	0	0	sim
0 + 0 + 0 + M	não	0	0	sim

* Fracionamento da dose total de 40 kg de N/ha

** FTE - Br 9, 50 kg/ha

QUADRO 2 - Resultados médios obtidos no ensaio (*)

Tratamentos	Produção (kg/ha)	"Stand" inicial (***)	"Stand" final (***)	Altura de planta (cm)	Altura de inscrição da 1ª vagem (cm)	Peso de 100 sementes	Número de nódulos	Peso dos nódulos (g)
IN + 1/3 + 2/3 + 0	2.193,25 ab	246,50 a	171,00 a	69,75 a	18,00 a	13,10 abc	39,25 a	0,31 a
IN + 1/3 + 0 + 0	2.199,25 ab	294,50 a	197,50 a	76,75 a	18,75 a	13,75 abc	80,25 a	0,36 a
IN + 0 + 2/3 + 0	2.419,75 ab	247,75 a	183,50 a	63,25 a	15,75 a	15,15 abc	31,75 a	0,30 a
IN + 0 + 0 + 0	2.304,25 ab	304,75 a	204,75 a	69,00 a	18,25 a	11,75 bc	34,50 a	0,35 a
0 + 1/3 + 2/3 + 0	2.304,25 ab	305,75 a	199,50 a	74,25 a	18,25 a	12,17 bc	4,75 a	0,10 a
0 + 1/3 + 0 + 0	2.015,00 ab	338,50 a	206,75 a	76,75 a	19,25 a	12,37 bc	52,00 a	0,19 a
0 + 0 + 2/3 + 0	2.001,75 ab	314,75 a	199,25 a	67,25 a	16,75 a	11,80 bc	13,25 a	0,08 a
0 + 0 + 0 + 0	1.853,00 b	343,75 a	214,50 a	66,25 a	18,00 a	11,37 c	9,75 a	0,08 a
IN + 1/3 + 2/3 + M	2.672,75 a	275,75 a	188,00 a	69,00 a	17,25 a	15,37 a	25,50 a	0,14 a
0 + 1/3 + 2/3 + M	2.666,00 a	277,00 a	198,00 a	75,75 a	19,00 a	14,12 ab	10,75 a	0,09 a
IN + 0 + 0 + M	2.799,50 a	278,25 a	186,50 a	72,75 a	17,50 a	15,35 a	42,75 a	0,29 a
0 + 0 + 0 + M	2.397,25 ab	340,00 a	208,75 a	69,75 a	17,25 a	13,85 abc	4,00 a	0,07 a
C.V. (%)	14,06	16,94	9,37	8,90	8,38	7,75	65,72	86,74

(*) Em cada coluna, as médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

(**) Em área de 6,0 m² (duas fileiras centrais completas, nas parcelas)

(***) Em área de 4,8 m² (área útil das parcelas)

sobre a produção e sobre o peso das sementes de soja, o que concorda com os resultados obtidos por outros pesquisadores (7,8). Este resultado sugere a existência de provável deficiência do solo em alguns dos micronutrientes constituintes do FTE usado.

Quanto à adubação nitrogenada, o nitrogênio aplicado no plantio teve efeito positivo sobre o peso de 100 sementes. Entretanto, o desdobramento da interação nitrogênio x inoculante, significativa ao nível de 5%, mostra que o nitrogênio teve efeito positivo sobre a produção de grãos da soja apenas quando aplicado na ausência do inoculante. NORMAN (6) observou que, se o nódulo radicular não fornecer quantidade suficiente de nitrogênio, para a soja, a adição deste elemento ao solo resultará em aumento de produção de grãos. A adubação nitrogenada em presença do inoculante não provocou aumento de produção de grãos, o que indica a eficiência da inocularação.

QUADRO 3 - Desdobramento em graus unitários de liberdade das análises de variância dos dados de produção de grãos e peso de cem sementes

F. V.	G.L.	Quadrados médios	
		Produção	Peso de cem sementes
Inoculação (I)	1	608400,33*	15,3002**
N no plantio (P)	1	8911,12	5,5278*
N em cobertura (C)	1	150152,00	0,4753
Int. P X I	1	317206,12	0,1653
Int. C X I	1	54120,50	0,1378
Int. C X P	1	190,12	3,0153
Int. C X P X I	1	34453,12	1,0153
Nitrogênio (N)	1	116523,78	3,0012
Micronutrientes (M)	1	1767670,03**	53,0450**
Int. M X I	1	2397,78	1,0512
Int. M X N	1	19750,78	1,7112
Int. M X N X I	1	13986,28	0,3200
Int. N X I	1	459121,53*	0,0450
Erro	33	106384,00	1,0457
Nc/I	1	26525,06	-
Ns/I	1	519120,25*	-

* F excede ao nível de probabilidade de 5%

** F excede ao nível de probabilidade de 1%

4. RESUMO

Foi instalado, no ano agrícola 1972/73, um ensaio no Centro de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro, em Capinópolis, num Latossolo Roxo, transição para Latossolo Vermelho-Escuro, franco-argilo-arenoso, de baixa fertilidade.

Objetivou-se verificar o efeito da adubação nitrogenada aplicada no sulco de plantio e/ou em cobertura em soja inoculada com cultura comercial de *Rhizobium japonicum* e não inoculada, acrescentando-se, ainda, mais quatro tratamentos com «fritas» de micronutrientes («fritted trace elements» — F.T.E.).

Na área experimental nunca havia sido plantada soja. Não foi efetuada a calagem na área do ensaio. Todas as parcelas experimentais receberam adubação básica uniforme de 500 kg/ha de superfosfato simples e 60 kg/ha de cloreto de potássio, nos sulcos de plantio. Foram avaliados os seguintes parâmetros: «stand» inicial, «stand» final, altura da planta e da inserção da primeira vagem, número e peso de nódulos radiculares, peso médio de 100 sementes e produção de grãos.

A inoculação aumentou a produção de grãos e o peso de 100 sementes de soja. Houve efeito altamente positivo dos micronutrientes sobre a produção de grãos e sobre o peso de 100 sementes. A adubação nitrogenada aumentou a produção de grãos da soja apenas na ausência de inoculante.

5. SUMMARY

This study sought to compare the effects of nitrogen fertilizer applied in the rows at planting and side dressed on soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) grown from seeds inoculated with *Rhizobium* bacteria and plants grown from uninoculated seeds and the combined effects of these treatments with application of fritted trace elements (F.T.E.).

The trials were carried out at the Center for Experimentation, Research and Extension in the Triângulo Mineiro in Capinópolis, Minas Gerais, Brasil. The soil was characterized as a 'Latossolo Roxo' transition to Red-Brown Latosol, sandy clay loam of low fertility. Soybeans had not previously been grown in the experimental area. The trial area was not limed, but the experimental plots received a uniform application of about 500 kg/ha of simple superphosphate and 60 kg/ha of potassium chloride in the rows at planting time. The soybean variety 'Santa Rosa' was used, and inoculated seeds were treated with *Rhizobium japonicum*. The 12 treatments were arranged in a randomized block design with four repetitions. Planting was done November 28, 1972.

Agronomic traits compared were: initial stand, stand at harvest, plant and pod height, number and weight of radicular nodules, average weight per hundred seeds and soybean yield. Inoculation increased bean yield and weight per hundred seeds. The effect of application of micronutrients on soybean yield and weight per hundred seeds was highly significant. Nitrogen fertilizer increased bean yield only in the absence of inoculation.

6. LITERATURA CITADA

- ANDREW, C.S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: C.S.I.R.O., Austrália, *A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures*. Part 4: Nitrogen fixation. Hurley, Berkshire, 1962. p. 130-146.
- LATHWELL, D.J. & EVANS, E.E. Nitrogen uptake from solution by soybeans at successive stages of growth. *Agr. J.* 43 (2):264-270. 1951.
- MIYASAKA, S. & SILVA, J.G. Adubação de soja. I — Ensaios preliminares de adubação mineral em Terra Roxa Misturada. *Bragantia* 19(42):667-674. 1960.
- MIYASAKA, S., FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Ensaio de adubação da soja e do feijoeiro em solo de Arenito de Botucatu, com vegetação de cerrado. *Bragantia*, 23(5):45-54. 1964.

5. MIYASAKA, S., ALENCAR, C. & FREIRE, E.S. Resposta da soja à adubação com N,P,K,S e micronutrientes em solo pobre de Itararé, no sul do Planalto Paulista. *Bragantia*, 25 (7): XXIX-XXXII. 1966.
6. NORMAN, A.G. Inoculation and nitrogen nutrition of soybeans. *Soybean Digest*. 4(11):41-42. 1944.
7. NERY, M. PERES, J.R. & DOBEREINER, J. Efeito de micronutrientes na forma de FTE na produção de leguminosas forrageiras e fixação de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XV, Campinas, 1975. Resumo dos Trabalhos Científicos, Campinas, Instituto Agronômico, 1975. p. 27.
8. PRIMAVESI, O. Veja como resolver os problemas do plantio fora de época. *A Granja*. 31(333):34-43. 1975.
9. RIOS, G.P. & SANTOS, H.L. *Adubação nitrogenada em soja em solos de cerrado*. Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste. Programa Articulação Pesquisa/Extensão — EPE — ABCAR. Sete Lagoas. 1971. 4 p. (Boletim 10).
10. STREUBER, E. Problems of inoculation and nitrogen fertilizing of soybeans. *Zeutkl. Bakt. Parastkde*, 121:709-718. 1967. In: *Soils and Fertilizers*. England, 31 (3) Abstract 2170. 1968.
11. SANTOS, H.L., BAHIA FILHO, A.F.C., FRANÇA, G.E., MENDES, J.F., VIANA, A.C. & PACHECO, E.B. *Efeito da inoculação e da adubação nitrogenada na cultura da soja em solos sob cerrado. I. Dados Preliminares*. Sete Lagoas, IPEACO, 1973.