

TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM MICRONUTRIENTES¹

SOYBEAN SEEDS TREATED WITH MICRONUTRIENTS

Sérgio de Assis Librelotto Rubin² Osmar Souza dos Santos³
Nerinéia Dalfollo Ribeiro⁴ Ricardo Oscar Raupp⁵

RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos na Estação Experimental de Júlio de Castilhos, RS, nos anos agrícolas 1990/91 e 1991/92, a fim de verificar a resposta da soja à aplicação de zinco, boro, molibdênio e cobalto nas sementes, em duas doses de calcário no solo Passo Fundo (LE). Utilizou-se o delineamento blocos ao acaso, em parcelas subdivididas com três repetições, estabelecendo-se nas parcelas duas doses de calcário (sem e com 17,7t/ha) e nas subparcelas formulações de zinco, boro, molibdênio e cobalto (0,875; 0,062; 0,150 e 0,012g/kg de sementes) aplicadas nas sementes junto com o inoculante. Os tratamentos constaram de testemunha, molibdênio e zinco isolados, combinados entre si e associados a boro e cobalto, nas formulações em forma de pó (Biocrop Soja) e fluída (fonte experimental MIQL 44-90A). Os resultados obtidos evidenciam que, na condição sem calcário, os tratamentos de sementes com molibdênio aumentam o rendimento de grãos. Na condição com calcário, não há resposta a aplicação dos micronutrientes.

Palavras-chave: soja, calcário, molibdênio, cobalto, zinco, boro, rendimento de grãos

SUMMARY

The experiment was conducted in the Julio de Castilhos Experimental Station, RS, in 1990/91 and 1991/92 seasons. The effect of soybean seeds treated with zinc, boron, molybdenum and cobalt, in two lime doses in Passo Fundo soil was evaluated. A completely randomized design with split plot with three replications was used. The lime doses formed the main plots (zero and 17.7t/ha) and zinc, boron, molybdenum and cobalt formulation (0.875; 0.062; 0.150 and 0.012g/kg of seeds) were the sub-plots. The treatments were control, molybdenum and zinc isolated and combined with boron and cobalt, with powder (Soybean Biocrop) and solution (MIQL 44-90A) formulation. The results indicate that without lime application, seeds treated with molybdenum had an increment in grain yield. However with liming no difference in grain yield was observed.

¹Trabalho apresentado na XX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, Chapecó, SC, 03 a 06.07.1992.

²Engenheiro Agrônomo, Fundação de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO), Estação Experimental de Júlio de Castilhos, 98130-000, Júlio de Castilhos, RS.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Titular, Pesquisador do CNPq, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professora Substituta, Departamento de Fitotecnia, UFSM.

⁵Engenheiro Agrônomo, Técnico da Pioneer Sementes, BR 471, Km 49, 96810 -970 - Santa Cruz do Sul, RS.

Key words: soybean, lime, molybdenum, cobalt, zinc, boron, grain yield

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul ocorre deficiência de micronutrientes em vários solos. As determinações realizadas por VOLKWEISS et al. (1983), em solos do Estado, revelaram que 20,8% (198) de um total de 954 amostras de solos analisadas apresentavam teores de zinco menores do que o nível crítico de $1\mu\text{g/g}$ (1ppm), extraído com HCl 0,1N. Estes autores também verificaram que 68% (391) das 575 amostras coletadas eram deficientes para o nível de $0,6\mu\text{g/g}$ de boro (extração com Mehlich 1). Para o molibdênio, a deficiência se manifesta nas condições de solo ácido, especialmente em pH menor do que 5,5 (SANTOS, 1991). Verifica-se, portanto, alto potencial para resposta à aplicação de molibdênio em solos do Estado, haja visto que 77,8% (31.936) de um total de 41.049 amostras analisadas apresentavam pH até 5,5 (TEDESCO et al., 1984). Para o cobalto não existem estudos com solos do Rio Grande do Sul. Esses baixos teores de micronutrientes encontrados em solos do Estado, proporcionariam resposta à sua aplicação.

Os micronutrientes com maior probabilidade de resposta, na cultura da soja, são o zinco, boro, molibdênio e cobalto (SANTOS et al., 1984; SANTOS & ESTEFANEL, 1986). A correção da deficiência desses micronutrientes pode ser feita através de sua aplicação no solo, pulverização foliar ou na semente, tendo este último método a vantagem da maior uniformidade na distribuição, economia de recursos não renováveis e redução de custos de matéria-prima, transporte e aplicação (SANTOS, 1981; PARDUCCI et al., 1989).

Por outro lado, a elevação do pH do solo, obtida como consequência da calagem para correção da acidez, proporciona aumento na disponibilidade do molibdênio e redução na do zinco, boro e cobalto.

Com a finalidade de estudar a resposta da soja à aplicação de zinco, boro, molibdênio e cobalto nas sementes, em duas doses de calcário, no solo Passo Fundo, foi realizado o presente estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos consecutivos com a cultura da soja, na mesma área, na Estação Experimental de Júlio de Castilhos, RS, nos anos agrícolas 1990/91 e 1991/92, em solo da Unidade de Mapeamento

Passo Fundo (Latosolo Vermelho Escuro distrófico - LE). Utilizou-se o delineamento experimental blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram instaladas duas doses de calcário (0 e 17,7t/ha) e nas subparcelas foram aplicados os tratamentos com micronutrientes. Estas foram constituídas por quatro fileiras com 5,0m de comprimento, espaçadas de 0,5m, atingindo 10m^2 de área total e $4,0\text{m}^2$ de área útil.

Estes tratamentos constaram de aplicações nas sementes de soja de combinações de 0,875g de zinco, 0,062g de boro, 0,150g de molibdênio e 0,012g de cobalto/kg de sementes, com diferentes fontes de micronutrientes, junto com o inoculante (IPAGRO): 1 - Testemunha (sem aplicação de micronutrientes); 2 - Zinco, Boro, Molibdênio e Cobalto em formulação comercial na forma de pó (Biocrop Soja); 3 - Biocrop Soja + Adesivo a base de enxofre; 4 - Zinco, Boro, Molibdênio e Cobalto em formulação líquida experimental (MIQL 44-90A); 5 - MIQL 44-90A + Cálcio (200g/ha Ca); 6 - Molibdênio (Ager molibdênio - 8% Mo); 7 - Zinco (Triol - 15% Zn); 8 - Molibdênio + Zinco. Esses últimos três tratamentos foram constituídos da aplicação de molibdênio e zinco na forma isolada ou combinada.

Utilizou-se a cultivar RS-7 Jacuí, com densidade estimada para 40 plantas/ m^2 . A adubação constou de 250kg/ha da fórmula 0-20-25, no ano agrícola 1990/91, e de 220kg/ha da fórmula 0-20-30, em 1991/92. O ensaio (primeiro ano) recebeu uma irrigação de 30mm em janeiro de 1991, no estádio V₆ da escala de FEHR et al., (1971) (período mais crítico da seca que ocorreu na região).

Após a colheita da soja, foram coletadas amostras do solo de cada repetição e enviadas para análise no IBRA Análises Químicas, Campinas-SP, no ano agrícola 1990/91, e no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, RS, em 1991/92.

Os dados de rendimento de grãos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das amostras revelou que o solo com calcário possuía, em média, melhor condição de fertilidade do que o solo sem calcário (Tabela 1). Os micronutrientes zinco e boro, apresentaram valores classificados como médios ou suficientes, capazes de suprir as necessidades da cultura (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 1989). Com relação ao molibdênio, não analisado, o valor do pH do solo, inferior a 5,5, na condição sem calcário, indica alta probabilidade de resposta à aplicação deste micronutriente (LANTMANN et al., 1985; PARDUCCI et al., 1989; SANTOS, 1991).

Tabela 1 - Resultados das análises realizadas em amostras de solo Passo Fundo (LE), coletadas após a colheita da soja, cv. RS-7 Jacuí, no experimento de calagem e micronutrientes aplicados nas sementes. Júlio de Castilhos, RS, 1990/91 e 1991/92.

Determinação	sem calcário		com calcário*	
	1990/91**	1991/92***	1990/91**	1991/92***
pH em água (1:1)	4,9	4,1	5,2	5,8
Argila (%)	53,0	56,0	53,0	53,0
M. Orgânica (%)	2,1	2,8	2,2	2,8
Fósforo (ppm)	26,9	34,0	20,1	27,6
Potássio (ppm)	130,8	150,0	80,3	161,0
Cálcio (me/100ml)	1,2	1,2	3,1	5,3
Magnésio (me/100ml)	0,5	0,7	1,9	3,5
Alumínio (me/100ml)	1,7	3,3	0,3	0,1
H + Al (me/100ml)	10,9	6,7	7,5	1,8
V (%)	15,6	25,5	41,2	83,1
Enxofre (ppm)	7,2	19,0	6,7	17,2
Zinco (ppm)	0,93	0,43	0,86	0,37
Boro (ppm)	0,28	0,38	0,37	0,39
Cobre (ppm)	1,3	1,3	1,0	1,2
Manganês (ppm)	53,8	59,0	44,5	23,2

* Calcário (17,7t/ha) aplicado em 29 de outubro de 1990.

** Análises realizadas no IBRA Análises Químicas Ltda, Campinas, SP.

*** Análises realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, RS.

A altura das plantas atingiu valores maiores nas parcelas com calcário, sendo porém reduzida a diferença entre os tratamentos em cada condição de calagem (Tabela 2). Provavelmente a elevação do pH, conseguida com a aplicação de calcário, resultou em maior absorção de nutrientes do solo o que refletiu em maior crescimento das plantas de soja, concordando com os resultados citados por MALAVOLTA, 1976.

Observou-se, em média, que no ano agrícola 1991/92 houve maior desenvolvimento de plantas, indicado pela maior altura de plantas e maior altura de inserção de vagens. Esse maior crescimento ocorreu em função da melhor disponibilidade hídrica para a cultura, enquanto no ano agrícola 1990/91 houve necessidade de se proceder irrigação para evitar maiores danos ao experimento por deficiência hídrica.

A aplicação de calcário não apresentou efeito sobre a altura de inserção da primeira vagem, sendo que as variações entre os tratamentos foram muito pequenas, demonstrando a equivalência entre a testemunha e os demais (Tabela 2).

O peso de 100 grãos apresentou pequeno incremento com a aplicação de calcário, sendo mínima a variação em cada condição de calcário (Tabela 2). Observou-se, em média, no ano agrícola 1990/91, maior peso de 100 grãos do

que no ano agrícola seguinte, provavelmente por causa do menor rendimento (correlação negativa). No ano agrícola 1991/92, verificou-se menores valores para a testemunha e para a aplicação de zinco, em relação aos demais tratamentos, sendo os maiores valores de peso de 100 grãos relacionados com a presença de molibdênio, concordando com os dados obtidos por (SANTOS & ESTEFANEL, 1986).

Na condição sem calcário, a análise estatística conjunta dos dados de rendimento de grãos, dos dois experimentos, mostrou significância para a interação ano x tratamento, indicando que os tratamentos apresentaram resposta diferenciada nos dois anos. No ano agrícola 1990/91, a aplicação de micronutrientes propiciou incremento significativo na produtividade, sendo todos os tratamentos superiores aos valores obtidos pela testemunha (Tabela 3), inclusive aquele que possuía apenas zinco, do qual não era esperada resposta positiva nesta condição de solo, concordando com os resultados obtidos por SANTOS & ESTEFANEL (1986). Já no ano agrícola 1991/92, verificou-se que a testemunha e o tratamento com zinco foram inferiores aos demais, demonstrando a eficiência de todos os que continham molibdênio. A aplicação de molibdênio foi eficiente tanto isolada como associada a outros micronutrientes, tanto na forma de pó (Biocrop Soja), com e sem adesivo, como na forma fluída (MIQL 44-90A), concordando com os resultados obtidos por LANTMANN et al. (1989).

Na condição com calcário, houve significância apenas para ano, não sendo significativas as diferenças entre tratamentos e nem a interação ano x tratamento, indicando que os tratamentos com micronutrientes apresentaram resposta semelhante e não diferenciadas nos dois anos de condução do experimento. O ano agrícola 1991/92 proporcionou melhores condições para o crescimento (Tabela 2) e para o rendimento da soja (3461kg/ha) em relação ao ano 1990/91 (2812kg/ha). Na média dos dois anos de execução dos experimentos, constatou-se que todos os tratamentos foram equivalentes entre si, concordando com os resultados de autores que trabalharam em solo com acidez corrigida (SANTOS et al., 1984; LANTMANN et al., 1985). Esperava-se, no entanto resposta a zinco devido a sua menor disponibilidade no solo associada ao aumento do pH (MALAVOLTA, 1976), que não aconteceu nesta condição, indicando que os teores de zinco no solo (Tabela 1) eram suficientes para os níveis de produção atingidos.

A aplicação de calcário em relação a testemunha, aumentou o rendimento em 37,2%, na média dos dois anos, porém a aplicação dos tratamentos com molibdênio fez com que esse diferencial fosse drasticamente reduzido até o valor mínimo de 1,9%, concordando com o verificado por SANTOS et al., 1984. Isso demonstra que a utilização de tratamento contendo molibdênio, nas sementes de soja, constitui excelente alternativa técnica e econômica quando não se pode aplicar calcário no solo.

Tabela 2 - Valores médios de altura de planta, inserção da primeira vagem, e peso de 100 grãos de soja, cv. RS-7 Jacuí, em duas condições de calcário em solo Passo Fundo (LE). Estação Experimental de Júlio de Castilhos, RS, 1990/91 e 1991/92.

Tratamentos	Altura (cm)		Inserção (cm)		100 grãos (g)	
	1990/91	1991/92	1990/91	1991/92	1990/91	1991/92
... sem calcário ...						
Testemunha	63	70	10	14	20,8	15,0
Zn,B,Mo,Co Form. pó	63	70	8	13	22,2	17,4
Zn,B,Mo,Co + Adesivo	60	68	9	14	21,7	17,1
Zn,B,Mo,Co Form. fluida	59	67	9	13	22,1	16,9
Zn,B,Mo,Co,Ca Form. fluida	58	69	9	12	22,2	17,0
Molibdênio	58	70	10	13	22,2	17,1
Zinco	60	67	10	13	22,2	15,4
Molibdênio + Zinco	61	68	9	12	22,1	17,5
Média	60,3	68,6	9,3	13,0	21,9	16,7
... com calcário ...						
Testemunha	60	76	8	14	22,2	17,6
Zn,B,Mo,Co Form. pó	66	81	8	15	23,2	17,9
Zn,B,Mo,Co + Adesivo	68	79	11	15	23,8	17,8
Zn,B,Mo,Co Form. fluida	64	79	9	14	21,8	17,2
Zn,B,Mo,Co,Ca Form. fluida	67	83	9	14	22,7	17,1
Molibdênio	67	81	10	14	21,7	18,0
Zinco	65	80	9	13	22,8	17,3
Molibdênio + Zinco	64	83	9	14	20,8	18,2
Média	65,1	80,3	9,1	14,1	22,4	17,6

Tabela 3 - Rendimento médio de grãos de soja, cv. RS-7 Jacuí, em duas condições de calagem do solo Passo Fundo (LE). Estação Experimental de Júlio de Castilhos, RS, 1990/91 e 1991/92.*

Tratamentos	1990/91	1991/92	Média
... sem calcário...			
Testemunha	2196 b	2398 b	2297
Zn,B,Mo,Co Form. pó	2567a	3159a	2863
Zn,B,Mo,Co + Adesivo	2670a	3086a	2878
Zn,B,Mo,Co Form. fluida	2518a	3133a	2826
Zn,B,Mo,Co,Ca Form. fluida	2703a	2950a	2827
Molibdênio	2668a	3392a	3030
Zinco	2444a	2271 b	2358
Molibdênio + Zinco	2494a	3042a	2768
Média	2532,5	2928,9	2730,9
C.V. (%)			12,1
... com calcário ...			
Testemunha	2887	3420	3153a
Zn,B,Mo,Co Form. pó	2786	3453	3120a
Zn,B,Mo,Co + Adesivo	2699	3400	3050a
Zn,B,Mo,Co Form. fluida	3021	3325	3173a
Zn,B,Mo,Co,Ca Form. fluida	2779	3571	3175a
Molibdênio	2654	3520	3087a
Zinco	2908	3393	3150a
Molibdênio + Zinco	2765	3605	3185a
Média	2812,4 b	3460,9a	3136,6
C.V. (%)			13,4

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

CONCLUSÕES

Na condição sem calcário, o tratamento de sementes com molibdênio aumenta o rendimento de grãos.

Na condição com calcário, não ocorre resposta a aplicação de zinco, boro, molibdênio e cobalto.

O tratamento de sementes de soja com molibdênio é uma alternativa técnica e econômica quando não se pode aplicar calcário no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1989. 128 p.
- FEHR, W.R., CAVINESS, C.E., BURMOOD, D.T. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merril. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 929-931, 1971.
- LANTMANN, A.F., CAMPO, R.J., SFREDO, G.J. et al. **Micronutrientes para a cultura da soja no Estado do Paraná: zinco e molibdênio**. Londrina: CNPSoja, 1985. 8 p. (Comunicado Técnico, 34).
- LANTMANN, A.F., SFREDO, G.J., BORKERT, C.M. et al. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **R Bras Ci Solo**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 45-49, 1989.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola - nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: CERES, 1976. 528 p.
- PARDUCCI, S., SANTOS, O.S., CAMARGO, R.P. et al. **Micronutrientes Biocrop**. Campinas: Microquímica, 1989. 101 p.
- SANTOS, O.S. O zinco na nutrição de plantas leguminosas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 34, n. 330, p. 26-32, 1981.
- SANTOS, O.S. Molibdênio. In: FERREIRA, M.E., CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na Agricultura**. Piracicaba: POTAFÓS/CNPq, 1991. 734p. p. 191-218.
- SANTOS, O.S., CAMARGO, R.P., RAUPP, C.R. Efeitos de dosagens de molibdênio, cobalto, zinco e boro, aplicados nas sementes, sobre características agronomicas da soja - 5º ano. In: **CONTRIBUIÇÃO DO CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS À XII REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL**. Santa Maria: UFSM/FATEC, 1984. p. 6-10.
- SANTOS, O.S., ESTEFANEL, V. Efeito de micronutrientes e do enxofre aplicados nas sementes de soja. **Rev. Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 5-17, 1986.
- TEDESCO, M.J., GOEPFERT, C.F., LANZER, E. et al. Avaliação da fertilidade dos solos do Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 179-194, 1984.
- VOLKWEISS, S.J., TEDESCO, M.J., BOHNEN, H. et al. **Levantamento dos teores de nutrientes das plantas em solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1983. 60 p. (RELATÓRIO À FINEP).