

EFEITO DE MICRONUTRIENTES E DO ENXOFRE APLICADOS NAS SEMENTES DE SOJA

Effect of Micronutrients and Sulphur Applied on Soybean Seeds

Osmar S. dos Santos* e Valduíno Estefanel*

RESUMO

Foi conduzido um experimento em solo Podzólico Vermelho Amarelo arenoso (Unidade de Mapeamento São Pedro), em Santa Maria, RS, utilizando-se delineamento de parcelas subdivididas, em blocos ao acaso, com três repetições.

Nas parcelas foram estabelecidos quatro tratamentos de solo: testemunha, gesso agrícola (400 kg/ha), calcário (200 kg/ha) e calcário (4.000 kg/ha), enquanto as subparcelas constaram de aplicações, nas sementes de soja, de molibdênio (Mo), zinco (Zn), molibdênio e zinco (MoZn), molibdênio, zinco e boro (MoZnBo), molibdênio, zinco e cobalto (MoZnCo), molibdênio, zinco e cobre (MoZnCu) e molibdênio, zinco e enxofre (MoZnS) em solução aquosa e Mo, Zn e MoZn peletizados com calcário e superfosfato triplo.

A peletização proporcionou resposta ao Mo e ao Zn nas condições de solo em que eles estavam mais disponíveis. Entretanto causou redução na população de plantas.

Houve aumento no rendimento de grãos devido ao Mo nas condições de solo ácido e devido ao Zn quando se aplicou calcário. A associação de MoZn teve um efeito mais estável nos solos com e sem calcário.

UNITERMOS: molibdênio, zinco, boro, cobalto, cobre, enxofre, calcário, gesso, soja, *Glycine max.*

SUMMARY

This experiment was carried out in a red-yellow podzolic soil (São Pedro mapping unit) in Santa Maria county (RS).

The experimental design was a split-plot with whole plots in randomized blocks, with three replications. In the whole plots there were four soil treatments: check, gypsum (400 kg/ha), lime (200 kg/ha) and lime (4,000 kg/ha). In the plots there were the following

* Eng. Agrônomo, Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. 97119 Santa Maria, RS.

treatments of micronutrient applied as aqueous solution on the seeds: molybdenum (Mo), zinc (Zn), molybdenum and zinc (MoZn), molybdenum, zinc and boron (MoZnB), molybdenum, zinc and cobalt (MoZnCo), molybdenum, zinc and copper (MoZnCu), and molybdenum, zinc and sulphur (MoZnS) and the following treatments applied as micronutrient coated seeds: Mo, Zn and MoZn.

Seed coating with micronutrients resulted in yield increases in soil conditions in which they were more available. However there was a reduction in plant stands.

There was significant yield increases due to Mo in acid soil conditions and due to Zn where lime was applied. The MoZn association resulted in a more stable effect both in limed and not limed soil.

KEY WORDS: molybdenum, zinc, boron, copper, sulphur, cobalt, lime, gypsum, soybean, *Glycine max.*

INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância dos micronutrientes e do enxofre para a nutrição da soja. No entanto, poucos são os estudos acerca da eficiência e modo de aplicação desses nutrientes.

PARKER & HARRIS (8) constataram que a aplicação de molibdênio nas sementes de soja foi mais eficiente do que aplicação foliar e que uma pequena dosagem aumentou o rendimento de grãos tanto quanto 4t de calcário/ha.

KAMPRATH (5) confirmou a maior eficiência da aplicação de molibdênio nas sementes, indicando que a maior resposta ocorreu abaixo de pH = 5,5, quando sua disponibilidade no solo é limitada.

Trabalhando com feijoeiro, em dois solos de Minas Gerais, JUNQUEIRA NETO et alii (4) constataram respostas positivas ao molibdênio e ao cobalto aplicados nas sementes. Posteriormente, SANTOS et alii (9), utilizando três solos de Minas Gerais, verificaram que a resposta do feijoeiro à aplicação de molibdênio, nas sementes, variou de um solo a outro, sendo positiva quando não foi feita calagem.

ABRAO et alii (2), em Latossolo Vermelho Escuro do Rio Grande do Sul, sem calagem, obtiveram os maiores rendimentos de grãos de soja com os tratamentos que continham molibdênio aplicado nas sementes.

SANTOS et alii (10) e SANTOS et alii (11), em solo Podzólico Vermelho Amarelo do Rio Grande do Sul, constataram respostas positivas da

soja à aplicação de molibdênio, cobalto, zinco, e boro nas sementes, principalmente na ausência de correção da acidez.

ABRAO & CANAL (1), verificaram que a peletização das sementes de soja com calcário e superfosfato triplo causaram redução na população de plantas, ainda que sem afetar significativamente o rendimento de grãos.

Com o objetivo de avaliar a resposta ao molibdênio, ao zinco, e à associação entre eles e com outros nutrientes, aplicados nas sementes de soja, em solução aquosa ou peletizados, em quatro condições de solo, realizou-se o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, em solo Podzólico Vermelho Amarelo arenoso (Unidade de mapeamento São Pedro), cuja situação química média tem valores pH (CaCl_2) = 4,4; M.O. = 1,2%; P = 8,6 e K = 45,2 ppm; Ca = 2,6 e Mg = 1,9 meq/100 ml; Al = 15,8%; S = 4,0; Zn = 1,7; Mn = 48,9; Fe = 34,4; Cu = 2,0 e B = 0,25 ppm.

Por ocasião da semeadura, com a cultivar BR-2, realizada em 23 de novembro de 1981, aplicou-se adubação de manutenção 0-70-50 em todas as parcelas, utilizando-se, como fontes dos elementos, o superfosfato triplo e o cloreto de potássio.

Adotou-se o delineamento em parcelas subdivididas, com as parcelas dispostas em blocos ao acaso, com três repetições. Nas parcelas foram estabelecidos os tratamentos de solo: (1) testemunha; (2) gesso agrícola, 400 kg/ha, equivalente a 186 kg de CaCO_3 , 60 kg de S e 2 kg de P_2O_5 /ha; (3) Calcário, 200 kg/ha, equivalente a 186 kg de CaCO_3 /ha e (4) Calcário, 4.000 kg/ha. Nas subparcelas foram distribuídos os seguintes tratamentos, todos aplicados nas sementes de soja: (1) testemunha; (2) 9 g/ha de molibdênio (Mo) aplicado em solução aquosa; (3) 9 g/ha de Mo, peletizado com 25% de calcário e 10% de superfosfato triplo em relação ao peso das sementes; (4) 15 g/ha de zinco (Zn) em solução; (5) 15 g/ha de Zn peletizado; (6) 9 g/ha de Mo e 15 g/ha de Zn (MoZn) em solução; (7) 9 g/ha de Mo e 15 g/ha de Zn (MoZn) peletizados; (8) 9 g/ha de Mo, 15 g/ha de Zn e 4 g/ha de boro (MoZnB) em solução; (9) 9 g/ha de Mo, 15 g/ha de Zn e 1 g/ha de cobalto (MoZnCo) em solução; (10) 9 g/ha de Mo, 15 g/ha de Zn

e 5 g/ha de cobre (MoZnCu) em solução e (11) 9 g/ha de Mo, 15 g/ha de Zn e 500 g/ha de S (MoZnS) em solução aquosa o Mo e o Zn, enquanto o S formou um pelete nas sementes. Como fonte dos elementos foram utilizados o molibdato de amônio (54,3% Mo), o sulfato de zinco (22,7% Zn) o borato de sódio (12,1% B), o sulfato de cobalto (21,0% Co), o sulfato de cobre (25,4% Cu) e o fungicida Kumulus (80% S).

A subparcela constou de quatro fileiras com 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, utilizando-se para as avaliações, as duas fileiras centrais, desprezados 0,50 m em cada extremidade, totalizando uma área útil de 4,0 m². As avaliações efetuadas constam das Tabelas 1 e 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 1 e 2 e nas Figuras 1 a 4.

Foram realizadas leituras de acamamento das plantas por ocasião da maturação, porém os dados não são apresentados porque todas as parcelas mostraram ausência de acamamento.

Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos de solo para as características altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e população final. Também não houve significância estatística entre as médias dos tratamentos de sementes para altura da planta e altura de inserção da primeira vagem (Tabela 1).

Os tratamentos de semente com Mo, Zn, MoZn, MoZnCu e MoZnS não diferiram significativamente da testemunha com relação à população final de plantas; no entanto, o tratamento com Zn apresentou população superior aos demais, provavelmente devido à sua propriedade de ativar a germinação das sementes (CAVALCANTE et alii, 3). Já os tratamentos peletizados proporcionaram as menores populações de plantas (Tabela 1).

Dentre os tratamentos de solo, como era esperado, a calagem (4000 kg/ha) proporcionou o maior rendimento de grãos, seguida da aplicação de gesso agrícola (400 kg/ha), sem diferença estatística entre eles (Tabela 2).

Em média, os melhores tratamentos, com relação ao rendimento de grãos, foram o MoZn, MoZnB, MoZnCo, MoZnCu e MoZnS aplicados em solução e, também, o Mo e o MoZn peletizados. Os tratamentos Mo e Zn, apesar de ficarem em segundo plano, foram superiores à testemunha e ao Zn-pele-

tizado (Tabela 2).

TABELA 1. Altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e população final obtidos com a aplicação de tratamentos no solo e nas sementes de soja. Santa Maria, UFSM, 1981/82*.

Tratamento	Altura da Planta (cm)	Inserção da 1ª Vagem (cm)	População Final (plantas/10 m ²)
No Solo			
Testemunha	66,9	21,6	417,2
Gesso agrícola	71,1	22,4	442,1
Calcário - 200	66,9	21,8	428,9
Calcário - 4000	69,7	21,7	422,8
Na Semente			
Testemunha	68,6	21,9	448,0 ab
Mo	68,0	22,0	449,3 ab
Mo - Peletizado	67,6	21,7	402,8 bc
Zn	71,6	22,0	483,1 a
Zn - Peletizado	67,3	22,0	370,5 c
MoZn	70,3	21,3	450,0 ab
MoZn - Peletizado	67,2	21,0	381,3 c
MoZnB	70,3	23,1	417,6 bc
MoZnCo	68,3	21,2	413,9 bc
MoZnCu	68,4	22,2	439,0 ab
MoZnS	67,7	22,4	449,6 ab

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p \geq 0,05$).

Analisando a interação entre tratamentos aplicados no solo e nas sementes (interação significativa, $p < 0,05$), (Tabela 2), verifica-se que no solo testemunha (sem tratamento, com pH ácido) todos os tratamentos de sementes contendo Mo foram equivalentes entre si, superando a testemunha e o tratamento apenas com Zn, como era esperado, concordando com os resultados de ABRÃO et alii (2) e de SANTOS et alii (10, 11). O tratamento com Zn-peletizado também foi equivalente aos que

TABELA 2. Rendimento de grãos (kg/ha) obtidos com a aplicação de tratamentos no solo e nas sementes de soja. Santa Maria, UFSM - 1981/82.

Tratamentos na semente	Tratamentos no solo					Média
	Testemunha	Gesso agrícola (400 kg/ha)	Calçário (200 kg/ha)	Calçário (4000 kg/ha)		
Testemunha	1.482 b*	1.992 bc	1.877. abc	2.098 d		1.862 d
Mo	1.859 ab	2.213 abc	1.653 bc	1.997 b		1.931 bcd
Mo - Peletizado	1.760 ab	2.068 abc	2.234 a	2.203 ab		2.066 abcd
Zn	1.456 b	1.797 c	1.598 c	2.633 a		1.871 cd
Zn - Peletizado	1.678 ab	1.812 c	1.814 abc	2.101 b		1.851 d
MoZn	1.933 ab	2.353 ab	2.005 abc	2.302 ab		2.148 ab
MoZn - Peletizado	2.025 a	2.155 abc	2.059 ab	2.008 b		2.062 abcd
MoZnB	1.779 ab	2.426 ab	2.030 abc	2.356 ab		2.148 ab
MoZnCo	1.863 ab	2.131 abc	2.094 ab	2.255 ab		2.086 abc
MoZnCu	1.993 a	2.283 ab	2.188 a	2.125 b		2.147 ab
MoZnS	1.814 ab	2.548 a	2.252 a	2.207 ab		2.205 a
Média-	1.786 C	2.161 AB	1.982 BC	2.208 A		2.034

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical ou maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \geq 0,05$).

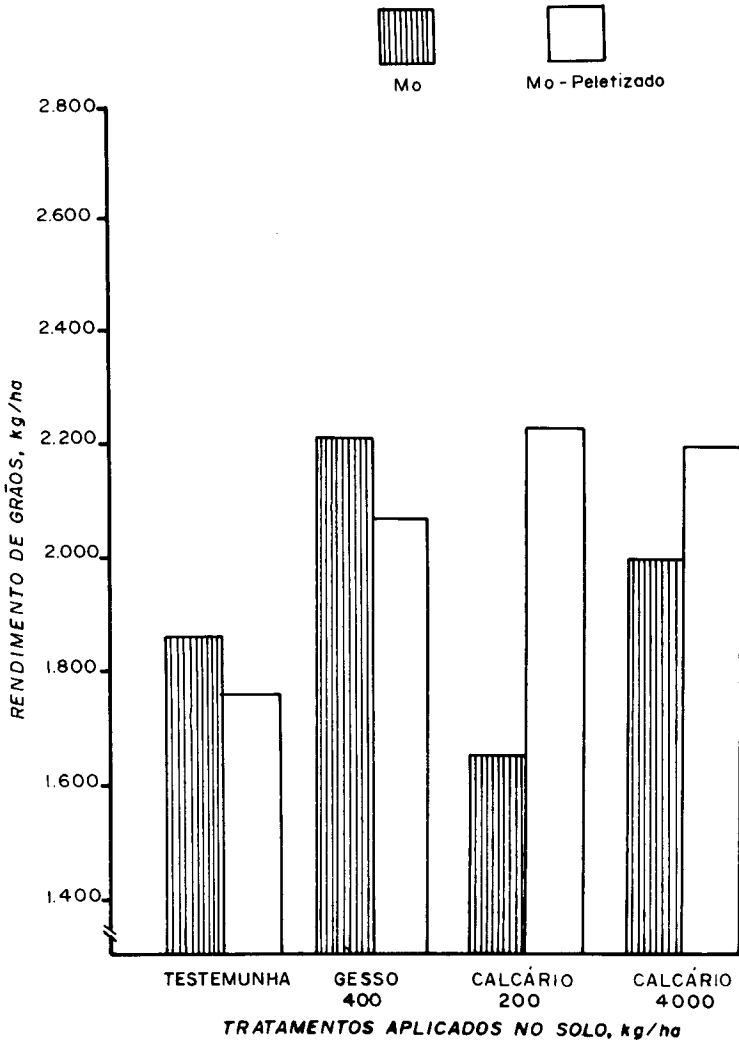


FIGURA 1. Rendimento de grãos obtidos com a aplicação de Mo nas sementes de soja, em quatro condições de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. Santa Maria, UFSM - 1981/82.

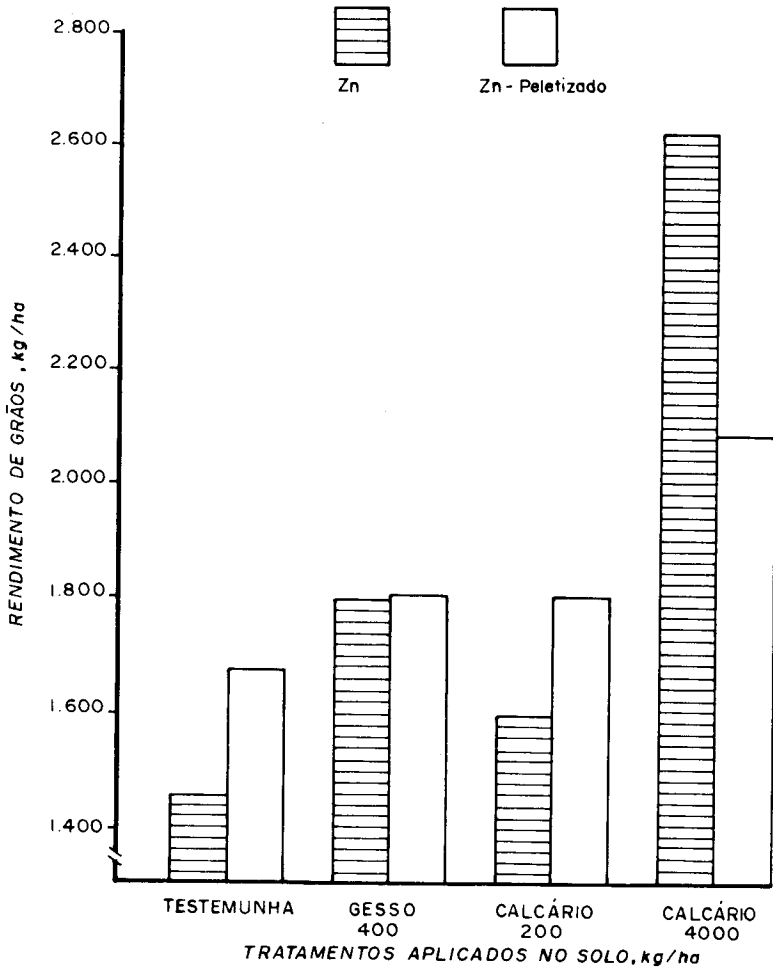


FIGURA 2. Rendimento de grãos obtidos com a aplicação de Zn nas sementes de soja, em quatro condições de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. Santa Maria, UFSM - 1981/82.

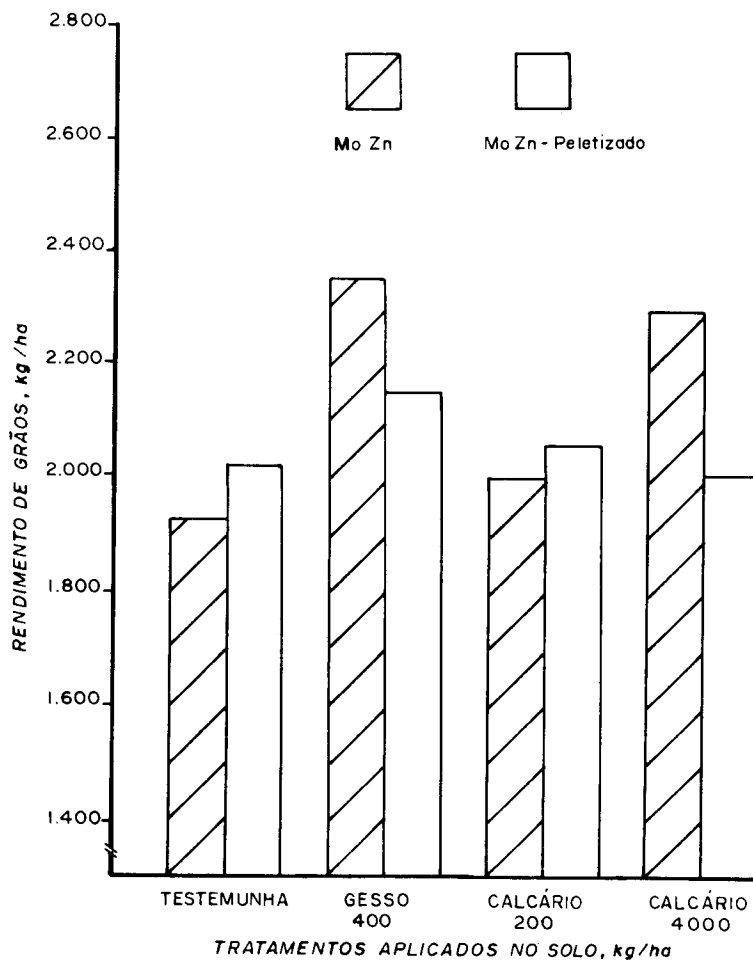


FIGURA 3. Rendimento de grãos obtidos com a aplicação de MoZn nas sementes de soja, em quatro condições de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. Santa Maria, UFSM - 1981/82.

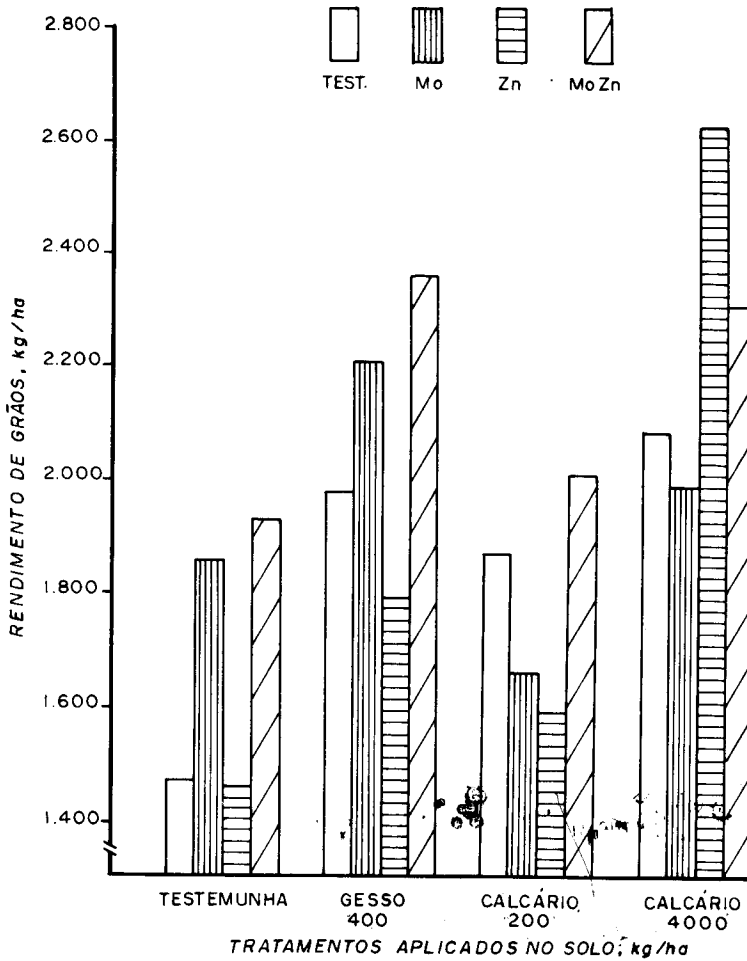


FIGURA 4. Rendimento de grãos obtidos com a aplicação de Mo, Zn e MoZn nas sementes de soja, em quatro condições de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. Santa Maria, UFSM - 1981/82.

continham Mo, levando a supor que a resposta seja devida a um aumento na disponibilidade de Mo por ação dos componentes da peletização na zona da raiz, uma vez que a disponibilidade de zinco é máxima em solos ácidos (MALAVOLTA, 6).

No solo que recebeu gesso agrícola, os tratamentos com Mo, MoZn, MoZnB, MoZnCo, MoZnCu e MoZnS, aplicados em solução, e Mo e MoZn peletizados foram estatisticamente superiores aos demais.

Nas duas situações citadas (testemunha e com gesso agrícola) o solo se mantém ácido, favorecendo a resposta ao Mo e não ao Zn, uma vez que nessa condição a disponibilidade de Mo diminui e a de Zn aumenta (MALAVOLTA, 6).

Quando foi aplicada uma pequena calagem (200 kg/ha) foram inferiores à testemunha apenas os tratamentos com Mo e com Zn (Tabela 2).

Com a aplicação de maior calagem (4.000 kg/ha) para elevação do pH, destacaram-se os tratamentos Mo-peletizado, Zn, MoZn, MoZnB, MoZnCo e MoZnS, devendo-se salientar a grande resposta a Zn (535 kg a mais do que a testemunha), devido a sua menor disponibilidade no solo associada ao aumento do pH (MALAVOLTA, 6).

Comparando-se os tratamentos peletizados com os mesmos aplicados em solução nas sementes, verifica-se que, para o Mo, a peletização foi mais eficiente nas condições de calagem do solo (Figura 1). Para o Zn, a peletização, apesar de ter proporcionado maior rendimento de grãos do que a aplicação em solução, no solo testemunha e com 200 kg de calcário, não apresentou vantagens reais devido a sua baixa produtividade (Figura 2). A associação MoZn-peletizada não apresentou superioridade em relação à aplicação em solução (Figura 3). Considerando os aspectos referidos e a redução da população final causada pelos tratamentos peletizados (Tabela 1), também constatado por ABRÃO & CANAL (1), sugere-se novos estudos sobre o assunto, bem como o teste de outros componentes na peletização.

Deve-se destacar o desempenho mais estável da associação MoZn em todas as condições de tratamento de solo, em comparação com o Mo e o Zn isolados, todos aplicados em solução nas sementes (Figura 4). Resultados semelhantes foram encontrados por OLIVEIRA (7) com feijoeiro, onde se destacou o tratamento MoZnB, seguido da associação MoZn.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, pode-se concluir que:

1. Aplicação de Mo nas sementes de soja aumenta o rendimento de grãos nas condições de maior acidez de solo.
2. A aplicação de Zn nas sementes de soja aumenta o rendimento de grãos quando se efetua calagem no solo.
3. A associação MoZn aplicada nas sementes de soja tem desempenho mais estável, nas diversas condições de tratamento do solo, em comparação com o Mo e o Zn isolados.
4. A adição de B, Co, Cu ou S na associação MoZn não altera significativamente o rendimento de grãos.
5. A peletização com calcário e superfosfato triplo não é mais eficiente do que a aplicação em solução aquosa como veículo para adição de Mo e Zn nas sementes de soja.
6. A peletização causa redução na população final de plantas.

LITERATURA CITADA

1. ABRÃO, J.R. & CANAL, I.M. Micronutrientes e fungicida como tratamento de semente de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, X, Porto Alegre, RS. *Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à Xª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul*. Cruz Alta, FECOTRIGO, 1982. p. 182-197.
2. ABRÃO, J.R.; GIORDANI, N.A. & VIEIRA, R.E. Efeito da peletização da semente com micronutrientes e carbonato de cálcio sobre a produção de grãos de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, V, Pelotas, RS. *Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa à Vª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul*. Cruz Alta, FECOTRIGO, 1977. p. 45-49.
3. CAVALCANTE, J.I.V.; SILVEIRA, J.P. & VIEIRA, M.G.G.C. Influência do Nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação de sementes de arroz. *Rev. Bras. Sem.*, 4(3):27-33, 1982.
4. JUNQUEIRA NETTO, A.; SANTOS, O.S.; AIDAR, H. & VIEIRA, C. Ensaio preliminares sobre a aplicação de molibdênio e de cobalto na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 24 (136):628-633, 1977.
5. KAMPRATH, E.J. Nutrition in relationship to soybean fertilization. In: *Soybean: production, marketing and use*. Tennessee Valley Authority, 1974. p. 28-32.
6. MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola - nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo, Ceres, 1976. 528 p.
7. OLIVEIRA, I.P. Effects of boron, molybdenum and zinc on bean yield. *Bean Improvement Cooperative*, 25:76-77, 1982.

-
8. PARKER, M.B. & HARRIS, H.B. Soybean response to molybdenum and lime and the relationship between yield and chemical composition. *Agron. J.*, 54(6):480-483, 1962.
 9. SANTOS, A.B.; VIEIRA, C.; LOURES, E.G.; BRAGA, J.M. & THIEBAUT, J.T.L. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao molibdênio e ao cobalto em solos de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais. *Experientiae*, 26(143):92-101, 1979.
 10. SANTOS, O.S.; CERETTA, C.A. & PITOL, C. Efeitos de dosagens de molibdênio, cobalto, zinco e boro aplicados nas sementes sobre características agronômicas da soja. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo*, XIV. Cuiabá, SBCS e UFMT, 1980. *Resumos...* Cuiabá, SBCS e UFMT, 1980. p. 36.
 11. SANTOS, O.S.; CERETTA, C.A.; PITOL, C. & CAMARGO, R.P. Dosagens de molibdênio, cobalto, zinco e boro aplicados nas sementes de soja. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo*, XV. Campinas, SBCS e IAC, 1982. *Resumos...* Campinas, SBCS e IAC, 1982. p. 20.