

Boletim Técnico Nº 5

**MOLIBDÊNIO EM SOJA
SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO EM
SOLO ÁCIDO CALCARIADO À SUPERFÍCIE**



Molibdênio em soja sob sistema
2000 FL-13504

**o Fundo, RS
2000**



44115-1

Boletim Técnico N° 5

**MOLIBDÊNIO EM SOJA SOB SISTEMA
PLANTIO DIRETO EM SOLO ÁCIDO
CALCARIADO À SUPERFÍCIE**

Marcio Voss



**Passo Fundo, RS
2000**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Trigo

Rodovia BR 285, km 174

Telefone: 0 XX 54 311-3444

Fax: 0 XX 54 311-3617

Caixa Postal, 451

99001-970 Passo Fundo, RS

Tiragem: 2.000 exemplares

Comitê de Publicações - Embrapa Trigo

Rainoldo Alberto Kochhann - Presidente

Amarilis Labes Barcellos

Dirceu Neri Gassen

Erivelton Scherer Roman

Geraldino Peruzzo

Irineu Lorini

Assessoramento Revisional

José Eloir Denardin

Rainoldo Alberto Kochhann

Tratamento Editorial

Fátima Maria De Marchi

Capa

Liciane Toazza Duda Bonatto

Referências Bibliográficas

Maria Regina Martins

**VOSS, M. Molibdênio em soja sob sistema
plântio direto em solo ácido calcariado à
superfície. Passo Fundo: Embrapa Trigo/
Projeto METAS, 2000. 22p. (Projeto METAS.
Boletim Técnico, 5).**

Fertilidade do Solo; Correção do Solo;
Micronutriente.

CDD: 631.42



PROJETO METAS - "Viabilização e difusão do sistema plantio direto no planalto do Rio Grande do Sul", uma parceria entre empresas públicas e privadas.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*



Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural-RS



Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

MONSANTO

Alimento · Saúde · Esperança™
Monsanto do Brasil Ltda.



Semeato S.A. Ind. e Com.

agroceres.

Sementes Agroceres S.A.

Assistentes técnicos de cooperativas, secretarias municipais de agricultura e iniciativa privada.

Adubos Trevo S.A. - Grupo Trevo foi parceira do Projeto METAS no período de 1993 a 1995.

APRESENTAÇÃO

O elemento químico molibdênio é considerado um nutriente essencial para as plantas, pois é constituinte de, pelo menos, cinco enzimas, que catalisam reações químicas. Dentre essas enzimas, destacam-se a nitrogenase e a redutase do nitrato. A primeira é importante para as leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico, pois catalisa a transformação de nitrogênio N_2 para nitrogênio NH_3 , que é a forma usada pelas plantas. A segunda é responsável pela redução do $N-NO_3$ para NH_2 , forma pela qual o nitrogênio é assimilado pelas plantas, determinando que todas as plantas que absorvem $N-NO_3$ dependem da redutase do nitrato.

A disponibilidade de molibdênio no solo aumenta com a elevação do pH do solo. Assim, espera-se deficiência desse nutriente em condições de solo com reação ácida. No entanto, deficiências também podem ser detectadas em solos com baixa disponibilidade desse elemento.

Este Boletim Técnico, que a Embrapa Trigo tem a satisfação de oferecer, é mais um fruto da produtiva parceria estabelecida com as instituições e empresas componentes do Projeto Metas, constituindo uma demonstração da preocupação desta unidade de pesquisa na disponibilização de informações e tecnologias para que o sistema plantio direto firme-se cada vez mais como uma forma eficiente de condução do processo de produção agrícola.

Esta publicação reúne resultados obtidos pela Embrapa Trigo, na cultura de soja, com a aplicação de molibdênio em áreas que foram submetidas à aplicação de calcário na superfície do solo. Não se objetiva considerar o assunto esgotado, mas apenas contribuir para o melhor entendimento e uso de molibdênio na cultura de soja.

Benami Bacaltchuk
Chefe-geral da Embrapa Trigo

MOLIBDENIO EM SOJA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO EM SOLO ÁCIDO CALCARIADO À SUPERFÍCIE

Marcio Voss¹

Introdução

As bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* estão entre os microrganismos que transformam o nitrogênio do ar (N₂) em forma assimilável pelas leguminosas (Holt et al., 1994). Pela associação com o *Bradyrhizobium*, a soja, que forma nódulos em suas raízes para hospedá-lo, é cultivada sem necessitar da adubação química de nitrogênio, não obstante a grande demanda dessa planta por esse nutriente para produzir grãos de alto teor em proteínas. A capacidade de reduzir o N₂ se deve à enzima nitrogenase, que tem na sua estrutura protéica os elementos enxofre, ferro e molibdênio (Miller, 1991). A soja complementa o N fixado simbioticamente absorvendo o N disponível no solo. Parte desse N, sob a forma de nitrato, após absorvido pelas plantas, também tem de ser reduzido para ser assimilado por elas, por meio de enzimas denominadas nitrato-redutase, que, de igual modo, têm o molibdênio (Mo) como co-fator (Marschner, 1990).

Tem sido encontrada deficiência de Mo em diversas regiões produtoras de soja e de outras leguminosas, provocando

¹ Pesquisador da Embrapa Trigo. Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. e-mail: voss@cnpt.embrapa.br.

queda de produtividade (Franco & Day, 1980; Sfrédó et al., 1994; Jacobsen et al., 1996). No Rio Grande do Sul, a deficiência de Mo é mais comum em solos arenosos, mas também tem ocorrido em solos argilosos sob maior tempo de uso, especialmente em solos com pH abaixo de 5,5 (Jacobsen et al., 1996). Sabe-se que quanto maior a acidez, mais insolúvel fica o Mo; assim, mesmo estando presente no solo, a sua disponibilidade para as plantas diminui (Franco & Day, 1980). No sentido inverso, a correção da acidez do solo pode corrigir a deficiência de Mo para as plantas. O calcário, no sistema plantio direto é aplicado à superfície do solo, sem incorporação. Como a mobilidade do calcário é lenta, a correção da acidez do solo fica restrita a poucos centímetros de profundidade nos primeiros meses após sua aplicação, formando gradiente de pH, Ca e Mg (Ben et al., 1997).

O objetivo do presente ensaio foi verificar se a correção superficial da acidez de um solo argiloso, em Passo Fundo, disponibilizaria suficiente quantidade de Mo, de modo que não limitasse a fixação biológica de nitrogênio em soja.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na safra 1997/98, em Passo Fundo, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Os tratamentos foram combinações de calcário e formas de aplicação de Mo. As doses de Mo foram as recomendadas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (Reunião..., 1997).

Os tratamentos usados foram:

1. Mo na semente (12 g/ha) + calcário;
2. Mo foliar (30 g/ha) + calcário;

3. Calcário;
4. Mo na semente (12 g/ha);
5. Mo foliar (30 g/ha);
6. Testemunha.

Usou-se um Latossolo Vermelho distrófico típico, fase argilosa, Unidade de Mapeamento Passo Fundo (Brasil, 1973), localizado em uma reserva de solo ácido na área experimental da Embrapa Trigo, de Passo Fundo, onde vêm sendo cultivadas soja e culturas de inverno sem calagem, e há quatro anos está sob sistema plantio direto. Sua análise química processada após a colheita do ensaio se encontra na Tabela 1.

A soja, cultivar BR-16, foi semeada em 15 de novembro de 1997, sem adubação de base, com semeadora para plantio direto, especial para parcelas, com espaçamento de 0,45 m, com oito linhas de 5,5 m de comprimento. As estirpes Semia 587 e Semia 5019, de *Bradyrhizobium elkanii*, foram inoculadas nas sementes momentos antes da semeadura. Esse inoculante foi produzido pela Fepagro (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária), em substrato turfoso, e continha mais de 2×10^8 células viáveis por grama. Usaram-se 200 gramas de inoculante por 50 kg de sementes. A emergência de plântulas ocorreu em seis a sete dias após a semeadura.

Aplicaram-se 12 g de Mo/ha nos tratamentos via semente, por ocasião da semeadura de soja, e 30 g de Mo/ha nos tratamentos via foliar, aos 30 dias após a emergência de plantas. A aplicação foliar foi realizada com auxílio de pulverizador costal com pressão por CO₂, usando-se 100 l de água/ha, em 16 de dezembro de 1997. A aplicação foi feita na soja ainda com orvalho da manhã, cuidando-se para não provocar contaminação por deriva nas parcelas vizinhas. Como fonte de Mo empregou-se o reagente químico molibdato de amônio, princípio ativo presente em algumas formulações comerciais. A calagem foi feita manual-

mente nos tratamentos com calcário, aplicando-se o equivalente a duas toneladas de calcário dolomítico com PRNT de 70 %, em 11 de agosto de 1997. A cultura que antecedeu o ensaio foi aveia preta, semeada em abril de 1997 e manejada em outubro com glifosate (Roundup). Usou-se, também, o herbicida setoxidim, em pós-emergência, em 11 de dezembro de 1997. Combateram-se lagartas desfolhadoras por duas vezes durante o ciclo da cultura, com inseticida à base de lambdacialotrina. Aplicou-se fungicida benomil na soja em fim de ciclo para combater oídio.

A nodulação foi avaliada no estágio R2 (início de florescimento), em 0,5 m na segunda linha de semeadura, a um metro da cabeceira da parcela, a 15,0 cm de profundidade. Colheram-se as plantas de outras três linhas de 5,0 m para determinação do rendimento de grãos, e uma linha de 3,0 m, para determinação do número de vagens/m², do número de grãos/m² e do peso de 1000 grãos/m², em abril de 1998.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

A população média de plantas por ocasião da colheita foi de 33,8 plantas por metro quadrado, sem variação significativa entre os tratamentos. Não houve déficit hídrico durante o ciclo da cultura de soja. Na Tabela 1, observa-se que os teores de P, de K e de Mg foram altos, mas o de Ca, entretanto, foi alto apenas nos tratamentos com calcário, nos primeiros 2,5 cm de profundidade, sendo baixo nos demais tratamentos e profundidades.

Os resultados da Figura 1 mostram que as maiores produtividades de grãos foram obtidas nos tratamentos que recebe-

ram Mo, que foram iguais estatisticamente entre si. A aplicação superficial de calcário, na ausência de adubação com Mo, também elevou significativamente a produtividade da cultura em relação ao tratamento testemunha, porém foi cerca de 27 % menor do que a média dos tratamentos com Mo, sendo estatisticamente igual apenas ao tratamento Mo foliar, sem calcário (tratamento 5).

Na Figura 2, verifica-se que não houve diferenças no peso de nódulos. A biomassa nodular obtida é considerada suficiente, pela literatura, para a fixação simbiótica de nitrogênio (Vargas & Suhel, 1980), desde que não haja condições limitantes para a simbiose, como falta de umidade, estirpes ineficientes ou deficiência de nutrientes. A diferença verificada no rendimento de grãos entre a testemunha e os tratamentos com Mo sugere que a disponibilidade desse micronutriente no solo estava muito baixa, provavelmente limitando a atividade das enzimas responsáveis pela redução de nitrogênio.

O teor baixo de Ca também pode ter limitado a produtividade da cultura, mesmo nos tratamentos que receberam calcário (tratamentos 1, 2 e 3), que só apresentaram teor alto de Ca na camada de 0 a 2,5 cm. Apesar disso, a produtividade obtida permitiu a expressão do efeito da adubação com Mo, com grande diferença em relação à testemunha e ao tratamento que recebeu calcário mas não foi adubado com molibdênio (tratamento 3).

O efeito dos tratamentos sobre alguns componentes de produção são mostrados nas Figuras 3 e 4. O número de vagens e de grãos por metro quadrado e o peso de mil grãos foram semelhantes nos diversos tratamentos, exceto na testemunha, que foi significativamente menor. Em diversos ensaios tem-se encontrado que o peso dos grãos é afetado positivamente pela adição de Mo (Jacobsen et al., 1996). Sfredo et al. (1994) encontraram correlação positiva altamente significativa entre peso de grãos e teor de nitrogênio nas folhas, indicando sua ligação com a melhoria da

nutrição nitrogenada da planta de soja.

Na Tabela 2 são mostrados os números de vagens discriminadas conforme a quantidade de grãos nelas contida. Houve semelhança entre tratamentos quanto ao número de vagens chochas, o mesmo ocorrendo com o número de vagens com apenas uma semente. O número de vagens com três sementes foi semelhante estatisticamente nos diversos tratamentos, exceto no tratamento testemunha, que foi menor. O número de vagens com dois grãos foi maior do que o número de vagens de outros tipos, e a diferença estatística entre os tratamentos situou-se mais próxima da discriminação estatística do rendimento de grãos, mostrada na Figura 1.

O aumento da produtividade da cultura em patamares iguais, seja com ou sem calagem, nos tratamentos com Mo, indica que esse micronutriente era o mais limitante entre os fatores de acidez presentes nesse solo e, ainda, que a calagem à superfície não possibilitou disponibilização suficiente de molibdênio para redução e fixação biológica de nitrogênio em soja. Parte dessa ocorrência pode ser atribuída à menor quantidade de raízes de soja nos primeiros 2,5 centímetros de solo (Mitchell & Russell, 1971).

Assim, pode-se concluir que a calagem à superfície de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, fase argilosa, Unidade de Mapeamento Passo Fundo, não dispensou a adubação de molibdênio em soja no primeiro ano de aplicação de calcário.

Agradecimentos

Ao dr. José Eloir Denardin, Júlio C.B. Lhamby e Luís A. Medeiros pelas sugestões fornecidas e à bióloga Janúzia F. Bellaver, pelo apoio nas avaliações.

Referências Bibliográficas

- BEN, J.R.; PÖTTKER, D.; FONTANELI, R.S.; WIETHÖLTER, S. Efeito da aplicação de calcário na superfície do solo sobre fatores de acidez em campo natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p.205.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul.** Recife, 1973. 421p. (Boletim Técnico, 60).
- FRANCO, A.A.; DAY, J.M. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. in acid soils of Brazil. **Turrialba**, v.30, n.1, p.99-105, 1980.
- HOLT, J.G.; KRIEG, N.R.; SNEATH, P.H.A.; WILLIAMS, S.T. **Bergey's manual of determinative bacteriology.** 9.ed. London, 1994. 787p.
- JACOBSEN, L.A.; PÖTTKER, D.; VOSS, M. Adubação com molibdênio em soja, no Rio Grande do Sul, na safra 1994/1995 e 1995/1996. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1996, Lages. **Resumos expandidos...** Lages: SBCS-NRS, 1996. p.24-26.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1990. 674p.

MILLER, R.W. Molybdenum nitrogenase. In: DILWORTH, M.S.; GLENN, A.R., ed. **Biology and biochemistry of nitrogen fixation**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p.9-36.

MITCHELL, R.L.; RUSSELL, W.S. Root development and rooting patterns of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) evaluated under field conditions. **Agronomy Journal**, v.63, n.2, p.313-316, 1971.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 25., 1997, Passo Fundo. Ata e resumos.. Passo Fundo: EMBRAPA -CNPT, 1997. 260 p.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; CASTRO, C. **Estudo de micronutrientes na cultura da soja em um Latossolo Roxo Eutrófico argiloso de Londrina, PR**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 7p. (EMBRAPA-CNPSO. Pesquisa em Andamento, 16).

VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R. Efeito da inoculação e níveis de inoculantes na soja cultivada em um solo de Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.15, n.3, p.343-347, 1980.

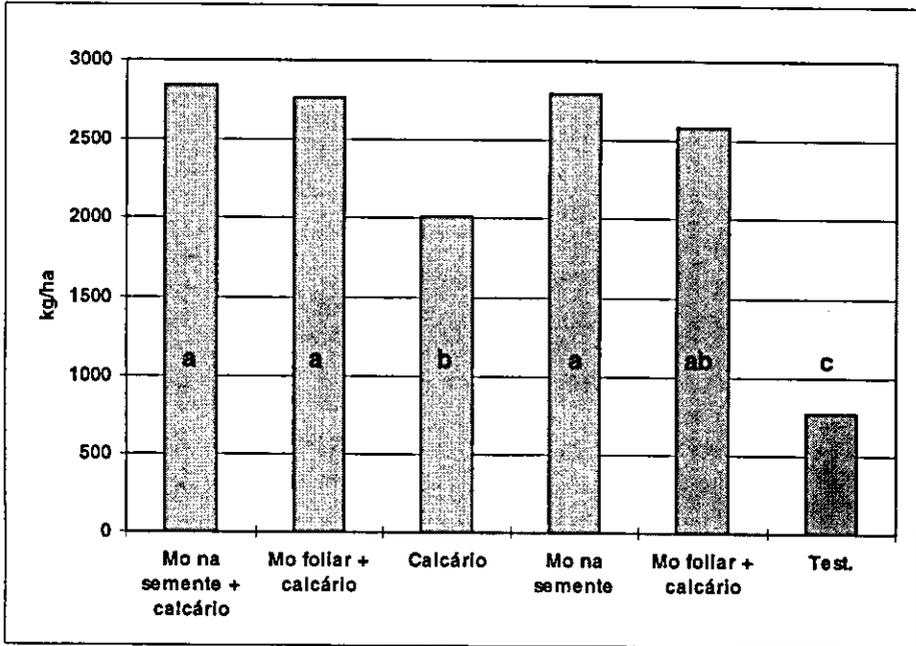
Tabela 1. Análise química do solo, após a colheita de soja. Passo Fundo, RS, 1998

Profundidade cm	Al		Ca	pH	Al	Ca		Mg	MO	P	K
	% da CTC			H ₂ O	mmol/dm ³	mmol/dm ³		g/dm ³	g/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³
0,0-2,5 Sem Cal.	21,3	13,0	5,0	26,0	15,8	20,3	37	18,6	218		
2,5-5,0 Sem Cal.	36,3	7,4	4,7	43,1	8,8	10,1	30	9,2	138		
0,0-2,5 Com Cal.	0,4	34,9	5,8	0,5	45,3	47,5	37	13,5	180		
2,5-5,0 Com Cal.	30,5	11,2	4,9	37,7	13,8	19,0	31	9,6	106		

Tabela 2. Número de vagens de soja conforme o número de grãos, em função da calagem à superfície do solo e/ou da aplicação de molibdênio na semente ou na parte aérea de plantas de soja, 1997/98

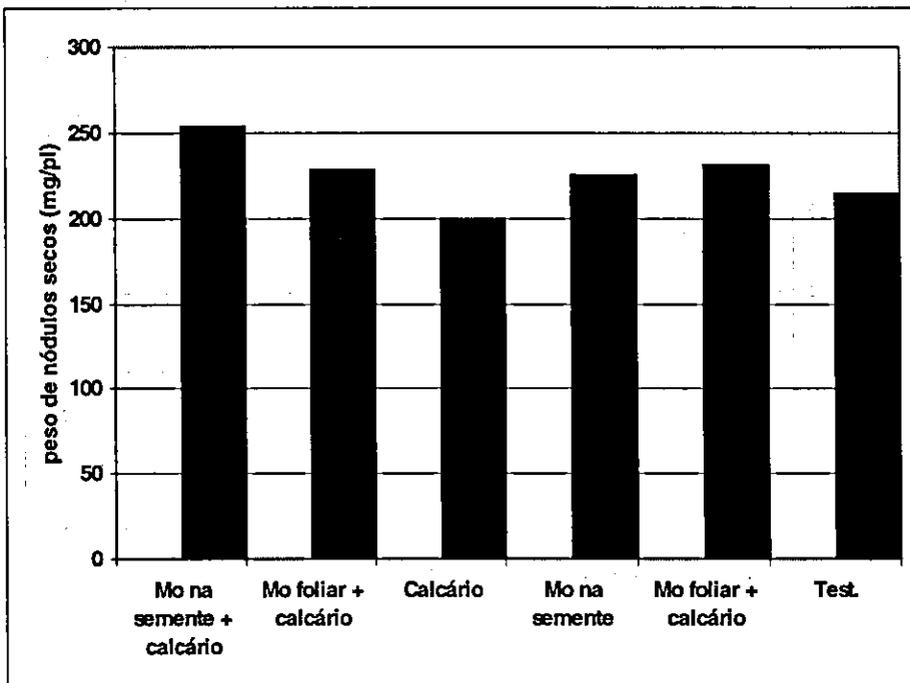
Tratamento	Número de vagens c/3 sementes n°/m ²	Número de vagens c/2 sementes n°/m ²	Número de vagens c/1 semente n°/m ²	Vagens chochas n°/m ²
Mo na semente + calcário	187 aB ¹	475 abA	151 aB	97 aB
Mo foliar + calcário	202 aB	519 aA	186 aB	91 aC
Calcário	153 aB	398 bA	162 aB	128 aB
Mo na semente	211 aB	426 abA	132 aBC	86 aC
Mo foliar	163 aB	425 abA	128 aB	78 aB
Testemunha	48 bB	211 cA	115 aB	99 aB

¹ Letras iguais indicam semelhança estatística, pelo teste de Tukey, a 5 %. Letras minúsculas para comparação nas colunas e letras maiúsculas para comparação na linha.



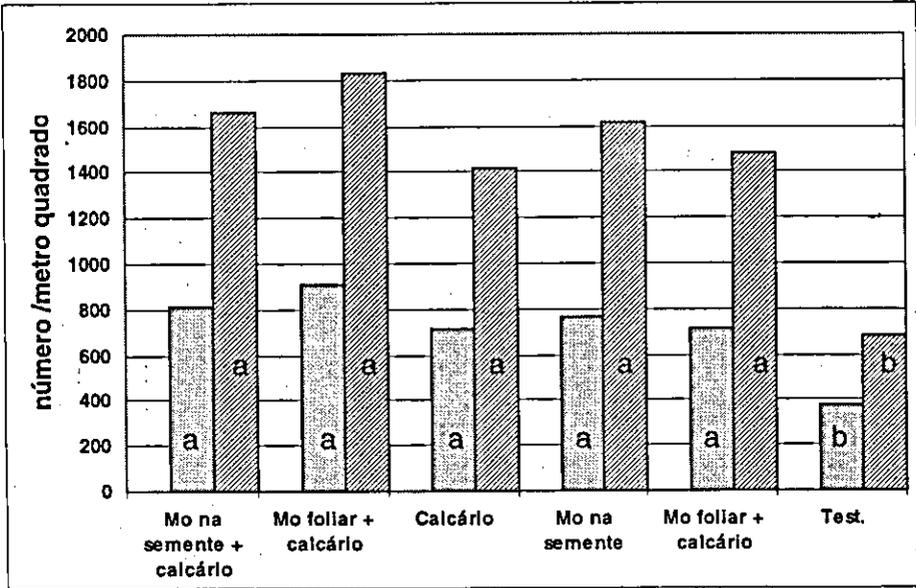
Letras iguais indicam semelhança estatística, pelo teste de Tukey, a 5 %.

Figura 1. Rendimento de grãos de soja em função de calagem à superfície do solo e/ou da aplicação de molibdênio na semente ou na parte aérea de plantas de soja. Passo Fundo. 1997/98



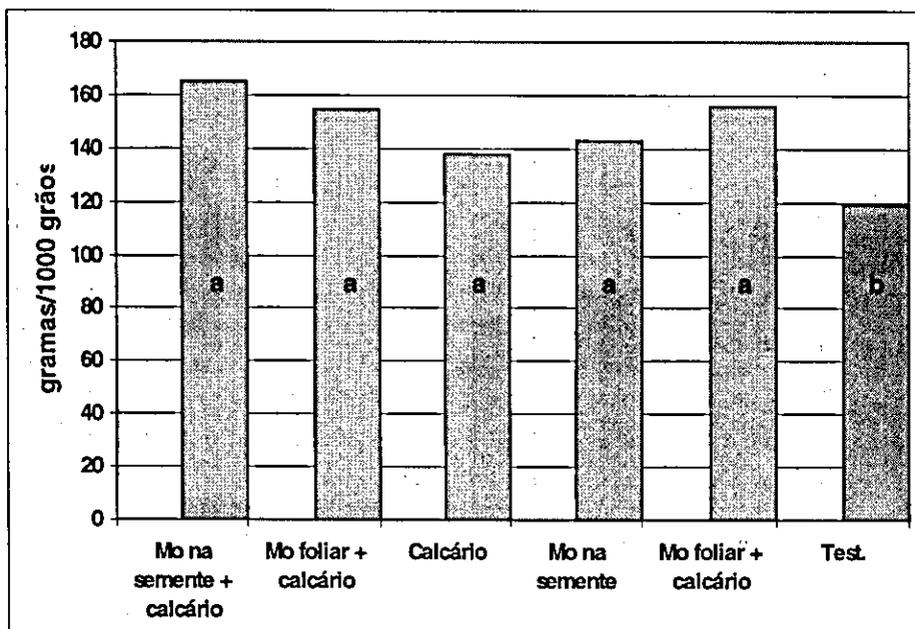
Letras iguais indicam semelhança estatística, pelo teste de Tukey, a 5 %.

Figura 2. Biomassa nodular de soja em função da calagem à superfície do solo e/ou da aplicação de molibdênio na semente ou na parte aérea de plantas de soja. 1997/98



Letras iguais indicam semelhança estatística, pelo teste de Tukey, a 5 %.

Figura 3. Número total de vagens com grãos e número de grãos em função da calagem à superfície do solo e/ou da aplicação de molibdênio na semente ou na parte aérea de plantas de soja. 1997/98



Letras iguais indicam semelhança estatística, pelo teste de Tukey, a 5 %.

Figura 4. Peso de mil grãos de soja em função da calagem à superfície do solo e/ou da aplicação de molibdênio na semente ou na parte aérea de plantas de soja



PROJETO METAS - "Viabilização e difusão do sistema plantio direto no planalto do Rio Grande do Sul", uma parceria entre empresas públicas e privadas.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*



Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural-RS



Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

MONSANTO
Alimento · Saúde · Esperança™



Monsanto do Brasil Ltda.



Semeato S.A. Ind. e Com.

agroceres.

Sementes Agroceres S.A.

Assistentes técnicos de cooperativas, secretarias municipais de agricultura e iniciativa privada.

Aubos Trevo S.A. - Grupo Trevo foi parceira do Projeto METAS no período de 1993 a 1995.