Aplicação de zinco e molibdênio em tratamento de sementes e via foliar na cultura da soja

Renan Haach¹, Cornélio Primieri¹

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia, Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR

renan_haach@hotmail.com, primieri@fag.edu.br

Resumo: A cultura da soja se constitui no principal produto agrícola de exportação do Brasil, sendo responsável por grande parte do agronegócio no país e tem grande importância no desenvolvimento de nossa economia. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento de sementes e tratamento foliar com o produto comercial Booster[®] (Mo + Zn) na cultura da soja. O trabalho experimento foi conduzido na Fazenda Escola da FAG- Faculdade Assis Gurgacz no local do Centro de Desenvolvimento e Difusões de Tecnologias (CEDETEC), que está localizada no município de Cascavel-PR. Distribuído da seguinte forma: Tratamento 01 – Testemunha; Tratamento 02 – tratamento de sementes; Tratamento 03 – tratamento de sementes + 1 aplicação tratamento foliar; Tratamento 04 – tratamento de sementes + 2 aplicações de tratamento foliar, com 6 repetições cada, totalizando 24 parcelas. A análise estatística será realizada com o programa SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O melhor resultado foi obtido com a aplicação do produto Booster[®] em tratamento de sementes (T2).

Palavras chave: *Glycine max*, produtividade, booster[®].

Application of zinc and molybdenum in treatment of seeds and saw foliar in the culture of the soy

Abstract: Soybean is the main agricultural export product of Brazil, accounting for much of agribusiness in the country and has great importance in the development of our economy. The aim of this study was to evaluate the effect of seed treatment and foliar treatment with the commercial product ® Booster (Mo + Zn) in soybean. The experiment was carried out work at the Farm School of Assisi School Gurgacz FAG-site of the Center for Technology Development and Broadcasts (CEDETEC), which is located in the city of Cascavel-PR. Distributed as follows: Treatment 01 - Witness; Treatment 02 - seed treatment; Treatment 03 - a seed treatment + foliar application treatment; Treatment 04 - + 2 seed treatment applications for foliar treatment, with six repetitions each, totaling 24 plots. Statistical analysis will be performed with the program SISVAR and the averages compared by Tukey test at 5% probability. The best result was obtained with the application of the product in Booster ® seed treatment (T2).

Key words: *Glycine max*, productivity, booster[®].

Introdução

A cultura da soja se constitui no principal produto agrícola de exportação do Brasil, sendo responsável por grande parte do agronegócio no país e tem grande importância no desenvolvimento de nossa economia. Na safra 2009/10, a cultura ocupou uma área de 22,600 milhões de hectares, com uma produção de 67,86 milhões de toneladas. Os Estados Unidos,

maior produtor mundial, responderam pela produção de 86,77 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira é de 2920 kg ha⁻¹, chegando a alcançar cerca de 3050 kg.ha-1 no estado de Mato Grosso, o maior produtor brasileiro de soja (CONAB, 2010).

Além da criação de novas cultivares melhoradas para aumentar a produtividade, é crescente a preocupação de técnicos e pesquisadores com as práticas de manejo, de fertilização e de proteção de plantas (Sattler e Faganello, 2004).

Fertilizantes são produtos ou substâncias que, aplicados ao solo fornecem as plantas os nutrientes necessários ao seu bom desenvolvimento e produção (Albuquerque, 2000).

Segundo Malavolta (2006), a adubação é feita com elementos químicos considerados essenciais ao crescimento, desenvolvimento e produção de plantas. Ele complementa afirmando que a maioria das culturas responde com um acréscimo compensador de produção, quando recebem adubação adequada.

Os elementos essenciais para a nutrição de plantas são divididos em dois grandes grupos, dependendo das suas quantidades exigidas em macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, níquel e zinco), sendo eles indispensáveis no desenvolvimento das plantas em suas funções, pois o crescimento e a produção podem ser limitados (diminuídos, impedidos) (Malavolta, 1980).

De acordo com Camargo (1970), os fertilizantes foliares são compostos por macronutrientes e micronutrientes, na forma sólida com alto poder de solubilidade ou na forma líquido. Tendo como objetivo fornecer as plantas nutrientes de absorção rápida, servindo de complemento da adubação via solo, fornecendo os nutrientes quanto a planta realmente necessita deles, evitando e corrigindo deficiências.

Os micronutrientes, muito embora sejam requeridos pelas plantas em pequenas quantidades, são elementos essenciais, é imprescindível para que a planta consiga completar seu ciclo vegetativo e, por isso, não podem faltar durante o processo de nutrição das plantas, como é o caso do molibdênio (Mo) e do zinco (Zn) (Luchese *et al.*, 2002).

De acordo com Malavolta (1994), relatando a frequência relativa de deficiência de micronutrientes no Brasil por cultura e por elemento, considerou ser o zinco o primeiro e o molibdênio o segundo elemento em número de ocorrências de deficiência na cultura da soja, sendo a seguinte ordem sugerida pelo autor Zn>Mo>B>Cu=Mn>Fe.

O Zinco é um dos micronutrientes mais importantes, pois, além de sua essencialidade em plantas, é fundamental na nutrição humana, e sua deficiência é considerada um problema nutricional mundial (Marengo, 2005).

Sabe-se que o zinco é o micronutriente mais limitante à produção e que geralmente apresenta maiores problemas de deficiência nos solos brasileiros (Ritchey *et al.*, 1986). Estima-se que cerca de 170 milhões de hectares de solos, sob vegetação de cerrado do Brasil central, seja deficiente, a carência deste micronutriente, refletindo no crescimento e na produção, pois desempenha importantes funções na planta (Lopes, 1984).

A determinação do Zn se dá para vários processos relevantes na homeostase fisiológica e nutricional da planta, atuando como ativador ou componente estrutural de enzimas; participa da fotossíntese nas plantas C4, através da enzima carboxilase pirúvica; é necessário para a produção de triptofano, aminoácido precursor do ácido indol acético, hormônio vegetal de crescimento, está envolvido no metabolismo do nitrogênio e é necessário para manutenção da integridade das biomembranas (Malavolta, 2006).

Já o molibdênio é um componente essencial de duas importantes enzimas nas plantas, nitrogenase e redutase do nitrato, de quem o efetivo mecanismo de ambas provavelmente dependem nas reações de transferência de elétrons. O molibdênio é absorvido pelas plantas na forma de molibdato, sendo que a sua absorção pode ser reduzida por efeitos de competição com o sulfato (SO_4^{2-}) e por outro lado, estimulada por íons fosfato. O conteúdo de molibdênio na planta é comumente baixo e menor que 1 ppm na matéria seca. (Mengel e Kirkby, 1987).

Apesar de não serem totalmente conhecidas a extensão e a importância da deficiência de Mo na produtividade da soja, o problema existe (Sfredo *et al.*, 1997) e tenderá a se agravar à medida que se intensificar o cultivo de soja pelo uso de variedades altamente produtivas, técnicas de manejo voltadas para alta produtividade e solos com restrições químicas crescentes.

A disponibilidade de Mo no solo é extremamente afetada pelo pH, ou seja, a maior disponibilidade ocorre em pH superior a 7, sendo que a disponibilidade de Mo aumenta 100 vezes para cada unidade de aumento do pH (Campo e Hungria, 2002).

A aplicação de micronutrientes visando à correção de deficiências nutricionais pode ser feita de três modos: diretamente no solo junto com a adubação convencional (Cheng, 1955), em aplicação foliar (Conte e Castro, 1991) e via tratamento de sementes (Parducci *et al.*, 1989). Como as quantidades de Mo requeridas pelas plantas são bastante reduzidas, sua aplicação, juntamente com o tratamento de sementes mais fungicidas, constitui a forma mais prática, eficiente e econômica de correção da deficiência (Vidor e Peres, 1988).

Objetivou-se neste trabalho o estudo do efeito do tratamento de sementes e tratamento foliar com molibdênio mais zinco na cultura da soja.

Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido no campo experimental da Fazenda Escola FAG da Faculdade Assis Gurgacz, localizado no município de Cascavel - PR, o local apresenta as coordenadas geográficas 24°56'40"S e 53°30'31"W, com altitude média de 715 m. O clima é temperado úmido, com temperatura média anual em torno de 20°C, precipitação pluvial anual média de 2011 mm e umidade relativa do ar entre 75 e 81% (Amorim *et al*, 2002). O solo da área experimental foi classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico.

O fertilizante foliar que foi utilizado como fonte de Mo + Zn para tratamento de sementes e a aplicação foliar foi o Booster[®]: 3,5 % Zinco (Zn) e 2,3 % Molibdênio (Mo), densidade 1,16 cm³, pH 6,0, concentrado emulsionável (CE) 46,61 mS/cm, índice de salinidade 13,10, contém 25,9 % de agente complexante extrato de algas (Agrichem, 2011).

O experimento teve quatro tratamentos com seis repetições cada tratamento, em delineamento experimental de blocos casualizados, totalizando então 24 parcelas.

Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: Tratamento 01 – testemunha (somente tratamentos culturais com aplicação de inseticidas, fungicidas e herbicidas); Tratamento 02 – tratamento de sementes (3 ml kg⁻¹ de semente); Tratamento 03 – tratamento de sementes (3 ml kg⁻¹ de semente) + uma aplicação foliar (400 ml ha⁻¹, que foram aplicados quando a soja estava com 4 a 5 trifólios); Tratamento 04 – tratamento de sementes (3 ml kg⁻¹ de semente) + duas aplicações foliar (400 ml ha⁻¹, onde foi aplicado quando a soja estava com 4 a 5 trifólios + 400 ml ha⁻¹ quando a soja estava no início do seu florescimento).

Cada parcela foi constituída por 9 linhas de 8,0 m de comprimento, no espaçamento de 0,45 m, perfazendo 32,4 m² de área total, foram desconsideradas duas linhas de cada lateral e um metro em cada extremidade da parcela, totalizando 13,5 m² de área útil.

A variedade utilizada no experimento foi a cultivar BMX Apolo RR que se apresenta com um ciclo precoce do grupo de maturação 5.5, com crescimento indeterminado, procurando-se obter 340.000 plantas por hectare, população alcançada com o espaçamento de 0,45 metro e linhas e 15,3 plantas por metro linear e a semente foi tratada com inseticida de ingrediente ativo tiametoxam e fungicida com ingrediente ativo a base de fludioxonil + metalaxyl-m.

A semeadura foi realizada com uso de semeadora (PST³- Tatu Marchesan, com 9 linhas e espaçamento de 0,45 m), e a semeadura foi realizada no mês de novembro de 2010, com uma adubação de 300 kg ha⁻¹, utilizando a formulação 2-20-18.

Os parâmetros avaliados foram os seguintes: A população de plantas por hectare (foi avaliada através do número de plantas por metro linear, sendo retidas 3 amostras/ parcela de 5 m e após feito a média), já o número de vagens por planta (foi obtido a partir da contagem de 15 plantas selecionadas aleatoriamente na área útil de cada parcela), para o número de grãos por vagem (foram selecionadas 5 plantas aleatoriamente e contado o número de grãos da planta, sendo esse número dividido pelo número de vagens da planta), a massa de 100 grãos (obtido através de 3 amostras de 100 grãos e pesadas) e a produtividade (obtido através dos dados de população de plantas ha^{-1} , número de vagens/planta, número de grãos/vagem e massa de 100 grãos).

A análise estatística foi efetuada seguindo o modelo de análise de variância, ao delineamento com blocos casualizados com o programa SISVAR. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Pela Tabela 1, percebe-se que a interação foi significativa para o fator plantas ha^{-1} , à aplicação de Booster[®] (Zn + Mo), pois com o tratamento via semente e aplicações via foliar (T2, T3 e T4) obteve-se as maiores médias, já onde não foi utilizado o produto (T1) apresentou a menor média 236.663 plantas ha^{-1} , diferenciando dos demais tratamentos.

Analisando o número de vagens, Tabela 1 verifica-se que não houve resultado significativo, contradizendo os obtidos pelos autores Andrade *et al.*, (2001), que observaram na cultura do feijoeiro, em resposta a aplicação de Mo, aumento de 55% no número de vagens.

Tabela 1: Número de plantas por hectare, vagem por planta e grãos por vagem de soja, em função da utilização de zinco e molibdênio

Tratamentos	População plantas ha^{-1}	Vagens/ planta	Grãos/vagem
T1	236.663 b	46,20 a	2,09 a
T2	299.626 a	44,91 a	2,13 a
T3	299.996 a	45,21 a	2,14 a
T4	303.700 a	44,33 a	2,13 a
CV (%)	3,49	6,41	1,66

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV= Coeficiente de Variação

T1= Testemunha; T2= Tratamento de sementes com Booster[®]; T3= Tratamento de sementes com Booster[®] + 1 aplicação via Foliar; T4= Tratamento de sementes com Booster[®] + 2 aplicações via Foliar.

Já para variável número de grãos por vagem, não houve diferença significativa, é o que pode ser verificado na tabela 1, onde podemos ver que as médias das repetições de todos os tratamentos inclusive da testemunha ficaram muito semelhantes quando analisadas estatisticamente, Marcondes e Caíres (2005) também não encontraram influência significativa das doses de molibdênio sobre, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos, já o resultado obtido Andrade *et al.* (2000), que avaliando as limitações nutricionais no crescimento e produtividade do feijoeiro, em casa de vegetação, em quatro tipos de solo de várzea (Glei pouco húmico, Orgânico, Glei húmico e Aluvial), constatou que, onde foi adicionado o zinco houve acréscimo significativo na quantidade de grãos por vagem.

Na tabela 2, estão apresentados os resultados da massa de cem grãos de soja. Observa-se que a maior média de massa de cem grãos de soja foi de 18,05g, obtida com a aplicação de Booster[®] (Zn e Mo) via tratamento de semente e uma aplicação foliar (T3), não diferindo da aplicação do produto via tratamento de semente (T2) e a aplicação via tratamento de semente e duas aplicações via foliar (T4), porém a média do T3 diferiu sobre a média encontrada na testemunha (T1) que foi de 16,96 g, já este resultado contraria Marcondes e Caíres (2005) que não encontraram influência significativa da aplicação de molibdênio sobre a massa de cem grãos.

Tabela 2: Massa de 100 grãos e produtividade da soja, em função da utilização de zinco e molibdênio

Tratamentos	Massa de 100 grãos	Produtividade
	Gramas	kg ha ⁻¹
T1	16,96 b	3.902 b
T2	17,51 ab	5.022 a
T3	18,05 a	5.128 a
T4	17,46 ab	5.020 a
CV (%)	3,71	10,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV= Coeficiente de Variação

T1= Testemunha; T2= Tratamento de sementes com Booster[®]; T3= Tratamento de sementes com Booster[®] + 1 aplicação via Foliar; T4= Tratamento de sementes com Booster[®] + 2 aplicações via Foliar

Analisando a Tabela 2, pode se observar que as diferentes formas de aplicação do produto Booster[®] (Zn e Mo) interferiu significativamente na produtividade, pois a aplicação via tratamento de semente e uma aplicação foliar (T3, com uma média de 5128 kg ha⁻¹), a aplicação via tratamento de semente (T2, com uma media de 5022 kg ha⁻¹) e a aplicação via

tratamento de semente e duas aplicações via foliar (T4, média de 5020 kg ha⁻¹) apresentaram as maiores médias diferindo da testemunha (T1) onde não tinha o produto e apresentou uma média de 3902 kg ha⁻¹, mesmo resultado encontrado pela Embrapa (1999), porém Pessoa *et al.* (1999), que trabalharam com molibdênio no tratamento de sementes e via foliar na cultura da soja não encontrou diferença significativa com a aplicação de molibdênio.

Há, também, comprovações de que a aplicação de zinco às sementes aumenta o rendimento de grãos de soja (Santos e Estefanel, 1986). Porém, o fornecimento de zinco na semente não é capaz de suprir a necessidade total da planta, tendo de ser associado a doses menores deste nutriente aplicadas no solo (Santos e Ribeiro, 1986).

Altas concentrações do produto Booster[®] (Zn e Mo) no caso em tratamentos de sementes + 2 aplicações foliares, podem ter provocado efeito tóxico às plantas, apresentando, portanto, produção menor do que nos tratamentos 2 e 3.

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que o melhor resultado foi obtido com a aplicação do produto Booster[®] em tratamento de sementes (T2), pois neste, teve somente o custo do produto em tratamento de sementes, já os tratamentos T3 e T4 tem um aumento do custo com as aplicações foliares.

Referências

- AGRICHEM. **Produtos/Booster[®](Mo+Zn)**. Disponível em: <<http://www.agrichem.com.br/produtos/8>>. Acesso em: 22 de março de 2011.
- ALBUQUERQUE, G.A.S.C.; **Contribuição à implantação de um novo pólo de fertilizantes no nordeste do Brasil**. 2000. 134p. Dissertação (doutorado em Engenharia de Minas) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo, SP.
- AMORIM, F.C.R.; RICIÉRI, P.R.; FILHO V.S.J.; AMORIM, C.F.R. Análise das condições climáticas da região de Cascavel/Pr. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz de Iguaçu-PR,2002.
- ANDRADE, C.A.B.; FAQUIN, V.; NETO, A.E.F.; VEIGA, P.M.R.; ANDRADE, M.J.B. Fertilidade de solos de várzea do sul de Minas Gerais para o cultivo do feijoeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.35, n.11, 2000.
- ANDRADE, M. J. B. et al. Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenada e molíbdica e à inoculação com *Rhizobium tropici*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.4, p.934-940, 2001.
- CAMARGO, P.N.; **Princípios de nutrição foliar**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1970. p. 9-72.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.98, p.06-09, 2002.

CHENG, T. The effect of seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. **Sci. Sinica**, 4:129-135, 1955.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Estimativa safra de grãos 2009/2010**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 22p, 2006. (versão on-line). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 22 de mar. de 2011.

CONTE E CASTRO, A.M. **Adubação foliar e tratamento de sementes de feijoeiro com nutrientes, vitamina B₁ e metionina**. Botucatu, Universidade Estadual de São Paulo, 1991. 97p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Central Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília:1999.

JACOBNETO, J.; FRANCO, A.A.. Adubação de molibdênio em soja. **Informações agronômicas n°75, Potafos**, setembro, 1996.

LANTMANN, A.F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto**. Artigos EMBRAPA, Coletânea rumos & debates, 2002. Disponível em: <<http://www.embrapa.org.br>> Acesso em: 22 mar. 2011.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo**. Piracicaba: POTAFÓS, 1984. 162p.

LUCHESE, E. B.; FAVER, L.O.B; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002, p.115.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: Micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Produquímica, 1994. 153p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 402-409, 631p.

MARCONDES, J.A.P.; CAIRES, E.F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Editora Universidade Federal de Viçosa, p 306-308 e 311. Viçosa-Minas Gerais, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Princípios da nutrição de plantas**. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

- PARDUCCI, S.; SANTOS, O.S.; CAMARGO, R.P. **Micronutrientes Biocrop**. Campinas, Microquímica, 1989. 101p.
- PESSOA, A. C. S.; Luchese, E. B.; Cavallet, L. E.; Gris, E. P. Produtividade de soja em resposta à adubação foliar, tratamento das sementes com molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Acta Scientiarum** 21(3):531-535, 1999.
- RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R.S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-Escuro Argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.215-225, 1986.
- SANTOS, O. S.; ESTEFANEL, V. Efeito de micronutrientes e do enxofre aplicados nas sementes de soja. **Ciência Rural**, 16(1):5-17, 1986.
- SANTOS, O. S.; RIBEIRO, N. D. Fontes de zinco aplicadas em sementes de milho, em solução nutritiva. **Ciência Rural**, 1:39-44, 1986.
- SATTLER, A.; FAGANELLO, A.. **Semeadura - efeito do tratamento de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill) sobre a vazão do mecanismo dosador**. Circular Técnica online ISSN 1518-6490 . Passo Fundo, RS. Novembro, 2004.
- SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; NEPOMUCENO, A.L. & OLIVEIRA, M.C.N. **Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja**. R. Bras. Ci. Solo, 21:41-45, 1997.
- VIDOR, C.; PERES, J.R.R. **Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto**. In: BORKERT, C.M. & LANTMANN, A.F., eds. Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira. Londrina: Embrapa/CNPSO/SBCS, 1988. p.179-204.