

INFLUÊNCIA DO MOLIBDÊNIO ASSOCIADO AO COBALTO NA CULTURA DA SOJA, APLICADOS EM DIFERENTES ESTÁGIOS FENOLÓGICOS

Carlos Sérgio TIRITAN; José Salvador Simoneti FOLONI; Agnaldo Massao SATO; Cévio Alberto MENGARDA; Diego Henriques SANTOS.

Docente do curso de Agronomia da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Rd. Raposo Tavares, Km 572, 19067-175, Presidente Prudente-SP. E-mail: tiritan@unoeste.br

RESUMO

Com o objetivo de indicar as influências do molibdênio associado ao cobalto na adubação da soja com aplicações em diferentes estágios fenológicos, realizou-se um experimento em parcelas subdivididas com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey. Ocorreram diferenças significativas do controle para os demais tratamentos na produtividade, mostrando respostas à adubação dos micronutrientes. Em relação aos nutrientes nos grãos, nitrogênio, fósforo e magnésio não apresentaram diferenças significativas, já o potássio apresentou teor mais elevado no controle. Para o cálcio observou-se uma diferença significativa entre a aplicação via semente e a aplicação na semente e aos 40 dias das demais aplicações. O enxofre apresentou diferenças do controle para os demais tratamentos. Assim, os resultados apresentados indicaram que a adição de cobalto e molibdênio na adubação da soja, via semente, é viável e garante ganhos de produtividade.

Palavras-chave: *Cobalto, Molibdênio, Soja*

INFLUENCES OF THE MOLYBDENUM ASSOCIATED WITH THE COBALT IN THE OF THE SOY BEANS IN DIFFERENT FENOLOGICS PHASES

ABSTRACT

With the objective of indicating the influences of the molybdenum associated to the cobalt in the manuring of the soy with applications in different fenologics phases, took place an experiment in portions subdivided with four repetitions. The data were submitted to the variance analysis and test Tukey. They happened significant differences of the control for the other treatments in the productivity, showing answers to the manuring of the micronutrients. In relation to the nutrients in the grains, nitrogen, match and magnesium didn't present significant differences, the potassium already presented higher tenor in the control. For the calcium a significant difference was observed among the application through seed and the application in the seed and to the 40 days of the other applications. The sulfur presented differences of the control for the other treatments. Like this, the presented results indicated that the addition of cobalt and molybdenum in the manuring of the soy, through seed, is viable and it guarantees won of productivity.

Key words: *Cobalt, Molybdenum, Soybeans.*

INTRODUÇÃO

A pesquisa científica e a descoberta de novas tecnologias são ferramentas fundamentais para elevar a eficiência e a rentabilidade no campo. Existem métodos que garantem maior desempenho e produtividade na cultura da soja, sendo uma delas o uso de micronutrientes como o molibdênio (Mo), essencial para cultura, e o cobalto (Co), elemento químico essencial para as bactérias, que se associam às raízes, agindo benéficamente, fixando o nitrogênio atmosférico.

Segundo Malavolta (1980), o molibdênio é o micronutriente em menor abundância no solo e na planta, porém é de extrema importância para o metabolismo vegetal. Os íons molibdênio (Mo^{+4} até Mo^{+6}) são co-fatores de várias enzimas, incluindo a nitrato redutase e a nitrogenase (TAIZ & ZEIGER, 2004). Também está intimamente relacionado com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas nas plantas (PRICE et al., 1972; LANTMANN, 2002). O primeiro indicativo da deficiência de Mo é a clorose generalizada entre as nervuras e a necrose das folhas mais velhas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Segundo Solomonson e Barber (1990), a atividade da enzima nitrato redutase afeta a síntese protéica nas plantas. Uma vez que a enzima rubisco, fixadora do CO_2 atmosférico no processo fotossintético, representa cerca de 50% de toda a proteína foliar, espera-se um aumento na atividade da enzima nitrato redutase, em função de diferentes concentrações de molibdênio, melhorando a assimilação líquida de CO_2 e conseqüentemente aumentando a taxa de crescimento das plantas.

Embora as plantas necessitem apenas de pequenas quantidades de Mo, vários solos não suprem essa demanda. Nos solos brasileiros, o teor total de Mo varia entre 0,5 e 5 mg.dm^{-3} e o disponível varia de 0,1 a 0,25 mg.dm^{-3} . Além disso, a disponibilidade do Mo é

dependente do pH do solo. Solos ácidos, com pH em água inferior a 5, possuem baixa disponibilidade deste nutriente (MALAVOLTA, 1980). A adição de 20 g.ha^{-1} de Mo associada à adubação nitrogenada aumentou a produção de grãos em plantas de feijoeiro irrigado (FULLIN et al., 1999). Em milho, a adubação com 90 g.ha^{-1} de Mo elevou em 3% o teor de proteína nos grãos (FERREIRA et al., 2001).

O cobalto é um elemento químico necessário para a síntese da cobalamina (Vitamina B_{12}), que participa dos passos metabólicos para a formação da leghemoglobina, cuja afinidade com o oxigênio é elevada, e regula sua concentração nos nódulos impedindo a inativação da enzima nitrogenase (FAVARIN e MARINI, 2000).

Apesar da importância do cobalto no processo de fixação simbiótica do N_2 , existem dúvidas a respeito da necessidade de sua aplicação para se obter elevado rendimento de grãos de soja (MARCONDES e CAIRES, 2005). Há evidências de respostas positivas da aplicação de cobalto na fixação biológica do N_2 e na produtividade da soja quando a planta está bem suprida de molibdênio (CAMPO e HUNGRIA, 2002), mas os trabalhos da literatura não têm demonstrado que isso seja verdadeiro (GALRÃO, 1991; CAMPO e LANTMANN, 1998; SFREDO et al., 1997). Além disso, não são bem conhecidas as doses de cobalto, aplicadas via semente, que poderiam causar efeitos tóxicos para a cultura da soja.

Com a decadência dos preços e a grande dificuldade do cultivo da soja nos últimos anos, principalmente por problemas climáticos e o grande ataque de severas doenças como a ferrugem asiática, tem-se que aprimorar os métodos de cultivo para que assim se consiga um aumento significativo na produção e conseqüentemente maiores lucros.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a época de aplicação e influências do molibdênio associado ao cobalto em aplicações realizadas do tratamento de sementes ao florescimento das plantas, na região oeste do Paraná. Dessa forma, avaliaram-se diferenças de produtividade, massa de 100 grãos, grãos verdes, bem como os macros e micronutrientes nos grãos, com o intuito de confirmar a importância da adição de cobalto e molibdênio na produtividade da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em propriedade particular no município de Pato Bragado - PR. A área experimental de 2000 m²,

latitude 23°38'05"S, longitude 53°13'45"W e altitude de 275 metros, vinha sendo manejada no Sistema Plantio Direto a mais de 10 anos, com soja no verão e trigo ou aveia preta no inverno. Realizou-se a dessecação da área 10 dias antes da instalação do experimento, utilizando os herbicidas Glyphosate e 2,4-D, nas doses de 3 l.ha⁻¹ e 0,2 l.ha⁻¹ respectivamente. O solo foi classificado segundo Embrapa (1999) como Nitossolo Vermelho eutrófico. Coletaram-se amostras de 0 a 20 cm de profundidade para a caracterização de atributos químicos segundo Raji et al. (2001). O resultado da análise química de solo, realizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, encontram-se na tabela 01.

TABELA 1 - Análise química de solo realizado no Laboratório de química agrícola e ambiental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

pH (CaCl ₂)	MO	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V	AI
0,01molL ⁻¹	g dm ⁻³	mg dm ⁻³
		
6,66	28,71	13,31	1,07	8,38	3,62	0,00	2,74	13,07	15,81	82,67	0,00

Utilizou-se a variedade NK 2555 da empresa Singenta, de ciclo precoce e germinação de 95%. A cultura foi instalada no dia 14 de outubro de 2005, com semeadora motomecanizada desenvolvida para o Sistema Plantio Direto, no espaçamento entrelinhas de 0,45 m, com 350 Kg.ha⁻¹ do formulado 2-23-23 e densidade populacional final de 16 plantas por metro linear. As sementes foram semeadas com profundidade de 4 cm e tratadas com fungicida Derosal; 100 ml.100 Kg⁻¹ de semente, e inoculante líquido da marca Celltech, na dose; 150 ml.50 Kg⁻¹ de semente. Na semeadura também foram aplicados adubos, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. A lavoura de soja foi conduzida segundo instruções da EMBRAPA (1997) e COMPÊNDIO DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS (1999).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com quatro

repetições e os seguintes tratamentos: 1. aplicação de Mo e Co nas sementes; 2. aplicação de Mo e Co nas sementes, mais pulverização foliar com Mo e Co aos 30 dias após a emergência da cultura; 3. aplicação de Mo e Co nas sementes, mais pulverização foliar com Mo e Co no pleno florescimento da cultura; 4. aplicação de Mo e Co nas sementes, mais pulverização foliar com Mo e Co aos 30 dias após a emergência das plântulas, mais pulverização foliar com Mo e Co no pleno florescimento da cultura; 5. Pulverização foliar com Mo e Co aos 30 dias após a emergência da cultura; 6. Pulverização foliar com Mo e Co no pleno florescimento da cultura; 7. Testemunha (ausência de aplicação de Mo e Co). Utilizou-se o cobalto e molibdênio, em seus respectivos tratamentos, com 200 ml.ha⁻¹ na semente e 300 ml.ha⁻¹ via foliar do produto CoMol da empresa Produquímica S.A., com

a seguinte composição: 1% de Cobalto, 10% de Molibdênio e densidade de $1,33 \text{ g.cm}^{-3}$. O Mo e Co foram aplicados às sementes em solução aquosa, imediatamente após os tratamentos com fungicida e inoculação com bactérias. Já a pulverização foliar, realizada 20 dias após a emergência da cultura, utilizou um equipamento motomecanizado, com bicos tipo jato cônico, modelo JA-2.

As parcelas experimentais foram instaladas com 4,05 m de largura por 10 m de comprimento, contendo 9 linhas de soja. No manejo sanitário do experimento, foi necessária a utilização dos

inseticidas Metafós (fosforado; $0,9 \text{ l.ha}^{-1}$), Talcór (piretróide; $0,9 \text{ l.ha}^{-1}$) e Lanate (fosforado; 1 l.ha^{-1}). No controle de plantas daninhas foi utilizado o controle mecânico com capina. Em relação a doenças não houve a necessidade de nenhum tipo de controle.

Foram colhidas, manualmente, cinco linhas centrais de cada parcela experimental. Em seguida todos os dados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e ao teste de comparação de médias Tukey ($p < 0,05$).

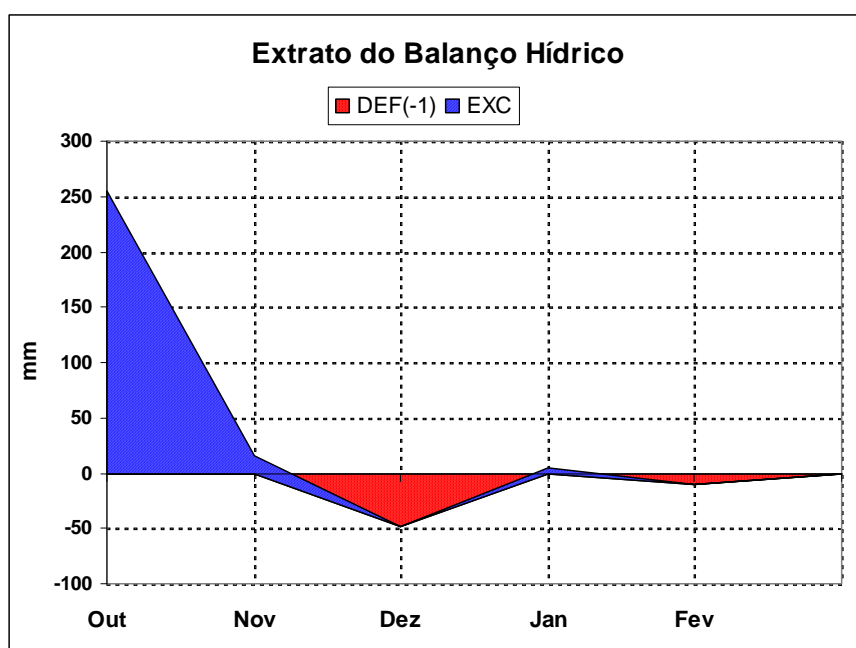


GRÁFICO 1 - Balanço hídrico originado dos dados climáticos da área experimental

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados não responderam de forma esperada devido os fatores climáticos, principalmente a baixa pluviosidade na fase vegetativa e no desenvolvimento da cultura. Ainda assim, obteve-se bons resultados de produtividade. O controle resultou de $35,4 \text{ sc.ha}^{-1}$, se diferenciando dos demais tratamentos, que variou em torno de 40 sc.ha^{-1} , como pode ser observado na Tabela 2. Logo, conclui-se que houve respostas da soja à adubação de molibdênio e cobalto e que não existem diferenças entre os métodos de aplicação. O ideal é

realizar a adubação, independente de ser via semente ou via foliar. O mesmo ocorreu com Malavolta (1980) na cultura da soja, onde ocorreram respostas significativas ao Mo associado ao Co, exibindo aumentos de produtividade em relação à testemunha, que variaram de $1803 \text{ a } 3606 \text{ kg.ha}^{-1}$ ($30 \text{ a } 60 \text{ sc.ha}^{-1}$).

No entanto, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na massa de 100 grãos, sugerindo que o desenvolvimento dos grãos ficou comprometido em razão da deficiência hídrica acentuada na fase reprodutiva da cultura (Tabela 02).

A porcentagem de grãos verde, independente dos tratamentos experimentais, demonstra que esse acontecimento apresenta um índice elevado, isso ocorre quando as plantas sofreram forte estresse ambiental no final do ciclo da lavoura, ou seja, as plantas entraram em estágio de senescência sem que parte expressiva dos grãos tivesse atingido à maturação fisiológica. Entretanto, a indústria rejeita grãos verdes porque a clorofila

aumenta os custos do processo de refino do óleo. O grão verde ainda resulta em maior acidez e implica na redução do teor de óleo de 2 a 3%. Todavia, o resultado apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) para o controle da aplicação via semente, exibindo uma diferença de 30% em relação ao controle. Nos demais tratamentos não houve diferenças significativas ($p < 0,05$), como mostra a tabela 2.

TABELA 2 - Análise dos resultados em relação à Produtividade, Massa de 100 grãos e Grãos verdes. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tratamentos	Produtividade	Massa 100 grãos	Grãos verde
	<i>sc ha⁻¹</i>	g	%
Controle	35,4 ^b	11,3 ^a	25,2 ^a
Semente	40,9 ^a	11,5 ^a	17,5 ^b
Semente/40dias	41,6 ^a	11,5 ^a	19,2 ^{ab}
Semente/florescimento	39,8 ^{ab}	11,2 ^a	18,9 ^{ab}
Semente/40dias/florescimento	40,4 ^a	11,4 ^a	18,2 ^{ab}
Apenas 40dias	40,4 ^a	11,4 ^a	24,6 ^{ab}
Apenas florescimento	40,2 ^a	10,8 ^a	20,5 ^{ab}
40dias/florescimento	40,2 ^a	10,9 ^a	19,7 ^{ab}
C.V. (%)	5,18	5,06	15,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados de teores de nutrientes, não houve respostas significativas com relação aos teores de nitrogênio, fósforo e magnésio. Esperava-se um pequeno ganho nos teores de nitrogênio, pois o Co e o Mo são elementos químicos essenciais para as bactérias, que se associam às raízes, agindo benéficamente, fixando o nitrogênio atmosférico, porém este ganho não foi observado. Em relação aos tratamentos, no entanto, houve diferença para os teores de potássio, do controle

para os demais tratamentos. Já o teor de cálcio apresentou diferença estatística na comparação do tratamento aplicação via semente com o tratamento aplicação via semente e aos 40 dias, sendo o primeiro 27% superior ao segundo. O enxofre apresentou diferença de 6% do controle para aplicação na semente. Os demais tratamentos mostraram-se semelhantes, como apresentado na tabela 3.

TABELA 3 - Teores de nutrientes nos grãos apresentados pelos macronutrientes em função dos diferentes métodos de aplicação. Valores obtidos através da análise dos grãos realizada no Laboratório de Tecidos Vegetais da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tratamentos	N	P	K	g Kg ⁻¹		
				Ca	Mg	S
Controle	46,1 ^a	3,1 ^a	14,3 ^c	3,4 ^{ab}	1,6 ^a	3,7 ^a
Semente	46,2 ^a	3,0 ^a	9,3 ^{ab}	4,4 ^a	1,7 ^a	3,9 ^b
Semente/40dias	45,4 ^a	3,3 ^a	9,4 ^{ab}	3,2 ^b	1,7 ^a	3,8 ^{ab}
Semente/florescimento	46,2 ^a	3,0 ^a	8,6 ^{ab}	3,6 ^{ab}	1,6 ^a	3,8 ^{ab}
Semente/40dias/florescimento	46,0 ^a	3,1 ^a	9,4 ^{ab}	3,4 ^{ab}	1,6 ^a	3,8 ^{ab}
Apenas 40dias	47,0 ^a	3,0 ^a	7,3 ^a	3,5 ^{ab}	1,6 ^a	3,9 ^{ab}
Apenas florescimento	46,5 ^a	3,2 ^a	8,9 ^{ab}	3,5 ^{ab}	1,5 ^a	3,6 ^{ab}
40dias/florescimento	45,3 ^a	3,2 ^a	10,6 ^b	3,3 ^{ab}	1,6 ^a	3,6 ^{ab}
C.V. (%)	2,75	5,22	12,96	13,47	5,73	4,13

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no experimento confirmaram a importância da adição de cobalto e molibdênio na produtividade da cultura da soja. A aplicação pode ser realizada via semente seguindo a recomendação oficial ou aplicação foliar aos 40 dias após plantio, ou ainda no florescimento. A aplicação de cobalto e molibdênio via semente também reduz a porcentagem de grãos verdes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. Informações Agronômicas, Piracicaba, n.98, p.6-9, 2002.

CAMPO, R.J.; LANTMANN, A.F. Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.8, p.1245-1253, 1998.

COMPÊNDIO de defensivos agrícolas: Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 6 ed. São Paulo: Andrei, 1999, 672p, 1999.

EMBRAPA. CNPS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SPI, Embrapa-CNPS, 412 p, 1999.

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos. In: SOCIEDADE NACIONAL DA AGRICULTURA, 2000. Disponível em: www.sna.com.br. On line. Acesso em: 04/2003.

FERREIRA, A.C.B. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. Scientia Agrícola, v.58, p.131-138, 2001.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000100020>

FULLIN, E.A. et al. Nitrogênio e molibdênio na adubação do feijoeiro irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, p.1145-1149, 1999.

GALRÃO, E.Z. Micronutrientes e cobalto no rendimento da soja em solo de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.15, p.117-120, 1991.

LANTMANN, A.F. Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto. Artigos EMBRAPA, Coletânea rumos & debates, 2002. Disponível em www.embrapa.org.br. On line. Acesso em: 04/2003.

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

MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de plantas: São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 231p. 1980.

MIYASAKA, S.; KIIHL, R.A.S. Genética e melhoramento da soja. In: KERR, W.E. Melhoramento e genética. São Paulo: EDUSP, cap. 6, p.11-136, 1969.

PRICE, C.A. et al. Functions of micronutrients in plants. In: MONTVEDT, J.J. et al. (eds). Micronutrients in agriculture; Zn, Fe, Mo, Cu, B, Mn. Soil Science Society of America, Madison. p.231-242. 1972.

RAIJ B VAN, ANDRADE JC, CANTARELLA H & QUAGGIO J.A. (2001). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico. 285 p.

SOLOMONSON, L.P., BARBER, M.J. Assimilatory nitrate reductase: functional properties and regulation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. v.41, p.225-253, 1990.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.41.060190.001301>

TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3ª Ed. versão em Português ARTMED Editora, 2004. 719p.