



**II CONGRESSO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG**

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

*Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva*



APLICAÇÃO DE CALCÁRIO EM SUPERFÍCIE E ADUBAÇÃO COM MOLIBDÊNIO NA CULTURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO

**Vinícius Tavares Silveira Machado¹, Monique Caroline Silva Ribeiro², Rafael Freitas
Macedo², Adilson Pelá³, Gláucia de Mello Pelá³.**

¹Graduando do curso de Agronomia, bolsista PIBIC/UEG, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Ipameri, Ipameri-GO, viniciusagrosilveira@gmail.com; ²Graduando do curso de Agronomia, universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Ipameri, Ipameri-GO, ³Docente do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Ipameri, Ipameri-GO.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem diversas utilizações na alimentação humana, animal ou como biocombustível assumindo, portanto, um relevante papel sócio econômico (FANCELI e DOURADO NETO, 2008). De acordo com a CONAB (2014), a produção brasileira de milho na safra 2011/12 foi 69480,5 mil toneladas, com variação positiva de 21% em relação à safra passada, portanto uma safra recorde de milho.

Apesar de tais resultados, PAES (2006) ressalta que a produtividade média brasileira ainda é considerada baixa quando comparada a outros países produtores, média de 3600 kg ha⁻¹. De acordo com LOPES (1984), o que justifica tais médias é o manejo nutricional incorreto. Principalmente no que diz respeito à adubação com micronutrientes, não foram ainda estabelecidos critérios bem definidos para recomendação. Devido à falta de estudos coordenados, a principal filosofia de aplicação de micronutrientes é a de segurança, ou seja, a cada 4 ou 5 anos aplica-se 6 kg ha⁻¹ de Zn, 6 kg ha⁻¹ de Mn, 1-2 kg ha⁻¹ de B, e 0,2 a 0,4 kg ha⁻¹ de Mo (GALRÃO, 2002).

Apesar da pequena quantidade requerida, nas plantas deficientes em molibdênio há aumento do teor de nitrato nos tecidos vegetais, decorrentes da falta de sua redução, processo no qual o micronutriente participa como co-fator na atividade da enzima nitrato redutase.

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de outubro de 2015



O Mo é constituinte da molécula da nitrogenase, responsável pela redução do N_2 à amônia. A nitrogenase consiste em uma ferro-proteína (Fe-proteína) que atua como doadora de elétrons para uma molibdênio-ferro-proteína (MoFe-proteína), em um processo dependente de hidrólise de MgATP (TEIXEIRA et al., 1998). O Mo também atua no metabolismo do N na planta, através da enzima redutase de nitrato, que catalisa a redução de nitrato a nitrito (MALAVOLTA, 2006).

Nas plantas, onde não ocorre fixação simbiótica de nitrogênio, a essencialidade de Mo restringe-se à atividade da redutase do nitrato, enzima que catalisa a redução biológica do nitrato a nitrito (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006). Nas plantas deficientes em molibdênio, há aumento do teor de nitrato nos tecidos vegetais, decorrentes da falta de sua redução, processo no qual o micronutriente participa como co-fator na atividade da enzima nitrato redutase.

A disponibilidade de Mo no solo aumenta com a elevação do pH e, devido à baixa quantidade exigida pelas plantas, sua deficiência normalmente só ocorre em solos ácidos, (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Porém, com a adoção do sistema de plantio direto, em muitos casos recorre-se a aplicação superficial de calcário. De acordo com PIRES et al. (2003), essa prática contribui para corrigir a acidez apenas na camada superficial (5 cm), em virtude da baixa mobilidade e solubilidade apresentada pelo calcário.

De acordo com SILVA et al. (2011), no SPD há o interesse em formas alternativas para o estabelecimento do sistema sem incorporação prévia do calcário, realizando-se a calagem superficial desde o início de sua implantação, visando a manutenção dos atributos químicos e estrutura do solo, bem como o aumento da capacidade de exploração de água e de nutrientes do subsolo pelo sistema radicular das plantas.

Em muitos casos, com o passar do tempo a acidificação do solo em áreas de plantio direto exige uma aplicação de calcário, que é feita através de subdoses em superfície. A calagem superficial pode estar limitando a disponibilidade do Mo à cultura do milho, uma vez que somente a camada de no máximo 5 cm é corrigida pelo calcário. VOSS e PÖTTKER (2001) verificaram que a calagem superficial promoveu um aumento da produção de grãos de soja, mas este foi inferior ao obtido com a aplicação apenas de molibdênio tanto no primeiro quanto no segundo ano de aplicação de calcário. Para evitar o efeito do pH do solo na redução da disponibilidade do Mo, uma das alternativas é sua aplicação via foliar.

A translocação do Mo nas plantas é rápida e eficiente, o que é demonstrado pela sua aplicação foliar, especialmente quando fornecido em pequenas quantidades. Alguns autores, no entanto, consideram reduzida sua mobilidade na planta (MARSCHNER, 1995).

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivos avaliar o efeito de diferentes épocas e formas de adubação com Mo no milho em plantio direto, em solo com aplicação de calcário em superfície e sem incorporação, nos componentes da planta e de produção e na produtividade da cultura.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, no ano agrícola 2014/15. Geograficamente a área está localizada à 17° 43' 07" de latitude S, e 48° 08' 42" de longitude O, à 790 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Tropical Semi-úmido (Aw), constando temperaturas elevadas, com médias anuais de 20 a 24 °C e 1300 a 1700 mm de precipitação pluvial, com chuvas no verão e seca no inverno.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006). Amostras de solo foram coletadas em 20 pontos em área total antes da instalação do experimento, para caracterização química e física e para calcular a necessidade de adubação da cultura.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), arranjado em esquema fatorial 2 x 7, com 3 repetições (Tabela 1). O primeiro fator corresponde à aplicação ou não de calcário em superfície, e o segundo fator as diferentes opções de adubação com molibdênio na cultura do milho.



II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva



Tabela 1. Tratamentos avaliados na adubação com molibdênio na cultura do milho em sistema de plantio direto, com ou sem calagem superficial.

Tratamentos	Calagem	Adubação com Mo	Épocas de aplicação do Mo
T1	S/calcário	200 g via semente	semeadura
T2	S/calcário	200 g junto ao NPK	semeadura
T3	S/calcário	100 g via foliar	V2
T4	S/calcário	200 g via foliar	50% V2 + 50% V4
T5	S/calcário	300 g via foliar	33% V2 + 33% V4 + 34% V6
T6	S/calcário	400 g via foliar	25%V2 + 25%V4 + 25%V6 25%R1
T7	Cal. Sup.	200 g via semente	semeadura
T8	Cal. Sup.	200 g junto ao NPK	semeadura
T9	Cal. Sup.	100 g via foliar	V2
T10	Cal. Sup.	200 g via foliar	50% V2 + 50% V4
T11	Cal. Sup.	300 g via foliar	33% V2 + 33% V4 + 34% V6
T12	Cal. Sup.	400 g via foliar	25%V2 + 25%V4 + 25%V6 25%R1
T13	S/calcário	Sem adubação com Mo	
T14	Cal. Sup.	Sem adubação com Mo	

V2 = duas folhas totalmente expandidas; V4 = quatro folhas totalmente expandidas; V6 = seis folhas totalmente expandidas; R1 = estágio reprodutivo 1.

A dose de calcário em superfície foi baseada na análise química do solo, visando elevar a saturação por bases a 60%. Como o método baseado na saturação por bases refere-se a quantidade incorporada na camada de 0-20 cm, aplicou-se 25% da dose, considerado-se que a correção realizada até 5 cm pelo calcário sem a incorporação.

A semeadura foi realizada no dia 15 de dezembro de 2014, com semeadora para plantio direto de oito linhas, tracionada por trator de 105 cv. Cada parcela constituiu-se por oito linhas de 5 m de comprimento e com espaçamento de 50 cm entre linhas. Utilizou-se o híbrido simples BioGenese 7046H, estabelecendo uma população de 75 mil plantas por hectare.

Todos os tratamentos receberam na semeadura de 25 kg ha⁻¹ N, 125 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 75 kg ha⁻¹ de K₂O, baseadas nos resultados da análise do solo e produtividade de 6 a 8 Mg ha⁻¹. Para a adubação foliar usou-se como fonte o molibdato de amônio. As aplicações foliares foram realizadas utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com bico tipo cone, com disco de 1,2 mm preto, com formato do jato em cone vazio, gotas pequenas, ângulo de 80 graus a 60 psl; no qual aplicaram-se o equivalente a 200 l ha⁻¹ da solução, sendo aplicado no período matutino.

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de outubro de 2015



II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

*Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva*



O controle de plantas daninhas foi efetuado através da aplicação de herbicidas. Antes da semeadura (7 – 10 dias) foi realizada uma dessecação com o herbicida Glyphosate na dose de 2,0 kg ha⁻¹ do equivalente ácido. Em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas foram aplicados os herbicidas a base de Nicosulfuron e Atrazina + óleo mineral nas doses de 0,05 e 2,0 kg ha⁻¹ respectivamente do ingrediente ativo. Também foi realizada uma aplicação preventiva do inseticida Spinosad na dose de 0,1 L ha⁻¹ do produto comercial. A adubação nitrogenada de cobertura foi igual para todos os tratamentos, na dose de 120 kg ha⁻¹ de N, usando-se como fonte uréia revestida com enxofre, aos 31 dias após a semeadura, com as plantas no estágio fenológico V4. Após atingir o ponto de maturação fisiológica, as espigas de milho foram colhidas manualmente, e a debulha foi realizada em trilhadora estacionária. Foram avaliados os seguintes componentes da planta: altura de plantas, diâmetro de caule, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, peso de 1000 grãos e produtividade de grãos.

A estatura da planta e o diâmetro do caule foram medidos em 5 plantas (tomadas ao acaso dentro da área útil). Considerou-se, respectivamente, as distâncias do colo da planta ao ápice do pendão e os diâmetros transversal e longitudinal do primeiro entrenó.

O número de grãos por espiga foi obtido pela média da contagem de 5 espigas por parcela, e quatro de fileiras por espiga. O peso de mil grãos determinou-se pela contagem manual de 200 grãos, pesagem e correção da umidade para 14%, e o valor obtido foi multiplicado por 5. Produtividade de grãos foi estimada por meio da extrapolação da produção colhida na área útil das parcelas para um hectare, e a umidade corrigida para 14%. O rendimento de grãos por espiga foi determinado pela relação entre o peso de grãos obtido na área útil das parcelas e o número de espigas colhidas na mesma.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste T para análise de variância; ao teste de Tukey para comparação entre as médias dos tratamentos à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da planta de milho com adubação de 200g de molibdênio via foliar foi

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de outubro de 2015



II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva



estatisticamente superior na presença de calagem do que na ausência de calagem. Já a adubação com 200g de molibdênio junto ao NPK ocorreu o contrário, sendo estatisticamente superior no solo sem calagem. Os demais tratamentos não alteraram significativamente a altura das plantas em função da calagem ou não (Tabela 2). Sendo assim os melhores resultados para altura da planta (média 3,0 m) encontrados com adubação de 200g de molibdênio foliar na presença de calagem o que foi superior ao encontrado por TEIXEIRA (2006), que constatou que a altura da planta foi significativamente afetada pela aplicação das doses de molibdênio, tendo resultados significativos na altura da planta. Com a aplicação de Mo, pode ter ocorrido aumento do metabolismo, proporcionando assim respostas significativas na altura das plantas (TEIXEIRA, 2006).

Tabela 2. Altura de Plantas e diâmetro do colmo de milho em função da aplicação de calcário em superfície e adubação com molibdênio na cultura do milho em plantio direto.

TRATAMENTOS	Altura da Planta (m)		Diâmetro do Colmo (cm)	
	Com Calagem	Sem Calagem	Com Calagem	Sem Calagem
T1: 200 g via semente	2,0 b	2,0 b	15,7 c	16,0 ab
T2: 200 g junto ao NPK	2,0 B b	2,7 A ab	16,0 B bc	16,7 A a
T3: 100 g via foliar	2,7 a b	3,0 a	16,7 A b	15,7 B b
T4: 200 g via foliar	3,0 A a	2,0 B b	15,7 A c	10,0 B d
T5: 300 g via foliar	2,3 a b	2,7 a b	18,0 A a	12,7 B c
T6: 400 g via foliar	3,0 a	3,0 a	13,0 B d	16,7 A a
T7: Sem Mo	3,0 a	3,0 a	12,7 B d	16,0 A ab
C.V (%)	10,8		1,96	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha ou minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. C.V= Coeficiente de Variação.

Em relação ao diâmetro do caule da planta de milho, verificou-se que a adubação com 300g de molibdênio via foliar se mostrou significativo e com resultado (18,0 cm), superior aos demais tratamentos na presença de calagem. Na ausência de calagem os diâmetros dos caules foram inferiores nos tratamentos com aplicação foliar, em relação ao solo corrigido, exceto com a dose de 400 g. Menor diâmetro de colmo foi encontrado no solo sem calagem e com a aplicação de 200 g via foliar. Na ausência de calagem os melhores resultados (16,7 cm) foram obtidos nos tratamentos com 200g de molibdênio junto ao NPK e 400g de molibdênio via foliar (Tabela 2). Esses resultados divergem dos encontrados por PEREIRA et al. (2010), que não observaram diferenças significativas

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de outubro de 2015



II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva



entre as diferentes doses de micronutrientes a qual foram submetidas.

O número de grãos por fileiras não diferiram entre si sob os diferentes tipos de tratamento, independentemente da calagem ou não calagem (Tabela 3). Esses resultados corroboram com os obtidos por CAIONI (2015), onde não houve diferença para o número de grãos por fileira e nem interação entre os fatores testados. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que estas características serem mais condicionadas pelo genótipo que pela exigência em molibdênio. Maiores valores para número de fileiras por espiga foram obtidos no solo sem correção da acidez, para a aplicação via semente e para a dose de 300 g, em relação ao solo corrigido. Também não houve diferenças significativas entre os demais tratamentos.

Tabela 3. Número de grãos/fileira e de fileiras/espiga de milho em função da aplicação de calcário em superfície e adubação com molibdênio na cultura do milho em plantio direto.

TRATAMENTOS	Nº de grãos/fileira		Nº fileiras/espiga	
	Com Calagem	Sem Calagem	Com Calagem	Sem Calagem
T1: 200 g via semente	37,0 a	34,3 a	15,3 B a	17,3 A a
T2: 200 g junto ao NPK	35,3 a	34,0 a	16,0a	16,7a
T3: 100 g via foliar	34,3 a	35,0 a	16,0a	16,7a
T4: 200 g via foliar	35,0 a	35,7 a	17,3a	16,7a
T5: 300 g via foliar	36,0 a	39,0 a	15,3 B a	17,3 A a
T6: 400 g via foliar	36,0 a	36,0 a	16,7a	17,3a
T7: Sem Mo	35,0 a	37,3 a	16,0a	16,7a
C.V (%)	6,3		6,89	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha ou minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. C.V= Coeficiente de Variação.

Para o peso de 1000 grãos os tratamentos com 100 g e 300 g de molibdênio via foliar, ambos no solo sem calagem, obtiveram melhores resultados 273,7 e 292 g, respectivamente (Tabela 4). As diferenças entre os tratamentos no solo com calagem não foram significativas. Já no solo sem correção, maior valor foi verificado com a aplicação de 300 g de Mo via foliar, estatisticamente superior à testemunha e a aplicação via semente. Isso pode ser em função da menor disponibilidade de Mo em solos com baixo pH e por um possível efeito salino do molibdato sobre as sementes. CAIONI (2015), analisando os resultados para massa de mil grãos notou aumento linear deste componente de produção, chegando a 254 e 262 g, respectivamente. Estes resultados demonstram, mais uma vez, o efeito benéfico da adubação molíbdica.

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de outubro de 2015



II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva



Para o fator produtividade os melhores tratamentos foram o de 100 g de Mo via foliar e o de 200 g de Mo via foliar, ambos os tratamentos sem calagem, obtiveram melhores resultados 173,3 e 172 sacas por hectare, respectivamente (Tabela 4). Isso provavelmente ocorreu em função da menor disponibilidade no solo sem calagem. Não houve diferenças estatísticas entre a testemunha e os demais tratamentos no solo sem calagem nem no solo corrigido superficialmente. A calagem superficial não foi eficiente para aumentar a produtividade do milho. Diferente de CAIONI (2015), onde todos os tratamentos que receberam adubação molíbdica apresentaram efeito linear com relação à produtividade de grãos.

Tabela 4. Massa de 1000 grãos e produtividade de milho em função da aplicação de calcário em superfície e adubação com molibdênio na cultura do milho em plantio direto.

TRATAMENTOS	Massa de 1000 grãos		Produtividade	
	Com Calagem	Sem Calagem	Com Calagem	Sem Calagem
T1: 200 g via semente	250,3a	252,7b	158,7a	157,0a
T2: 200 g junto ao NPK	262,3a	258,0 a b	148,7a	163,0a
T3: 100 g via foliar	248,7 B a	273,7 A a b	142,0 B a	174,3 A a
T4: 200 g via foliar	246,7a	260,3a b	139,7 B a	172,0 A a
T5: 300 g via foliar	257,7 B a	292,0 A a	161,0a	183,3a
T6: 400 g via foliar	247,3a	258,7a b	160,0a	175,3a
T7: Sem Mo	255,3a	254,0b	164,7a	170,7a
C.V (%)	5,26		11,05	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha ou minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. C.V= Coeficiente de Variação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As adubações molíbdicas (100 g e 200 g de Mo) via foliar, em solo sem calagem promoveram maiores produtividades na cultura do milho em plantio direto que no solo corrigido superficialmente.

A calagem superficial não aumentou a produtividade do milho em plantio direto.

AGRADECIMENTOS

Pirenópolis – Goiás – Brasil

20 a 22 de outubro de 2015

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Goiás (UEG) pelo auxílio financeiro para a condução do projeto e pela concessão da bolsa de iniciação científica PBIC/UEG.

REFERÊNCIAS

- CAIONI, S. **Doses de molibdênio e nitrogênio em milho safrinha e efeito residual na cultura da soja em plantio direto.** Ilha Solteira, 2015, 53f
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** – v. 1, n.1 n. 6 – Sexto Levantamento, mar. 2014. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>, Acesso em: 29/03/2014.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In.: FERNANDES, M.S. (Org.). **Nutrição Mineral de Plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. XIV, p.355-375.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2 Ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FANCELI, L.A.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Livroceres: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2o Edição, 2008, 360p.
- FURLANI, A. M.C. Nutrição mineral. In.: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004. cap. 2, p.40-75.
- GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.) **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. p.185-226.
- LOPES, A.C. **Solos sob cerrado:** características, propriedades e manejo. 2. ed.. Piracicaba, S.P.: POTAFOS, 1984. 162 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1995. 889 p.
- PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 75).
- PEREIRA, V. A.; LIMA, J. P. S.; LOPES, G. F. et al. **Aplicação de micronutrientes na cultura do**



II CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG

20 a 22 de Outubro de 2015
Local: Câmpus – Pirenópolis

*Interdisciplinaridade e currículo:
uma construção coletiva*



milho. IN: XXVIII Congresso nacional de milho e sorgo, 2010, Goiânia. Anais..... Goiânia: SBMS, 2010.

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade e características tecnológicas de cultivares de feijão em resposta à calagem superficial em plantio direto. **Bragantia**, v.70, n.1. p.196-205, 2011.

TEIXEIRA, A. R. **Doses de molibdênio nas culturas do milho comum e milho-pipoca. 2006.** 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

TEIXEIRA, K.R.S.; MARIN, V.A.; BALDANI, J.I. **Nitrogenase:** bioquímica do processo de FBN. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 25p. (Documentos, 84).