

## APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES DE ZINCO NA CULTURA DO MILHO

Weslen Diego Martinez<sup>1</sup>; Amilton Mistura<sup>2</sup> e Simone de Melo Santana Gomes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Paranaense –UNIPAR, Umuarama – PR, Curso de Engenharia Agrônômica, Campus Sede Umuarama. Praça Mascarenhas de Moraes, 4282 - Centro, Umuarama - PR, 87502-210. E-mails: <sup>1</sup>weslenmartinez@gmail.com; <sup>2</sup>amiltonmistura@hotmail.com, <sup>3</sup>simonemelo@unipar.br

*RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de zinco foliar na cultura do milho em diferentes dosagens. O experimento foi realizado no município de Rancho Alegre D'Oeste, em delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por aplicações foliares de diferentes doses de sulfato de zinco (0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 %). As variáveis respostas mensuradas foram índice de clorofila, altura de planta e de inserção da primeira espiga, diâmetro do primeiro entre nó, comprimento e diâmetro do último entre nó, comprimento e diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga e massa de 500 grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Os resultados não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos em todas as variáveis analisadas, embora tenha ocorrido um incremento de zinco nos tecidos foliares da cultura.*

*PALAVRAS CHAVE: micronutriente, óxido de cálcio, Zea mays*

## FOLIAR APPLICATION OF ZINC DOSES IN CORN

*ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of foliar zinc application on corn crop in different strengths. The experiment was conducted in Rancho Alegre D'Oeste city, in a randomized block design with five treatments and five repetitions. The treatments consisted of foliar applications of zinc sulfate different dosages (0.0, 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0 %). The variables measured responses were chlorophyll index, plant height and the first ear height, diameter of the first among knot, length and diameter of the latter between node length and ear diameter, number of rows per ear and mass of 500 grains. The dates were subjected to analysis of variance at 5% probability. The results showed no statistical differences between treatments in all variables, although there was zinc increased in the leaves of the crop.*

*KEY WORDS: micronutrient, calcium oxide, Zea mays*

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), originário do México, é uma espécie da família *Poaceae*, que pode ser cultivado em altitudes que oscilam desde os níveis dos mares até 3000 metros. É o cereal mais cultivado no planeta (SEAB, 2014), em função de sua alta capacidade produtiva, composição química e valor nutricional, tendo várias aplicações que vão desde a alimentação animal até humana (Embrapa, 2009).

Na safra 2014/2015, a área cultivada com milho, em primeira safra no Brasil, foi estimada em 6109,3 mil ha, totalizando 30306,7 mil toneladas, com uma produtividade final

de 4961 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015).

O milho é uma cultura exigente em nutrientes, sendo nitrogênio e potássio macronutrientes mais exigidos (Embrapa, 2005). Em relação aos micronutrientes, o zinco é o que mais limita à produção de milho, devido sua alta sensibilidade a deficiência de Zn (Prado et al, 2008), além disso, o zinco é o segundo micronutriente mais extraído pela cultura do milho com 48,4 g t<sup>-1</sup> de grãos e o mais exportado, com 27,6 g t<sup>-1</sup> grãos, demonstrando a importância desse nutriente para a cultura (Pauletti, 2004), pois de acordo com Mengel e Kirkby (1987), o zinco tem função de ativar enzimas em vários processos metabólicos, dentre eles na produção do triptofano, que é precursor das auxinas, que são responsáveis pelo crescimento de tecidos da planta. Segundo Graham e Welch (1996), dentre os solos que são destinados à produção de grãos, 50% apresentam deficiência de zinco.

No entanto, existem dificuldades em distribuir uniformemente o zinco no solo, pelo fato da baixa quantidade requerida pela planta. Por isso, a aplicação de zinco foliar visa ter uma maior eficiência e uniformidade na distribuição durante a aplicação. Além disso, Prado et al. (2008) relata em seu trabalho, em solo de textura argilosa, que a absorção de zinco pelas folhas foi maior que via solo, e segundo Arzolla et al. (1962), a aplicação de zinco foliar em cafeeiros teve absorção oito vezes maior do que aplicado em solo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar de zinco na cultura do milho em diferentes dosagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2015/2015, em condições de campo, no Sítio São José, município de Rancho Alegre D'Oeste, região Noroeste do Paraná. A propriedade se situa geograficamente a 24°38'22.72" de latitude sul e 53°00'35.50" de longitude oeste, com altitude de 461 m. A classificação do solo, segundo Embrapa (2013), é LATOSSOLO VERMELHO distrófico, cujas características químicas e físicas estão demonstradas na tabela 1.

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo

pH	P	Zn	M.O	K <sup>+</sup>	CTC	V	Areia	Silte	Argila
CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>		g dm <sup>-3</sup>	--- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----		-----%-----			
4,76	7,66	5,63	2,86	0,30	13,87	51,77	22,2	18,9	58,90

De acordo com a interpretação da análise química, aplicou-se 3,3 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, com PRNT 75%, para elevar a saturação de bases a 70% (Rolas, 2004).

No experimento foi cultivado um híbrido simples modificado, AG 9010 PRO, superprecoce. As sementes foram tratadas em tambor rotativo, com 150 mL 60000 sementes<sup>-1</sup> do inseticida thiamethoxan (Cruiser<sup>®</sup>), cobalto 0,4% e molibdênio 4% (Stimu TS premium<sup>®</sup>) na dose de 200 mL 60000 sementes<sup>-1</sup> e 150 mL 60000 sementes<sup>-1</sup> de inoculante líquido *Azospirillum* (Masterfix L gramineas<sup>®</sup>).

A semeadura foi realizada sob resíduo de soja em dois de março de 2015, com uma semeadora PP Solo Baldan, com nove linhas de semeadura, com espaçamento de 0,425 m. Foi aplicada a dose de 340 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado NPK 12-26-16 + 0,26% de zinco, com uma densidade de 2,5 plantas metro<sup>-1</sup>, posicionando 58800 sementes ha<sup>-1</sup>, estabelecendo uma população de 53000 plantas ha<sup>-1</sup> e 2,25 plantas metro<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas com 15,36 m<sup>2</sup> (3,46 m X 4,44 m), sendo os tratamentos compostos de sulfato de zinco (Zn SO<sub>4</sub>), e óxido de cálcio (CaO), demonstrados na Tabela 2, aplicados foliarmente em um volume de 0,6 litros parcela<sup>-1</sup>.

TABELA 2. Composição dos tratamentos utilizados no experimento, aplicados com pulverizador no estadio V8

Tratamentos	ZnSO <sub>4</sub> <sup>*</sup>	CaO <sup>**</sup>
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----	
T1	0,0	0,0
T2	0,5	0,25
T3	1,0	0,5
T4	2,0	1,0
T5	4,0	2,0

\*ZnSO<sub>4</sub> – Sulfato de zinco.

\*\*CaO - Oxido de cálcio.

No decorrer do experimento, devido à alta pressão de percevejos, aplicou-se os inseticidas, nas respectivas datas e dosagens, aos dois dias antes da emergência e aos dois, cinco, sete, 10 e 14 dias após a emergência (DAE), conforme Tabela 3.

**TABELA 3.** Inseticidas aplicados na cultura do milho nas respectivas datas e dosagens

Inseticida	DAE	Dosagem (L ha <sup>-1</sup> )
tiametoxam + lambdacialotrina (Engeo <sup>tm</sup> Pleno)	2 <sup>1</sup>	0,3
imidacloprido + beta-ciflutrina (Connect <sup>®</sup> )	2	1,00
imidacloprido + bifentrina (Galil <sup>®</sup> )	5	0,4
tiametoxam + lambdacialotrina (Engeo <sup>tm</sup> Pleno)	7	0,3
zeta-cipermetrina (Mustang <sup>®</sup> 350 EC)	10	0,2
imidacloprido + bifentrina (Galil <sup>®</sup> )	14	0,4

DAE = dias após emergência

<sup>(1)</sup> = dias antes da emergência

Aos 18 DAE (V5) aplicou-se 110 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura. Aos 20 DAE houve a aplicação do herbicida atrazina (Primoleo<sup>®</sup>), na dose 2 L ha<sup>-1</sup>, para o controle de plantas invasoras, e aos 30 DAE houve a aplicação de fungicida Priori xtra<sup>®</sup> na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup>.

Quando a cultura encontrava em V8 houve a aplicação, com pulverizador costal manual, na vazão de 0,6 L parcela<sup>-1</sup>, de sulfato de zinco e óxido de cálcio, conforme as dosagens da tabela. A análise química foi realizada aos 54 DAE, coletando-se uma folha do terço médio central, em 10 plantas de cada parcela, armazenadas em sacos de papel, onde foram encaminhadas ao laboratório, cujos resultados estão demonstrados na Tabela 4.

Aos 90 DAE (R3), avaliou-se o teor de clorofila no limbo foliar do milho, com um clorofilômetro da marca ClorofiLOG<sup>®</sup> modelo CFL 1030, em três folhas do terço médio central, em duas plantas, das três fileiras centrais de cada parcela. Aos 153 dias após a semeadura realizou-se a colheita da cultura, onde se procedeu as medições da altura da planta e da inserção da primeira espiga, diâmetro do primeiro entre nó, comprimento e diâmetro do último entre nó, comprimento e diâmetro de espiga, e número de fileiras por espiga, foi utilizado de área útil as três fileiras centrais, eliminando 0,72 m da bordadura. Para massa de 500 grãos, foram coletadas todas as espigas das três fileiras centrais, desconsiderando os 0,72 m da bordadura. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, no programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, não houve significância das variáveis respostas analisadas no experimento (Tabelas 4 e 5).

**TABELA 4.** Número de fileiras por espiga (FE), comprimento (CE) e diâmetro (DE) de espiga, massa de 500 grãos (MG) e altura de planta (AP) de milho híbrido AG 9010 após 153 dias de semeadura – Rancho Alegre D'Oeste/PR.

Tratamento	FE	CE (cm)	DE (cm)	MG (g)	AP (m)
T1	14,4 ns	17,5 ns	4,8 ns	178,2 ns	2,5 ns
T2	14,1	17,7	4,8	177,0	2,5
T3	14,5	17,4	4,8	180,9	2,5
T4	14,2	16,8	4,8	175,3	2,5
T5	14,6	17,1	4,8	179,4	2,5
CV (%) <sup>(1)</sup>	4,27	3,13	1,74	2,62	1,41

<sup>(1)</sup>CV= coeficiente de variação. <sup>ns</sup>Não significativo.

**Tabela 5.** Diâmetro do primeiro entre nó (DPE), comprimento do último entre nó (CUE), altura de inserção da primeira espiga (AIPE), diâmetro do último entre nó (DUE) e índice de clorofila de milho híbrido AG 9010

Tratamentos	DPE (cm)	CUN (cm)	AIPE (m)	DUE (mm)	Clorofila
T1	2,4 ns	15,8 ns	1,1 ns	6,8 ns	6,8 ns
T2	2,4	15,7	1,1	6,7	6,7
T3	2,4	16,4	1,1	6,9	6,9
T4	2,5	16,0	1,1	6,7	6,7
T5	2,3	16,2	1,1	6,9	6,9
CV (%) <sup>(1)</sup>	8,99	3,13	3,69	2,67	5,69

<sup>(1)</sup>CV= coeficiente de variação. <sup>ns</sup>Não significativo.

A ausência de significância dos dados provavelmente esteja relacionada às condições satisfatórias de zinco no solo do referido experimento, que segundo Alvarez et al. (1999), valores superior a 2,2 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, podem ser classificado como muito bom, descaracterizando como fator limitante para o desenvolvimento da cultura de milho. Além disso, Gott et al. (2014) relataram que teores satisfatórios de zinco na folha, oscilam entre 19,4 a 32,3 mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca, valores supridos em todos os tratamentos, representado na Tabela 6, sendo assim suficientes para atender as necessidades da cultura. Consiste em um micronutriente importantíssimo, pois participa como componente de diversas enzimas, como as proteinases e peptidases (Borkert, 1989).

Resultado semelhante a este foi publicados por Barbosa et al. (1990), que verificaram que em solos com concentrações de zinco, em torno dos  $5 \text{ mg dm}^{-3}$ , semelhante ao obtido no experimento (Tabela 1), as plantas de milho tiveram um aumento médio no comprimento dos entre nós. Embora não tenha havido diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos do experimento, notou-se contraste com a altura relatada pela empresa produtora de sementes, cuja altura de inserção da espiga aproximaria de 1,0 metro, mas que nas observações experimentais, verificou-se 1,10 m (Tabela 5), provavelmente devido a incrementos de zinco no tecido vegetal.

Por outro lado, Ribeiro et al. (2008), trabalhando com a cultura do arroz, relataram que a aplicação de zinco não influenciou na altura das plantas quando comparado com ao tratamento testemunha. Domingues et al. (2008) também relataram a ausência de significância entre os tratamentos que receberam ou não a aplicação de zinco no solo para as variáveis comprimento de espiga, número de fileiras e massa de 100 grãos.

Portanto, os dados demonstram que o zinco não foi o fator limitante para a cultura, já que de acordo com a lei do mínimo, proposta por Liebig, um nutriente não irá suprir a necessidade do outro que está deficitário.

Quanto à análise foliar, aos 90 DAE (Tabela 6), demonstrou aumento de zinco nas folhas, quanto maior a dosagem aplicada.

**TABELA 6.** Análise foliar de milho híbrido AG 9010 54 dias após a emergência

Tratamentos	M.S.D (%)	M.O.T (g kg <sup>-1</sup> matéria seca)	Zn (mg kg <sup>-1</sup> matéria seca)
	21,61	921,01	32,57
T1	21,47	926,21	99,40
T2	21,30	922,44	265,55
T3	23,65	923,56	302,55
T4	21,65	921,87	519,06
T5			

M.S.D – Matéria seca definitiva

M.O.T – Matéria orgânica total

Nota-se na Tabela 6 que os valores de zinco variaram de 32,57, para tratamento testemunha até 519 mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca no tratamento T5, onde foi utilizado a maior dosagem de sulfato de zinco (4%). Assemelham-se ao presente trabalho os resultados de Rosolem e Franco (2000), que demonstraram que a produção de matéria seca não foi afetada com aplicação foliar de zinco. Apesar dos valores de zinco nas folhas serem considerados

altos, não foram identificados sintomas de toxidez nas plantas de milho em nenhum dos tratamentos. Segundo Krotz et al (1990), o zinco é aparentemente retido nos vacúolos, complexado com ácidos orgânicos, o que pode prevenir a toxidez.

Rosolem e Franco (2000) verificaram que a adubação de zinco foliar, na concentração de 0,5%, aplicados repetidamente por cinco vezes na cultura do milho a cada seis dias, elevou os teores de zinco na parte aérea, acima dos 325 mg kg<sup>-1</sup>. Apesar do valor, não observaram problemas de toxidez. Por fim, Ribeiro et al (2008) também verificaram na cultura do arroz, que a aplicação de zinco foliar proporcionou maior teor de zinco na parte aérea das plantas.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi realizado não houve necessidade de fazer aplicações complementares de zinco via folha, pois não resultou em incrementos nos parâmetros vegetativos nem nos componentes de produtividade da cultura do milho.

## REFERÊNCIAS

Alvarez, V. V. H.; Novaes, R. F.; Barros, N. F.; Cantarutti, R. B.; Lopes, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A.C.; Guimaraes, P. T. G.; Alvarez V., V. H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação. Viçosa: **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**, 1999. p. 25-32.

Arzolla, J.D.P.; Haag, P.H.; Malavolta, E. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. VIII. Estudos da absorção e da translocação do radiozinco no cafeeiro. **Anais da ESALQ**, v.19, p.35-52, 1962.

Barbosa Filho, M. P.; Dynia, J. F.; Zimmermann, F. J. P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 3, p. 333-338, 1990.

Borkert, C. M. Micronutrientes na planta. In: Büll, L.T.; Rosolem, C.A. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu: **Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais**, 1989. p.309-329.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos de safra**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_18\\_10\\_30\\_18\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_agosto_2015.pdf)>. Acesso em: 5 ago. 2015.

Domingues, M. R., Buzetti, S., Alves, M. C., & Sasaki, N. Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada. **Científica**, v. 32, n. 2, p. 147-151, 2008.

Embrapa. **Introdução e importância econômica do milho**. 2009. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

Embrapa. **Nutrição e adubação de milho**. 2005. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/deficiencia/deficiencia.html>>. Acesso em: 5 ago 2015.

Embrapa - Empresa brasileira de pesquisa agropecuária - **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

Ferreira, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010

SEAB. **Milho Safra 2014/15**. 10 p. 2014. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho\\_2014\\_15.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2014_15.pdf). Acesso em 12 de nov. 2015.

Gott, R. M., de Aquino, L. A., de Carvalho, A. M., dos Santos, L. P., Nunes, P. H., & Coelho, B. S. Índices diagnósticos para interpretação de análise foliar do milho. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. v.18, n.11, 2014.

Graham, R. D.; Welch, R. M. Breeding for staple food crops with high micronutrient density. Washington: International Food Policy Research Institute, 1996. IFPRI. **Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients**, 3.

Krotz, R.M.; Evangelou, B.P.; Wagner, G.J. Relationships between cadmium, zinc, Cd-peptide and organic acids in tobacco suspension cells. **Plant Physiol.**, 91:780-787, 1990.

Mengel, K.; Kirkby, E.A. Principles of plant nutrition. Bern: **International Potash Institute**, p.525-536, 1987.

Pauletti, V. Nutrientes: teores e interpretações. **Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária**, 2004.

Prado, R.M.; Romualdo, L.M.; Rozane, D.E.; Vidal, A.A.; Marcelo, A.V. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do milho BRS 1001. **Bioscience Journal**, v.24, p.67-74, 2008.

Ribeiro Correia, M. A., Prado, R. D. M., Collier, L. S., Rosane, D. E., & Romualdo, L. M. Modos de aplicação de zinco na nutrição e no crescimento inicial da cultura do arroz. **Bioscience Journal**, 2008.

Rolas-Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2004. 400p.

Rosolem, C. A.; Franco, G. R. Translocação de zinco e crescimento radicular em milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 807-814, 2000.