

Tratamento de Sementes de Milho com Zinco e Molibdênio: Efeitos na Emergência e no Vigor

Gisele Herbst Vazquez⁽¹⁾; Marcelo Romero Ramos da Silva⁽²⁾; Luiz Sérgio Vanzela⁽²⁾; Lucas Aparecido Pereira Ignácio⁽³⁾.

⁽¹⁾Professora do curso de Agronomia e de pós-graduação em Ciências Ambientais; Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO; Fernandópolis, São Paulo; gisele.vazquez@unicastelo.edu.br; ⁽²⁾Professores do curso de Agronomia; UNICASTELO; ⁽³⁾Estudante do curso de Agronomia; UNICASTELO.

RESUMO: Os micronutrientes são elementos essenciais para que uma planta consiga completar seu ciclo vegetativo. O tratamento de sementes com micronutrientes apresenta vantagens como melhor uniformidade de aplicação, bom aproveitamento pela planta e, redução dos custos de aplicação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com o fertilizante mineral misto GeraRaiz 600® a base dos micronutrientes zinco (Zn) e molibdênio (Mo) na emergência e no vigor de sementes de milho. O trabalho foi conduzido na Unicastelo em Fernandópolis/SP com sementes de milho variedade AL-Avaré. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos com quatro repetições. As sementes foram tratadas com um fertilizante contendo 9,9 g L⁻¹ de Mo e 600,6 g L⁻¹ de Zn nas doses de 200, 300, 600 e 1200 mL por 60.000 sementes, além da testemunha sem tratamento. No laboratório foram feitas as determinações da porcentagem de emergência, primeira contagem da emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), altura de plântula, massa úmida e seca da parte aérea e da raiz, comprimento da parte aérea e da raiz primária e condutividade elétrica. Os resultados obtidos permitiram concluir que o tratamento de sementes de milho com o fertilizante GeraRaiz 600® a base de Zn e Mo reduz a porcentagem de emergência e o vigor das sementes.

Termos de indexação: micronutrientes, qualidade fisiológica, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

Muitos solos brasileiros são carentes em zinco (Zn), seja por gênese ou pelo uso intensivo sem a devida reposição. A carência desse micronutriente se reflete no crescimento e na produção, pois este nutriente é um importante cofator nas reações enzimáticas, participando de vários ciclos

bioquímicos das plantas, como por exemplo, fotossíntese e formação de açúcar, síntese de proteínas, fertilidade e produção de sementes, regulação do crescimento e defesa contra doenças (Marschner, 1995).

Assim como o Zn, o molibdênio (Mo) exerce papel indispensável na planta, atuando ao nível da redutase do nitrato, enzima responsável pela redução do nitrato a nitrito, onde a deficiência do elemento pode comprometer o metabolismo do nitrogênio, diminuindo também o rendimento das culturas (Ritchey et al., 1986).

A sensibilidade da planta à deficiência de micronutrientes varia conforme sua espécie, o milho, por exemplo, possui maior sensibilidade à deficiência de Zn, média a de cobre, ferro e manganês e menor à de boro e Mo.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento de cultivares com elevado potencial produtivo e o uso de solos ácidos e pobres em micronutrientes, tem se elevado o uso de micronutrientes na agricultura.

Os micronutrientes podem ser aplicados no solo via adubação convencional, na parte aérea das plantas via foliar, por meio da fertirrigação ou do tratamento das sementes. O tratamento de sementes apresenta os menores custos para a aplicação, com boa uniformidade de distribuição e bom aproveitamento pela planta (Luchese et al., 2004).

Assim, trabalhos que utilizam diversos micronutrientes no tratamento de sementes são importantes, uma vez que as respostas que se têm até o momento são obtidas de forma isolada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com o fertilizante mineral misto GeraRaiz 600® a base dos micronutrientes zinco (Zn) e molibdênio (Mo) na emergência e no vigor de sementes de milho

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de

Análise de Sementes da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), localizado no município de Fernandópolis/SP.

O material utilizado para a condução do experimento foi constituído por sementes de milho AL-Avaré peneira 22L com porcentagem de germinação de 93%.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, ou seja, doses de Zn e Mo e quatro repetições. A fonte de Zn e Mo foi o fertilizante mineral misto GeraRaiz 600® da empresa Geraquímica, sendo os seguintes tratamentos avaliados:

1. Testemunha
2. 200 mL do fertilizante em 60.000 sementes de milho (1,98 g de Mo e 120,12 g de Zn)
3. 300 mL (2,97 g de Mo e 180,18 g de Zn)
4. 600 mL (5,94 g de Mo e 360,36 g de Zn)
5. 1200 mL (11,88 g de Mo e 720,72 g de Zn)

O tratamento foi manual em sacos plásticos por meio de movimentos aleatórios por cerca de dois minutos e de forma a homogeneizar o contato do fertilizante acrescido de pequena quantidade de água (10 mL por kg) com as sementes. A testemunha recebeu apenas água. As sementes permaneceram por quatro horas em condições ambientes para a secagem do produto e em seguida, foram submetidas aos seguintes testes:

- Emergência (%E) e Primeira contagem da emergência (PCE): foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes em caixas de propileno (dimensões internas 11,5 x 16 x 30 cm) preenchidas com areia esterilizada e umedecida com água a 70% da capacidade de retenção e mantidas irrigadas em casa de vegetação. As contagens das plantas normais emergidas foram feitas aos quatro dias (PCE) e aos sete dias (%E).

- Índice de velocidade de emergência (IVE): foi conduzido juntamente com o teste instalado de emergência. A contagem de plântulas emergidas foi realizada diariamente por sete dias. O cálculo do IVE foi realizado pela fórmula de Maguire (1962).

- Massa úmida (MUPA) e seca da parte aérea (MSPA): no 7º dia após a instalação do teste de emergência todas as plântulas de cada repetição foram cortadas e pesadas em balança de precisão. Este valor foi dividido por 50 de forma a determinar a massa úmida média por plântula. Após as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 h, sendo em seguida pesadas e seu valor dividido por 50, obtendo-se a massa seca média por plântula (mg plântula^{-1}).

- Massa úmida (MUR) e seca da raiz (MSR): no 7º dia após a instalação do teste de emergência, as raízes das plantas de cada repetição foram separadas da areia por meio de lavagem com água

corrente. As determinações seguiram o mesmo procedimento executado para a massa úmida e seca da parte aérea.

- Altura média de plântulas (AP): no 7º dia após a instalação do teste de emergência foi feita a medida de todas as plântulas normais por repetição, que foram somadas e a média obtida pela divisão deste valor por 50.

- Comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz primária (CR): foram efetuadas quatro repetições com dez sementes. As sementes foram acondicionadas sobre uma linha traçada no terço médio superior do papel germitest e de forma a direcionar a ponta da radícula para baixo. Os rolos foram umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e colocados em germinador a 25°C. Após sete dias, com uma régua graduada mensurou-se o CPA e o CR. O comprimento médio de cada estrutura foi obtido somando-se todas as medidas tomadas para cada repetição e dividindo-se por dez.

- Condutividade elétrica (CE): foi realizada com quatro repetições de 50 sementes previamente pesadas em balança analítica, e que foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 ml de água deionizada por 24 h a 25°C. A leitura foi realizada com um condutivímetro Digimed DM-31, expressando-se os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e quando significativos foi realizada a análise de regressão para os modelos lineares e quadráticos, ambos ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas por meio do programa de computador SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A %E das sementes de milho após o tratamento com o fertilizante sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($E = -0,0243x + 96,478$) esperam-se decréscimos no valor da %E, onde o uso de 1200 mL do fertilizante resulta em 67%, ou seja, perdas de 29 pontos percentuais em relação à testemunha.

O fertilizante GeraRaiz 600® é recomendado na dose de 200 a 300 mL em 60.000 sementes. Assim, a dose de 200 mL proporcionaria um decréscimo de 5 pontos percentuais e a dose de 300 mL, de 7 pontos percentuais em relação a testemunha (96%). De maneira contrária Cavalcante et al. (1982) verificaram resultados superiores na porcentagem de germinação das sementes de arroz tratadas com diferentes doses de fertilizantes a base de Zn. Por outro lado, sabe-se que níveis elevados de micronutrientes aplicados às plantas podem causar fitotoxicidade, ou seja, a dose de um elemento deve

ser suficiente para corrigir a sua deficiência sem causar toxicidade.

A PCE das sementes de milho após o tratamento sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($PCE = -0,0647x + 83,573$) esperam-se decréscimos na PCE, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 6%, ou seja, perdas de 78 pontos percentuais em relação à testemunha.

Segundo Barbosa Filho et al. (1982) a prática utilizada em misturar o Zn diretamente às sementes favorece a uniformidade de aplicação e coloca o elemento em contato imediato com as primeiras raízes emitidas. Porém, alguns trabalhos têm demonstrado que micronutrientes associados ao tratamento de sementes causam redução no vigor das plântulas (Ohse et al., 2000), o que concorda com este trabalho.

O IVE das sementes de milho após o tratamento sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($IVE = -0,0047x + 11,765$) esperam-se decréscimos no IVE, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 6,125, ou seja, perdas de 5,64 em relação à testemunha.

De acordo com Ribeiro & Santos (1994), o Zn é um micronutriente considerado ativador enzimático. Segundo esses autores este micronutriente poderia atuar melhorando a porcentagem de germinação e vigor das sementes de menor qualidade, quando estas são enriquecidas com este micronutriente, fato não observado no presente estudo.

Marschner (1995) trabalhando com sementes de milho tratadas com o fertilizante biostimulante Stimulate® contendo em sua formulação concentrações dos micronutrientes Zn e Mo verificou que houve uma redução no vigor das sementes quando comparado à testemunha, determinado através do IVE. Segundo esse autor, estes micronutrientes (Zn e Mo), em excesso, podem causar efeito fitotóxico nas sementes, prejudicando a sua germinação.

A MUPA das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MUPA = -0,1623x + 352,23$) esperam-se decréscimos na MUPA, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 157,47 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 194,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

A MSPA após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MSPA = -0,0223x + 44,236$) esperam-se decréscimos na MUPA das plântulas de milho, onde o uso de 1200 mL do fertilizante resulta

em 17,476 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 26,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

Leal et al. (2007) trabalhando com sementes de milho não observaram diferenças significativas na produção de MSPA e MSR das plântulas de milho com a aplicação de Zn nas sementes, utilizando como fonte sulfato de zinco, o que também ocorreu neste trabalho.

A MUR das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MUR = -0,4346x + 832,15$) esperam-se decréscimos na MUR, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 157,47 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 194,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

A MSR das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($MSR = -0,0467x + 76,52$) esperam-se decréscimos na MSR, onde o uso de 1200 mL do fertilizante resulta em 20,48 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 56,04 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

A AP de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($AP = -0,0223x + 44,236$) esperam-se decréscimos na AP, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 17,476 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 26,76 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

O CPA das plântulas de milho após o tratamento das sementes com o produto sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear decrescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($CPA = -0,0046x + 8,6835$) esperam-se decréscimos no CPA das plântulas, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 3,1635 mg plântula⁻¹, ou seja, perdas de 5,52 mg plântula⁻¹ em relação à testemunha.

O CR das plântulas de milho após o tratamento das sementes sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação polinomial decrescente (**Tabela 1**). A equação obtida ($CR = -0,00002x^2 + 0,0155x + 5,9914$) indica um aumento no CR com o uso de até 387,5 mL de GeraRaiz 600® (ponto de máxima), quando aumentos na dose do produto levariam a decréscimos.

A CE das sementes de milho após o tratamento sofreu interferência significativa ajustando-se a uma equação linear crescente (**Tabela 1**). Pela equação obtida ($CE = 0,0171x + 20,798$) esperam-se acréscimos na CE, onde o uso de 1200 mL do produto resulta em 41,318 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, ou seja, ganhos de 20,52 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em relação à testemunha.

O valor da CE medida em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição de sementes, está, por sua vez, relacionado a integridade das membranas celulares, tendo, assim, sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor de sementes (Aosa, 1983; Marcos Filho et al., 1987). A organização das membranas celulares sofre alterações em função do desenvolvimento das sementes até atingir a maturidade fisiológica, da dessecação antes da colheita e da embebição de água que antecede a germinação das sementes. Assim, após a maturidade fisiológica, a semente atinge uma condição de baixo teor de água, a qual é variável em função das condições ambientais, principalmente da umidade relativa do ar. Logo, com a secagem da semente, as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural, estando tanto mais desorganizadas quanto menor for o teor de água da semente, perdendo assim, temporariamente, sua integridade organizacional (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Quando a semente encontra-se na fase inicial do processo de embebição, a sua capacidade de reorganização das membranas, bem como de reparos de certos danos, físicos e/ou biológicos, que podem ter ocorrido durante o processo de produção, irá influenciar de modo significativo a quantidade de lixiviados que serão liberados a partir da semente. Assim, quanto maior a velocidade com a qual a semente é capaz de restabelecer a integridade das membranas celulares, menor será a quantidade de lixiviados que serão liberados para o meio externo (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

A capacidade de reorganização das membranas celulares e de reparar certo nível de dano é maior para sementes de mais alto vigor, em comparação aquelas de menor nível de vigor. Como consequência tem-se menor valor para CE da solução de embebição de sementes de maior vigor, comparada aquelas de menor vigor (Aosa, 1983).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que o tratamento de sementes de milho com o fertilizante GeraRaiz 600® a base de Zn e Mo reduz a porcentagem de emergência e o vigor das sementes.

REFERÊNCIAS

AOSA. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; CARVALHO, J.R.P. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a

produção de arroz em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1713-1719, 1982.

CAVALCANTE, J.I.V.; SILVEIRA, J.F.; VIEIRA, M.G.G.C. Influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação e vigor de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.3, p.27-33, 1982.

LEAL, R.M.L.; FRACO, C.F.; BRAGHIROLI, L.F.; ARTUR, A.G.; SABONARO, D.Z.; BETTINI, M.; PRADO, R.M. Efeito da aplicação de zinco em sementes sobre a nutrição e a produção de massa seca de plantas de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29 n. 4, p. 491-496, 2007.

LUCHESE, A.V.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LUCHESE, E.B.; BRACCINI, M.C.L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 34, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995, 889p.

OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O.S.; LOPES, S.J.; MANFRON, P.A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.7, n.1, p.73-79. 2000.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. dos; MENEZES, N.L. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agricola**, v.51, p. 481-485, 1994.

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.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de Condutividade Elétrica In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-1 a 2-24.

Tabela 1. Análise de regressão e equações obtidas de acordo com o teste realizado. Valores do coeficiente de determinação (R^2) e do coeficiente de avaliação (CV).

Teste	Equação	R^2	CV%
Emergência	$E = -0,0243x + 96,478$	0,99**	9,1

Primeira contagem da emergência	$PCE = -0,0647x + 83,573$	0,97**	15,9
Índice de velocidade de emergência	$IVE = -0,0047x + 11,765$	0,98**	7,4
Massa úmida da parte aérea	$MUPA = -0,1623x + 352,23$	0,67**	16,9
Massa seca da parte aérea	$MSPA = -0,0223x + 44,236$	0,80**	13,5
Massa úmida da raiz	$MUR = -0,4346x + 832,15$	0,76**	21,9
Massa seca da raiz	$MSR = -0,0467x + 76,52$	0,80**	25,5
Altura de plantas	$AP = -0,0048x + 8,3248$	0,88**	19,0
Comprimento da parte aérea	$CPA = -0,0046x + 8,6835$	0,82**	13,7
Comprimento da raiz	$CR = -2E-05x^2 + 0,0155x + 5,9914$	0,98**	32,1
Condutividade elétrica	$CE = 0,0171x + 20,798$	0,81**	5,1

**altamente significativo ($p < 0,01$)