

QUALIDADE FISIOLÓGICA E CRESCIMENTO INICIAL DE SEMENTES DE MILHO RECOBERTAS COM MICRONUTRIENTES

Lizandro Ciciliano Tavares¹, Sandro de Oliveira¹, Elisa Souza Lemes¹, Géri Eduardo Meneghello¹

¹Universidade Federal de Pelotas - RS, E-mail: lizandro_cilianotavares@yahoo.com.br, sandrofaem@yahoo.com.br, lemes.elisa@yahoo.com.br, gmeneghello@gmail.com

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de milho com zinco, boro e molibdênio na qualidade das sementes tratadas e no crescimento inicial das plântulas. O tratamento de sementes com zinco, boro e molibdênio não afeta a germinação e o comprimento de parte aérea do milho. As taxas de crescimento relativo e de assimilação líquida, no último período de avaliação (28-35 DAE) apresentaram incremento até a dose de 50 mL.100 kg⁻¹ sementes.

Palavras-chave: Germinação, micronutrientes, recobrimento de sementes, vigor, *Zea mays*

PHYSIOLOGICAL QUALITY AND INITIAL GROWTH OF CORN SEED COATED WITH MICRONUTRIENTS

ABSTRACT

This paper evaluates the effect of treatment of the maize seeds with zinc, boron and molybdenum on the quality of seeds and early seedling growth. The seed treatment with zinc, boron and molybdenum does not affect the germination and the length of shoots of maize. The relative growth rates and net assimilation in the last evaluation period (28-35 DAE) show an increase up to a dose of 50 mL 100 kg⁻¹ seeds.

Keywords: Germination, micronutrient, seed coating, vigor, *Zea mays*

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) possui importância incontestável no cenário agrícola, pois é um alimento energético

utilizado na alimentação humana e animal. A produção mundial de milho para a safra 2012/2013 está estimada em 854 milhões de toneladas (USDA, 2013). Segundo Stasinskiet al. (2013), a projeção para a

produção de milho no Brasil na safra 2012/13 deve ficar em 76 milhões de toneladas, aumentando 4,2% em comparação a safra anterior. Para conseguir melhores resultados de produção, buscam-se novas tecnologias capazes de amenizar problemas relacionados a fatores climáticos, doenças, pragas e deficiências nutricionais. O uso de sementes de alta qualidade, juntamente com produtos que auxiliem o desempenho destas no campo, é fundamental para se obter um bom estande inicial. Em geral, as quantidades de micronutrientes requeridas pelas plantas de milho são pequenas, dificultando a distribuição uniforme destes nutrientes quando a aplicação é feita de maneira tradicional, sendo o tratamento de sementes uma forma de amenizar tal problema, pois ficarão aderidos às sementes. No Brasil mais de 70% das sementes de milho recebem tratamento industrial, sendo que destas 97% são tratadas com fungicidas, 90% com inseticidas, 15% com nematicidas e 15% com micronutrientes, (OLIVEIRA et al., 2013), além da aplicação de produtos de recobrimento à base de polímeros, que asseguram uma cobertura e aderência uniforme às mesmas, com objetivo de proteger as sementes e aumentar o seu desempenho no campo (BAUDET & PESKE, 2006).

Os micronutrientes exercem funções no metabolismo das plantas, atuando principalmente como ativadores e componentes estruturais de enzimas (LOPES, 1989). Dentre os micronutrientes, destaca-se, na cultura do milho, o Zinco (Zn) que participa de funções vitais como crescimento e maturação, atuando em vários processos metabólicos, fotossíntese, síntese de proteínas, redução de nitratos, influência na permeabilidade da membrana e é estabilizador de compostos celulares. O milho possui alta sensibilidade à deficiência de zinco sendo que no Brasil este é o micronutriente que mais limita a produção desta cultura, devido à baixa concentração do mesmo em solos tropicais (PRADO, 2008), e considerando-se o fato de que o milho é uma das plantas que mais responde positivamente à aplicação de zinco no solo (GALRÃO & MESQUITA FILHO, 1981). O boro (B), por outro lado, é indispensável à germinação do grão de pólen, ao crescimento do tubo polínico e, conseqüentemente, à fecundação da flor (MARSCHENER, 1995), além de estar relacionado ao metabolismo de carboidratos, ao transporte de açúcares, à síntese de RNA e de DNA e de fito-hormônios, à formação das paredes celulares, à divisão celular e ao desenvolvimento de tecidos (DECHEN,

1988; BORKET, 1989). Por fim, o molibdênio (Mo) é o micronutriente requerido em menor quantidade pelas plantas, sua principal função está associada ao metabolismo do nitrogênio (N), e relaciona-se às enzimas redutase do nitrato e nitrogenase, de modo que os sintomas de deficiência de Mo confundem-se com os sintomas de deficiência de N (MARSCHENER, 1995), portanto, qualquer deficiência do elemento pode comprometer o metabolismo do nitrogênio, diminuindo o rendimento das culturas.

O tratamento de sementes com micronutrientes possibilita aumentos na produtividade, quando comparado a não utilização destes elementos, principalmente em regiões que adotam elevados níveis tecnológicos de manejo das culturas (ÁVILA et al., 2006), evidenciando com isso a eficiência da técnica. Nesse sentido o tratamento de sementes com zinco, boro e molibdênio pode ser uma eficiente alternativa para a correta distribuição dos nutrientes, em quantidades exatas para suprir as exigências nutricionais nos estádios iniciais das plantas.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de milho com zinco, boro e molibdênio na qualidade

das sementes e no crescimento inicial das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido durante a safra agrícola 2011/2012, no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) e em casa de vegetação, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. Foram utilizadas sementes do milho híbrido AG9045.

As sementes foram tratadas com produto comercial composto por zinco, boro e molibdênio nas concentrações de 1,23, 41,82 e 43,05 g L⁻¹ de produto, respectivamente. Os tratamentos foram compostos pelas seguintes doses: 0, 50, 100, 150 e 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes. O tratamento das sementes foi realizado de acordo com a metodologia recomendada por Nunes (2005).

Os nutrientes foram colocados diretamente no fundo de um saco plástico (20 cm x 30 cm) e espalhados até uma altura de 15 centímetros, sendo em seguida colocados 0,2 kg de sementes no interior do saco plástico, agitando-os por 3 minutos; posteriormente as sementes foram postas para secar em temperatura ambiente durante 24 horas.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes: Germinação (G) foi realizada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por repetição de cada tratamento, as quais foram dispostas em rolos de papel *germitest*, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e a avaliação realizada no sétimo dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Primeira contagem da germinação (PCG): realizada conjuntamente com o teste de germinação, foi avaliada a percentagem de plântulas normais ao quarto dia após a semeadura. Comprimento da parte aérea e raiz (CPA e CR): realizado com quatro repetições de 20 sementes para cada tratamento. Utilizou-se como substrato rolos de papel *germitest*, previamente umedecidos na proporção 2,5 vezes o peso do papel, sendo as sementes distribuídas em duas linhas retas longitudinais no terço superior do papel. Após a confecção dos rolos, os mesmos foram mantidos em germinador a uma temperatura constante de 25°C (NAKAGAWA, 1999). No quarto dia após a semeadura determinou-se o comprimento da parte aérea e da raiz de dez plântulas normais no quarto dia após a semeadura,

com auxílio de uma régua graduada em milímetros.

Realizou-se semeadura e condução do experimento até 35 dias após a emergência em casa de vegetação. A semeadura foi realizada em canteiro preenchido com solo coletado do horizonte A₁ de um Planossolo Háplico eutrófico solódico (STRECK et al., 2008), pertencente à unidade de mapeamento de Pelotas. A adubação foi realizada de acordo com CFQS RS/SC (Comissão de Fertilidade e Química do Solo – RS/SC, 2004), exceto para os micronutrientes avaliados neste experimento. O crescimento inicial foi avaliado através das seguintes determinações: Altura de Planta (AP), Área Foliar (AF), e Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA). Para essas determinações, 10 plantas foram coletadas por tratamento, cortadas ao nível do solo, aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a emergência (DAE). A área foliar foi mensurada utilizando-se determinador fotoelétrico (Área Meter, modelo LI-3100 Li-cor Ltda.) que fornece leitura direta em cm^2 . Para determinação da altura da planta, realizou-se a medição com régua milimetrada, sendo os resultados expressos em centímetros. Para obtenção da matéria seca da parte aérea, as plântulas foram mantidas por um período de 72 horas na estufa a 60°C , e após pesadas em

balança analítica, sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

Com os resultados da área foliar e massa seca foram determinadas: taxa de crescimento da cultura – TCC (mg pl⁻¹ dia⁻¹); taxa de crescimento relativo – TCR (mg mg⁻¹ dia⁻¹); taxa de assimilação líquida – TAL (mg cm⁻² dia⁻¹). Essas determinações basearam-se na metodologia descrita em Gardner et al. (1985), em que: $TCC = (MS_2 - MS_1)/(T_2 - T_1)$; $TCR = (\ln MS_2 - \ln MS_1)/(T_2 - T_1)$; $TAL = (MS_2 - MS_1)/(T_2 - T_1) * (\ln AF_2 - \ln AF_1)/(AF_2 - AF_1)$; onde: MS: massa seca (mg), T: tempo (Dias), AF: área foliar (cm²).

Para avaliação da qualidade fisiológica utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, e para a avaliação do crescimento inicial o delineamento utilizado foi em blocos casualizados, ambos com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e analisados por regressão polinomial. Dados expressos em percentagem foram submetidos à transformação $\text{Arcsen}(\text{raiz}(x/100))$.

Para a análise estatística foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat

versão 1.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados os dados referentes à primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G) e comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR)(Figura 1). Constatou-se que não houve diferença significativa para a variável germinação, no entanto para a variável primeira contagem da germinação, a porcentagem de plântulas normais em comparação com a não aplicação do produto (controle) foi 13,5 pontos percentuais, superior ao obtido com a aplicação da maior dose (Figura 1A). Tais resultados discordam dos encontrados por Ávila et al. (2006) que obtiveram aumentos na germinação e no vigor de sementes de milho tratadas com Zn, Mo e B. Na cultura do arroz, Leite et al. (2011) não obtiveram efeitos significativos na aplicação de Boro em diferentes estágios do ciclo da cultura nos parâmetros germinação e vigor das sementes. Na pesquisa de Tunes et al. (2012), não foram detectadas diferenças na germinação de sementes de trigo tratadas com zinco.

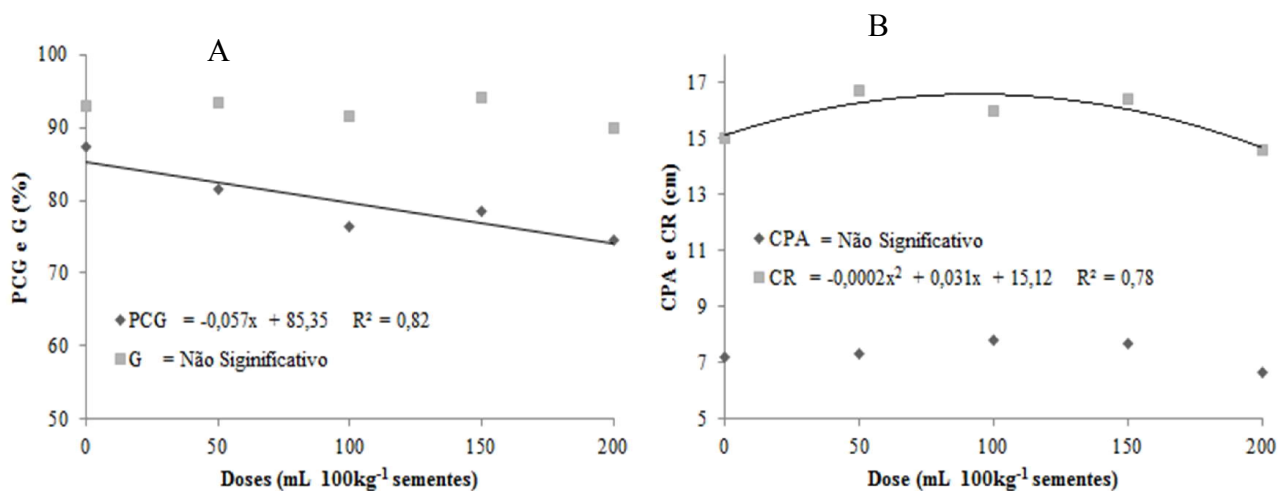


Figura 1. Primeira contagem da germinação e germinação (A), comprimento da parte aérea e raiz (B) de sementes de milho tratadas com zinco, boro e molibdênio, Pelotas-RS, Brasil, 2013.

Os dados obtidos (Figura 1B) mostram que o comprimento de parte aérea não respondeu ao aumento das doses, já a variável comprimento de raiz apresentou comportamento quadrático, sendo observado que o ponto de máximo crescimento radicular corresponde a dose de 77,5 mL.100kg⁻¹ sementes. Ohse et al. (2000/2001), trabalhando com tratamento de sementes de arroz irrigado com micronutrientes, verificaram incrementos nos valores de 9,3, de 5,1 e 6,6% em relação à testemunha pela aplicação de zinco sobre o comprimento da parte aérea, das raízes e total de plântulas, respectivamente, entretanto, os tratamentos Zn+B e B+Cu apresentaram menor comprimento médio de plântulas, o que se deve, provavelmente à

algum efeito antagônico entre esses micronutrientes.

O comportamento apresentado pela regressão polinomial dos períodos de avaliação para altura de planta (Figura 2A) foi linear decrescente, exceto na primeira avaliação (7 DAE), onde não foi observada diferença significativa entre os resultados.

Os períodos de avaliação 14, 28 e 35 DAE apresentaram menor crescimento na ordem de 0,065, 0,074 e 0,165 cm, para cada aumento na dose do produto, respectivamente. Já o período de 21 DAE apresentou comportamento quadrático, obtendo incremento na altura da planta até a dose de 40 mL.100 kg⁻¹ sementes. Os dados referentes à área foliar (Figura 2B) apresentaram o mesmo comportamento que

a variável altura de planta, à exceção do último período de avaliação, quando se obteve menor crescimento. Nos períodos de avaliação 14, 21, 28 e 35 DAE para área foliar se obteve menor crescimento na ordem de 0,098, 0,32, 0,36 e 1,42 cm² por unidade de aumento da dose do produto, respectivamente.

Em contraposição, Santos & Ribeiro (1994) observaram aumentos de 21,7 e 33,4% na altura e na área foliar das plantas de milho, respectivamente, com a aplicação de 2,5 g kg⁻¹ sementes de Zn, na forma de sulfato de Zn. Nos primeiros períodos de avaliação (7, 14 e 21 DAE) não houve resposta significativa com o aumento das doses para massa seca da parte aérea (MSPA) (Figura 2C).

De modo diferente ao que ocorreu nos dois últimos períodos de avaliação (28 e 35 DAE), onde as doses interferiram de forma linear, a MSPA sofreu redução na ordem de 0,0034 g por unidade de aumento das doses do produto para o período de 28 DAE e em 0,0092 g por unidade de aumento das doses do produto para o período de 35 DAE. Estes resultados concordam com os obtidos por Pessoa et al. (2000) que verificaram menor produção de matéria seca

da parte aérea e raiz de plântulas oriundas de sementes de milho tratadas com boro. Leal et al. (2007) não observaram diferença significativa na produção de massa seca da parte aérea, raízes e planta inteira das plântulas de milho aos 28 dias de cultivo, com a aplicação de zinco nas sementes, utilizando como fonte sulfato de zinco.

Prado et al. (2007), trabalhando com sementes de milho cv. Fort, verificaram que a utilização de Zn em sementes influencia o crescimento inicial, porém a fonte utilizada também, sendo o óxido de zinco mais eficiente que o sulfato de zinco.

Foram avaliadas as variáveis altura de planta (cm), área foliar (cm²) e massa seca da parte aérea (g) de plântulas de milho tratadas com doses de Zn, B e Mo ao longo do tempo (Figura 3). Para altura de planta no final da avaliação na dose mais elevada, obteve-se diferença de 26,06 cm (16,26%) em relação à testemunha (controle). A área foliar na dose mais elevada também apresentou menor crescimento com uma diferença de 217,52 cm² (48,16%) em comparação com a não aplicação do produto (controle). Na MSPA (Figura 3C) a redução que ocorreu ao longo do tempo foi de 1,88 g (54,13%) em relação à testemunha.

QUALIDADE FISIOLÓGICA E CRESCIMENTO INICIAL DE SEMENTES DE MILHO RECOBERTAS COM MICRONUTRIENTES

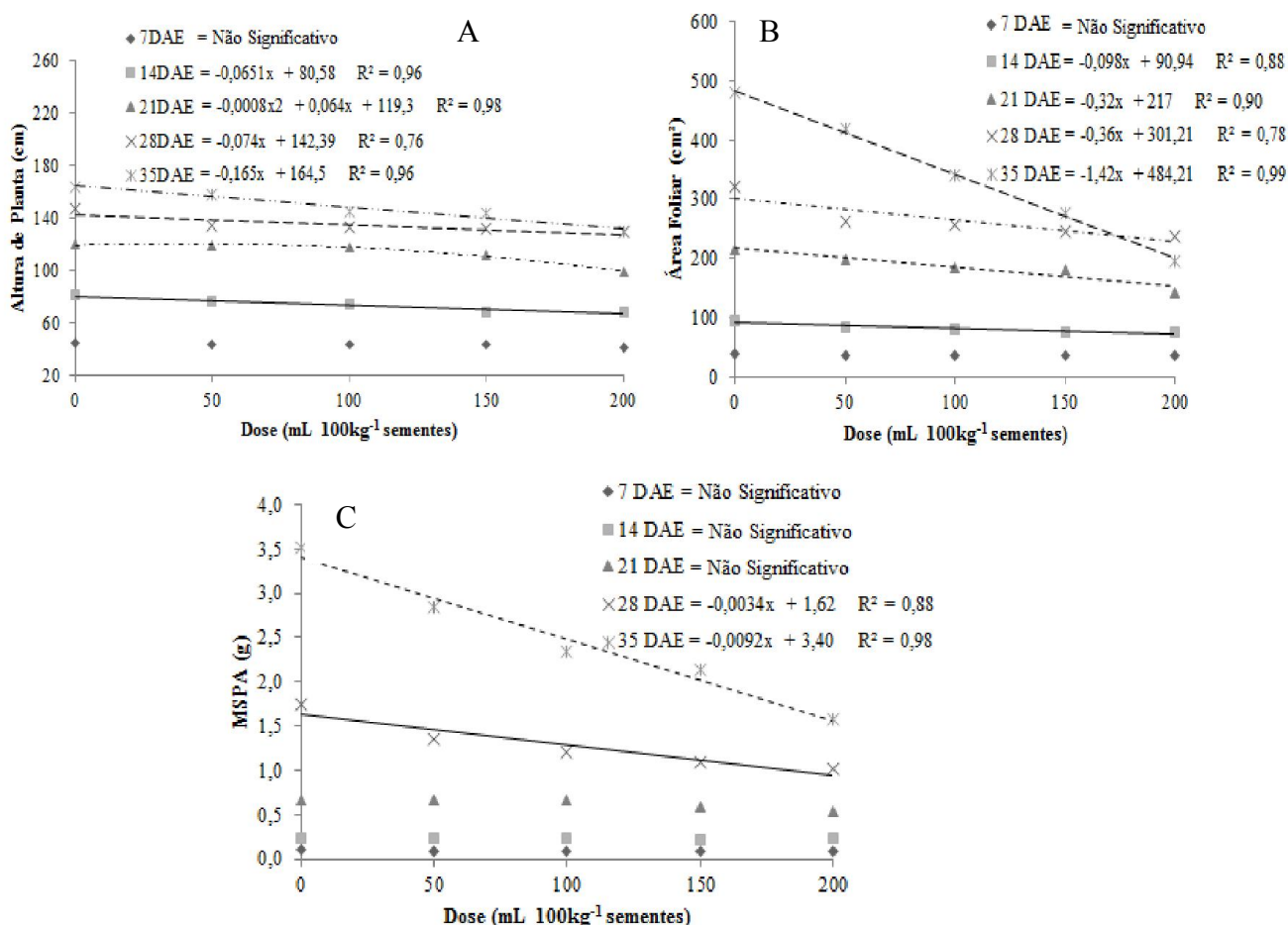


Figura 2. Altura de plântula (A), área foliar (B) e massa seca da parte aérea (C), de plântulas oriundas de sementes de milho recobertas com zinco, boro e molibdênio, Pelotas-RS, Brasil, 2013.

A taxa de assimilação líquida (TAL) para os primeiros períodos de avaliação (7-14 e 14-21 DAE) não respondeu de forma significativa ao aumento das doses do produto (Figura 4A).

Na avaliação realizada 21-28 DAE obteve-se um menor crescimento de $0,0006 \text{ mg cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ por unidade de aumento das doses do produto. Já a avaliação realizada no período de 28-35 DAE, a TAL apresentou maior taxa incremento até a dose de $50 \text{ mL } 100 \text{ kg}^{-1}$ sementes.

A taxa de assimilação líquida (TAL) reflete a dimensão do sistema assimilador que está envolvida na produção de matéria seca, ou seja, é uma estimativa da taxa de fotossíntese líquida, sendo dependente de fatores ambientais, principalmente da radiação solar (HUXLEY, 1967).

Semelhantemente, a taxa de crescimento relativo (TCR) respondeu de forma significativa somente nos últimos períodos de avaliação (Figura 4B).

Semelhantemente, a taxa de crescimento relativo (TCR) respondeu de forma significativa somente nos últimos períodos de avaliação (Figura 4B).

O comportamento da regressão linear para o período de 21-28 DAE foi quadrático negativo, obtendo o ponto de mínima na dose de 100 mL.100kg⁻¹ sementes. Diferentemente, o período de 28-35 DAE o comportamento foi quadrático positivo,

estimulando a TCR até a dose de 50 mL.100kg⁻¹ sementes, após essa dose ocorre reduções na TCR. O decréscimo linear da matéria seca com o aumento das doses (Figura 2C) pode justificar os resultados obtidos para essa variável.

A avaliação realizada nos períodos de 0-7, 7-14, 14-21 e 21-28 DAE não foi significativa para a taxa de crescimento da cultura (TCC) (Figura 4C).

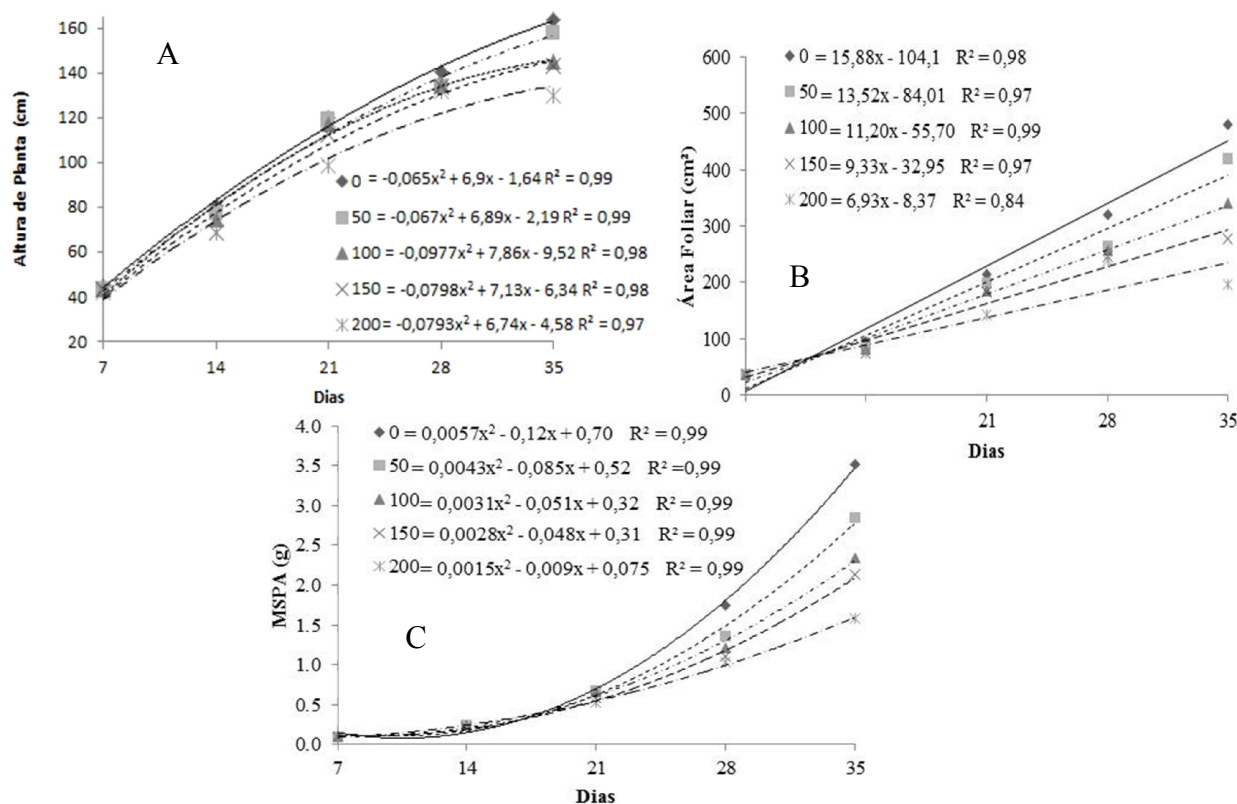


Figura 3. Altura de plântula (A), área foliar (B) e massa seca da parte aérea (C), de plântulas oriundas de sementes de milho recobertas com zinco, boro e molibdênio longo do tempo, Pelotas-RS, Brasil, 2013.

QUALIDADE FISIOLÓGICA E CRESCIMENTO INICIAL DE SEMENTES DE MILHO RECOBERTAS COM MICRONUTRIENTES

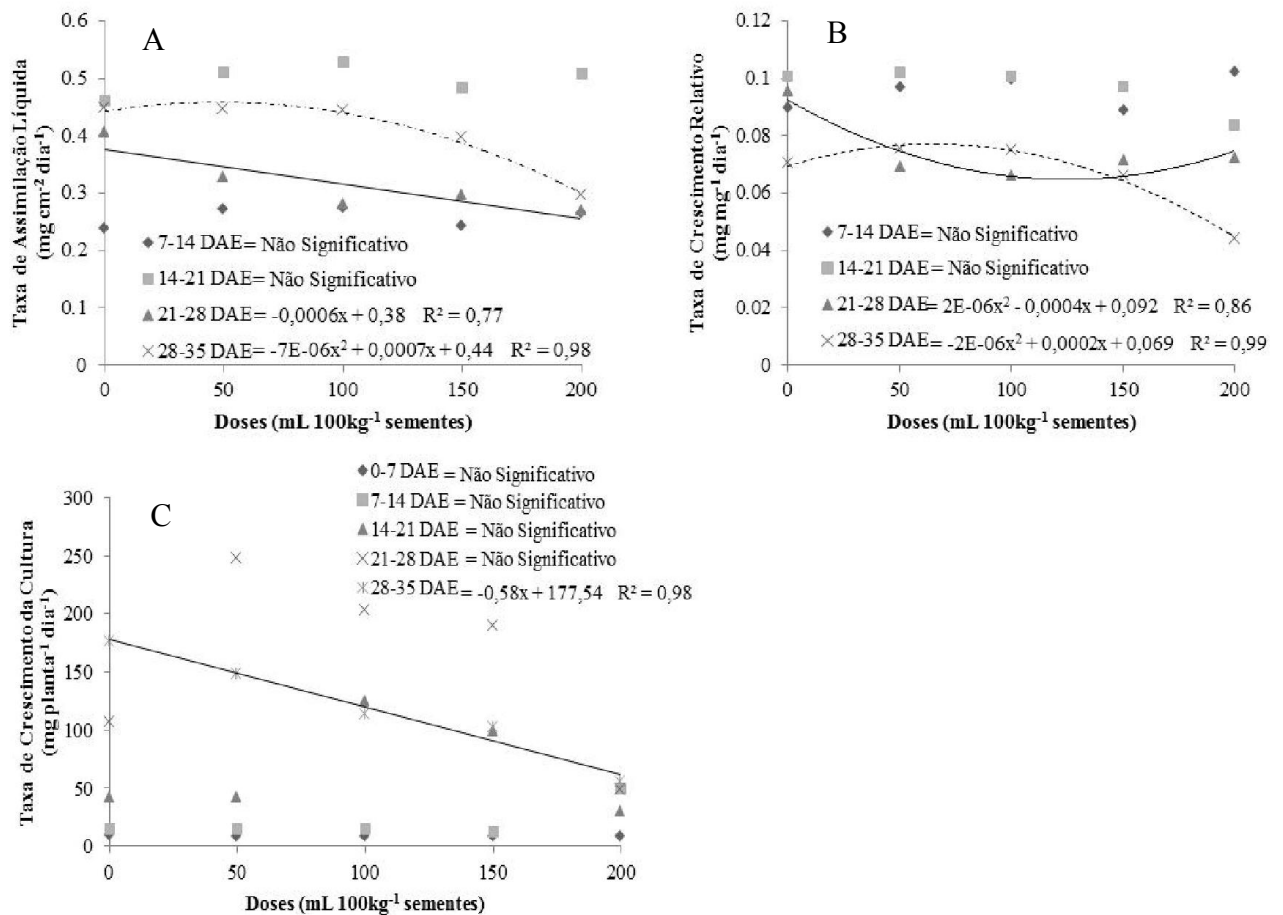


Figura 4. Taxa de Assimilação Líquida (A), Taxa de Crescimento Relativo (B) e Taxa de Crescimento da Cultura (C) de plântulas oriundas de sementes de milho recobertas com zinco, boro e molibdênio, Pelotas-RS, Brasil, 2013.

A TCC foi afetada negativamente pelas doses do produto no período de 28-35 DAE, reduzindo em 0,58 mg planta⁻¹ dia⁻¹ por unidade de aumento das doses.

Tavares et al. (2013), trabalhando com sementes de trigo recobertas com doses de dois produtos à base de micronutrientes, produto A (Zn) e produto B (Zn, B e Mo), não observaram efeitos significativos das doses de ambos os produtos sobre as taxas de crescimento da cultura (TCC), taxa de

crescimento relativo (TCR) e da taxa de assimilação líquida (TAL). A aplicação de produtos à base de Zn, B e Mo pode tornar-se promissor para a cultura do milho, devido aos benefícios que os mesmos podem apresentar, nas fases iniciais e durante o desenvolvimento da cultura.

CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com zinco, boro e molibdênio não prejudica a

germinação e o comprimento de parte aérea das sementes de milho.

As taxas de crescimento relativo e de assimilação líquida, no último período de avaliação (28-35 DAE) apresentam incremento até a dose de 50 mL.100 kg⁻¹ sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, M.R.; LUCCA, A.B.; SCAPIM, C. A.; TAKARA, D.M.; PAIOLA, L.A.; SANOS, F.F. 2006. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, 535-543.
- BAUDET, L; PESKE, T.S. 2006. A logística do tratamento de sementes. **Seed News**. Pelotas, ano X, n.1, 22-25.
- BORKET, C.M. 1989. **Micronutrientes na planta**. In: BÜLL, L.T.; ROSOLEM, C.A. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. Botucatu, 309-329.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 399 p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC.2004. **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10° ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 400p.
- DECHEN, A.R. 1988. Micronutrientes: funções nas plantas. In: FERREIRA, M. E. (Coord.). **Anais do Simpósio sobre micronutrientes na agricultura**. Jaboticabal: FCAV/Unesp, p. 111-132.
- GALRÃO, E.Z.; MESQUITA FILHO, M. V. 1981 Efeito de fontes de zinco na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.5, p.167-70.
- GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. 1985. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University Press, Iowa. 321p.
- HUXLEY, P.A.1967. The effects of artificial shading on some growth characteristics of arabica and robusta coffee seedlings. I. The effects of shading on dry weight, leaf area and derived growth data. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.4, n.2, p.291-308.
- LEAL, R.M.; FRANCO, C.F.; BRAGHIROLI, L.F.; ARTUR, A.G.; SABONARO, D.Z.; BETTINI, M.; PRADO, R.M. 2007. Efeito da aplicação de zinco em sementes sobre a nutrição e a produção de massa seca de plantas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.4, p.491-496.
- LEITE, R.F.C. SCHUCH, L.O.B.; AMARAL, A.S. TAVARES, L.C. 2011. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.4, p.785-791.
- LOPES, A.S. 1989. **Manual de fertilidade do solo**. Traduzido por Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA/Potafos. 155p.
- MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. 2003. **Sistema de análise estatística para Windows**. WinStat. Versão 1.0. Pelotas, UFPel.
- MARSCHNER, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**.2. ed. New York, Academic Press. 889p.
- NAKAGAWA, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.).

- Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p. 2-21.
- NUNES, J.C. 2005. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. **Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.** Londrina. 16p.
- OHSE, S.; MORODIM, V.; SANTOS, O.S.; LOPEZ, S.J.; MANFRON, P.A. 2000/2001. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.7-8, n.1, p. 41-50.
- OLIVEIRA, S.; LEMES, E.S.; TAVARES, L.C. VILLELA, F.A. 2013. Tratamento de Sementes: Ferramenta Promissora e Eficiente para o Agricultor, **Seed News**, Pelotas, ano XVII, n.2, p8-11, Mar/Abr.
- PESSOA, A.C.S.; LUCHESE, E.B.; LUCHESE, A.V. 2000. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho em resposta ao tratamento de sementes com boro. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.24, p.939-945.
- PRADO, R.M.; NATALE, W.; MOURO, M.C. 2007. Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. Fort. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.2, p.16-24.
- PRADO, R.M.; ROMUALDO, L.M.; ROZANE, D.E.; VIDAL, A.A.; MARCELO, A.V. 2008. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de matéria seca do milho BRS 1001. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.1, p.67-74.
- RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. dos; MENEZES, N.L. 1994. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, p.481-485. SANTOS, O.S.; RIBEIRO, N.D. 1994. Fontes de zinco aplicadas em sementes de milho, em solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, p.59-62.
- SILVA, T.T.A.; PINHO, E.V.R.V.; CARDOSO, D.L.; FERREIRA, C.A.; ALVIM, P.O.; COSTA, A.A.F. 2008. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.840-846.
- STASINSKI, R.; OZELAME, A.L.; DURIGON, M.A. 2013. Mercado de Grãos, **Seed News**, Pelotas, ano XVII, n 2, p. 36 -39, Março/Abril.
- STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.S.; KLAMP, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHINAIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. 2008. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª ed. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR, 222p.
- TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BRUNES, A.P.; FRIEDRICH, F.F.; BARROS, A.C.S.A.; VILLELA, F.A. 2013. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrientes. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.35, n.1, p.28-34.
- TUNES, L.M.; PEDROSO, D.C.; TAVARES, L.C.; BARBIERI, A.P.P.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B. 2012. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1141-1146.
- USDA. 2013. **United States Department of Agriculture**. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br>>. Acesso em: 17 Fev. 2013.

Recebido em: 3/2/2014

Aceito para publicação em: 14/9/2015