

Avaliação do efeito de diferentes doses de zinco no tratamento de sementes em trigo nos parâmetros produtivos e de desenvolvimento

Evaluation of the effect of different doses of zinc in the treatment of wheat seeds on production and development parameters

Evaluación del efecto de diferentes dosis de zinc en el tratamiento de semillas de trigo en los parámetros de producción y desarrollo

Felipe Leandro Felipim Ferrazza¹
André Gustavo Figueiro²
Darlan Dörtelmann³
Douglas Tiago Kanieski Jacoboski⁴
Ricardo Tadeu Paraginski⁵

RECEBIDO EM 09/03/2021
ACEITO EM 11/08/2021

RESUMO

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo uma importante fonte de energia para a nutrição humana. A produtividade da cultura oscila entre os anos agrícolas e região de cultivo, devido a diversos fatores, sendo um dos mais importantes o balanço nutricional, em que se enquadra o zinco. Esse micronutriente essencial é um dos que tem mais deficiência nos solos brasileiros. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes com diferentes doses de zinco na cultura do trigo. Foi utilizada a cultivar FPS Certero de trigo e três combinações de tratamentos de sementes e avaliados os parâmetros de desenvolvimento ao longo do ciclo e os parâmetros produtivos pós-colheita. Os resultados indicam que o tratamento de sementes

1 Graduando no Instituto Federal Farroupilha, IFFar, *Campus* Santo Augusto, Rio Grande do Sul, Brasil. felipe.ferrazza@gmail.com – <https://orcid.org/0000-0003-1463-8534>

2 Graduando no Instituto Federal Farroupilha, IFFar, *Campus* Santo Augusto, Rio Grande do Sul, Brasil. figueiroandre97@gmail.com – <https://orcid.org/0000-0002-5436-5457>

3 Graduando no Instituto Federal Farroupilha, IFFar, *Campus* Santo Augusto, Rio Grande do Sul, Brasil. darlandortelmann07@gmail.com – <https://orcid.org/0000-0001-8406-3145>

4 Graduando no Instituto Federal Farroupilha, IFFar, *Campus* Santo Augusto, Rio Grande do Sul, Brasil. douglasjacoboski@gmail.com – <https://orcid.org/0000-0001-6973-6735>

5 Professor Doutor no Instituto Federal Farroupilha, IFFar, *Campus* Santo Augusto, Rio Grande do Sul, Brasil. ricardo.paraginski@iffarroupilha.edu.br – <https://orcid.org/0000-0003-4568-5245>

com 2 mL de zinco aumentou o peso de grãos por espiga e peso de espiga, porém não houve diferença em produtividade entre os tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: benefícios; cultura; toxicidade.

ABSTRACT

Wheat is the second most produced grain in the world, being an important source of energy for human nutrition. Crop productivity varies from year to year and from one growing region to another, due to several factors, being the nutritional balance one of the most important of them, which includes zinc. Since this essential micronutrient is one of the most deficient in Brazilian soils, the present work has as objective to evaluate the effects of treating seeds with different doses of zinc in the wheat crop. For this study, it was used the wheat cultivar FPS Certero and 3 combinations of seed treatments. The development parameters along the cycle and the post-harvest parameters were evaluated. The results indicate that the seed treatment with 2 ml of zinc increased the weight of grains per ear and the weight of the ear. However, there was no difference in productivity comparing the 3 seed treatments used.

KEYWORDS: benefits; cultivar; toxicity.

RESUMEN

El trigo es el segundo cereal más producido en el mundo, siendo una importante fuente de energía para la nutrición humana. La productividad de los cultivos varía entre los años agrícolas y la región de cultivo, debido a diferentes factores y uno de los más importantes es el equilibrio nutricional, que incluye el zinc. Como este micronutriente esencial es uno de los más deficientes en los suelos brasileños, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del tratamiento de semillas con diferentes dosis de zinc sobre la cultura de trigo. Para eso, se utilizó el cultivar FPS Certero de trigo y tres combinaciones de tratamientos de semillas, y se evaluaron los parámetros de desarrollo a lo largo del ciclo y los parámetros productivos poscosecha. Los resultados indican que el tratamiento de semillas con 2 mL de zinc aumentó el peso de los granos por mazorca y el peso de la mazorca, pero no hubo diferencia en el rendimiento entre los tratamientos.

PALABRAS CLAVE: benefícios; cultura; toxicidad.

1 Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo uma importante fonte de energia para a nutrição humana. Na safra de 2020, o Brasil obteve uma produção de trigo de 6,18 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2020). A produção de grãos de trigo aumenta a cada ano no Brasil, graças ao aumento das tecnologias empregadas em suas propriedades, a utilização de insumos de alta qualidade e manejos corretos em suas lavouras. A planta de trigo desenvolve-se em espigas muito compridas, com espiguetas muito curtas a que se prendem os frutos ou cariopses, sendo que, comercialmente, o grão de trigo é classificado em cinco classes (trigo branco, trigo pão, trigo melhorador, trigo para outros usos e trigo *durum*) definidas em função das determinações analíticas de Alveografia, Número de Queda (*Falling number*), Força de Glúten e Estabilidade, conforme Instrução Normativa do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento N° 38, de 2010 (BRASIL, 2010).

O tratamento de sementes de trigo é essencial, tendo em vista a redução de inóculo de patógenos que são vinculados às sementes, favorecendo assim aspectos fisiológicos das sementes e de desenvolvimento das plântulas (Pereira et al., 2019, p. 1).

A aplicação de zinco nas sementes tem a vantagem de ser um método eficaz, pois assegura a disponibilidade e absorção do nutriente nas fases iniciais de crescimento da cultura, uma vez que a plântula não absorve grandes quantidades desse elemento do solo, visto que ainda não tem sistema radicular desenvolvido, nem área foliar suficiente para absorver o nutriente via pulverização (TUNES et al., 2012, p. 1142).

As plantas competem por uma grande variedade de recursos no solo, incluindo água e ao menos 20 nutrientes essenciais que diferem em dimensão molecular, valência, estado oxidativo e mobilidade (RIZZARDI et al., 2001, p. 708).

Sendo eles macro e micronutrientes, e o zinco sendo um destes. A deficiência desse micronutriente nas lavouras afeta diretamente a produtividade final e a qualidade do produto colhido (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O Zn participa na constituição estrutural, ativador enzimático, além de estar presente na síntese e conservação de hormônios. Dentre seus atributos, pode-se destacar sua relação com a produção do triptofano, aminoácido precursor do ácido acético, necessário na formação da auxina; sua deficiência se dá nas folhas novas devido a sua imobilidade no floema. Em solos tropicais, a escassez é advinda de fatores como práticas agrícolas inadequadas ou do material de origem, principalmente em solos arenosos, que passaram por longos períodos de intemperismo e apresentam valores de pH baixo. O Zn é o micronutriente cuja deficiência é mais comum (DA SILVA et al., 2019, p. 1446).

Em adição, estima-se que cerca de metade dos solos cultivados com grãos no mundo são deficientes em Zn (RAM et al., 2016). No Brasil, o Zn é o micronutriente de planta mais deficiente nos solos sob condições naturais, especialmente nos Latossolos que é a classe de solo predominante no país (SANTOS et al., 2018) e também na região de estudo deste trabalho.

Como as plantas necessitam de pequenas quantidades de micronutrientes, o tratamento de sementes faz com que esses elementos fiquem em contato direto com a emissão das primeiras raízes, suprimindo, assim, a necessidade inicial da planta (TUNES et al., 2012, p. 1142).

O tratamento de sementes é fundamental, sendo que, além do controle de pragas e doenças inicialmente transmitidas pela semente à planta, é uma prática eficiente de assegurar a população necessária de plantas quando as condições edafoclimáticas após a semeadura são desfavoráveis à germinação e a rápida emergência da planta e pode ser uma alternativa na utilização de nutrientes como forma de resposta imediata ao desenvolvimento da planta em solos deficitários. De acordo com Ávilla et al. (2006), o tratamento de sementes tem se destacado, em condições específicas, como uma forma eficaz da aplicação de micronutrientes para os cultivos.

Santos et al. (2019), avaliando o tratamento de sementes de milho com zinco, indicam que não ocasionou redução de estande inicial de plântulas, bem como não alterou os caracteres agrônômicos avaliados aos 21 dias após a emergência. Lemes et al. (2017), analisando o efeito do tratamento de sementes de soja com zinco na qualidade fisiológica e produtividade, concluem que as doses entre 2 a 6 mL por kg de sementes apresentaram os melhores resultados para a qualidade fisiológica e componentes do rendimento. Sandrim et al. (2017), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de culturas agrícolas tratadas com nanopartículas de óxido de zinco (ZnO), concluem que a cultura do trigo pode ser tratada com doses de até 155 mg.L⁻¹ de nanopartículas de óxido de zinco, desde que não permaneça por tempo superior a 180 minutos no meio reacional. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes com diferentes doses de zinco na cultura do trigo nos parâmetros produtivos e de desenvolvimento.

2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado na área experimental e no Laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – *Campus Santo Augusto*, no ano de 2020, latitude 27°51'08”S, longitude 53°47'35”O e altitude de 495 metros, em que foi utilizada a cultivar de trigo FPS Certero, submetida a três tratamentos de sementes: Tratamento com fungicida e inseticida (Tratamento 1 – Controle), Tratamento com fungicida e inseticida e 2mL por Kg de sementes de zinco (Tratamento 2), Tratamento com fungicida e inseticida e 6mL por Kg de sementes de zinco (Tratamento 3). O produto utilizado como fonte de zinco possui uma concentração de 7,0% (79,8 g.L⁻¹ de Zn). As doses utilizadas foram de acordo com as recomendações técnicas de aplicação dos produtos, sendo utilizados para tratamento de sementes

Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil (*Standak Top*) incorporados manualmente. As sementes foram tratadas e posteriormente semeadas.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico, de textura argilosa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. A semeadura das parcelas foi realizada em 29 de maio de 2020, em sistema plantio direto, e utilizada uma densidade de semeadura de 140 Kg por hectare de sementes aptas (Peso de Mil Sementes de 33 gramas), com espaçamento de 0,17m nas entrelinhas. Na adubação de semeadura, foi utilizada a dose de 267 Kg.ha⁻¹ da formulação NPK 10:30:20, conforme interpretação da análise de solo, sendo cada parcela com 7 metros lineares, e utilizada somente a parte central para avaliação. A aplicação de nitrogênio foi de 150 Kg.ha⁻¹ de ureia, realizada manualmente a lanço no início do perfilhamento. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente. Já o controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com manejo fitossanitário e seguiu as recomendações da cultura até o final de seu ciclo. Atingida a maturação fisiológica e umidade adequada, foi realizada a colheita de forma manual.

2.1 Avaliação do desenvolvimento da cultura ao longo do ciclo

2.1.1 Altura das plantas, número de folhas e perfilhos

A altura, número de folhas e perfilhos foram avaliados aos 55, 68, 83, 94 e 118 dias após a emergência (DAE), em que cinco plantas selecionadas aleatoriamente da parte central da parcela foram marcadas e avaliadas ao longo de todo o período.

2.2 Avaliação após a colheita dos grãos

2.2.1 Números de grãos por espiga

Após a colheita das plantas, foram selecionadas manualmente 5 espigas aleatórias, realizada a debulha manual dos grãos e a contagem dos grãos por espiga.

2.2.2 Número de grãos chochos por espiga

Após a colheita das plantas, foram selecionadas manualmente 5 espigas aleatórias, feita a debulha manual dos grãos e realizada a contagem dos grãos chochos por panícula.

2.2.3 Peso dos grãos por espiga

Após a colheita das plantas, foram selecionadas 5 espigas aleatórias e debulhadas manualmente, e os grãos pesados em balança analítica de precisão.

2.2.4 Peso da espiga

Após a colheita das plantas, foram selecionadas 5 espigas aleatórias que foram pesadas em balança analítica de precisão.

2.2.5 Diâmetro de colmo

Após a colheita das plantas, foram selecionadas 5 plantas aleatórias e logo abaixo da espiga foi medido o diâmetro do colmo com auxílio de um paquímetro digital.

2.2.6 Comprimento da espiga

Após a colheita das plantas, foram selecionadas 5 espigas aleatórias e medido o comprimento da espiga com o auxílio de uma régua o seu comprimento.

2.2.7 Diâmetro da espiga

Após a colheita das plantas, foram selecionadas 5 plantas aleatórias e no meio da espiga foi medido o diâmetro com auxílio de um paquímetro digital.

2.2.8 Produtividade

A produtividade de grãos foi determinada pela coleta das plantas em 1m de linha central em cada parcela. Após a trilha manual, os grãos foram pesados e os dados transformados em $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, corrigidos para umidade de 13.

2.2.9 Peso de mil grãos

O peso de 1000 grãos foi determinado com contagem de 8 repetições de 100 sementes e pesagem em balança analítica (BRASIL, 2009). Os resultados são expressos em gramas.

2.2.10 Umidade

Para determinação do teor de água, foi utilizado o equipamento baseado no método indireto com o Medidor de Umidade de Grãos Portátil AL-101.

2.2.11 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e os efeitos das dosagens de fertilizante foram avaliados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com o programa SASM – Agri (2001).

3 Resultados e Discussões

Os resultados de altura de plantas (Figura 1A), número de perfilhos (Figura 1B) e número de folhas (Figura 1C) das plantas de trigo submetidas a diferentes tratamentos de sementes com doses de zinco antes da semeadura indicam

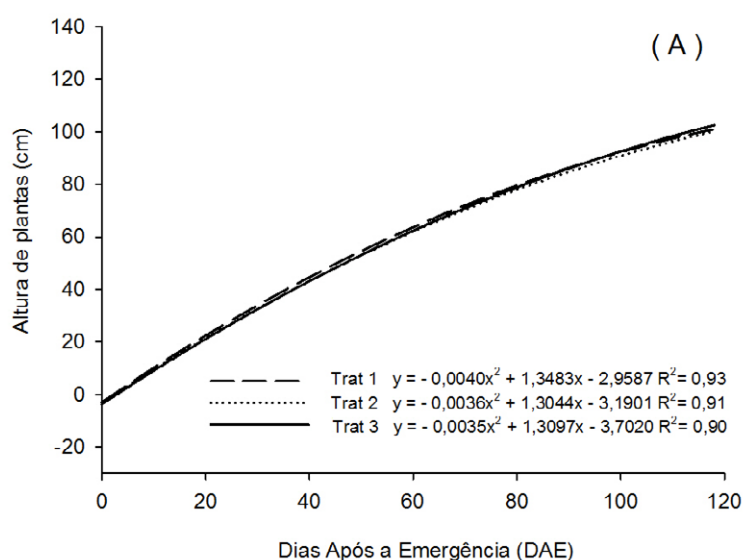
que todos os tratamentos e parâmetros tiveram desenvolvimento de acordo com o esperado para a cultura.

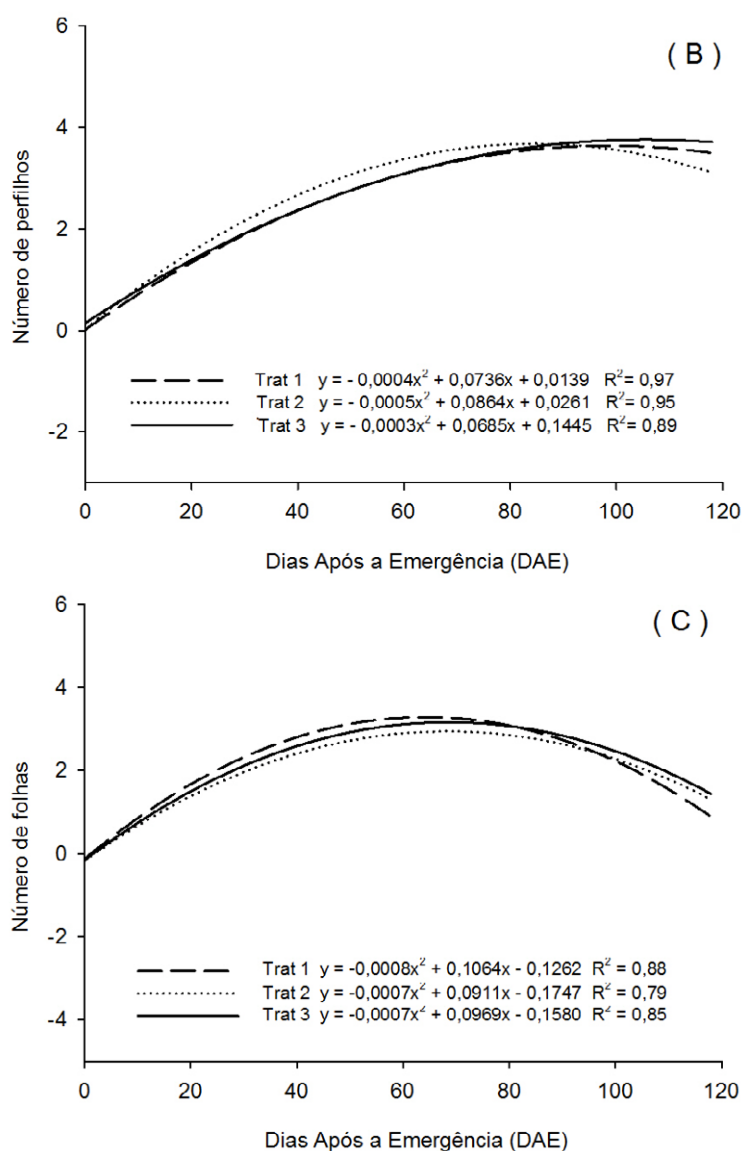
Na altura de plantas (Figura 1A), até os 83 DAE, houve um crescimento, estabilizando naturalmente as plantas, chegando à altura de 100 centímetros. Não houve diferença entre os tratamentos, mostrando que a cultura prevaleceu nessa característica morfológica. Santos e Oshe (2020), ao avaliarem o desenvolvimento de diferentes genótipos de milho em diferentes formas de aplicação de Zn, não obtiveram diferença na altura.

O número de perfilhos de plantas (Figura 1B) apresentou variação durante o desenvolvimento da cultura, não diferindo os tratamentos entre si e ficando com uma média de 3 a 4 perfilhos por planta de trigo.

Os resultados de número de folhas (Figura 1C) indicam que houve um desenvolvimento natural até os 83 DAE, com crescimento contínuo até esse ponto, variando entre 3,5 a 4 folhas por planta. Após isso, ocorreu a senescência de algumas folhas, diminuindo até o ponto de colheita.

FIGURA 1 – Altura de plantas (A), número de perfilhos (B) e número de folhas (C) ao longo do desenvolvimento da cultura de trigo submetida a diferentes doses de zinco no tratamento de sementes.





Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Os resultados de número de grãos por espiga (Tabela 1), indicam que os Tratamentos 1 e 2 foram superiores ao Tratamento 3. O número de grãos chochos por espiga (Tabela 1) não apresentou diferença entre os tratamentos. O peso de grãos por espiga (Tabela 1) indicam que o Tratamento 2 foi superior ao Tratamento 3 e o Tratamento 1 não diferiu dos Tratamentos 2 e 3. Resultados de Moreira et al. (2011) trabalhando com sementes de trigo, observaram que o tratamento com dois produtos a base de nutrientes na dose de 2 mL.Kg^{-1} de sementes proporcionou melhores resultados para número de espigas por

metro, altura de planta, comprimento de raiz e produtividade. Na pesquisa de Orioli Junior et al. (2008), também não foram detectadas diferenças no número de espiguetas em sementes de trigo tratadas com zinco.

TABELA 1 – Número de grãos por espiga, número de grãos chochos por espiga e peso de grãos por espiga de plantas de trigo submetidas a diferentes doses de zinco no tratamento de sementes.

Tratamentos	Número de grãos por espiga	Número de grãos chochos por espiga	Peso de grãos por espiga (gramas)
Tratamento 1	38,22 ± 3,15 a	0,33 ± 0,33 a	1,26 ± 0,39 ab
Tratamento 2	44,33 ± 3,46 a	0,55 ± 0,38 a	1,74 ± 0,16 a
Tratamento 3	24,44 ± 5,31 b	0,66 ± 0,33 a	0,92 ± 0,19 b
CV	12,25%	33,88%	17,11%

^a Médias aritméticas ± o Desvio Padrão seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: elaborada pelo próprio autor

Os resultados do peso da espiga (Tabela 2) indicam que o Tratamento 2 foi superior aos demais, sendo a espiga mais pesada a que possui maior peso de grãos, sendo o Tratamento 3 inferior aos demais. Os resultados de diâmetro de colmo, comprimento da espiga e diâmetro da espiga (Tabela 2), indicam que não houve diferença entre os tratamentos. Trabalho de Fungueto et al. (2010) não observaram diferença entre doses de zinco para número de panículas. Em trabalho de Orioli Junior et al. (2008), também não foram detectadas diferenças no número de espiguetas em sementes de trigo tratadas com zinco.

TABELA 2 – Peso de grãos por espiga de plantas de trigo submetidas a diferentes doses de zinco no tratamento de sementes.

Tratamentos	Peso da espiga (gramas)	Diâmetro do colmo (mm)	Comprimento da espiga (cm)	Diâmetro da espiga (mm)
Tratamento 1	1,68 ± 0,34 ab	2,23 ± 0,33 a	8,00 ± 0,28 a	8,99 ± 0,85 a
Tratamento 2	2,03 ± 0,07 a	2,29 ± 0,07 a	8,16 ± 0,28 a	9,28 ± 0,70 a
Tratamento 3	1,40 ± 0,25 b	1,95 ± 0,32 a	7,05 ± 0,67 a	7,49 ± 0,60 a
CV	9,56%	12,75%	5,67%	9,22%

^a Médias aritméticas ± o Desvio Padrão seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: elaborada pelo próprio autor.

Os resultados de produtividade e o peso de mil grãos (Tabela 3) indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos, porém quando olhado numericamente a produtividade o Tratamento 1 foi superior aos demais, sendo o Tratamento 3 o que produziu menos. Porém diferem dos resultados apresentados por Tavares et al. (2015), que obtiveram aumento linear no rendimento da cevada com aumento da dose de zinco no tratamento de sementes. O rendimento de uma cultura é uma função direta da quantidade de nutrientes acumulados pela planta. Uma vez que os fertilizantes são um dos componentes mais caros do sistema de produção do trigo, estes devem ser dispostos nas quantidades que darão o maior retorno, sem diminuir a fertilidade do solo. De acordo com Germani (2007), os grãos grandes e mais densos normalmente têm uma maior proporção de endosperma que os grãos pequenos e menos densos e por isso seria de se esperar que fornecessem um maior rendimento na moagem, porém isso não acontece normalmente pois, trabalhos de pesquisas indicam que o peso de 1000 grãos apresenta melhor correlação com o rendimento da moagem do que peso hectolitro.

TABELA 3 – Produtividade e Peso de Mil Grãos (PMG) de sementes trigo submetidas a diferentes doses de zinco no tratamento de sementes.

Tratamentos	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Peso de mil Produtividade (gramas)
Tratamento 1	6372,55 ± 2941,96 a	36,871 ± 0,112 a
Tratamento 2	6137,25 ± 1093,13 a	36,437 ± 0,131 a
Tratamento 3	5745,10 ± 730,77 a	36,889 ± 0,094 a
CV	25,24%	2,17%

^a Médias aritméticas ± o Desvio Padrão seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

Fonte: elaborada pelo próprio autor.

4 Conclusões

Portanto, o tratamento de sementes com 2 mL de zinco aumentou o peso de grãos por espiga e peso de espiga. Já o tratamento com 6 ml de zinco diminuiu o número de grãos por espiga, o peso dos grãos por espiga e o peso de espiga. Ainda, o tratamento de sementes de trigo com diferentes doses de zinco não alterou a produtividade e o peso de mil grãos final.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a Fapergs (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – *Campus* Santo Augusto, e a empresa RuralTec Soluções Agrícolas pela disponibilização de alguns insumos.

Referências

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIN, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECHT, L.P.; FACIOLLI, F.S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Seção 1. Brasília, DF, n. 29, p. 2, 1 dez. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.

CONAB. A cultura do trigo. Brasília: CONAB, 2020.

DA SILVA, Elijanara Raissa *et al.* Crescimento inicial de trigo em Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes modos de aplicação de zinco. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1444-1454, 2019.

FUNGUETO, C.I.; PINTO, J.F.; BAUDET, L.; PESKE, S.T. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 117-123, 2010.

LEMES, E.S.; MENDONÇA, A.O.; DIAS, L.W.; BRUNES, A.P.; OLIVEIRA, S.; FIN, S.S.; MENEGHELLO, G.E. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 2, p. 76-86, 2017.

PEREIRA, F. S.; STEMPKOWSKI, L. A.; VALENTE, J. B.; KUHNEM, P. R.; LAU, D.; CASA, R. T.; DA SILVA, F. N. Tratamento de sementes sobre a germinação, o vigor e o desenvolvimento do trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 3, p. 395-399, 2019. DOI: 10.5965/223811711832019395. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/13906>. Acesso em: 8 fev. 2022.

RAM, H., RASHID, A., ZHANG, W., DUARTE, A.P., PHATTARAKUL, N., SIMUNJI, S., KALAYCI, M., FREITAS, R., RERKASEM, B., BAL, R.S., MAHMOOD, K., SAVASLI, E., LUNGU, O., WANG, Z.H., BARROS, V.L.N.P. DE, MALIK, S.S., ARISOY, R.Z., GUO, V., SOHU, V.S., ZOU, C.Q., & CAKMAK, I. Biofortification of wheat, rice and common bean by applying foliar zinc fertilizer along with pesticides in seven countries. **Plant and soil**, v. 403, p. 389-401, 2016.

RIZZARDI, Mauro Antônio *et al.* Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, p. 707-714, 2001.

SANDRIN, N.; POZZER, E.E.; FERRAZZA, A.C.; LOPES, A.C.; LAJÚS, C.R.; LUZ, G.L.; SILVA, L.L. Qualidade fisiológica de sementes de culturas agrícolas tratadas com nanopartículas de óxido de zinco (ZnO). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 32, v. 3, 2017.

SANTOS, A.F.DOS; OLIVEIRA, M.F.; JUNQUEIRA, P.D.; CORREA, L.N.; SILVA, R.P. Tratamento de sementes de milho com zinco semeados em diferentes profundidades. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 111-121, 2019.

SANTOS, H. G. dos, *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2018.

SANTOS, L. L. P. dos & OHSE, S. Modos de aplicação de zinco em genótipos de milho. **Campo Digital**, v. 15, n. 1, p. 35-49, 2020.

TAIZ, L., & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

TAVARES, L. C. *et al.* Tratamento de sementes de cevada com zinco: potencial fisiológico e produtividade de sementes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, 2015.

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; TAVARES, L. C.; BARBIERI, A. P. P.; BARROS, A. C. S. A.; MUNIZ, M. F. B. 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, 2012.