

**FACULDADES DE ENSINO SUPERIOR DO CENTRO DO PARANÁ
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

JOÃO GABRIEL DE MOURA ULEK

**SUPLEMENTAÇÃO DE ZINCO EM DIFERENTES DOSES
NA CULTURA DO TRIGO EM PITANGA, PARANÁ.**

PITANGA

2020

JOÃO GABRIEL DE MOURA ULEK

**SUPLEMENTAÇÃO DE ZINCO EM DIFERENTES DOSES
NA CULTURA DO TRIGO EM PITANGA, PARANÁ.**

Trabalho De Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica, Área das Ciências Agrárias da Faculdade UCP Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, como requisito à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.
Professor Orientador: Ricardo Cardoso Fialho.

PITANGA-PARANÁ

2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
5. AGRADECIMENTOS.....	13
6. REFERÊNCIAS.....	14

SUPLEMENTAÇÃO DE ZINCO EM DIFERENTES DOSES NA CULTURA DO TRIGO EM PITANGA, PARANÁ.

ULEK, J. G. M.¹
FIALHO, R. C.²

RESUMO

O trigo é a principal cultura de inverno plantada no sul do país. Além de fazer parte do sistema de rotação de culturas, visando a cobertura do solo, quebra do ciclo das principais pragas, doenças e rotação de princípios ativos, a cultura faz parte da economia agrícola regional, pois proporciona diluição de custo fixos dentro do sistema de produção das propriedades. Devido a isso, a cultura tem recebido investimentos em produtos diferenciados na suplementação nutricional, especialmente com micronutrientes, fazendo com que a cultura expresse ainda mais o seu potencial produtivo. O objetivo foi avaliar os efeitos da suplementação com zinco foliar sobre os componentes de rendimento da cultura do trigo em Pitanga, Paraná. O experimento foi conduzido na propriedade sítio São João, no município de Pitanga, PR. Para instalação do experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos: três doses crescentes de zinco (Zn) e a parcela testemunha sem aplicação de Zn em 4 blocos. As seguintes variáveis foram avaliadas: comprimento radicular, número de afilos, comprimento de limbo foliar da folha bandeira, intensidade coloração das folhas e produtividade. Os resultados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não foram verificadas diferenças para área radicular, número de afilos e altura de plantas em relação a testemunha, independente das doses de Zn. No entanto, para as variáveis de comprimento do limbo foliar houve incremento decrescente nas doses de 165 g ha⁻¹, 82 g ha⁻¹, parcela testemunha e 330 g ha⁻¹, com as respectivas medidas de 220 mm, 215 mm, 207 mm e 198 mm de comprimento. Também foram observados maiores intensidade de coloração da folha bandeira na ordem decrescente 330 g ha⁻¹, 165 g ha⁻¹, 82 g ha⁻¹ e parcela testemunha. A suplementação com zinco na cultura do trigo favorece o desenvolvimento das plantas, porém em doses altas pode causar fitotoxidez.

Palavras chave: Micronutrientes, Biofortificação, Fertilização, Foliar.

ABSTRACT

Wheat is the main winter crop planted in the south of the country. Aside from being part of the crop rotation system, aiming at land covering, it breaks the cycle of the major pests, diseases and rotation of active ingredients, the crop belongs to the regional agricultural economy, as it provides fixed costs decrease in the properties' production

¹ Acadêmico de Engenharia agrônoma da Faculdade do Centro do Paraná. UCP, Pitanga – PR, Brasil. (joao.ulek@ucpparana.edu.br)

² Docente orientador do curso de Engenharia agrônoma da Faculdade do Centro do Paraná. UCP, Pitanga – PR, Brasil. (prof_ricardofialho@ucpparana.edu.br)

system. For this reason, the crop has received investments in differentiated products in nutritional supplementation, especially with micronutrients, making the crop to express even more its productive potential. The aim of this paper was to evaluate the effects of the supplementation with leaf zinc on the yield components of the culture in Pitanga, Paraná. The experiment was conducted at the São João property, in the municipality of Pitanga, PR. To apply the experiment, it was utilized the delineation in randomized blocks with 4 treatments: three increasing doses of zinc (Zn) and the control trial without Zn application in 4 blocks. The following variables were evaluated: root length, aphid number, foliar limb's length of the flag leaf, intensity of leaf coloring and productivity. The results were submitted to variance analysis and the averages were compared by the Tukey test for 5% of probability. It was not verified differences for root area, number of aphids and plant height with regard to the control trial, independent of the Zn doses. However, for leaf blade length variables there was a decrease in doses of 165 g ha⁻¹, 82 g ha⁻¹ control trial and 330 g ha⁻¹, with the respective measures of 220 mm, 215 mm, 207 mm and 198 mm in length. Higher color intensity of the flag leaf was also observed in decreasing order 330 g ha⁻¹, 165 g ha⁻¹, 82 g ha⁻¹ and the control trial. The supplementation with zinc in the wheat crop promote the plants development, however in high doses it can cause phytotoxicity.

Keywords: Micronutrients, Biofortification, Fertilization, Leaf.

1. INTRODUÇÃO

O trigo é a principal cultura plantada no sul brasileiro. Seu cultivo se dá nas safras de inverno com volumes produção de aproximadamente 2.140,9 mil toneladas na safra 2019 e com estimativa de 3.672,1 mil toneladas para safra 2020, aumento na área de somente 10% e aumento de produtividade de 68%(SEAB/DERAL, 2020).

Esse aumento em produtividade está associado, dentre outros fatores, a implantação de novas tecnologias e investimentos na produção. No entanto, devido aos constantes intempéries climáticos ocorridos na região, geadas e secas, esses investimentos precisam ser assertivos para não trazer prejuízos aos produtores, já que também a variação de preço se torna constante em relação as importações do tal cereal (SEAB/DERAL, 2020).

Dentre esses novos investimentos realizados na cultura do trigo a aplicação do micronutriente Zn tem se destacado com melhor nutrição da planta e conseqüente melhor sanidade das plantas e desenvolvimento, em virtude de que íons metálicos participam na formação de espécies de oxigênios reativos, assim, induzindo a planta

a ativar os métodos de defesa natural contra patógenos (FONES e PRESTON, 2013). A maioria dos solos paranaenses, originados das rochas basálticas, apresentam naturalmente altos teores de Zn, porém sua disponibilidade às plantas é limitada, devido aos altos teores de fósforo e solos com pH muito baixos tornando o Zn indisponível (BORTOLÓN e GIANELLO, 2012). Por ser adsorvido pelos grupos funcionais da superfície dos argilominerais, nos solos tropicais, são encontrados trabalhos que apresentam respostas a aplicação de Zn. (TEIXEIRA et al. 2004; GONÇALVES Jr. et al. 2006).

Tendo em consideração que as plantas com deficiência do mesmo apresenta uma menor taxa de desenvolvimento, afim de se tornarem menos produtivas, A disponibilidade de Zn para as plantas pode ser afetada por várias características do solo, tais como o pH, teor de matéria orgânica, textura, conteúdo de óxidos, mineralogia da fração argila, como também a literatura tem documentado sintomas de carência de Zn induzidos pela adição de P em doses elevadas (Almeida et al. 2007).

O Zn tem importância no sistema enzimático das plantas, assim, sua deficiência afeta o seu desenvolvimento (GENC et al., 2006). A função que o Zn tem no metabolismo das plantas está ligado na sua capacidade de formar complexos tetraédricos com ligantes de N, oxigênio, e particularmente S. fazendo assim que o Zn participe como um catalisador e agente estrutural de diversas reações enzimáticas na planta (VALLEE e AULD, 1990).

A suplementação de Zn se torna fundamental, porém a sua aplicação via solo sofre com adversos empecilhos que comprometam a sua disponibilidade e a sua absorção, portanto o zinco na forma de aplicação foliar se mostra favorável, já que o tal micronutriente, é requerido pela maioria das culturas em doses baixas, e que a sua absorção via folha se torna tão eficaz quanto via as raízes (FAVARO, 1992).

Diante disso o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação de zinco foliar sobre os componentes de rendimento da cultura do trigo em Pitanga, Paraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na propriedade Sítio São João, localizada no município de Pitanga, Paraná, a qual se encontra entre Latitude 24°45'31.0"S, e Longitude 51°43'55.9"O, com altitude média de 900 mt g ha⁻¹ e 12% de declividade, O solo é classificado com Latossolo Vermelho segundo a carta de Musseal (MUSSEAL, 1975). A área é cultivada a mais de 15 safras, e com culturas antecessoras da implantação do trigo de soja 1ª safra e feijão 2ª safra. O sistema de cultivo adotado foi o sistema de plantio direto utilizando uma semeadeira jumil com 21 linhas de semeadura, o espaçamento médio entrelinhas de 17 cm e a regulação de profundidade de semeadura de 3,5 a 4 centímetros, totalizando população média de 380 sementes por m². A semeadura foi realizada no dia 16 de julho de 2020, com condição do solo seco trazendo uma melhor uniformidade no plantio direto.

Os tratos culturais as parcelas foram o uso de uma aplicação para o manejo de plantas daninhas e três aplicações de manejo fúngico, dentre o manejo de insetos praga, junto com o MIP não se fez a necessidade de quaisquer aplicações de inseticidas.

O experimento foi instalado sob o delineamento inteiramente casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas de 4 x 3 metros, e área total de 192 m². Consistindo na suplementação de Zn nos tratamentos T1 parcela testemunha; T2 82 g/há; T3 165 g/há; T4 330 g/há, sendo assim feitas duas aplicações no ciclo da cultura nas fases de formação das primeiras folhas (10 dias após a emergência) e na fase final do afilamento (30 dias após a emergência), a aplicação foi feita com um pulverizador costal movido a uma bomba elétrica com pressão constante de 25 Psi, com um bico leque de alta vazão obtendo uma média de 245 litros por hectare. A fonte de zinco utilizada foi o produto fertilizante mineral simples em suspensão Maxi Zinc® da empresa Agrichem, com concentração de 100,0 % de óxido de zinco, densidade de 2,0 g/l e pH de 8,5 - 9,5.

A cultivar utilizada foi a Tbio Sonic, com genética licenciada pela biotrigio, tratada industrialmente com fungicida e inseticida. Em pré semeadura foi realizada a adubação de reposição com 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, no sulco de plantio 165 kg ha⁻¹

do fertilizante mineral NPK 08-20-20, 20 dias após o plantio foi feita a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio no estágio fenológico de perfilhamento da plantas de trigo.

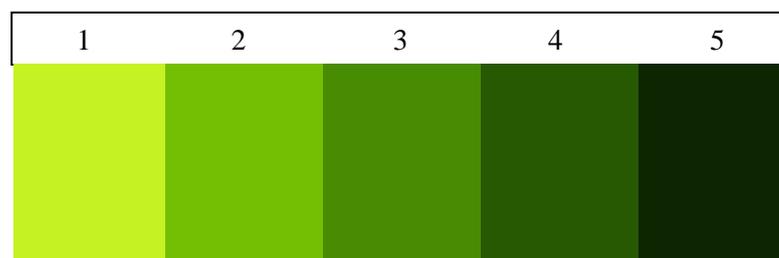
As seguintes avaliações foram realizadas: número de perfilhos, comprimento do limbo da folha bandeira, comprimento das raízes e intensidade de coloração da folha bandeira. Essas avaliações foram realizadas quando as plantas de trigo estavam no final do enchimento de grãos. Foi avaliado também a produtividade 12 dias após o processo de maturação fisiológica, onde os grãos se encontravam com teor de umidade média entre tratamentos de 15 % e com média entre tratamentos de peso hectolitro final de 72,6.

Para a avaliação se coletaram medidas de 2 plantas de cada parcela, totalizando assim 8 plantas de cada tratamento selecionadas ao acaso, a característica de comprimento radicular foi feita considerando as raízes dos perfílios e da planta mãe, a medida do comprimento do limbo foliar da folha bandeira se foi somente da planta mãe, assim se descartando os perfílios de cada uma das plantas, a variável de número de perfílios se utilizou a forma de medida de unidade.

Os pigmentos clorofilianos nos cloroplastos destruídos e sintetizados durante os ciclos metabólicos, isso, dependendo das condições ambientais e da própria planta, sendo os fatores determinantes a luminosidade e a nutrição mineral (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O método de avaliação para a intensidade da coloração da folha bandeira foi se estabelecida uma escala para o respectivo trabalho, está com 5 tons distintos caracterizados na observação como folhas com aspecto clorótico (1), folhas mais claras (2), folhas verde mediano (3), folhas verdes normais (4), e folhas verdes com maior intensidade (5). Conforme estabelecido na figura 2.

Figura 2 – Escala de coloração da folha bandeira.



(Ulek, J.G.M. 2020).

A variável de produtividade foi utilizada a forma de medida kg há⁻¹, se estabelecendo a colheita de 0,51 m² de cada parcela, a mesma sendo feita ao centro da parcela e usando um gabarito, também de forma manual com o auxílio de uma foice. Após o corte das plantas de trigo, onde se separou o cacho do restante das estruturas das plantas, se foi feito a debulha manual, se separando as aristas, glumas, ráquis e demais estruturas de cacho dos grãos. O material coletado foi pesado separadamente com o uso de uma balança eletrônica com graduações fracionadas de uma casa decimal de grama. Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do Zn foliar não proporcionou incrementos em produtividade e nem diferenças para comprimento de raiz e número de perfilhos quando comparados com a testemunha sem aplicação foliar, independente das doses aplicadas (Tabela 1). No entanto, para as variáveis comprimento da folha bandeira e intensidade de cor, houve diferenças para as aplicações foliares de Zn quando comparadas a testemunha (Figura 2 e 3).

De tal forma se observa que o micronutriente não teve influência na produtividade de uma cultivar de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), assim se tendo dentre essa cultura uma variabilidade genética, estabelecendo cultivares não sensíveis e sensíveis ao micronutriente e que o Zn de forma inorgânica é a forma em que se estabeleceu as maiores diferenças (MELO, 1990). A não diferença quanto a variável de produtividade também pode estar relacionada a geada tardia ocorrida em meados de agosto de 2020 na área do experimento, o que comprometeu todo o desenvolvimento da cultura, já que as avaliações foram realizadas no final do enchimento de grãos. Isso pode ser constatado ao comparar a média de produtividade, 1294, 1300, 1345 e 1415 kg há⁻¹, dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente, a produtividade média do trigo para safra 2020 no Paraná, 2920 kg há⁻¹ (SEAB/DERAL, 2020). Perdas que variam de 51 a 56 % para os tratamentos com maiores doses de Zn foliar e para testemunha, respectivamente (Tabela 1). Portanto geada se torna na região um dos maiores

empecilhos para o aumento de área plantada e de maiores investimentos almejando maiores produtividades, sendo que quando temos temperaturas ao entorno de -2°C e conseqüentemente a formação de geada entre as fases de espigamento e florescimento observamos os danos mais severos tendo percas no número de grãos (SCHEEREN et al, 2000).

Já para o comprimento da folha bandeira, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos T2 e T3, onde foi verificado comprimento médio de 182 e 179 mm, respectivamente (Figura 2), letras iguais não diferenciam media estatística, letras diferentes apresentaram diferenças nas medias estatísticas. No entanto, esses tratamentos diferiram da testemunha T1 e do tratamento T4 com maior dose de aplicação do Zn (Figura 2). O tamanho e a largura da folha bandeira estão totalmente ligados ao potencial produtivo das plantas de trigo, já que esta é responsável por grande parte da translocação de fotoassimilados e para o acúmulo de proteínas nos grãos (DOMICIANO et al., 2010; BLAKE et al., 2007). A folha bandeira, como a última folha da planta e última folha a senescer, e também por estar no dossel da planta intercepta uma maior quantidade de luz contribuindo para o metabolismo e produção de fotoassimilados, assim, seu tamanho tem grande referência na sua capacidade de fornecer os tais fotoassimilados para a espiga e conseqüentemente para os grãos (DOMICIANO et al., 2009). Segurado que as plantas submetidas aos respectivos tratamentos, na avaliação de comprimento do limbo foliar e na avaliação de intensidade de coloração da folha bandeira, mostraram que o incremento de Zn respondeu de forma significativa, e que o potencial produtivo estaria expresso se as mesmas não passassem pelo período de estresse advindo das baixas temperaturas.

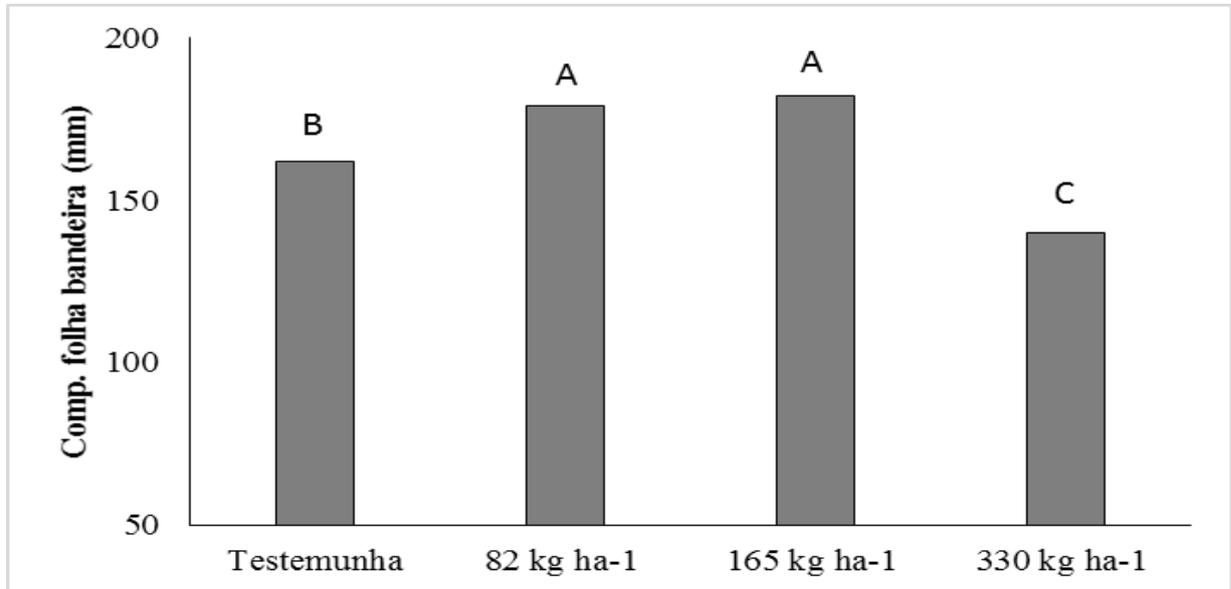


Figura 2 – Gráfico do comprimento da folha bandeira dos tratamentos avaliados.

Ao avaliar a intensidade da coloração das folhas das plantas foi verificado que a coloração verde mais intensa está diretamente relacionada ao aumento das doses de Zn foliar (Figura 2). A intensidade da coloração foi crescente para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, com valores médios de 2,75; 3,25; 4,125 e 5; respectivamente (Figura 3).

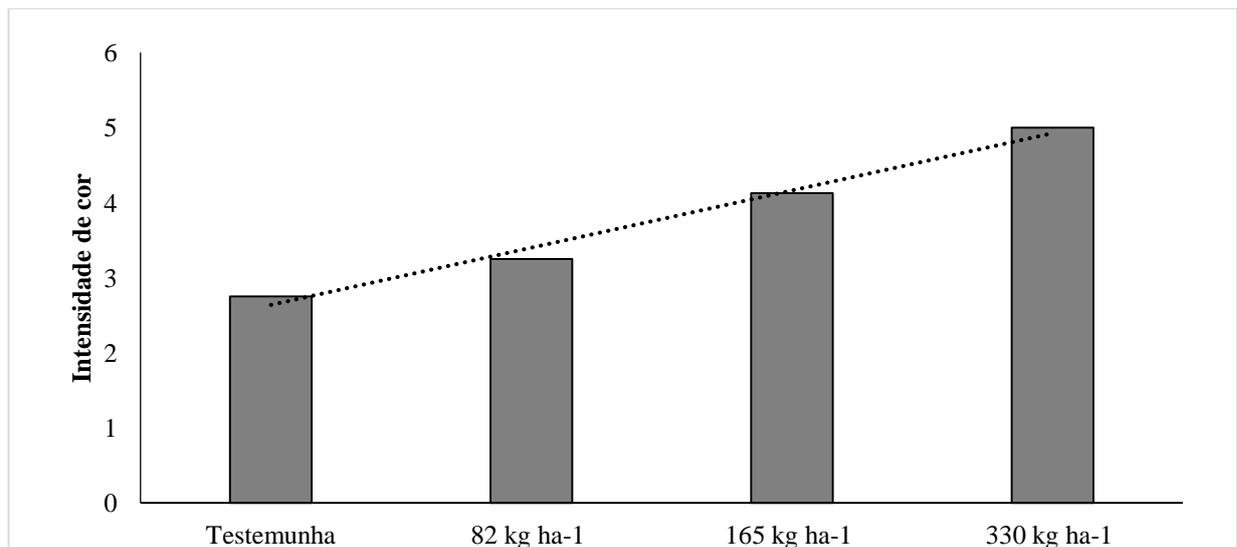


Figura 3 – Gráfico intensidade de coloração da folha bandeira dos tratamentos avaliados.

Tabela 1 – variáveis sem diferença estatística dos tratamentos avaliados.

Tratamento	Produtividade (Kg há ⁻¹)	Comprimento da raiz (mm)	Número de perfílios
T1 – Testemunha	1294 a	155 a	2,1 a
T2– 82 g ha ⁻¹	1300 a	156 a	1,8 a
T3– 165 g ha ⁻¹	1345 a	154 a	2 a
T4–330 g ha ⁻¹	1415 a	155 a	2 a

Medias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As características avaliadas de produtividade, número de perfílios e de comprimento das raízes não sofreram diferenciação estatística nas formas avaliadas conforme aplicadas as doses de zinco, sendo dentre as cinco características avaliadas somente duas, comprimento e intensidade de coloração do limbo foliar da folha bandeira com diferenciação estatística. O zinco sendo um dos micronutrientes essenciais dentre o cultivo de trigo na região central do estado de Paraná, tendo que em virtude que o material de origem dos solos apresentam altos teores deste nutriente porem não são absorvidos pelas plantas nas quantidades suficientes para que se demonstre o potencial da cultura (BORTOLÓN e GIANELLO, 2012), os resultados de produtividade e intensidade de coloração da folha bandeira subiram de forma crescente conforme a dose aplicada, já a folha bandeira não se comportou da mesma quando se diz na característica avaliada de comprimento do limbo foliar, sendo que nos tratamentos T2 e T3 as plantas não apresentaram diferença estatística e já em T1 e T4 apresentaram a diferença decedente aos resultados obtidos nos tratamentos, sendo levado como discussão que a dose estabelecida no tratamento T1 não foi suficiente para que de tal forma suprisse a demanda do nutriente durante o ciclo da cultura, e o tratamento T4 se estabeleceu uma dose muito superior ao que se faz necessária a demanda pelo tal nutriente, assim o zinco teve efeito de inibição ao que se diz na absorção e metabolização do nutriente fosforo na folha bandeira, já que 5 dias após a aplicação a mesma apresentou um sintoma pelo bronzeamento ou pigmentação de cor púrpura do ápice para a base da folha (BONA et al. 2016) e também uma diminuição do tamanho já que a deficiência do fosforo causa um retardo no desenvolvimento das células (GRANT et al. 2001) e conseqüentemente no desenvolvimento e tamanho das estruturas da planta.

Porém mesmo as plantas com a folha bandeira com tamanho reduzido porém com alto índice de coloração verde proporcionaram que se notasse possíveis incrementos em produtividade, esta tem contribuído com a translocação de 30 a 50% dos foto assimilados quais são utilizados para o enchimento de grãos fosse maior (DOMICIANO et al., 2010), assim correlacionando com a demanda de zinco e com a intensidade de coloração verde, ou, de clorofila dentro a folha, assim trazendo uma maior capacidade de metabolização e translocação da seiva para o dreno, ou a espiga.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se portanto, que o incremento de zinco em diferentes doses teve variações estatísticas nas características de comprimento e intensidade de coloração da folha bandeira nas plantas de trigo e que nas características de produtividade, comprimento das raízes e número de perfilhos não respondeu com diferenças estatísticas, a não resposta tem grande chance de se definir em base da geada tardia que afetou a região, e da exposição das plantas a períodos de baixas temperaturas.

Haja vista que o Zn seja um dos micronutrientes fundamentais dentro os cultivos de trigo, e que as plantas necessitam do mesmo durante vários processos dentro o seu metabolismo, o mesmo deve ser suplementado afim de almejar uma maior biofortificação das plantas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecido primeiramente por Deus por ter me dado sabedoria e fomento para a realização do respectivo trabalho que foi de total importância para a minha conclusão do curso, para o ganho de conhecimento dentro a pesquisa e a experimentação. Agradecido pelo meu orientador, Ricardo Cardoso Fialho por ter me auxiliado em cada etapa do experimento e também ter me dado base para a formação do trabalho escrito e formação dos resultados com base nos dados coletados, agradecido pelos minha parceira Vanessa Feliz Monteiro pela ajuda na execução nas atividades e na formação dos dados, agradecido pelo agricultor Geraldo Kerninski pela disponibilidade da fazenda e da lavoura para a execução do trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONES, H.; PRESTON, G.M. The impact of transition metals on bacterial plant disease. **FEMS Microbiol Reviews**, v.37, p.495–519, 2013.

COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUÇÃO E RENDIMENTO DE CULTURAS SELECIONADAS, SEAB. Disponível em: < http://www.agricultura.pr.gov.br/system/files/publico/Safras/resumo_pss.pdf> Acesso em 12 de novembro de 2020.

BORTOLON, L.; GIANELLO, C. Multielement Extraction from Southern Brazilian Soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.43, p.1615-1624, 2012.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A; ANDRADE, M.J.B de; GIÚDICE; M.P. del; CECON, P.R. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 147-152, 2004.

GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LEMOS PRESTES, A.; TRAUTMANN, R.; DOS SANTOS, A.; ANDREOTTI M. Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho eutroférico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.

ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LIMA, J. A. G.; DUDA, G. P.; BARRETO, N. D. S.; MENDES, A. M. S. Efeito da aplicação de diferentes doses de zinco na produtividade do meloeiro. **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, v.31, 2007.

GENC, Y.; McDONALD, G.K.; GRAHAM, R.D. Contribution of different mechanisms to zinc efficiency in bread wheat during early vegetative stage. **Plant Soil**. v.281, 2006.

VALLEE, B.L.; AULD, D.S. Zinc coordination, function, and structure of zinc enzymes and other proteins. **Biochemistry**, v.29, p.5647-5659, 1990.

FÁVARO, J.R.A. Crescimento e produção de *coffea arabica* L. em resposta a nutrição foliar de zinco na presença de cloreto de potássio. **Universidade federal de viçosa**. p.91, 1992.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. **Artmed**, p.719, 2004.

MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, Munsell soil color charts, Munsell color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation. 1950, revised 1975.

MELO, E. F. R. Q. Resposta de Cultivares de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à Níveis de Zinco nas Formas Inorgânica e Orgânica, em Casa-de-Vegetação e no Campo. P.125, 1990.

SCHEEREN, P.L.; CUNHA, G.R.; QUADROS, F.J.S. de; MARTINS, L.F. Efeito do frio em trigo. Embrapa Trigo, 2p. 2000. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 57).

DOMICIANO, G.P., RODRIGUES, F. Á.; MOREIRA, W. R.; OLIVEIRA, H. V.; VALE, F. X. R.; XAVIER FILHA, M. S. Silício no progresso da mancha marrom na folha bandeira do trigo. **Trop. plant pathol.** v.35, n.3, p.186-189, 2010.

BLAKE, N.K.; LANNING, S.P.; MARTIN J.M.; SHERMAN J.D.; TALBERT, L.E. Relationship of flag leaf characteristics to economically important traits in two spring wheat crosses. **Crop Science**. v.47, p.491-496, 2007.

DOMICIANO, G.P.; RESENDE, R.S.; RODRIGUES, F.A.; DAMATTA, F.M. Alterações na fotossíntese de plantas infectadas por fitopatógenos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v.17, p.305-339. 2009.

BONA, F.D.; MORI, C.; WIETHÖLTER, S. International plant nutrition institute. Manejo nutricional da Cultura do trigo - **Informações agronômicas nº 154**, 2016.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n.95, 2001.