



LEONARDO SCARAZZATTI

**EFEITO DO MANEJO DE POPULAÇÃO DE PLANTAS E
REGULAÇÃO DE CRESCIMENTO NA
BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DO TRIGO COM
ZINCO**

LAVRAS-MG

2020
LEONARDO SCARAZZATTI

**EFEITO DO MANEJO DE POPULAÇÃO DE PLANTAS E REGULAÇÃO DE
CRESCIMENTO NA BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DO TRIGO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr^a. Aurinelza Batista Teixeira Condé
Orientadora

Fábio Aurélio Dias Martins
Coorientador

LAVRAS-MG
2020

A minha família

Sr. Nivaldo José Scarazzatti, Sra. Luciane Soares de Araujo Scarazzatti, Murilo Scarazzatti

Por todo apoio que ofereceram a mim.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por ter me dado saúde, força e paciência para superar os desafios e pelas oportunidades oferecidas.

A toda minha família, por terem sempre acreditado nas minhas conquistas e que na minha ausência, dedicada a graduação, entenderam que o futuro é feito a partir de constante dedicação do presente.

Aos meus pais, agradeço pelo incentivo, carinho, educação e pela oportunidade de fazer uma graduação.

Aos meus irmãos e melhores amigos pelo incentivo, carinho e paciência em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela formação proporcionada, e a todos de seu corpo docente e em especial aos do curso de Agronomia pelos ensinamentos, que desta forma contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

À minha orientadora Dr^a. Aurinelza Batista Teixeira Condé e meu coorientador Fábio Aurélio Dias Martins, não só pela constante orientação neste trabalho, mas, sobretudo pela convivência em minha trajetória acadêmica na Universidade Federal de Lavras e, principalmente, pelo apoio, compreensão, e dos inúmeros e valiosos conselhos para a construção do conhecimento em que levo para a vida.

Aos amigos da graduação por todo o aprendizado repassado, além da amizade, paciência e dos momentos de alegrias e tristezas, que levo para a vida toda, além do incentivo em navegar em águas profundas na busca do conhecimento. Não tenho palavras para dizer o quanto sou grato.

Aos irmãos e companheiros da República Alabama, pelos momentos e memoráveis alegrias compartilhadas ao longo da graduação.

E finalmente, a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de parte do que sou. Muito Obrigado!

RESUMO

O manejo adequado da cultura do trigo propicia altas produtividades e bom retorno financeiro com a cultura. Com objetivo de avaliar o uso de diferentes densidades de plantio na cultura e o uso de regulador de crescimento associado a biofortificação agrônômica, utilizando o micronutriente Zn (zinco) utilizando a cultivar BRS 264. O experimento foi desenvolvido no município de Ijaci (MG), durante o ano agrícola de 2019. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x4 sendo três tratamentos: regulador de crescimento + zinco + óleo mineral, regulador de crescimento + óleo mineral, zinco + óleo mineral na dosagem de 500 ml ha⁻¹ do regulador de crescimento + 4 kg ha⁻¹ de Zn + 4 L ha⁻¹ de Óleo mineral e 4 densidades de semeadura (150, 250, 350, 450 plantas/m²). Os tratamentos foram avaliados quanto à altura de plantas, peso hectolítico e rendimento de grãos (Kg ha⁻¹), testando negativamente a utilização do regulador de crescimento (trinexapaque-etílico) e a biofortificação com Zn não tendo interferência na altura de plantas e no peso hectolítico dos grãos. Para o desdobramento aplicação de zinco em diferentes densidades populacionais a equação de ajuste do rendimento de grãos em relação a densidade de semeadura foi quadrática, ocorrendo um aumento de produção quando se utiliza uma população menor de plantas, mostrando uma população ideal em torno de 150 plantas/m².

Palavras-chave: Trigo, Zn, regulador, densidades.

Sumário

v1	INTRODUÇ	
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1	Cultura do trigo.....	9
2.2	A biofortificação agronômica com Zn e seus benefícios e a produção de alimentos	9
2.3	Zinco nas plantas, no solo e nos humanos.....	10
2.4	Uso de redutores de crescimento em trigo.....	11
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1	Metodologia utilizada.....	13
3.2	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5	CONCLUSÕES.....	18
	REFERENCIAL.....	19

1 INTRODUÇÃO

A população mundial vem crescendo constantemente e cada vez mais se torna desafiador elevar-se a produtividade das culturas e conseqüentemente aumentar a produção de alimentos sem que a qualidade desses sejam prejudicadas, tornando cada vez mais importante produzir alimentos com teores adequados de nutrientes com intuito de fornecê-los na alimentação humana. No mundo todo, grande parte da população sofre com deficiências de nutrientes, em especial os micronutrientes, devido a dietas desbalanceadas e alimentos com baixos teores desses micros, dentre eles o Zinco (Zn), que é de suma importância no organismo humano e quando em deficiência pode vir a acarretar doenças e injúrias, tendo como grupos de maior propensão a essas doenças os adolescentes, crianças e mulheres em gestação.

Dietas deficientes podem ocasionar ao mau funcionamento do organismo uma vez que esses os nutrientes participam de várias funções vitais no organismo. O zinco é constituinte e ativador enzimático, participa da síntese protéica, na amenização dos efeitos do oxigênio ativo e na melhoria da capacidade de aprendizado (GIBSON, 2006).

A deficiência do zinco nos alimentos pode se justificar devido à baixa concentração desse micronutriente nos solos agricultáveis brasileiros que possuem baixa fertilidade natural, devido ao seu elevado grau de intemperismo, principalmente em regiões onde o clima é predominantemente tropical. No entanto, as pesquisas e inovações nas áreas de nutrição do solo e novas fontes de nutrientes tem sido bastante eficaz para elevar o teor desses nutrientes no solo, assim como outras estratégias de manejo para reduzir essas deficiências.

A biofortificação agrônômica tem sido uma alternativa eficaz e relativamente barata para incremento da qualidade nutricional dos alimentos e inserção de nutrientes, consiste na aplicação de nutrientes em forma de adubo via foliar, solo ou via semente variando o tipo de manejo de acordo com a cultura em questão, sendo a técnica muito utilizada principalmente em culturas que compõe a base da alimentação humana, sendo as principais: trigo, soja, feijão, arroz e milho (WHITE et al., 2009; NUTTI; CARVALHO; RODRIGUES, 2016; ZAMAN et al., 2017).

O trigo serve de base para a produção de diversos alimentos, e o Brasil é responsável apenas por metade dessa produção relativa ao consumo do mercado interno,

importa aproximadamente 50% do trigo consumido no país, tornando de extrema importância à intensificação nas pesquisas e programas de incentivos relacionados ao aumento do cultivo da cultura no país, para que assim haja uma projeção de aumento de produção visando suprir a necessidade do mercado interno. Diminuindo a dependência da importação de outros países como, por exemplo, a Argentina, que é responsável pelo fornecimento de aproximadamente 75% do trigo importado.

Nesse estudo objetivou-se avaliar a eficácia da biofortificação com o micronutriente zinco via aplicação foliar em função da aplicação combinada com regulador de crescimento, nas diferentes densidades de plantio de trigo, utilizando a cultivar BRS 264, sendo esse um material com alto teor produtivo e muito cultivado no estado de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) está entre os mais antigos cereais cultivados, tendo se originado há mais de 10.000 anos, na antiga Mesopotâmia. É uma cultura destinada principalmente à alimentação humana e tem na sua composição proteínas, carboidratos, gorduras, elementos minerais e vitaminas (CASTRO et al., 2008).

É pertencente à família Poaceae, gênero *Triticum*. É uma cultura que se destaca pela sua importância para a economia global, por ser o segundo cereal mais produzido e comercializado no mundo, atrás apenas do arroz (TAKEITI, 2015).

O Brasil é o 16º maior produtor de trigo, a qual é a principal cultura de inverno, nesta safra, a estimativa é que haja um incremento de área de 13,7%, quando comparado à safra passada, e a produção dependendo do comportamento climático, em 6,3 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

2.2 A biofortificação agrônômica com Zn e seus benefícios e a produção de alimentos

Os estudos sobre biofortificação de alimentos tiveram início nos Estados Unidos no início dos anos 1990. Biofortificação é o processo utilizado para aumentar o conteúdo nutricional de micronutrientes, como vitaminas e minerais específicos, das porções comestíveis das plantas utilizadas como alimentos, o que pode ser feito através de técnicas de melhoramento convencional de plantas ou através da biotecnologia (NUTTI, 2020). Podendo essa ser obtida através da técnica da aplicação de adubos ou através do melhoramento genético de plantas.

A inserção de alimentos biofortificados na dieta das camadas mais humildes da população tem como intuito complementar as deficiências nutricionais existentes em suas dietas, propiciando de maneira sustentável e de baixo custo suprir as carências nutricionais (CAKMAK, 2008).

Nestel et al. (2006) apresentam em seus estudos os seguintes benefícios da estratégia de biofortificação:

1. Potencializa, em micronutrientes, a ingestão dos alimentos básicos que são consumidos diariamente por todos os membros da família. Como os alimentos básicos predominam na dieta dos mais pobres, essa estratégia visa implicitamente às famílias de baixa renda;
2. A biofortificação fornece um meio viável de alcançar as populações subnutridas em áreas rurais relativamente remotas.

A produção mundial de alimentos se concentra em solos com teores naturalmente baixos de Zn (CAKMAK, 2008), com reflexos na produtividade e na qualidade nutricional. Com o propósito de avaliar os benefícios da biofortificação agrônômica, pesquisas realizadas no Brasil, Austrália e Índia com adubação de Zn no solo, demonstraram aumentos na concentração do mesmo em vários tipos diferentes de grãos (YANG; ZHANG, 2006; MUNER et al., 2011, INOCÊNCIO et al., 2012, MELO et al., 2018).

Estudos que visam à biofortificação agrônômica dos alimentos são vistos como estratégicos para minimizar a deficiência de Zn na população (OZTURK et al., 2006; KUTMAN et al., 2011). Para o metabolismo humano, é necessário o consumo de 15 mg de Zn dia⁻¹ (PRASAD, 2007), enquanto que, para crianças e gestantes, as quantidades requeridas são ainda maiores (PATHAK et al., 2008). O consumo de alimentos pobres em Zn e a ausência de suplementação para mulheres grávidas reduzem o desenvolvimento do feto e comprometem todo o desenvolvimento inicial da criança (MACKENZIE et al., 2007). Estima-se que, aproximadamente, 500 mil crianças com idade inferior a cinco anos morram todos os anos no mundo por doenças relacionadas à deficiência de Zn (BLACK et al., 2008).

2.3 Zinco nas plantas, no solo e nos humanos

O Zn nas plantas atua principalmente, na síntese de proteínas e no crescimento, decorrente da sua participação na formação do aminoácido triptofano, precursor do ácido indol acético. Nesse contexto, os principais sintomas de deficiência do micronutriente são: a redução da altura de plantas, internódios, folhas e da produtividade das culturas (SANTOS et al., 2009; MUNER et al., 2011).

O Zn apresenta uma dinâmica complexa no solo e sua disponibilidade é influenciada, principalmente, pelo pH, teores de outros nutrientes, como o cobre, ferro,

manganês e fósforo, teores de argila e sistema de cultivo (SIPOS et al., 2008; VALLADARES et al., 2009; SAFFARI et al., 2009). A adubação fosfatada reduz drasticamente a disponibilidade de Zn, no solo, por meio da formação de precipitados de reduzida solubilidade (BEHERA et al., 2011).

A aplicação de Zn em solos onde o teor do micronutriente está abaixo do nível crítico promove o aumento na produtividade (SANTOS et al., 2009; MUNER et al., 2011) e nos teores de Zn nas plantas (YANG; ZHANG, 2006; KUTMAN et al., 2011). A solubilidade da fonte a ser empregada nos estudos de biofortificação agrônômica é considerada importante para o sucesso da técnica (CAKMAK, 2008).

Apesar da existência de muitas fontes, no Brasil se usa frequentemente o sulfato de Zn por causa da sua alta solubilidade e baixo preço (CAKMAK, 2008). As fontes de Zn podem ser aplicadas via solo, foliar (YILMAZ et al., 1997) e também às sementes (INOCENCIO et al., 2012). Han et al. (2011) apontam forte interação do micronutriente com o solo, com elevada taxa de retenção, principalmente pelos óxidos de Fe, manganês, titânio e alumínio. Embora as concentrações totais de Zn nos solos brasileiros sejam altas, apenas uma pequena fração se encontra na forma prontamente disponível para a planta (VALLADARES et al., 2009).

Dentre as funções do Zn no organismo humano, destaca-se a influência na proteção estrutural, na integridade das membranas biológicas, na amenização da toxidez dos radicais livres, na síntese de proteínas, na resistência do sistema imunológico e no melhor funcionamento do cérebro (GIBSON, 2006). Aproximadamente, 10% de todas as proteínas possuem o Zn como constituinte (BERTINI; ROSATA, 2007) e a sua deficiência aumenta os riscos de doenças infecciosas (GIBSON et al., 2008), a incidência de câncer (PFEIFFER; MCCLAFFERTY, 2007) e o atraso intelectual, o que onera os gastos com saúde pública (MACKENZIE et al., 2007; BLACK et al., 2008).

2.4 Uso de redutores de crescimento em trigo

O uso de redutores de crescimento é uma das ferramentas utilizadas para sanar o problema de acamamento na cultura do trigo, associada ao manejo adequado de água, posicionamento de doses adequadas de nitrogênio e ao uso de cultivares resistente. Reguladores de crescimento são substâncias não sintetizadas pelas plantas que influenciam seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004) e que normalmente são aplicadas via foliar e translocam nas plantas, atuando na biossíntese de giberelina e

consequentemente reduzindo o tamanho de plantas, podendo ser benéfico também, no aumento de interceptação luminosa devido a maior área foliar devido a relocação de carbono na planta que ao invés de ser utilizado para alongação de colmos, atuará em outras funções em seu metabolismo desencadeando outras funções na planta como, por exemplo, no perfilhamento que preenche falhas de plantio e aumenta o estande de plantas.

O acamamento além de prejudicar a qualidade do trigo a ser colhido devido às espiguetas estar em contato direto sob o solo tornando as mais suscetíveis ao ataque de patógenos e pragas que acometem a cultura. Usualmente, os reguladores são aplicados com a finalidade de aumentar a produção e a qualidade ou facilitar a colheita (LAMAS, 2001; MATEUS; LIMA; ROSOLEM, 2004; FERRARI et al., 2008). As plantas acamadas dificultam a colheita mecanizada diminuindo a eficiência das operações assim como o seu rendimento devido ao aumento de perdas no processo de colheita inviabilizando muitas vezes o manejo de algumas cultivares sem a utilização de reguladores de crescimento durante manejo da cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Metodologia utilizada

O experimento foi conduzido na Fazenda Palmital, pertencente a Universidade Federal de Lavras e localizada no município de Ijaci no estado de Minas Gerais, situado a 21° 14' 16'' de latitude sul e a 45° 08' 00'' de longitude oeste a 920 m de altitude, com temperatura média variando entre 12°C e 23°C durante o período sendo classificado segundo a classificação climática de koppen em cwa (clima sub-tropical úmido).

O experimento foi composto de 36 parcelas contendo cinco metros quadrados por parcelas e com espaçamento entre si de 0,5m, das quais cada parcela era composta por 5 linhas espaçadas em 0,35m totalizando assim uma área experimental total de 276,25 metros quadrados. Foi utilizado a cultivar BRS 264 em quatro densidades de plantio: 150, 250, 350 e 450 plantas/m², respectivamente e três tratamentos (Tabela 1). Para os tratamentos foi volume de calda de 800 L ha⁻¹ e aplicado sobre cada parcela por pulverizador costal movido a CO₂.

Tabela 1 - Especificação dos tratamentos: regulador de crescimento (Reg), óleo mineral e zinco (Zn); composição e doses aplicadas. 2019.

Especificação	Composição	Dose
1. Reg + Óleo mineral	Trinexapaque-etílico + Alquil Ester Fosfatado	500 ml ha ⁻¹ + 4 L ha ⁻¹
2. Reg + Zn + Óleo mineral	Trinexapaque-etílico + Zn + Alquil Ester Fosfatado	500 ml ha ⁻¹ + 4 kg ha ⁻¹ + 4 L ha ⁻¹
3. Zn + Óleo mineral	Zn + Alquil Ester Fosfatado	4 kg ha ⁻¹ + 4 L ha ⁻¹

O regulador de crescimento utilizado foi o produto MODDUS (Trinexapaque-etílico) e Óleo mineral OCHIMA (Alquil Ester Fosfatado) cujo a aplicação ocorreu em 22/05/2019 na parte da manhã. Na condução do experimento foi feito a aplicação do inseticida REGENT 800WG (Fipronil) com dosagem de 150g ha⁻¹, visando o controle de formigas. Também foi utilizado o herbicida ALLY (Metsulfuron-methyl) com dosagem de 6 g.p.c ha⁻¹ visando o controle de plantas invasoras, diluído em 24 litros de água e aplicado em área total do experimento via pulverizador costal manual no dia

11/07/2019 na parte da manhã. Na condução do experimento eram feitas irrigação via aspersão com dois aspersores que cobriam a totalidade da área experimental com frequência de duas vezes por semanas com volume de aproximadamente 1000 L por rega e monitoramento de pragas e doenças na mesma ocasião.

Devido ao ataque severo de pássaros e formigas no experimento optei por utilizar como parcela experimental útil apenas as linhas centrais, as quais foram menos prejudicadas, as parcelas continham cinco linhas, foram coletadas por tanto 1 m de cada linha central desconsiderando as linhas laterais no entanto apresentando coeficientes de variação coerentes, desse material coletado foram amostrados o peso e volume de grão para estimar o rendimento e o peso hectolitrico, além de medidos a altura de cinco plantas aleatoriamente em cada parcela experimental.

3.2 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x4 sendo 3 tratamentos: Modulador de crescimento mais zinco e óleo mineral, modulador de crescimento e óleo mineral, zinco e óleo mineral e 4 densidades de semeadura sendo elas: 150 sementes/m², 250 sementes/m², 350 sementes/m² e 450 sementes/m² e 3 repetições com cada parcela experimental composta por 5 m².

Os dados de altura, peso hectolitrico e rendimento de grãos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis estudadas foram analisadas utilizando o programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância não apresentaram resultados significativos para altura e peso hectolitrico, demonstrando que o uso de regulador de crescimento com ou sem a biofortificação não influenciaram nestas características (Tabela 2).

Além de concordarem com os resultados obtidos por Orioli Jr et al. (2008) que não observaram resposta do trigo em altura à aplicação de Zn. Zagonel e Fernandes (2007) observaram que o estágio de aplicação de trinexapac-ethyl afetou sim a altura das plantas, que foi menor quanto mais tardia a aplicação, o que pode explicar este trabalho, uma vez que a aplicação foi realizada após a época indicada. Considerando que o Zn é um dos componentes que controla a formação do ácido indol acético (AIA), um regulador de crescimento na planta (TAIZ; ZEIGER, 2004), sua deficiência afetaria negativamente o desenvolvimento e altura da planta.

Tabela 2* - Quadro de análises de variâncias individuais para as características altura em cm (Alt), peso hectolitrico em kg hl⁻¹ (PH) e rendimento de grãos em kg ha⁻¹ (RG) na cultivar BRS 264, cultivadas em diferentes densidades de plantio e biofortificadas, Ijaci/MG, 2019.

FV	GL	QM		
		Alt	PH	RG
Bloco	2	100,83	23,35	215901
Densidades de Plantio	3	43,15 ^{ns}	77,33 ^{ns}	3519775*
Tratamentos	2	13,06 ^{ns}	31,22 ^{ns}	976318**
Densidade x Tratamentos	6	20,25 ^{ns}	46,08 ^{ns}	1221435**
Resíduo	24	47,50 ^{ns}	77,15	144878
CV(%)		12,18	10,81	20,91
Média		56,53	81,27	1820,31

^{ns,**}: Não Significativo, significativo a 5 e a 1% de probabilidade, respectivamente; CV: Coeficiente de variação

A interação entre densidade de plantio e os tratamentos foram significativos (Tabela 2) para rendimento de grãos. A resposta da produtividade a densidade de plantio

e biofortificação depende também de fatores como clima, solo e cultivar, a resposta das diferentes densidades de plantio ao uso da biofortificação com zinco ou uso de regulador foram melhores representadas pelas funções apresentadas na Figura 1 e Tabela 3.

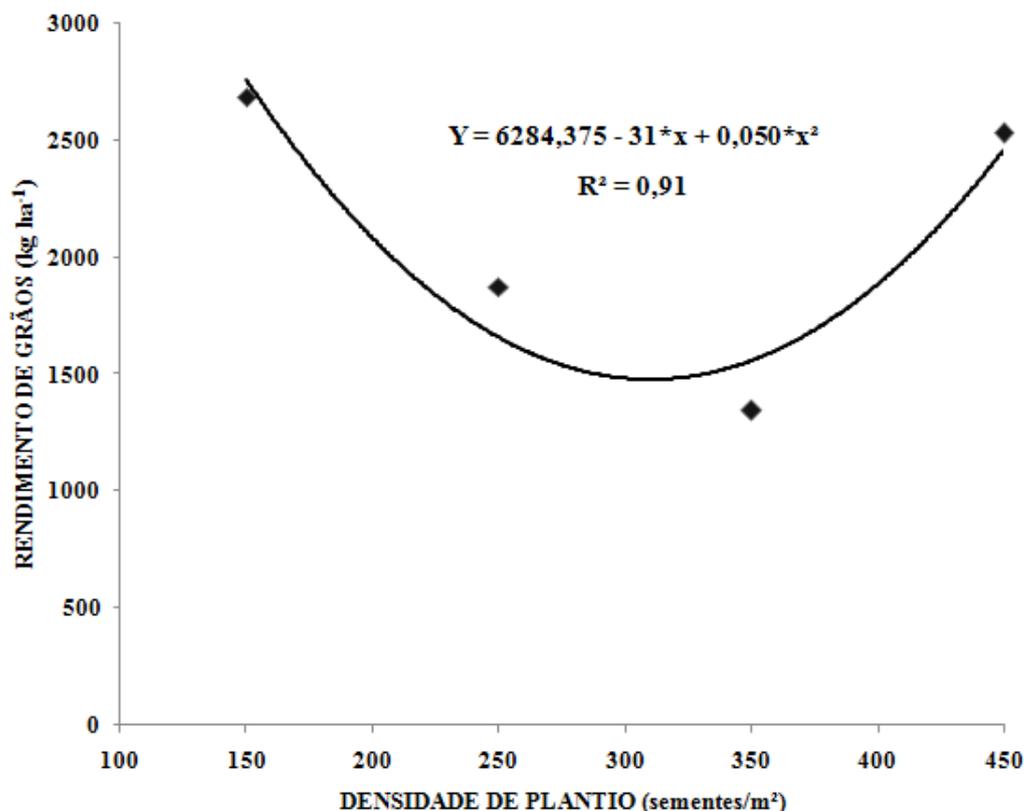


Figura 1 - Produtividade do trigo cultivar BRS 264. Aplicação de Zinco nas densidade de plantio 150, 250, 350 e 450 sementes/m².

Fonte: Do autor (2020).

Tabela 3* - Médias de rendimento de grãos de trigo quando cultivados com regulador de crescimento (Reg), regulador de crescimento e biofortificação com zinco (Reg + Zn) e apenas biofortificação com zinco (Zn) em diferentes densidades de plantio. 2019.

Tratamentos	Densidades de Plantio			
	150 pl/m²	250 pl/m²	350 pl/m²	450 pl/m²
Reg	1062,50 b	875,00 b	2093,75 a	2125,00 a
Reg + Zn	2125,00 a	1656,25 a	2156,25 a	1312,50 b
Zn	2687,50 a	1875,00 a	1343,75 b	2531,25 a

*Desdobramento da interação Densidade x Biofortificação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A cultivar BRS 264 respondeu significativamente ao utilizar-se diferentes densidades de plantio, tendo influencia devido a competição entre plantas tanto por

interceptação de luz, mas também pela absorção na quantidade de água e nutrientes entre elas, concordando com o Almeida et al (2000) que diz que a escolha do arranjo espacial de plantas na área é uma das decisões mais importantes na programação do plantio da cultura. Arranjo esse que influencia diretamente na produtividade de plantas da cultivar em questão.

Ao analisar a Figura 1, observa-se que o valor de $R^2 = 0,91$ obtido do tratamento com Zn apresenta o melhor ajustamento do comportamento das diferentes densidades de plantio, ao analisar a variável rendimento de grãos. A densidade ideal de plantio é próxima a 150 plantas/m², evidenciando que menores densidades de plantas por metro quadrado proporcionam melhor desempenho, a intensidade de competição foi minimizada, permitindo maior eficiência e potencial de produção de cada planta, consequentemente melhores produtividades.

Ao calcular o custo de produção de trigo. Os principais componentes são, em média, os fertilizantes (28,71%), seguido das sementes (14,13%) e dos agrotóxicos (13,72%) (CONAB, 2018). Sendo, portanto, de extrema importância levar em consideração a densidade de plantio ideal com intuito de diminuir o gasto com semente e consequentemente reduzir o custo de produção da cultura.

Devido à importância da semente, tanto na expectativa de produção da cultura quanto na composição de seus custos, é sempre necessário proceder, na instalação de uma lavoura, a determinação da quantidade econômica de semente a ser utilizada, a fim de se promover a diminuição dos custos de produção, propiciar melhor desenvolvimento fisiológico da planta e maximizar sua produção (CÁNOVAS; TRINDADE, 2003).

Silva e Gomes (1990) observaram que nas menores densidades de plantio, após o perfilhamento, as plantas formavam "touceiras" e rapidamente fechavam as entrelinhas, mostrando uma boa cobertura do solo e controle de plantas daninhas.

5 CONCLUSÕES

A cultivar BRS 264 não apresentou diferença significativa para os quesitos: altura de plantas e peso hectolítrico, com a aplicação de Zn combinada de regulador de crescimento via foliar em diferentes densidades de plantio.

Diferentes densidades de plantio promovem respostas distintas à produtividade de plantas de trigo, obtendo como melhor desempenho em produção a densidade populacional de 150 plantas/m².

REFERENCIAL

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v.30, p.23-29, 2000.

BEHERA, S. K. et al. Distribution variability of total and extractable zinc in cultivated acid soils of India and their relationship with some selected soil properties. **Geoderma**, Amsterdam, v. 162, n. 3, p.242-250, May 2011.

BERTINI, I.; ROSATA, A. From genes to metalloproteins: a bioinformatic approach. **European Journal Inorganic Chemistry**, Weinheim, v. 18, n. 1, p. 2546-2555, May 2007.

BLACK, R. E. et al. Maternal and child under- nutrition: global and regional exposures and health consequences. **Lancet**, London, v. 371, n. 9608, p. 243– 260, Jan. 2008.

CAKMAK, I. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? **Plant and Soil**, The Hague, v. 302, n. 1-2, p. 1-17, Jan. 2008.

CÁNOVAS, A. C.; TRINDADE, M. G. **Densidade de semeadura de trigo – Uma questão de economia** (Comunicado Técnico 54 – EMBRAPA), 2003.

CASTRO, P. R. C.; KLUGUE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Agrônoma Ceres Ltda, Ouro Fino, 2008, p. 864.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo levantamento**, Brasília, p. 1-31. Julho, 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Compêndio de Estudos CONAB**, v. 15, p. 1-52, 2018.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.

GIBSON, R. S. et al. Indicators of zinc status at the population level: a review of the evidence. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 99, n. 3, p. 14–22, June 2008.

GIBSON, R. S. Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. **Proceeding of the Nutrition Society**, Washington, v. 65, n. 1, p. 51–60, Feb. 2006.

HAN, X. et al. Zinc fractions and availability to soybeans in represent soils of Northeast China. **Journal of Soils and Sediments**, Brisbane, v. 11, n. 1, p. 596- 606, Oct. 2011.

INOCENCIO, M. F. et al. Soybean response to zinc fertilization in soil with contents above critical level. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1550-1554, Out. 2012.

KUTMAN, U. B. et al. Biofortification of durum wheat with through soil and foliar applications of Nitrogen. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 87, n. 1, p. 1- 9, Feb. 2011.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 265-272, 2001.

MACKENZIE, G. G. et al. Zinc deficiency in neuronal biology. **Life**, Rockville, v. 59, n. 4-5, p. 299–307, May 2007.

MATEUS, G. P.; LIMA, E. V.; ROSOLEM, C. A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 631-636, 2004.

MELO, F. B. et al. Resposta do feijão-caupi à aplicação de fósforo e zinco. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 31, n.1, p. 240-245, 2018.

MUNER, L. H. et al. Disponibilidade de zinco para o milho em resposta à localização de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 29-36, Jan. 2011.

NESTEL, P.; BOUIS, H. E; MEENAKSHI, J. V.; PEIFFER, W. Biofortification of Staple Food Crops. **The Journal of Nutrition**, v. 136, n. 4, p. 1064–1067, Apr. 2006.

NUTTI, M. R. **Fortificação – Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid46tch02wyiv80z4s473dulcvpb.html. Acesso em: 20 de julho de 2020.

NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; RODRIGUES, P. S. M. O progresso das ações de biofortificação no Brasil. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 42, n. 2, p. 24-27, 2016.

ORIOLO Jr, V.; MELLO P, R.; LEONEL, C.L.; CAZETTA, A.; MARTORELI da S, C.; BARBOSA Z, J.; GAMA B, C.H. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de massa seca de plantas de trigo. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**, v. 8, n.1, p. 28-36. 2008.

OZTURK, L. et al. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. **Plant Physiology**, Rockville, v. 128, n. 1, p. 144-152, Sept. 2006.

- PATHAK, P. et al. Serum zinc levels amongst pregnant women in a rural block of Haryana state, India. **Asia Pacific Journal of Clinic Nutrition**, Trieste, v. 17, n. 2, p. 276–279, Mar. 2008.
- PFEIFFER, W. H.; MCCLAFFERTY, B. Biofortification: breeding micronutrient-dense crops. In: KANG, M. S.; PRIYADARSHAN, P. M. (Ed.). **Breeding major food staples**. Blackwell Science: New York. 2007. p. 61-91.
- PRASAD, A.S. Zinc: Mechanisms of host defense. **Journal of Nutritional**, Bethesda, v. 137, n. 1, p. 1345–1349, Jan. 2007.
- SAFFARI, M. et al. Evaluation of three sequential methods for fractionation of zinc in calcareous and acidic soils. **Research Journal of Biological Sciences**, Brisbane, v. 4, n. 7, p. 848-857, Apr. 2009.
- SANTOS, H. C. et al. Cu e Zn na cultura do sorgo cultivado em três classes de solos. I. Crescimento vegetativo e produção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 125-130, mar. 2009.
- SILVA, D. B. da.; GOMES, A. C. Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos cerrados. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 305-315, marc. 1990.
- SIPOS, P. et al. Sorption of copper, zinc and lead soil mineral phases. **Chemosphere**, Oxford, v. 73, n. 4, p. 461-469, Sept. 2008.
- TAKEITI, C. Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- VALLADARES, G. S. et al. Zinco total e disponível em amostras de perfis de solos do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 1105-1114, out. 2009.
- WHITE, P. J. et al. Relationship between yield and mineral concentrations in potato tubers. **HortScience**, v. 44, p. 6-11, 2009.
- YANG, J.; ZHANG, J. Grain filling of cereals under soil drying. **New Phytologist**, Cambridge, v. 169, n. 2, p. 223-236, Feb. 2006.
- YILMAZ, A. et al. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat grown on zinc-deficient calcareous soils in Central Anatolia. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 20, n. 4-5, p. 461– 471, Nov. 1997.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e época de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.
- ZAMAN, Q. et al. Zinc biofortification in rice: leveraging agriculture to moderate hidden hunger in developing countries. **Arch Agron Soil Sci**. v. 64, n. 2, p. 1–15, 2017.

