



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
AGRONOMIA**

GUILHERME ADILIO DA SILVA

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE TRIGO
SUBMETIDAS À DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE COBRE**

**CHAPECÓ
2019**

GUILHERME ADILIO DA SILVA

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE TRIGO
SUBMETIDAS À DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE COBRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva

CHAPECÓ

2019

Silva, Guilherme Adilio da
Germinação de sementes e crescimento de plântulas de
trigo submetidas à diferentes concentrações de cobre /
Guilherme Adilio da Silva. -- 2019.

33 f.

Orientador: Samuel Mariano Gislon da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Chapecó, SC , 2019.

1. Triticum aestivum. 2. Tratamento de sementes. 3.
Cobre. 4. Micronutriente. I. Silva, Samuel Mariano
Gislon da, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

GUILHERME ADÍLIO DA SILVA

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE
TRIGO SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE COBRE**

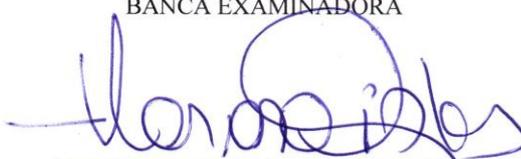
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como
requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva

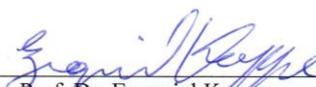
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

13/06/2019

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva
Orientador



Prof. Dr. Ezequiel Koppe
1º Examinador



Prof. Dr. Tássia Souza Bertipaglia
2º Examinador

RESUMO

A rentabilidade de uma determinada cultura passa muitas vezes pela escolha de insumos menos onerosos e de semelhante eficiência. Na cultura do trigo a fertilização química é responsável pela maior participação nos custos de produção da cultura. Visando suprir essa demanda nutricional e diminuir os custos de produção, vem se usando constantemente no Sul do Brasil dejetos de suínos. Porém, o uso massivo de dejetos tende a causar um acúmulo de alguns elementos no solo, como o cobre, que em excesso pode desencadear problemas fitotóxicos à cultura do trigo. O objetivo do trabalho foi analisar experimentalmente o efeito de diferentes doses de cobre sob a germinação e desenvolvimento inicial de trigo. O experimento foi realizado no laboratório de Sementes e Grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul em esquema de parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com classificação cruzada e 4 repetições. As sementes foram divididas em 4 lotes de 20 repetições de 50 sementes e cada repetição foi semeada em papel germitext, previamente umedecido com volume de água correspondente a 2,5 vezes o peso do papel. A água utilizada para a embebição dos 4 lotes foi acrescida de diferentes concentrações de sulfato de cobre (CuSO₄), de maneira que as concentrações finais de cobre fossem 0.0, 50.0, 100.0 e 150.0 mg/L, gerando quatro diferentes tratamentos. Os rolos de papel foram mantidos em germinadores a temperatura constante de 20°C, sendo as avaliações realizadas em 4 repetições de cada tratamento no quarto, quinto, sexto, sétimo e oitavo dias após a semeadura. A taxa de germinação decaiu conforme se aumentou a dose de cobre. Ao não se utilizar cobre constatou-se maior comprimento da parte aérea das plântulas de trigo em relação às sementes tratadas com o elemento, nessa variável houve uma diminuição de 50% no comprimento de parte aérea com o uso da maior dose em comparação ao tratamento controle. O comprimento radicular foi parte vegetativa mais afetada pelo uso do cobre, sendo que as plântulas de trigo tiveram em média 8 cm a menos de raiz na maior dose (150.0 mg/L) em relação a dose controle.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, fitotoxidade, micronutriente.

ABSTRACT

The profitability of a given crop depends on the choice of less costly inputs and similar efficiency. In the wheat crop, chemical fertilization is responsible for the greater participation in the production costs of the crop, to meet this nutritional demand and to reduce production costs. using pig slurry constantly in southern Brazil, but this massive use of waste tends to cause an accumulation of some nutrients in the soil, such as copper, in excess copper can trigger phytotoxic problems to the wheat crop. In this way, the objective of the work was to analyze experimentally the effect of different doses of copper under the germination and initial development of wheat. The experiment was carried out in the Seeds and Grains laboratory of the Federal University of the Southern Border in a plot of plots subdivided into blocks at random, with cross - classification and 4 replicates. The seeds were divided into 4 batches of 12 replicates of 50 seeds and each replicate was seeded on germitext paper, previously moistened with a volume of water corresponding to 2.5 times the weight of the paper. The water used to soak the 4 batches was increased by different concentrations of copper sulphate (CuSO₄), so that the final concentrations of copper were 0.0, 50.0, 100.0 and 150.0 mg/L, generating four different treatments. The paper rolls were kept in germinators at a constant temperature of 20°C, and the evaluations were performed in 4 replicates of each treatment in the fourth, fifth, sixth, seventh and eighth days after sowing. The germination had a decrease in its percentage as the copper dose increased. When not using copper it was observed a greater length of the aerial part of the wheat seedlings in relation to the seeds treated with the element, in this variable there was a 50% decrease in the length of aerial part with the use of the larger dose in comparison to the control treatment. The root length was the vegetative part most affected by the use of copper. Wheat seedlings averaged 8 cm less of root at the highest dose (150.0 mg/L) in relation to the control dose.

Key words: *Triticum aestivum*, phytotoxicity, micronutrient.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios de germinação das sementes de trigo (%) submetidas a diferentes doses de cobre e em diferentes dias de avaliação.....	16
Tabela 2 - Equações polinomiais referentes ao efeito das doses de cobre sobre a germinação de sementes de trigo.	17
Tabela 3 - Comprimento de parte aérea das plântulas de trigo (cm. plântula ⁻¹) sob diferentes doses de cobre em diferentes dias de avaliação.....	18
Tabela 4 - Equações polinomiais referentes aos efeitos das doses de cobre sob o crescimento de parte aérea (cm plântula ⁻¹) de plântulas de trigo em cinco dias de avaliação.....	18
Tabela 5 - Comprimento radicular de plântulas de trigo submetidas a diferentes doses de cobre em cinco diferentes dias de avaliação.....	20
Tabela 6 - Equações polinomiais referentes ao efeito das doses de cobre sobre o crescimento radicular (cm plântula ⁻¹) de plântulas de trigo em cinco dias de avaliação.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
	2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
	4.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES.....	14
	4.2 ENSAIO DE GERMINAÇÃO	14
	4.3 VIGOR E VIABILIDADE DAS SEMENTES	14
	4.4 AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO	15
	4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6	CONCLUSÃO.....	22
7	REFERÊNCIAS	23
8	APÊNDICES.....	26
9	ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

Em um sistema de rotação/sucessão com culturas de alto valor agregado como a soja, na região Sul o trigo tem se tornando uma alternativa bastante interessante, proporcionando benefícios diretos e indiretos quando comparado ao pousio (PIRES, 2017).

Conforme um estudo elaborado pela Conab sobre rentabilidade da cultura do trigo em diferentes locais do Brasil no ano de 2017, foi possível observar que em todas as situações os fertilizantes foram os responsáveis pela maior parte dos custos de produção (CONAB, 2018). Usando a redução dos custos, agricultores têm optado por utilizar os dejetos dos suínos como fonte nutricional para a cultura. O uso massivo desse insumo no cultivo de trigo pode ocasionar excesso de alguns nutrientes e consigo prejudicar o desenvolvimento da cultura.

De acordo com Mattias (2006) o cobre e o zinco são elementos que aparecerem em grandes quantidades nos dejetos dos animais, uma vez que tais nutrientes fazem parte da dieta alimentar dos suínos. Solos que receberam contínuas e excessivas aplicações de dejetos de suínos estão sujeitos a apresentarem toxicidade de cobre e zinco.

O cobre em níveis adequados desempenha papel importante na bioquímica, fisiologia e nutrição das plantas (MALAVOLTA, 1980; HAQUE et al., 1993). Segundo Graham & Nambiar (1981) o trigo é a cultura anual que mais responde a presença de cobre no solo. Plantas de trigo deficientes em cobre podem apresentar esterilidade masculina, ou seja, plantas com baixos teores de cobre não conseguem fecundar óvulos de plantas normais (bem nutridas). Se mesmo assim a fecundação ocorrer em plantas deficientes em cobre, as espigas da gramínea podem se virar para baixo indicando uma produção insuficiente de lignina (GRAHAM & NAMBIAR, 1981; PEREIRA, 2010).

O cobre é considerado um micronutriente e por consequência, exigido em pequenas quantidades pelas plantas. Quando presente em quantidades elevadas pode causar toxidez, resultando em diversos distúrbios fisiológicos aos vegetais. O cobre em excesso causa efeitos inicialmente nas raízes, que escurecem e apresentam baixo desenvolvimento. Ocorre também uma diminuição da taxa fotossintética e atraso na germinação das sementes (MALAVOLTA et al., 1997; LINDON & HENRIQUES, 1991; KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2000).

Diante da importância econômica da cultura do trigo para a região Sul e os efeitos da acumulação de cobre nos solos em função da elevada quantidade de dejetos aplicados, objetivou-se com o experimento avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de trigo submetidas a diferentes concentrações de cobre.

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos, divididos em geral e específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito do cobre sob a germinação e desenvolvimento das plântulas de trigo em diferentes concentrações do elemento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito do cobre sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de trigo utilizando os parâmetros de porcentagem de germinação e crescimento de parte aérea e raízes das plântulas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma planta anual de clima temperado que teve como centro de origem a região montanhosa e árida do Sudoeste Asiático. Seu principal subproduto é a farinha, utilizada principalmente na fabricação do pão. Acredita-se que o primeiro pão fabricado a partir da farinha do trigo se deu há aproximadamente 8 mil anos atrás, mas o trigo já vinha sendo utilizado na alimentação humana há 9 mil anos antes. Assim como o arroz, milho, soja e cevada foi considerado um dos “cinco grãos sagrados”. Estes receberam este título por serem os grãos mais importantes da alimentação chinesa (ARF, 2017; CÂMARA, 2015).

O trigo foi trazido ao Brasil por Martim Afonso de Souza em 1534, a região Sul cultivou o cereal pela primeira vez em 1737 (ARF, 2017).

Segundo a Abitrigo (2019), a produção mundial do cereal na safra 2017/2018 foi de aproximadamente 763 milhões de toneladas, tendo como principais produtores a União Europeia, seguida pela China, Índia e Rússia. Abitrigo (2019) também relata que a produção brasileira não entrou no relatório devido à inexpressiva quantidade produzida (pouco mais de 4,6 mil toneladas). Ainda segundo a instituição, nos anos de 2017/2018 o consumo mundial ficou próximo das 745 milhões de toneladas e os países que mais consumiram o cereal foram os mesmos que mais produziram, o Brasil foi o nono país que mais consumiu trigo no mundo, com um consumo anual de 12 mil toneladas.

O trigo no Brasil é produzido nos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Porém, a maior produção se concentra na região Sul. Estima-se que na safra de 2018 a área plantada do cereal no Brasil ficou próxima a 2 milhões de hectares, sendo que desse montante, cerca de 1 milhão e 700 mil hectares foram cultivados na região Sul (CONAB, 2018).

Segundo a Conab (2018), o trigo no seu desenvolvimento inicial necessita de temperaturas baixas para melhor se desenvolver. Ao se aproximar do final de seu ciclo a cultura requer temperaturas mais elevadas e baixa umidade para obter uma melhor floração e granação. Essas condições climáticas são encontradas com mais facilidade na região Sul, sendo este um dos motivos para que produção do cereal na região Sul tenha maior relevância em relação às demais regiões do Brasil.

Segundo Castro, Reis e Lima (2006) para que uma atividade seja considerada bem sucedida economicamente, necessita ter seus custos de produção baixos, dessa maneira se faz necessário, sempre que possível, substituir insumos onerosos por aqueles mais baratos e com

semelhante eficiência. De acordo com um estudo conduzido pela Conab sobre rentabilidade na cultura do trigo, elaborado em diferentes locais do Brasil no ano de 2017, foi possível observar que em todas as situações os fertilizantes foram os responsáveis pela maior parte dos custos de produção, com valores superiores a 20% (CONAB, 2018).

Para que o custo da fertilização química na produção da cultura do trigo diminua, e que o cultivo se torne cada vez mais rentável aos agricultores, muitas propriedades têm optado por utilizar os dejetos dos suínos como alternativa para a adubação, pois é uma opção com menor custo e de fácil obtenção, visto que a maior parte do rebanho suíno se concentra na região Sul (SEBRAE, 2016).

Conforme Girotto et al., (2010) o perfil das propriedades rurais que trabalham com a suinocultura no Brasil é de pequenas áreas. Dessa maneira, em algumas situações a quantidade de resíduos produzidos pelos suínos é superior à capacidade de suporte dos solos, causando sérios problemas ambientais. Segundo Pereira, Demarchi e Budiño (2009) podem existir vários problemas atrelados ao excesso de carga orgânica sobre o solo, entre eles a lixiviação de alguns elementos, como amônia, zinco e cobre.

Segundo Gräber et al., (2005) tanto o zinco como o cobre são encontrados em maior quantidade nos dejetos dos suínos. Mattias (2006) ressalta que esses elementos aparecem de forma mais abundante nos dejetos por fazerem parte das rações dos animais e que após ingeridos tendem a fazer parte também das fezes.

De acordo com a Embrapa (2018) geralmente os solos dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina estão bem supridos de micronutrientes como o cobre e zinco. Dessa forma, ao efetuar excessivas aplicações de dejetos, espera-se que tanto o cobre como o zinco possam não ser mais benéficos às culturas agrícolas e sim prejudiciais (GIROTTO et al., 2010).

O cobre (Cu^+), dentro do âmbito dos principais nutrientes utilizados pelos vegetais, é classificado como micronutriente. Segundo Camargo (1998) a quantidade de cobre nos solos varia conforme o material de origem, podendo esse valor ficar entre 2 a 100 mg/kg, solos tropicais semelhantes ao solo brasileiro tendem a ter teores de cobre variando de 5 a 40 mg/kg (FERREIRA et al., 2001).

Segundo Pereira (2010), nos vegetais o cobre se concentra prioritariamente nas raízes. A mobilidade do cobre nas plantas pode ser alta ou baixa variando conforme os teores do elemento nos tecidos vegetais, ou seja, uma planta bem nutrida e com níveis satisfatórios apresenta uma alta mobilidade de cobre, no entanto em plantas deficientes sua mobilidade é

limitada. No caso de plantas deficientes, os teores do nutriente podem ser corrigidos com adubações foliares, uma vez que a mobilidade do elemento no floema não apresenta restrições (PEREIRA, 2010).

O comportamento do cobre no solo é bastante simples de ser entendido: solos que apresentam pH superior a 6,0 possivelmente terão deficiência do respectivo nutriente, ou seja, a calagem influencia a disponibilidade do elemento. Solos argilosos possuem uma maior capacidade de reter em seus colóides o elemento, pois o cobre tem grande afinidade com os óxidos de ferro, alumínio e manganês intensificando ainda mais sua deficiência no meio (PEREIRA, 2010; MCBRIDE et al., 1997; ELLIS, KNEZEK, 1972).

De acordo com Malavolta (1980) e Hanque et al., (1993), o cobre tem importante participação na bioquímica, nutrição e fisiologia das plantas. Trabalhos científicos têm demonstrado que o trigo é a cultura que mais responde ao efeito do cobre em relação às demais culturas anuais, plantas de trigo deficientes em cobre possuem esterilidade masculina (chochamento), ou seja, o pólen proveniente de uma planta deficiente em cobre não consegue completar a fecundação do óvulo de uma planta bem nutrida, gerando dessa maneira grãos chochos. O cobre além de participar da fecundação, fortalece as partes vegetativas do trigo, pois plantas deficientes em cobre viram suas espigas em direção ao solo, indicativo de produção insuficiente de lignina (GRAHAM, NABIAR, 1981).

O excesso de cobre no solo pode provocar problemas de toxidez às plantas: inicialmente os sintomas aparecem nas raízes com um escurecimento e perda dos materiais previamente absorvidos, o que pode ser indicativo de comprometimento da permeabilidade das membranas (MALAVOLTA et al., 1997). Outro problema encontrado nos vegetais devido a altos níveis de cobre é a peroxidação dos lipídios das membranas dos cloroplastos e inibição no transporte de elétrons. Por último, tem sido observado um atraso na germinação de sementes associado a redução do crescimento das raízes e mudas (KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 2000; PEREIRA, 2010).

Segundo Konzen (1983), ao aplicar dejetos de suínos contendo 30 g. kg^{-1} de matéria orgânica sob solo argiloso tem-se uma adição de 271 g. kg^{-1} de Cu, já a quantidade de cobre extraído pela cultura do milho com uma produtividade de 9 toneladas/ha é de 24 g. kg^{-1} , sendo assim, podemos observar que o acúmulo desse elemento no solo é muito rápido e fácil.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A seguir serão apresentados o material e métodos que foram utilizados para a realização deste trabalho.

4.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

A cultivar de trigo TBIO SINUELO[®] foi adquirida no comércio da cidade de Gramado dos Loureiros – RS, sendo proveniente da safra 2017.

TBIO SINUELO[®] é uma cultivar desenvolvida e registrada pela empresa Biotrigo Genética[®] e apresenta como características agronômicas um ciclo de médio a tardio, altura de média a baixa e classificação de trigo para pão.

4.2 ENSAIO DE GERMINAÇÃO

O experimento foi conduzido em junho de 2018 no laboratório de Sementes e Grãos situado na Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Chapecó. Os ensaios foram realizados sob esquema parcelas subdivididas no tempo em delineamento experimental de blocos ao acaso, com classificação cruzada e 4 repetições. Para tal, as sementes foram divididas em 4 lotes de 20 repetições de 50 sementes e cada repetição semeada em substrato de papel Germitex previamente umedecido com um volume de água correspondente a 2,5 vezes o peso do papel. A água utilizada para a embebição dos 4 lotes foi acrescida de diferentes concentrações de sulfato de cobre (CuSO₄), de maneira que as concentrações finais de cobre fossem 0 (controle), 50,0, 100,0 e 150,0 mg/L, gerando quatro diferentes tratamentos. Os rolos de papel foram mantidos em germinadores a temperatura constante de 20°C com 24 horas de luz disponível (BRASIL, 2009).

4.3 VIGOR E VIABILIDADE DAS SEMENTES

As avaliações da germinação foram realizadas no quarto, quinto, sexto, sétimo e oitavo dia após a semeadura, sendo os dados convertidos para porcentagem de plântulas normais. A primeira contagem de germinação serviu como indicativo do vigor das sementes,

enquanto que a somatória dos resultados da primeira contagem com os da última contagem serão um indicativo da viabilidade das mesmas (BRASIL, 2009).

4.4 AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO

A avaliação do crescimento foi realizada no quarto, quinto, sexto, sétimo e oitavo dia após a sementeira, eliminando-se as plântulas anormais e as sementes mortas. Com auxílio de uma régua milimétrica, mensurou-se o comprimento da raiz primária e comprimento da parte aérea, sendo os resultados médios expressos em cm/plântula (BRASIL, 2009).

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente as variáveis (% plântulas normais, tamanho de raiz e tamanho da parte aérea) foram submetidas separadamente a análise de variância (teste de F a 5 %) pelo programa estatístico Sisvar[®]. As comparações de média foram então feitas através de regressão e aplicação do teste de tukey, a 5 % de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar o teste de variância (teste de F) (Apêndice 1), observou-se interação significativa entre os fatores dias e doses de cobre em relação à variável germinação de trigo, indicando uma dependência entre os fatores.

Ao efetuar o desdobramento simples por meio de uma nova análise de variância (teste de F), em que os níveis do fator doses de cobre foram comparados dentro dos níveis do fator dias e vice-versa (Apêndices 2 e 3), foi possível observar efeito significativo para o fator doses de cobre dentro de cada época da avaliação, isto é, no quarto, quinto, sexto, sétimo e oitavo dia avaliado, sendo que este efeito pode ser observado através das estimativas das equações polinomiais apresentadas na Tabela 2 e expostas na análise de regressão do Anexo 1. Através do desdobramento constatou-se efeito significativo para o fator época de avaliação dentro de cada dose de cobre nos níveis 50, 100 e 150 mg/L, sendo que a comparação de médias entre os níveis deste fator é representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios de germinação das sementes de trigo (%) submetidas a diferentes doses de cobre e em diferentes dias de avaliação.

Dias após a semeadura	Doses (mg L ⁻¹)				Média
	0	50	100	150	
	(%)				
Quarto	93,50 ^{ns}	89,75a*	86,00a	67,50a	84,19 ^{ns}
Quinto	95,25	83,50ab	85,00a	57,75c	80,38
Sexto	95,25	81,75b	72,00b	58,75c	76,94
Sétimo	96,75	90,50a	68,25b	59,50bc	78,75
Oitavo	92,25	86,00ab	82,75a	66,00ab	81,75
CV (Dose) = 3,47 CV (Dias) = 4,49					

ns: não significativo; *Valores, seguidos de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Se considerarmos o tempo de exposição das sementes de trigo ao cobre podemos relatar que não houve queda significativa na porcentagem de germinação das sementes conforme se aumentava o tempo de exposição das mesmas ao elemento, ou seja, a germinação obtida no quarto e no oitavo dia após a semeadura foi, em todos os tratamentos, semelhante estatisticamente ($p < 0,05$). Porém, se avaliarmos o efeito do elemento, essas porcentagens nas maiores doses decresceram significativamente em relação ao tratamento controle.

Tabela 2 - Equações polinomiais referentes ao efeito das doses de cobre sobre a germinação de sementes de trigo.

Dias	Equações polinomiais de segundo grau	R ²
Quarto	$y = -0,0015x^2 + 0,0577x + 92,763$	0,9728
Quinto	$y = -0,0016x^2 + 0,0105x + 93,15$	0,8846
Sexto	$y = 2E-05x^2 - 0,2422x + 94,888$	0,9963
Sétimo	$y = -0,0003x^2 - 0,2305x + 98,225$	0,9539
Oitavo	$y = -0,0011x^2 - 0,0065x + 91,425$	0,9639

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A porcentagem de germinação das sementes de trigo teve decréscimo à medida que se aumentou as doses de cobre, o que evidenciou o efeito tóxico do nutriente sob o processo de germinação. Ao submeter duas cultivares de trigo a diferentes doses de cobre, Herrera (2016) também observou diminuição na porcentagem de germinação das sementes da gramínea quando se fez uso das duas maiores doses do elemento (1.000 e 3.333 mg de Cu/kg de semente). O autor relatou que a diminuição ocorreu pelo aumento na quantidade de plântulas anormais; consequência da má formação da parte aérea e necrose na ponta da raiz, além do aumento na quantidade de sementes mortas.

O sinal de toxicidade do cobre sobre as plantas inicialmente se manifesta nas raízes (KOPITTKE, MENZIES, 2006; MARSCHENER, 1995), onde as mesmas escurecem e perdem os elementos já absorvidos, ocorrendo dessa forma um atraso na germinação das sementes (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997; KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 2000; MICHAUD et al., 2008). Essa pode ter sido a principal explicação para ter ocasionado uma menor porcentagem de germinação das sementes de trigo quando se aumentou a concentração de cobre.

De acordo com o teste de variância (teste de F), existe interação significativa entre os fatores dias e doses de cobre em relação à variável comprimento aérea (Tabela 3), indicando a existência de dependência entre os fatores (Apêndice 4).

Através do desdobramento do efeito da interação, pela realização de nova análise de variância (teste de F), em que os níveis do fator doses de cobre foram comparados dentro dos níveis do fator dias e vice-versa (Apêndices 5 e 6), foi possível observar efeito significativo para o fator doses de cobre dentro de cada época da avaliação, isto é, no quarto, quinto, sexto, sétimo e oitavo dia, sendo que este efeito pode ser observado através das estimativas das

equações polinomiais apresentadas na Tabela 4 e expostas na análise de regressão do Anexo 2. Também foi possível observar efeito significativo para o fator época de avaliação dentro de cada dose de cobre nos níveis 0, 50, 100 e 150 mg/L, sendo que a comparação de médias entre os níveis deste fator é representada na Tabela 3.

Como apresentado na Tabela 3, houve uma diminuição gradativa do comprimento da parte aérea das plântulas de trigo com aumento da dose de cobre. No quarto e quinto dia após a semeadura o tamanho da parte aérea das plântulas de trigo diminuíram de tal forma que os valores foram superiores praticamente a 50% da maior dose (150 mg L⁻¹) para o tratamento controle. O cobre pode ser considerado tóxico nesta concentração, uma vez que a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA) considera nível tóxico o teor de metal que provoca a redução de 50% do crescimento (KING, 1996).

Tabela 3 - Comprimento de parte aérea das plântulas de trigo (cm. plântula⁻¹) sob diferentes doses de cobre em diferentes dias de avaliação.

Dias após a semeadura	Doses (mg L ⁻¹)				Média
	0	50	100	150	
	(cm/plântula)				
Quarto	4,45d*	2,87d	2,38d	1,67e	2,84 ^{ns}
Quinto	6,34c	5,53c	5,03c	2,99d	4,97
Sexto	8,13b	7,07b	5,62bc	4,68c	6,37
Sétimo	8,97b	8,82a	6,35b	6,21b	7,58
Oitavo	10,33a	9,21a	8,66a	7,92a	9,03

CV (Doses) = 10,02 CV (Dias) = 10,33

*Valores, seguidos de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 4 - Equações polinomiais referentes aos efeitos das doses de cobre sob o crescimento de parte aérea (cm plântula⁻¹) de plântulas de trigo em cinco dias de avaliação.

Dias	Equações polinomiais de segundo grau	R ²
Quarto	$y = 9E-05x^2 - 0,0307x + 4,3845$	0,9794
Quinto	$y = -0,0001x^2 - 0,0027x + 6,2475$	0,972
Sexto	$y = 1E-05x^2 - 0,0254x + 8,175$	0,9942
Sétimo	$y = 1E-06x^2 - 0,0217x + 9,2025$	0,8424
Oitavo	$y = 4E-05x^2 - 0,0213x + 10,292$	0,9907

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Quanto ao fator dias de avaliação, em todas as doses, houve aumento no comprimento de parte aérea das plântulas de trigo conforme avançou o tempo de avaliação. Apenas na dose de 50 mg L⁻¹ de cobre que o oitavo dia de avaliação teve similaridade estatística com o sétimo dia, nas demais doses o último dia utilizado para avaliação apresentou superioridade numérica e estatística em relação aos outros dias avaliados. Apesar do cobre possuir efeito antagônico sobre o comprimento de parte aérea das plântulas de trigo, foi possível observar que quanto mais se passou o tempo de avaliação maiores foram os valores encontrados de parte aérea das plântulas, independente da dose usada. Ainda sobre esses mesmos dados, o tempo de avaliação influenciou mais o comprimento de parte aérea das plântulas de trigo do que a própria dose de cobre, pois no oitavo dia de avaliação a média encontrada no tratamento com 150 mg L⁻¹ de CuSO₄ foi superior à média encontrada no quarto e quinto dia de avaliação sem fazer uso do nutriente.

A redução do comprimento de parte aérea das plântulas de trigo com uso de cobre também foi observado por Herrera (2016). No experimento a autora constatou que ao usar doses de cobre acima de 333 mg de Cu/kg de semente os valores encontrados de comprimento de parte aérea foram inferiores estatisticamente ($p < 0,05$) que as demais doses.

Segundo Kopittke, Menzies (2006) a elevada concentração do cobre nos tecidos tende a causar redução no crescimento da parte aérea, atribuindo isso a diminuição na concentração de Ca, Mg, K e Fe nos tecidos e posterior formação de necrose. Marschner (1995) relatou que cobre em excesso pode desencadear estresse oxidativo nas plantas, resultando em danos nas membranas e inibindo a atividade fotossintética.

De acordo com o teste de variância (Teste de F), existe interação significativa entre os fatores dias e doses de cobre em relação à variável comprimento das raízes (Tabela 5), indicando a existência de dependência entre os fatores (Apêndice 7).

Por meio do desdobramento do efeito da interação, pela realização de nova análise de variância (teste de F), em que os níveis do fator doses de cobre foram comparados dentro dos níveis do fator dias e vice-versa (Apêndices 8 e 9), foi possível observar efeito significativo para o fator doses de cobre dentro de cada época da avaliação, isto é, no quarto, quinto, sexto, sétimo e oitavo dia avaliado, sendo que este efeito pode ser observado através das estimativas das equações polinomiais apresentadas na Tabela 6 e expostas na análise de regressão do Anexo 3. Foi observado também, o efeito significativo para o fator dias dentro de cada dose de cobre nos níveis 0 e 50 mg L⁻¹, sendo que a comparação de médias entre os níveis deste fator é representada na Tabela 5.

Dentre todas as variáveis analisadas, o efeito tóxico do cobre se pronunciou com maior severidade sobre o comprimento radicular das plântulas de trigo. Por meio dos dados apresentados na Tabela 5, é possível observar que quando não se fez uso de cobre (tratamento controle) o tamanho do sistema radicular das plântulas aumentou concomitantemente à medida que o tempo de avaliação passava, porém nos tratamentos onde se usou cobre, os dados se comportaram de forma bastante aleatória.

Tabela 5 - Comprimento radicular de plântulas de trigo submetidas a diferentes doses de cobre em cinco diferentes dias de avaliação.

Dias após a semeadura	Doses (mg L ⁻¹)				Média
	0	50	100	150	
	(cm/plântula)				
Quarto	6,09c*	1,35b	1,00 ^{ns}	0,64 ^{ns}	2,27 ^{ns}
Quinto	8,68b	1,78b	1,73	1,24	3,35
Sexto	9,10ab	1,64b	1,12	1,08	3,23
Sétimo	9,02ab	3,37a	1,23	1,17	3,69
Oitavo	10,08a	1,49b	1,17	1,26	3,50

CV (Doses) = 18,30 CV (Dias) = 16,74

ns: não significativo; *Valores, seguidos de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 6 - Equações polinomiais referentes ao efeito das doses de cobre sobre o crescimento radicular (cm plântula⁻¹) de plântulas de trigo em cinco dias de avaliação.

Dias	Equações polinomiais de segundo grau	R ²
Quarto	$y = 0,0004x^2 - 0,0991x + 5,87$	0,9509
Quinto	$y = 0,0006x^2 - 0,1409x + 8,3155$	0,93
Sexto	$y = 0,0007x^2 - 0,1605x + 8,777$	0,9547
Sétimo	$y = 0,0006x^2 - 0,1352x + 8,9485$	0,9975
Oitavo	$y = 0,0009x^2 - 0,1838x + 9,687$	0,9465

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Segundo Marschner (1995); Kopittke, Menzies (2006) o primeiro órgão vegetativo do trigo afetado pelas altas concentrações de cobre é a raiz. Por isso que no experimento quando se inseriu cobre houve decréscimo no tamanho radicular das plântulas de trigo de até 85% apenas com o adição de 50 mg L⁻¹ do elemento, quando a dose foi aumentada essa porcentagem se elevou ainda mais. Essa redução acentuada no comprimento radicular

representou em alguns tratamentos a diminuição de mais de 8 cm por plântula.

De acordo com Herrera (2016), que também observou uma diminuição acentuada no crescimento radicular das plântulas de trigo submetidas ao tratamento com cobre, as raízes danificadas pelo excesso de cobre escurecem e perdem elementos previamente absorvidos, o que indica um comprometimento da permeabilidade das membranas e por consequência uma diminuição no crescimento das raízes (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997; KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 2000; MICHAUD et al., 2008).

Dias (2013) ao tratar sementes de milho com cobre de forma isolada observou que as sementes da gramínea apresentaram uma melhor germinação quando comparado com o tratamento sem utilização de cobre. No entanto, o comprimento radicular das plântulas de milho foi fortemente afetado pelo cobre, assim como ocorreu nesse experimento.

6 CONCLUSÃO

Houve um decréscimo na porcentagem de germinação das sementes de trigo à medida que se aumentou a dose de cobre, essa redução em certos casos reduziu a porcentagem de germinação em 37%, o que demonstrou o efeito fitotóxico do cobre sob a germinação de trigo.

No tratamento onde não se fez uso de cobre obteve-se maiores comprimentos de parte aérea das plântulas de trigo em relação as demais doses de CuSO_4 .

O comprimento do sistema radicular das plântulas de trigo foi à parte vegetativa mais afetada pelo tratamento com cobre, ou seja, houve também efeito fitotóxico do elemento sobre o comprimento e desenvolvimento radicular.

7 REFERÊNCIAS

ARF, O. **Cultura do Trigo: notas de aula**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2017. Disponível em: <<https://www.agenciafm.com.br/site/agro/Cultura%20do%20Trigo%20-%20pdf.pdf>>. Acessado em: 09 de mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TRIGO. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/estatisticas.php>>. Acessado em: 09 de mar. 2019.

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

CÂMARA, G. M. de SOUZA. **Introdução ao agronegócio: soja**. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal, 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/sites/default/files/LPV%200584%202015%20-%20Soja%20Apostila%20Agronegocio.pdf>>. Acessado em 09 mar. 2019.

CAMARGO, O. A. de. Micronutrientes no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1998, Jaboticabal. **Anais...Jaboticabal: UNESP, 1998**, p. 103-120.

CASTRO, S. H. de; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no Oeste da Bahia. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n6/a17v30n6>>. Acessado em 10 mar. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. CONAB, v.5, n.7, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do trigo: Análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos safra 2009 a 2017**. CONAB, v. 15, 2018.

DIAS, M. A. N. **Tratamento de sementes de milho com zinco e cobre**. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós – Graduação em Ciência, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-04022014-153538/publico/Marcos_Altomani_Neves_Dias.pdf>. Acessado em: 06 de maio de 2019.

ELLIS, B. G.; KNEZEK, B. D. Adsorption reactions of micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W.L. (Ed). **Micronutrients in agriculture**. Wisconsin: Soil Science Society of America, p. 59-78, 1972.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Adubação: Micronutrientes. Sistema de produção**. Embrapa Trigo, 2018. Disponível em:

<<http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/sist-prod/trigo-sul02/trigo2-3.htm>>. Acessado em: 10 mar. 2019.

FERREIRA, M.E. et al. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal, CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. 600 p.

GRÄBER, I.; HANSEN, J.F.; OLESEN, S.E.; PETERSEN, J.; ØSTERGAARD, H.S.; KROGH, L. **Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas**. p. 15-22, 2005.

GIROTTO, E. et al. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 955-965, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n3/37.pdf>>. Acessado em: 10 mar. 2019.

GRAHAM, R. D.; NAMBIAR, E. K. S. Advances in research on copper deficiency in cereals. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 32, p. 1009-1037, 1981.

HAQUE, I. et al. Copper in soils, plants, and ruminant animal nutrition with special reference to sub-Saharan Africa. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.16, n. 11, p. 2149-2212, 1993.

HERRERA, C. E. F. **Nutripriming em cobre e manganês em sementes de trigo**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós – Graduação em Ciência, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-01082016-185415/pt-br.php>>. Acessado em: 06 maio de 2019.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. Boca Raton: CRC, 413 p., 2000.

KOPITTKE, P. M.; MENZIES, N. W. Effect of Cu toxicity on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*). **Plant and Soil**, The Hague, v. 279, p. 287-296, 2006.

KING, L.D. Soil heavy metals. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E. & FONTES, M.P. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Viçosa**, 1996. p. 823-836.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Circular Técnica: Embrapa, Concórdia, 1983. 32p.

LINDON, F. C.; HENRIQUES, F. S. Limiting step on photosynthesis of Rice plants treated with varying copper levels. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 138, p. 115-118, 1991.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980, 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 319 p., 1997.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2° ed. San Diego: Academic Press, 1995, 889 p.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Teses/JORGE-LUIS-MATTIAS-TESE.pdf>>. Acessado em: 05 mar. 2019.

MCBRIDE, M, B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University, 1994. 406 p.

MICHAUD, A. M. et al. Copper phytotoxicity affects root elongation and iron nutrition in durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.). **Plant and Soil**. The Hague, v. 310, p. 151-165, 2008.

PEREIRA, E. R.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BUDIÑO, F. E. L. **A questão ambiental e os impactos causados pelos efluentes da suinocultura**. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm>. Acesso em: 10 mar 2019.

PEREIRA, N. M. Z. **Nutrição e Desenvolvimento do Trigo em Função de Doses de Mn e Cu e Efeitos Residuais para a Soja**. 2010. 65f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1493/1/TESE%20Nutri%C3%A7%C3%A3o%20e%20desenvolvimento%20do%20trigo%20em%20fun%C3%A7%C3%A3o%20de%20doses%20de%20Mn%20e%20Cu%20e%20efeitos%20residuais%20para%20a%20soja.pdf>>. Acessado em: 05 mar. 2019.

PIRES, L. F. **A importância do trigo para a sustentabilidade da agricultura brasileira**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23416523/artigo---a-importancia-do-trigo-para-a-sustentabilidade-da-agricultura-brasileira>>. Acessado em: 05 mar. 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. Brasília – DF, 376 p., 2016. Disponível em: <http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf>. Acessado em: 09 mar. 2019.

8 APÊNDICES

APÊNDICE 1 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O PARAMÊTRO GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO.

```

-----
Variável analisada: GERMINAÇÃO
Opção de transformação: Variável sem transformação (..Y )
-----

```

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	12.100000	4.033333	0.519	0.6795
DOSE	3	11625.200000	3875.066667	498.936	0.0000
erro 1	9	69.900000	7.766667		
DIAS	4	494.075000	123.518750	9.464	0.0000
DOSE*DIAS	12	1165.425000	97.118750	7.441	0.0000
erro 2	48	626.500000	13.052083		
Total corrigido		79	13993.200000		
CV 1 (%) =	3.47				
CV 2 (%) =	4.49				
Média geral:	80.400000				
			Número de observações:	80	

APÊNDICE 2 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO DESDOBRAMENTO DAS DOSES DENTRO DE CADA DIA AVALIADO PARA O PARAMÊTRO GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO.

```

-----
Análise do desdobramento de DOSE dentro de cada nível de:
DIAS
-----

```

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	/1 3	1509.500000	503.166667	41.948	0.0000
DOSE	/2 3	1597.687500	532.562500	44.399	0.0000
DOSE	/3 3	3057.250000	1019.083333	84.959	0.0000
DOSE	/4 3	2854.687500	951.562500	79.330	0.0000
DOSE	/5 3	3771.500000	1257.166667	104.808	0.0000
Erro	57	683.715000	11.995000		

Codificação usada para o desdobramento
 qq. DIAS
 1 = Oitavo
 2 = quarto
 3 = quinto
 4 = sexto
 5 = sétimo

APÊNDICE 3 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO DESDOBRAMENTO DOS DIAS DENTRO DE CADA DOSE UTILIZADA PARA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO.

 Análise do desdobramento de DIAS dentro de cada nível de:

DOSE

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Px>Fc
DIAS	/1 4	48.800000	12.200000	0.935	0.4511
DIAS	/2 4	232.700000	58.175000	4.457	0.0038
DIAS	/3 4	1053.700000	263.425000	20.183	0.0000
DIAS	/4 4	324.300000	81.075000	6.212	0.0004
Erro	48	626.500000	13.052083		

Codificação usada para o desdobramento

cod. DOSE

1 = 0

2 = 50

3 = 100

4 = 150

APÊNDICE 4 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O PARAMÊTRO COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA DE PLÂNTULAS DE TRIGO.

 Variável analisada: COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Px>Fc
BLOCO	3	1.050815	0.350272	0.917	0.4706
DOSE	3	98.923828	32.974609	86.372	0.0000
erro 1	9	3.435963	0.381774		
DIAS	4	363.736097	90.934024	224.252	0.0000
DOSE*DIAS	12	10.015963	0.834664	2.058	0.0388
erro 2	48	19.463969	0.405499		
Total corrigido	79	496.626635			
CV 1 (%) =	10.02				
CV 2 (%) =	10.33				
Média geral:	6.1663875	Número de observações:	80		

APÊNDICE 5 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO DESDOBRAMENTO DAS DOSES DENTRO DE CADA DIA AVALIADO PARA O PARAMÊTRO COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA DE PLÂNTULAS DE TRIGO.

Análise do desdobramento de DOSE dentro de cada nível de:

DIAS

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	F _c	P _{x>F_c}
DOSE	/1.....3	12.392594	4.130865	10.308	0.0000
DOSE	/2.....3	16.674531	5.558177	13.869	0.0000
DOSE	/3.....3	24.367214	8.122405	20.268	0.0000
DOSE	/4.....3	28.047147	9.349049	23.329	0.0000
DOSE	/5.....3	27.458304	9.152768	22.839	0.0000
Erro	57	22.842990	0.400754		

Codificação usada para o desdobramento

cod. DIAS
1... = Oitavo
2... = quarto
3... = quinto
4... = sexto
5... = sétimo

APÊNDICE 6 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO DESDOBRAMENTO DOS DIAS DENTRO DE CADA DOSE UTILIZADA PARA O PARAMÊTRO COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA DE PLÂNTULAS DE TRIGO.

Análise do desdobramento de DIAS dentro de cada nível de:

DOSE

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	F _c	P _{x>F_c}
DIAS	/1.....4	84.504961	21.126240	52.099	0.0000
DIAS	/2.....4	107.841673	26.960418	66.487	0.0000
DIAS	/3.....4	82.563968	20.640992	50.903	0.0000
DIAS	/4.....4	98.841459	24.710365	60.938	0.0000
Erro	48	19.463969	0.405499		

Codificação usada para o desdobramento

cod. DOSE
1... = 0
2... = 50
3... = 100
4... = 150

APÊNDICE 7 - TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O PARÂMETRO COMPRIMENTO RADICULAR DE PLÂNTULAS DE TRIGO.

Variável analisada: COMPRIMENTO DE RAIZ

Opção de transformação: Variável sem transformação (..Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Px>Fc
BLOCO	3	3.237731	1.079244	3.120	0.0808
DOSE	3	780.059748	260.019916	751.812	0.0000
erro 1	9	3.112720	0.345858		
DIAS	4	19.694924	4.923731	17.019	0.0000
DOSE*DIAS	12	29.273486	2.439457	8.432	0.0000
erro 2	48	13.886778	0.289308		
Total corrigido	79	849.265387			
CV 1 (%) =	18.30				
CV 2 (%) =	16.74				
Média geral:	3.2131375	Número de observações:	80		

APÊNDICE 8 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO DESDOBRAMENTO DAS DOSES DENTRO DE CADA DIA AVALIADO PARA O PARÂMETRO COMPRIMENTO RADICULAR DE PLÂNTULAS DE TRIGO.

Análise do desdobramento de DOSE dentro de cada nível de:

DIAS

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Px>Fc
DOSE	/1 3	231.074359	77.024786	256.222	0.0000
DOSE	/2 3	78.758275	26.252758	87.329	0.0000
DOSE	/3 3	151.846823	50.615607	168.372	0.0000
DOSE	/4 3	184.161249	61.387083	204.203	0.0000
DOSE	/5 3	163.492529	54.497510	181.285	0.0000
Erro	57	16.533983	0.300618		

Codificação usada para o desdobramento

cod. DIAS
 1 = Oitavo
 2 = quarto
 3 = quinto
 4 = sexto
 5 = sétimo

APÊNDICE 9 – TABELA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO DESDOBRAMENTO DOS DIAS DENTRO DE CADA DOSE UTILIZADA PARA O PARÂMETRO COMPRIMENTO RADICULAR DE PLÂNTULAS DE TRIGO.

 Análise do desdobramento de DIAS dentro de cada nível de:

DOSE

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	F _c	P _{g>F_c}
DIAS	/1 4	35.727179	8.931795	30.873	0.0000
DIAS	/2 4	10.866687	2.716672	9.390	0.0000
DIAS	/3 4	1.288550	0.322137	1.113	0.3603
DIAS	/4 4	1.085994	0.271499	0.938	0.4490
Erro	48	13.886778	0.289308		

Codificação usada para o desdobramento

cod. DOSE

1 = 0

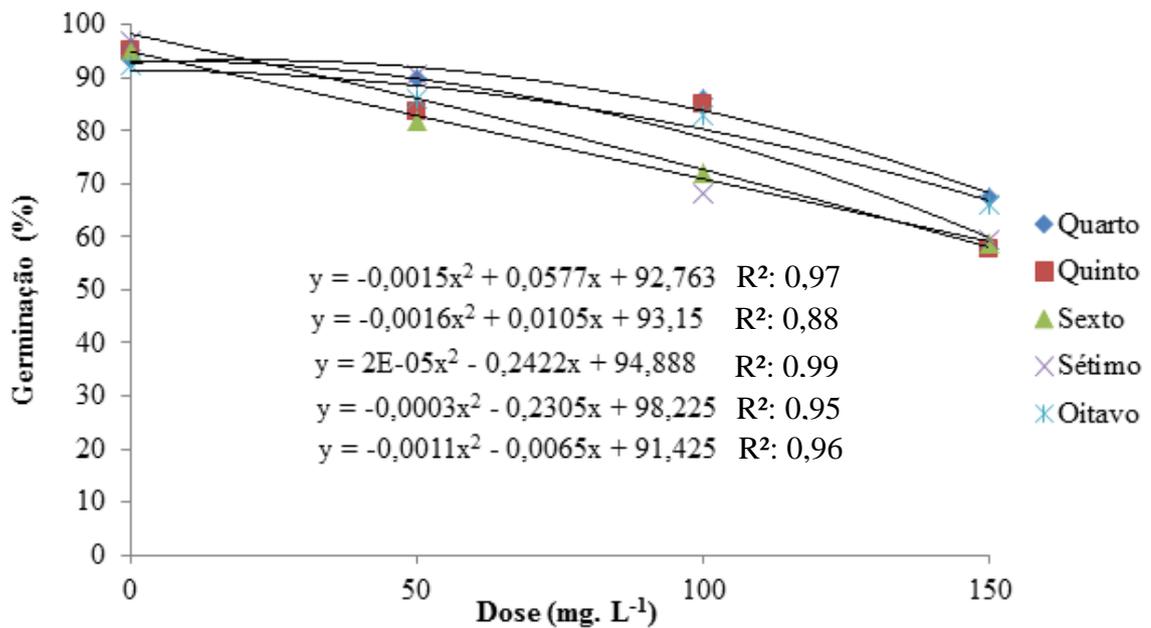
2 = 50

3 = 100

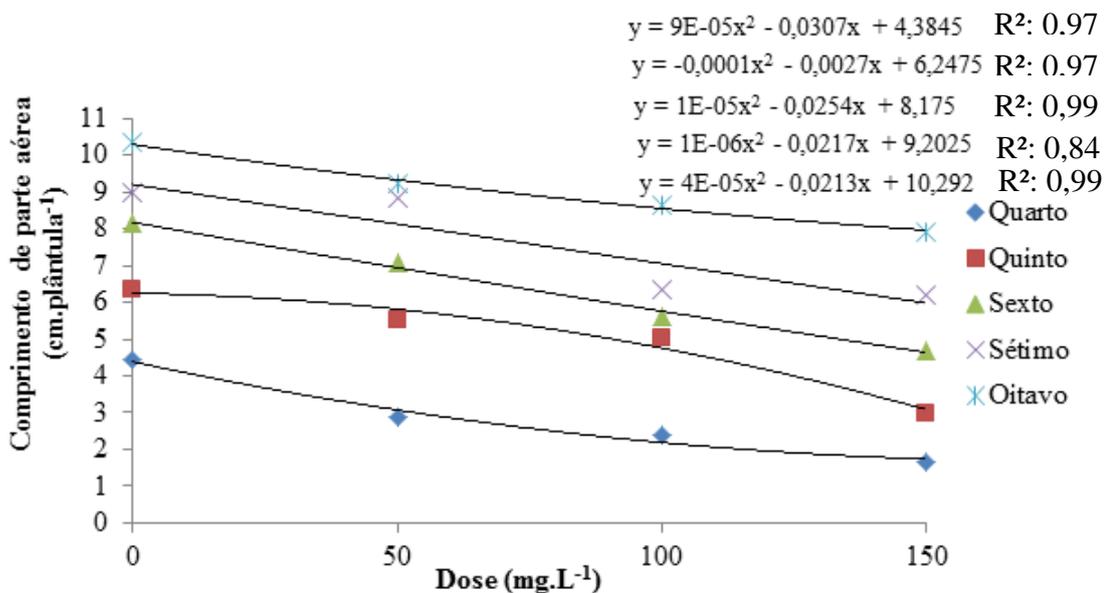
4 = 150

9 ANEXOS

ANEXO 1 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE COBRE.



ANEXO 2 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA DAS PLÂNTULAS DE TRIGO REFERENTES A CADA DIA DE AVALIAÇÃO NAS DIFERENTES DOSES DE COBRE.



ANEXO 3 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO COMPRIMENTO RADICULAR DAS PLÂNTULAS DE TRIGO REFERENTE A CADA DIA DE AVALIAÇÃO NAS DIFERENTES DOSES DE COBRE.

