

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS**  
***CAMPUS CHAPECÓ - SC***  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**FERNANDA MACETTI MOTTIN**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE CANOLA  
SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE COBRE**

**ORIENTADOR Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva**

**CHAPECÓ 2024**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

, Fernanda Macetti Mottin  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE  
CANOLA SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE COBRE / Fernanda  
Macetti Mottin . -- 2024.  
21 f.:il.

Orientador: Professor doutor Samuel Mariano Gislon  
da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2024.

1. Brassica napus. 2. metais pesados. 3. toxicidade.  
I. , Samuel Mariano Gislon da Silva, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**FERNANDA MACETTI MOTTIN**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE CANOLA  
SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE COBRE**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 06/08/2024.

**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. SAMUEL MARIANO GISLON DA SILVA – UFFS**  
Orientador

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** SIUMAR PEDRO TIRONI  
Data: 13/08/2024 19:12:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. SIUMAR PEDRO TIRONI – UFFS**  
Avaliador

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARCO AURELIO TRAMONTIN DA SILVA  
Data: 14/08/2024 17:25:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. MARCO AURÉLIO TRAMONTIN DA SILVA – UFFS**  
Avaliador

## SUMÁRIO

RESUMO.....	05
ABSTRACT.....	05
INTRODUÇÃO.....	06
MATERIAL E MÉTODOS.....	07
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	08
TABELA 01.....	09
FIGURA 01.....	10
FIGURA 02.....	12
CONCLUSÕES.....	13
REFERÊNCIAS.....	13
APÊNDICE A.....	17
APÊNDICE B.....	18
APÊNDICE C.....	19
APÊNDICE D.....	20
APÊNDICE E.....	21

## GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE CANOLA SUBMETIDAS A CONCENTRAÇÕES DE COBRE

### RESUMO

A cultura da canola apresenta grande importância no cenário agrícola. No entanto, desafios como a contaminação por metais pesados (entre eles o cobre) podem impactar a produção e qualidade da cultura, sendo que a compreensão aprofundada destes aspectos é essencial para garantir o manejo sustentável da cultura. O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de diferentes concentrações de cobre em relação a germinação e desenvolvimento de plântulas de canola. O experimento foi realizado no laboratório de sementes e grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Chapecó, sendo planejado sob esquema parcelas subdivididas no tempo em delineamento experimental blocos ao acaso, com classificação cruzada e 4 repetições. O fator principal (parcela) foi a concentração do metal e foi composto por 4 níveis (0, 200, 400 e 800 mg L<sup>-1</sup> de cobre). O fator secundário (subparcela) foi a época e foi composto por 3 níveis (quinto, sexto e sétimo dia). Os rolos correspondentes a cada tratamento foram divididos em lotes com 4 rolos e cada lote colocado dentro de um saco plástico e mantidos em germinador (ELETROLab®, modelo 202/4) à temperatura constante de 25±2°C e fotoperíodo constante de 24 horas, sendo as avaliações realizadas em 4 repetições de cada tratamento, retiradas de forma aleatória do germinador do quinto ao sétimo dia após a semeadura. A avaliação das plântulas normais, anormais e não germinadas foi realizada quantificando as mesmas e convertendo os dados para porcentagem. Também foram mensurados o comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e o peso seco das plântulas. A análise de variância (teste de F a 5 %) foi utilizada para analisar as variáveis, sendo que as comparações das médias de cada repetição foram feitas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey ou regressão, ambos a 95% de confiança. As diferentes concentrações de cobre afetaram de forma negativa o parâmetro taxa de germinação das sementes de canola, levando a um aumento na taxa de plântulas anormais nas concentrações intermediárias. O aumento das concentrações de cobre testadas afetaram de forma negativa os parâmetros desenvolvimento das raízes, parte aérea e massa seca das plântulas em relação à testemunha.

Palavras-chave: *Brassica napus*; metais pesados; toxicidade.

## SEED GERMINATION AND GROWTH OF CANOLA SEEDLING SUBJECTED TO COPPER CONCENTRATIONS

### ABSTRACT

Canola cultivation holds significant importance in the agricultural landscape. However, challenges such as heavy metal contamination (including copper) can impact crop production and quality, and a deep understanding of these aspects is essential to ensure sustainable crop management. The objective of this study was to evaluate the effects of different copper concentrations on canola seed germination and seedling development. The experiment was conducted in the seed and grain laboratory of the Federal University of the Southern Border, Chapecó Campus, and was designed using a split-plot in time scheme within a randomized complete block design, with a crossed classification and 4 replications. The main factor (plot) was metal concentration and was composed of 4 levels (0, 200, 400, and 800 mg L<sup>-1</sup> of copper). The secondary factor (subplot) was time and was composed of 3 levels (fifth, sixth, and seventh day). The rolls corresponding to each treatment were divided into batches of 4 rolls, and each batch was placed inside a plastic bag and maintained in a germinator (ELETROLab®, model 202/4) at a constant temperature of 25±2°C and a constant photoperiod of 24 hours. Evaluations were performed on 4 replications of each treatment, randomly removed from the germinator from the fifth to the seventh day after sowing. The evaluation of normal, abnormal, and non-germinated seedlings was performed by quantifying them and converting the data to percentages. Shoot length, root length, and dry weight of the seedlings

were also measured. Analysis of variance (F test at 5%) was used to analyze the variables, and comparisons of the means of each replication were made using the Tukey multiple comparison test or regression, both at 95% confidence. The different copper concentrations negatively affected the germination rate of canola seeds, leading to an increase in the rate of abnormal seedlings at intermediate concentrations. The increase in the tested copper concentrations negatively affected the parameters of root development, shoot, and dry mass of the seedlings compared to the control.

Keywords: *Brassica napus*; heavy metals; toxicity.

## INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) é uma oleaginosa que foi desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, que por sua vez, teve origem por meio do cruzamento interespecífico que ocorreu de forma espontânea entre o repolho selvagem (*Brassica oleraceae* L.) e a mostarda (*Brassica rapa* L. syn. *campestres*) (MENDONÇA et al., 2016). O objetivo do melhoramento genético da colza foi obter variedades que apresentassem baixos teores de ácido erúxico e glucosinolatos, que são tóxicos para os animais (GUIMARÃES et al., 2022).

O plantio da canola é uma alternativa econômica para os produtores, pois pode ser realizado com a estrutura de máquinas e equipamentos normalmente disponíveis na propriedade, e o custo com defensivos agrícolas é baixo comparativamente a outras espécies de grãos (TOMM et al., 2008). A canola também é uma alternativa para a rotação de culturas com milho, soja, trigo e feijão, considerando que seus restos culturais podem favorecer o aumento do rendimento e da qualidade desses grãos em cultivos futuros (EMATER/RS-ASCAR, 2024).

O cultivo da canola no Brasil ainda é relativamente recente, mas vem crescendo a cada ano, sendo que as tecnologias de manejo estão em constante desenvolvimento. Na safra 2022/23, a área cultivada no Brasil atingiu uma produtividade de 1.245 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a região Sul a maior produtora, considerando que a canola é uma cultura de inverno e apresenta melhor adaptabilidade em regiões com temperaturas mais amenas (CONAB, 2023).

Uma boa germinação interfere no desenvolvimento inicial da planta e posterior desenvolvimento. Tal processo é afetado por diversos fatores que inibem ou auxiliam a semente a expressar seu potencial máximo, como por exemplo água, luz, disponibilidade de oxigênio, temperatura, assim como os teores de metais no solo, como por exemplo o cobre (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

O cobre é um micronutriente importante para as plantas. Porém, o limite entre a necessidade e a toxicidade deste elemento é muito pequeno. Apesar de relatos de casos de

toxidez em plantas serem raros, vários trabalhos apontam o metal como tendo grande probabilidade de concentração em solos que foram submetidos a elevadas aplicações de dejetos suínos (BASSO et al., 2012; GIROTTO, 2007; MATTIAS, 2006; REICHERT, 2014).

Além disto, a frequente aplicação de fungicidas cúpricos, os despejos industriais e a poluição ambiental podem aumentar a quantidade de formas solúveis de cobre no solo, causando toxidez às plantas (BISSANI et al., 2014; SAMPAIO et al., 2013).

A toxicidade pelo cobre é observada através de prejuízos diretos no crescimento e função radicular, limitação da capacidade de absorção de água e nutrientes e menor assimilação de CO<sub>2</sub> pela folha (FEIGL et al., 2013; LI et al., 2019).

Apesar de um número considerável de investigações dos efeitos citotóxicos e mecanismos de estresse causados pelos metais pesados nos sistemas biológicos, os dados referentes aos efeitos deste metal na germinação das plantas cultivadas ainda são escassos e pouco esclarecedores. Ainda há a necessidade de elucidar vários aspectos metabólicos, justificando a utilização da canola e do cobre para o aprofundamento dos conhecimentos existentes a esse respeito até o momento.

O presente trabalho teve como objetivo mensurar os efeitos de diferentes doses de cobre no desenvolvimento inicial de plântulas e no processo de germinação de sementes de canola, levando em conta os parâmetros percentual de germinação (plântulas normais e anormais), comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e teor de matéria seca.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

As sementes de canola utilizadas no experimento foram as da cultivar DIAMOND, desenvolvida e registrada pela empresa NUSEED. Esta cultivar apresenta como características agronômicas um ciclo precoce de 130 a 145 dias e um elevado teor de óleo (NUSEED BRAZIL, 2024). O ensaio foi realizado sob esquema parcelas subdivididas no tempo em delineamento experimental blocos ao acaso, com classificação cruzada e 4 repetições. O fator principal (parcela) foi a concentração do metal, composto por 4 níveis (0,0 200,0, 400,0 e 800,0 mg L<sup>-1</sup>). O fator secundário (subparcela) foram os dias, composto por 3 níveis (quinto dia, sexto dia e sétimo dia) (ARES & GRANATO, 2014; PIMENTEL-GOMES, 2000). As parcelas foram constituídas de 50 sementes e cada repetição semeada entre duas folhas de substrato de papel (J. Prolab®) (SÁ et al, 2011) previamente umedecidas com um volume de água correspondente a 2,5 vezes seu peso (BRASIL, 2009; SÁ et al, 2011). A água utilizada para a embebição dos substratos de papéis foi acrescida de diferentes concentrações sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) conforme cada tratamento. As folhas de papel foram então enroladas e os

rolos amarrados com elástico nas extremidades. Os rolos correspondentes a cada tratamento foram divididos em lotes com 4 rolos e cada lote colocado dentro de um saco plástico e mantidos em germinador (ELETROlab®, modelo 202/4) à temperatura constante de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo constante de 24 horas (BRASIL, 2009; SÁ et al, 2011). As avaliações foram realizadas em 4 repetições de cada tratamento, retiradas de forma aleatória do germinador do quinto ao sétimo dia após a semeadura, gerando os três níveis do fator secundário. A avaliação das plântulas normais, anormais e não germinadas foi realizada quantificando as plântulas e convertendo os dados para porcentagem (BRASIL, 2009; SÁ et al, 2011). A avaliação do crescimento foi realizada com o auxílio de uma régua milimétrica, mensurando o comprimento da raiz primária e o comprimento da parte aérea e os resultados médios expressos em  $\text{cm plântula}^{-1}$  (BRASIL, 2009; SÁ et al, 2011). A matéria seca foi determinada seguindo a metodologia proposta por SÁ et al, (2011). Para tal, após a avaliação de crescimento e com o auxílio de uma lâmina de barbear, os cotilédones foram separados e o material restante (raiz e parte aérea) foram colocados em sacos de papel previamente pesados e separados por repetição. A seguir, os sacos foram acondicionados em estufa de circulação forçada de ar regulada a  $80^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, sendo os resultados expressos em  $\text{mg. plântula}^{-1}$ . A análise de variância (teste de F a 5 %) foi utilizada para analisar as variáveis, sendo que as comparações da média de cada repetição foram feitas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey ou regressão, ambos a 95% de confiança (PIMENTEL-GOMES, 2000; ZIMMERMANN, 2004). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Microsoft Excel®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 taxa de germinação da canola (Apêndices A, B, C, D e E), indicando a existência de dependência entre os fatores. 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), foi possível observar efeito significativo para o fator dias dentro de cada dose de cobre nas doses 0,0, 200 e  $400 \text{ mg L}^{-1}$  para as variáveis taxa de germinação – plântulas normais, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea e teor de matéria seca (Tabela 1A, 1B, 1C, 1D e 1E) e nas doses 0,0, 200, 400 e  $800 \text{ mg L}^{-1}$  para a variável taxa de germinação – plântulas anormais (Tabela 01A). Também foi possível observar efeito significativo para o fator doses de cobre dentro de cada dia, isto é, no quinto, sexto e sétimo

dia para todas as variáveis analisadas, sendo que este efeito pode ser observado através das estimativas das equações polinomiais de ordem 2 apresentadas na Figura 01 (Gráficos A, B, C, D e E).

**Tabela 1.** Percentual de plântulas normais (%), percentual de plântulas anormais (%), Comprimento das raízes (cm plântula<sup>-1</sup>), Comprimento da parte aérea (cm plântula<sup>-1</sup>) e teor de Matéria seca (g plântula<sup>-1</sup>), de sementes e plântulas de canola (*Brassica napus* L.) submetidas a diferentes doses de cobre (mg L<sup>-1</sup>) avaliadas do quinto ao sétimo dia após a semeadura.

A				
Percentual de plântulas normais (%)				
Época de avaliação (dias)	Doses de cobre (mg L <sup>-1</sup> )			
	0,0	200,0	400,0	800,0
QUINTO	72,67c	28,67c	23,43a	0,00*
SEXTO	86,00b	64,00b	16,67b	0,00
SÉTIMO	90,00a	68,00a	0,00c	0,00
CV (A) = 10,2%    CV (B) = 9,8%				
B				
Percentual de plântulas anormais (%)				
Época de avaliação (dias)	Doses de cobre (mg L <sup>-1</sup> )			
	0,0	200,0	400,0	800,0
QUINTO	1,33c	32,33a	23,33b	6,67b
SEXTO	7,00a	22,33b	30,33a	22,33a
SÉTIMO	4,33b	13,33c	30,67a	25,00a
CV (A) = 23,9%    CV (B) = 17,5%				
C				
Comprimento das raízes (cm plântula <sup>-1</sup> )				
Época de avaliação (dias)	Doses de cobre (mg L <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	800
QUINTO	5,92b	0,83c	1,61b	0,00*
SEXTO	5,98b	3,75b	2,10a	0,00
SÉTIMO	7,68a	6,26a	0,00c	0,00
CV (A) = 16,2%    CV (B) = 18,8%				
D				
Comprimento da parte aérea (cm plântula <sup>-1</sup> )				
Época de avaliação (dias)	Doses de cobre (mg L <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	800
QUINTO	4,66a	2,08c	2,41a	0,00*
SEXTO	4,08b	3,83b	2,23a	0,00
SÉTIMO	4,81a	4,25a	0,00b	0,00
CV (A) = 14,1%    CV (B) = 13,2%				
E				
Matéria seca (g plântula <sup>-1</sup> )				
Época de avaliação (dias)	Doses de cobre (mg L <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	800
QUINTO	0,00456c	0,00379c	0,00352b	0,00000*
SEXTO	0,00517b	0,00431b	0,00446a	0,00000
SÉTIMO	0,00592a	0,00504a	0,00000c	0,00000
CV (A) = 14,3%    CV (B) = 14,5%				

Médias seguidas de uma mesma letra não divergem entre si, em uma mesma coluna, para uma mesma variável, segundo o teste de Tukey a 95% de confiança.

\*Não significativo.

Fonte: Autor, 2024.

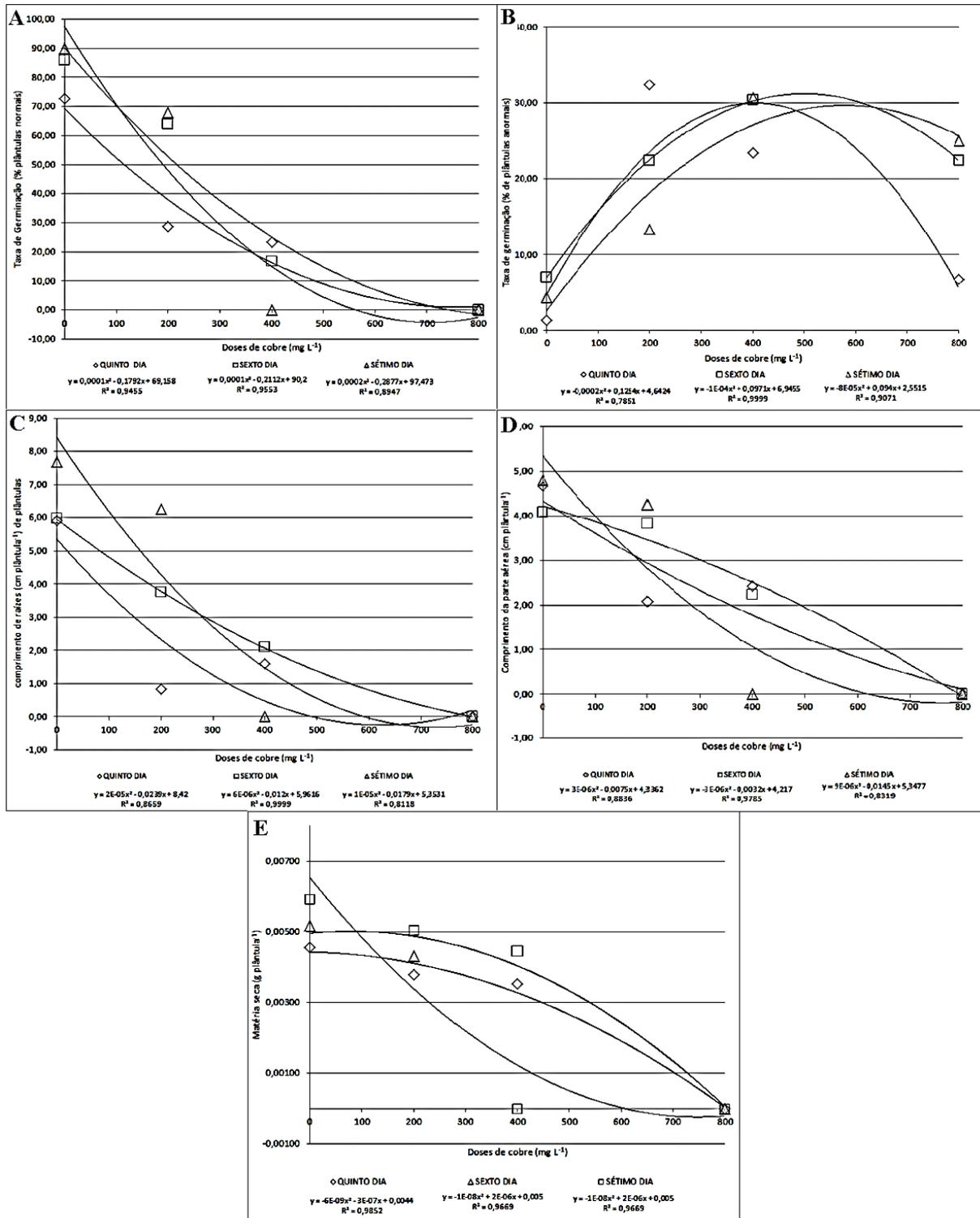


Figura 01: Equações polinomiais de segundo grau referentes à (A) taxa de germinação (% plântulas normais), (B) taxa de germinação (% plântulas anormais), (C) comprimento de raízes (cm plântula<sup>-1</sup>), (D) comprimento da parte aérea (cm plântula<sup>-1</sup>) e (E) teor de matéria seca (g plântula<sup>-1</sup>), de sementes de canola (*Brassica napus* L.) submetidas a diferentes doses de cobre ( $\text{mg L}^{-1}$ ) avaliadas do quinto ao sétimo dia após a semeadura.

O cobre interferiu na taxa de germinação das sementes de canola, inibindo totalmente a germinação na maior dosagem testada ( $800 \text{ mg L}^{-1}$ ) (Tabela 1A e Figura 1A) e levando a um aumento significativo nas taxas de plântulas anormais (até a dose de  $400 \text{ mg L}^{-1}$ ) (Tabela 1B e Figura 1B) e sementes duras e mortas (na dose de  $400 \text{ mg L}^{-1}$ ). A taxa de sementes duras e mortas não aparece representada nos gráficos, mas pode ser estimada pela diferença das taxas de germinação (%) plântulas normais e plântulas anormais.

Vários autores registraram resultados semelhantes em culturas de interesse econômico: Milho (BOROS, 2015; MARIANO-DA-SILVA et al., 2022; MELANIA-NICOLETA & MICLE, 2015), soja (GOMES et al., 2021), trigo (BASTIANI, 2020; MUNZUROGLU & GECKIL, 2002; WANG et al., 2010), lentilha (SHAMS et al., 2018), arroz (AHSAN, 2007), alface (SHAMS, 2018), colza (RANAZANI & KARGAR, 2023) e tomateiro (ASHAGRE et al., (2013).

É conhecido que a presença de cobre em concentrações elevadas no meio de germinação leva a sua rápida entrada na semente, afetando processos fisiológicos vitais como a respiração e dificultando a divisão celular (KRANNER & COLVILLE, 2011). Ocorre a inibição do alongamento celular (ALAQUI-SOSSÉ et al., 2004; LIU et al., 2016) e alterações no comportamento da membrana celular, com mudanças na permeabilidade da mesma, interferindo diretamente na germinação das sementes (BEZINI et al., 2019; SHAUKAT et al., 1999). Ainda, deve-se levar em conta a capacidade do cobre em substituir os cofatores de várias enzimas (SINGH et al., 2017), diminuindo a atividade daquelas responsáveis por degradar as reservas do endosperma, como as amilases, as proteases e a invertase (ASHAGRE et al., 2013; BARUAH, 2019; MITTAL et al. 2015).

Como pode ser observado na Tabela 1C e Figura 1C, o cobre afetou o desenvolvimento das raízes das plântulas de forma negativa, em relação à testemunha (onde houve aumento no tamanho do quinto para o sétimo dia) em todas as concentrações testadas.

Nas plantas, toxicidade causada pelo cobre pode ser observada primeiramente nas raízes, pois as mesmas apresentam uma tendência em acumular o metal neste órgão (GIROTTO et al., 2016). As raízes então se tornam atrofiadas, grossas e escuras e, pelo comprometimento da permeabilidade das membranas perdem os elementos previamente absorvidos, pelo efluxo de íons e solutos (FURINI, 2012; MALAVOLTA et al. 1997; NAVARRO & NAVARRO (2003).

Estes efeitos (atrofia, engrossamento e escurecimento) foram inclusive observados no presente trabalho (Figura 02).



Figura 02: Plântulas de canola com sintomas de atrofia (B e D), engrossamento (A) e necrose (A, B e C), causados pelo cobre ( $800 \text{ mg L}^{-1}$ ).

FIDALGO et al., (2013) e WANG et al., (2010) esclarecem que, nas raízes da plantas, o excesso de cobre causa a peroxidação dos ácidos graxos da membrana celular, provocando o rompimento desta e a morte das células.

Como pode ser observado na Tabela 1D e Figura 1D, o cobre prejudicou o desenvolvimento da parte aérea das plântulas, em relação à testemunha (onde houve aumento no tamanho do quinto para o sétimo dia), em todas as concentrações testadas.

Apesar de GIROTTO et al., (2016) terem demonstrado a tendência das plantas em acumular cobre nas raízes, quando a capacidade destas em complexar o metal é excedida o mesmo é translocado para parte aérea. Nesta, o excesso de cobre é conhecido por causar distúrbios no transporte de elétrons, condutância estomática, redução no número de cloroplastos e danos à estrutura da membrana dos tilacoides (GOMES et al., 2021; SANDMANN & BÖGER, 1980; CISCATO et al., 1997; ZAOUALI et al. 2020). Isto ocorre porque, a nível celular, o cobre liga-se aos grupos sulfídricos nas proteínas, provocando a inibição da atividade enzimática e a função proteica, causando alteração na disponibilidade de outros íons essenciais com conseqüente prejuízo aos processos de transporte celular (MEHARG, 1994). Em suma, a toxicidade do cobre na parte aérea é causada pela redução nos níveis dos íons  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ , decorrente da substituição, na molécula de clorofila, do magnésio por cobre, provocando a peroxidação das membranas do cloroplasto (ZAOUALI et al. 2020).

Além disto, sob condições de estresse induzida por metais pesados, como resultado do conjunto de alterações expostas anteriormente, pode ocorrer a redução ou falta de

transferência de nutrientes dos cotilédones para o embrião, resultando em uma diminuição do desenvolvimento e conseqüentemente do comprimento da parte aérea (CHAOUÏ & FERJANI, 2005).

O cobre causou decréscimos nos teores de matéria seca das plântulas em todas as doses testadas, como pode ser observado na Tabela 1E e Figura 1E.

Como discutido anteriormente, a toxicidade pelo cobre causa danos às raízes e parte aérea, ocorrendo restrições ao crescimento, o que provoca a redução da massa da parte aérea e das raízes, interferindo diretamente no parâmetro matéria seca.

### CONCLUSÕES

As diferentes concentrações de cobre afetaram de forma negativa o parâmetro taxa de germinação das sementes de canola, levando a um aumento na taxa de plântulas anormais nas concentrações intermediárias.

O aumento das concentrações de cobre testadas afetaram de forma negativa os parâmetros desenvolvimento das raízes, parte aérea e massa seca das plântulas em relação à testemunha.

### REFERÊNCIAS

- ALAOUIO-SOSSÉ, B.; GENET, P. ; VINIT-DUNAND, F.; TOUSSAINT, M. L.; EPRON, D. ; BADOT, P. M. ; Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. **Plant Science**, v.166, p.1213-1218, 2004.
- ARES, G.; GRANATO, D. **Mathematical and statistical methods in food science and technology**. Nova Jersey: John Wiley& Sons Inc, 2014. 514p.
- AHSAN, N. Excess copper induced physiological and proteomic changes in germinating rice seeds. **Chemosphere**, v. 67, v.6, p.1.182-1.193, 2007.
- ASHAGRE, H.; ALMAW, D.; FEYISA, T. Effect of copper and zinc on seed germination, phytotoxicity, tolerance and seedling vigor of tomato (*Lycopersicon esculentum* L. cultivar Roma VF). **International Journal of Agricultural Science Research**. v.2, n.11, p.312-317, 2013.
- BARUAH, N.; MONDAL, S. C.; FAROOQ, M.; GOGOI, N. Influence of heavy metals on seed germination and seedling growth of wheat, pea, and tomato. **Water Air Soil Pollution**, p.230-273, 2019.
- BOROŞ, M. Effects of copper-induced stress on seed germination of maize (*Zea mays* L.). **Agriculture - Science and Practice**, v.3 n.4, p.95-96, 2015.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; FLORES, É. M. D. M.; GIROTTO, E. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, v.42, n.4, p.653-659, 2012.
- BASTIANI, G. G. **Toxidez por cobre e zinco na germinação de sementes e no desenvolvimento de trigo mourisco**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 77p., 2020.
- BEZINI, E; ABDELGUERFI, A; NEDJIMI, B; TOUATI, M; ADLI, B; YABRIR, B. Effect of some heavy metals on seed germination of *Medicago arborea* L. (Fabaceae). **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 84, p. 357-364, 2019.

- BISSANI, C. A.; SEGANFREDO, M. A.; SÁ, E. L. S. Cobre e suas formas predominantes no solo em áreas com uso de dejetos animais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p.1-3, 2014.
- BRASIL (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009, 399p.
- CISCATO, M., R.; VALCKE, K.; VAN LOVEN, H.; CLIJSTER, S.; NAVARI-Izzo, E. Effects of in vivo copper treatment on the photosynthetic apparatus of two *Triticum durum* cultivars with different stress sensitivity. **Physiologia. Plantarum**, v.100, p. 901-908, 1997.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 588p.
- CHAOUI, A.; EL-FERJANI, M. H. Effects of cadmium and copper on antioxidant capacities, lignification and auxin degradation in leaves of pea (*Pisum sativum* L.) seedling. **Journal of Comptes Rendus Biologies**, v.328, p.23-31, 2005.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, v. 10, n. 9, 2023.
- EMATER-ASCAR (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural). **Acompanhamento de safras – Terceira Estimativa de Safra de Inverno 2023**. Disponível em <[https://www.emater.tcche.br/site/arquivos\\_pdf/safra/safraTabela\\_07022024.pdf](https://www.emater.tcche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_07022024.pdf)> Acesso em 16/07/2024.
- FEIGL, G.; KUMAR, D.; LEHORAI, N.; TUGYI, N.; MOLNÁR, A.; ORDÖG, A.; SZEPESI, A.; GÉMES, K.; LASKAY, G.; ERDEI, L.; KOLBERT, Z. Physiological and morphological responses of the root system of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern.) and rapeseed (*Brassica napus* L.) to copper stress. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.94, n.1, p.179-189, 2013.
- FURINI, A. **Plants and Heavy Metals**. New York/Londres: Springer Dordrecht Heidelberg Library, 2012. 86p.
- FIDALGO, F.; AZENHA, M.; SILVA, A. F.; SOUSA, A.; SANTIAGO, A.; FERRAZ, P.; TEIXEIRA, J. Copper-induced stress in *Solanum nigrum* L. and antioxidant defense system responses. **Food and Energy Security**, p.1-11, 2013.
- GIROTTO, E. **Cobre e zinco em solos sob uso intensivo de dejetos líquidos de suínos**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 121p. 2007.
- GIROTTO, E. et al. Biochemical changes in black oat (*Avena strigosa* Schreb) cultivated in vineyard soils contaminated with copper. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 103, p.199-207, 2016.
- GUIMARÃES, C. G.; SANTOS, A.; RODRIGUES, E. V.; LAVIOLA, B. G. **Canola: Panorama atual e tecnologias de produção no Brasil**, Brasília: Embrapa, 2022. 72p.
- GOMES, D. G.; LOPES-OLIVEIRA, P.J.; DEBIASI, T.V.; CUNHA, L.S.; OLIVEIRA, H.C. Regression models to stratify the copper toxicity responses and tolerance mechanisms of *Glycine max* (L.) Merr. plants. **Planta**, v.253, n.2, p. 1-14, 2021.
- KRANNER, I.; COLVILLE, L. Metals and seeds: biochemical and molecular implications and their significance for seed germination. **Journal of Environmental and Experimental Botany**. v.72, p.93-105, 2011.
- LI, Q.; CHEN, H. H.; QI, Y. P.; YE, X.; YANG, L. T.; HUANG, Z. R.; CHEN, L. S. **Excess copper effects on growth, uptake of water and nutrients, carbohydrates, and PSII photochemistry revealed by OJIP transients in citrus seedlings**. Environmental Science and Pollution Research, v.26, n.29, 2019.

- LIU, R; ZHANG, H; LAL, R. Effects of stabilized nanoparticles of copper, zinc, manganese, and iron oxides in low concentrations on lettuce (*Lactuca sativa*) seed germination: nanotoxicants or nanonutrients. **Water, Air, & Soil Pollution**, v.227, n.42, 2016.
- MARIANO-DA-SILVA, S.; HATTJE, M.; SMANIOTTO, V.; TRAMONTIN, M. A.; TIRONI, S. P.; SHULER, N. A. P.; PALUDO, G.; PASQUALI, P. E.; BES, G. Seed germination and seedling growth of *Zea mays* under various concentrations of copper. **Journal of Agricultural Sciences Research**, v.2, n.13, 2022.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed, Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. Tese de Doutorado, Santa Maria: UFSM, 163p, 2006.
- MEHARG, A. A. Integrated tolerance mechanisms: constitutive and adaptive plant responses to elevated metal concentrations in the environment. **Plant, Cell & Environment**, v. 17, n.9, p.989–993, 1994.
- MELANIA-NICOLETA, B.; MICLE, V. Effects of copper induced stress on seed germination of maize (*Zea mays* L.). **Agriculture - Science and Practice**, p.95-96, 2015.
- MENDONÇA, J. A.; RIBOLDI, L. B.; SOARES, C. D. F.; CASTRO, P. R. D. C.; KLUGE, R. A. **Canola (*Brassica napus* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 2016, 35p.
- MITTAL, N; VAID, P; AVENEET, K. **Effect on amylase activity and growth parameters due to metal toxicity of iron, copper and zinc**. **Indian Journal of Applied Research**, v.5, p.662-664, 2015.
- MUNZUROGLU, O.; GECKIL, H. Effects of metals seed germination, root elongation and coleoptiles and hypocotyls growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.43, p.61-73, 2002.
- NAVARRO-GARCIA, G.; NAVARRO-BLAYA, S. **Química Agrícola**. 2ª Ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 483p.
- NUSEED-BRAZIL. **Canola Diamond**. Disponível em < <https://nuseed.com/br/sementes/diamond/> > Acesso em 16/07/2024.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ª ed. Piracicaba: Livrocere, 2000, 480p.
- RANAZANI, S. H. R.; KARGAR, M. Germination and seedling growth of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars under heavy metals. **Environmental Resources Research**, v.11, n.2, p.287-294, 2023.
- REICHERT, A. N. **Determinação do teor de cobre, zinco e manganês em solos agrícolas com aplicação de dejetos suíno, no município de São João do Oeste-SC**. Trabalho de Conclusão de Curso: UFFS, 16p. 2014.
- SÁ, M. E.; OLIVEIRA, S. A.; BERTOLIN, D. C. **Roteiro prático da disciplina de produção e tecnologia de sementes: análise da qualidade de sementes**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2011, 112p.
- SAMPAIO, F. G.; BOJINK, C. L.; RANTIN, F. T. **O uso do sulfato de cobre em ecossistemas aquáticos: fatores que afetam sua toxicidade em peixes de água doce**. Documentos da Embrapa Meio Ambiente, v. 91. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 102p. 2013.
- SANDMANN, G; BOGER, P. Copper mediated lipid peroxidation processes in photosynthetic membranes. **Plant Physiology**, v.66, p.797-800, 1980.
- SHAUKAT, S.S.; MUSHTAQ, M.; SIDDIQUI, Z.S. Effect of cadmium, chromium and lead on seed germination, early seedling growth and phenolic contents of *Parkinsonia aculeate* L. and *Pennisetum Americanum* (L.) Schumann. **Pakistan Journal of**

- Biological Sciences**, v. 2, p.1.307-1.313, 1999.
- SINGH, A.; SINGH, N.B.; HUSSAIN, I.; SINGH, H. Effect of biologically synthesized copper oxide nanoparticles on metabolism and antioxidant activity to the crop plants *Solanum lycopersicum* and *Brassica oleracea* var. *botrytis*. **Journal of Biotechnology**, v.262, n.1, p.11-27, 2017.
- SHAMS, M., et al. **Nitric Oxide Alleviates Copper Toxicity in Germinating Seed and Seedling Growth of *Lactuca sativa* L.** Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, v. 46, n. 1, p. 167–172, 2018.
- TOMM, G. O.; RAPOSO, R. W. C.; SOUZA, T. A. F.; OLIVEIRA, J. T. L.; RAPOSO, E. H. S.; SILVA-NETO, C. P.; BRITO, A. C.; NASCIMENTO, R. S.; RAPOSO, A. W. S.; SOUZA, C. F. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15p.
- WANG, L.; YANG, L.; YANG, F.; LI, X.; SONG, Y.; WANG, X.; HU, X. Involvements of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and metallothionein in NO-mediated tomato tolerance to copper toxicity. **Journal of Plant Physiology**, v.167, p.1298-1306, 2010.
- ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2004. 402p.
- ZAOUALI, W.; MAHMOUDI, H.; SALAH, I.B.; MEJRI, F.; CASABIANCA, H.; HOSNI, K.; OUERGHI, Z. Copper-induced changes in growth, photosynthesis, antioxidative system activities and lipid metabolism of cilantro (*Coriandrum sativum* L.). **Biologia**, v. 75, n. 3, p. 367-380, 2020.

**APÊNDICE A – QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (% DE GERMINAÇÃO)**

ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM APLICAÇÃO DO TESTE DE F						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3	13,667				
DOSES DE COBRE	3	29080,333	9693,4	1184,27	6,99	F(0,01;3;9)
RESÍDUO (A)	9	73,667	8,185			
PARCELAS	15	29167,667				
DIAS	2	553,167	276,583	36,34	5,61	F(0,01;2;24)
DOSES X DIAS	6	2576,167	429,361	56,41	3,67	F(0,01;6;24)
RESIDUO B	24	182,667	7,611			
SUBPARCELA / TOTAL	47	32479,667				

DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES X DIAS + GL DO FATOR DOSES Cu						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DIAS	2					
RESÍDUO B	24					
SUBPARCELA	29					
DOSES(QUINTO DIA)	3	8283,667	2761,222	337,34	6,99	F(0,01;3;9)
DOSES(SEXTO DIA)	3	14476,000	4825,333	589,52	6,99	F(0,01;3;9)
DOSES (SÉTIMO DIA)	3	19449,000	6483,000	792,04	6,99	F(0,01;3;9)
RESIDUO A	9	73,667	8,185			
PARCELA / TOTAL	47					

DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES Cu X DIAS + GL DO FATOR DIAS						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DOSES	3					
RESIDUO A	9					
PARCELA	15					
DIAS(DOSE ZERO)	2	11964,7500	5982,375	786,01	5,61	F(0,01;2;24)
DIAS(DOSE 200)	2	6948,7500	3474,375	456,49	5,61	F(0,01;2;24)
DIAS(DOSE 400)	2	950,0000	475,000	62,41	5,61	F(0,01;2;24)
DIAS(DOSE 800)	2	0,0000	0,000	0,00	5,61	F(0,01;2;24)
RESIDUO B	24	182,667	7,611			
SUBPARCELA	32					
TOTAL	47					

**APÊNDICE B – QUADRO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (% PLÂNTULAS ANORMAIS)**

<b>ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM APLICAÇÃO DO TESTE DE F</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3	22,729				
DOSES DE COBRE	3	2116,729	705,6	66,02	6,99	F(0,01;3;9)
RESÍDUO (A)	9	96,188	10,688			
PARCELAS	15	2235,646				
DIAS	2	94,625	47,313	8,27	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES X DIAS	6	866,708	144,451	25,24	2,96	F(0,01;9;36)
RESIDUO B	24	137,333	5,722			
SUBPARCELA / TOTAL	47	3334,313				

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES X DIAS + GL DO FATOR DOSES Cu</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DIAS	2					
RESÍDUO B	24					
SUBPARCELA	29					
DOSES(QUINTO DIA)	3	1868,250	622,750	58,27	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES(SEXTO DIA)	3	857,000	285,667	26,73	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES (SÉTIMO DIA)	3	1252,667	417,556	39,07	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO A	9	96,188	10,688			
PARCELA / TOTAL	47					

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES Cu X DIAS + GL DO FATOR DIAS</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DOSES	3					
RESIDUO A	9					
PARCELA	15					
DIAS(DOSE ZERO)	2	66,2500	33,125	5,79	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 200)	2	1273,5000	636,750	111,28	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 400)	2	1410,6875	705,344	123,26	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 800)	2	988,2500	494,125	86,35	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO B	24	137,333	5,722			
SUBPARCELA	32					
TOTAL	47					

**APÊNDICE C – QUADROS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (COMP DA RAIZ)**

<b>ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM APLICAÇÃO DO TESTE DE F</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3	0,128				
DOSES DE COBRE	3	167,588	55,9	468,66	6,99	F(0,01;3;9)
RESÍDUO (A)	9	1,073	0,119			
PARCELAS	15	168,789				
DIAS	2	8,965	4,482	27,76	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES X DIAS	6	34,273	5,712	<b>35,37</b>	2,96	F(0,01;9;36)
RESIDUO B	24	3,876	0,161			
SUBPARCELA / TOTAL	47	215,902				

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES X DIAS + GL DO FATOR DOSES Cu</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DIAS	2					
RESÍDUO B	24					
SUBPARCELA	29					
DOSES(QUINTO DIA)	3	62,601	20,867	<b>175,06</b>	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES(SEXTO DIA)	3	57,674	19,225	<b>161,28</b>	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES (SÉTIMO DIA)	3	148,873	49,624	<b>416,32</b>	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO A	9	1,073	0,119			
PARCELA / TOTAL	47					

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES Cu X DIAS + GL DO FATOR DIAS</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DOSES	3					
RESIDUO A	9					
PARCELA	15					
DIAS(DOSE ZERO)	2	76,3772	38,189	<b>236,49</b>	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 200)	2	55,3489	27,674	<b>171,38</b>	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 400)	2	7,9748	3,987	<b>24,69</b>	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 800)	2	0,0000	0,000	0,00	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO B	24	3,876	0,161			
SUBPARCELA	32					
TOTAL	47					

**APÊNDICE D – QUADROS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (COMP DA PARTE  
AÉREA)**

<b>ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM APLICAÇÃO DO TESTE DE F</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3	0,055				
DOSES DE COBRE	3	80,581	26,9	428,52	6,99	F(0,01;3;9)
RESÍDUO (A)	9	0,564	0,063			
PARCELAS	15	81,200				
DIAS	2	0,405	0,202	3,69	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES X DIAS	6	14,374	2,396	43,70	2,96	F(0,01;9;36)
RESIDUO B	24	1,316	0,055			
SUBPARCELA / TOTAL	47	97,295				

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES X DIAS + GL DO FATOR DOSES Cu</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DIAS	2					
RESÍDUO B	24					
SUBPARCELA	29					
DOSES(QUINTO DIA)	3	32,743	10,914	174,12	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES(SEXTO DIA)	3	31,754	10,585	168,86	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES (SÉTIMO DIA)	3	62,110	20,703	330,29	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO A	9	0,564	0,063			
PARCELA / TOTAL	47					

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES Cu X DIAS + GL DO FATOR DIAS</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DOSES	3					
RESIDUO A	9					
PARCELA	15					
DIAS(DOSE ZERO)	2	35,1144	17,557	320,30	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 200)	2	25,3298	12,665	231,05	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 400)	2	12,1905	6,095	111,20	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 800)	2	0,0000	0,000	0,00	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO B	24	1,316	0,055			
SUBPARCELA	32					
TOTAL	47					

**APÊNDICE E – QUADROS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (MATÉRIA SECA)**

<b>ANÁLISE DE VARIÂNCIA COM APLICAÇÃO DO TESTE DE F</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3	0,00000003				
DOSES DE COBRE	3	0,00010738	0,00003579	332,56	6,99	F(0,01;3;9)
RESÍDUO (A)	9	0,00000097	0,00000011			
PARCELAS	15	0,00010838				
DIAS	2	0,00000263	0,00000132	11,90	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES X DIAS	6	0,00002613	0,00000435	39,34	2,96	F(0,01;9;36)
RESIDUO B	24	0,00000266	0,00000011			
SUBPARCELA / TOTAL	47	0,00013980				

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES X DIAS + GL DO FATOR DOSES Cu</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DIAS	2					
RESÍDUO B	24					
SUBPARCELA	29					
DOSES(QUINTO DIA)	3	0,0000369	0,0000123	114,30	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES(SEXTO DIA)	3	0,0000498	0,0000166	154,39	4,39	F(0,01;3;36)
DOSES (SÉTIMO DIA)	3	0,0000913	0,0000304	282,62	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO A	9	0,0000010	0,0000001			
PARCELA / TOTAL	47					

<b>DECOMPOSIÇÃO DOS GRAUS DE LIBERDADE DA INTERAÇÃO DOSES Cu X DIAS + GL DO FATOR DIAS</b>						
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SQ	QM	F(cal)	F(tab)	
BLOCOS	3					
DOSES	3					
RESIDUO A	9					
PARCELA	15					
DIAS(DOSE ZERO)	2	0,00004801	0,00002401	216,90	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 200)	2	0,00003412	0,00001706	154,16	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 400)	2	0,00003682	0,00001841	166,33	4,39	F(0,01;3;36)
DIAS(DOSE 800)	2	0,00000000	0,00000000	0,00	4,39	F(0,01;3;36)
RESIDUO B	24	0,00000266	0,00000011			
SUBPARCELA	32					
TOTAL	47					