



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS - CHAPECÓ**

**CURSO DE AGRONOMIA - ÊNFASE EM AGROECOLOGIA**

**LUIZ ROBERTO VON DENTZ ZANCAN**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE  
ALGODÃO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ZINCO**

**CHAPECÓ**

**2021**

**LUIZ ROBERTO VON DENTZ ZANCAN**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE  
ALGODÃO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ZINCO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Agronomia da Universidade  
Federal da Fronteira Sul.

**Orientador:** Prof. Dr. Samuel Mariano Gislou  
da Silva

**CHAPECÓ**

**2021**

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

Zancan, Luiz Roberto Von Dentz  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE  
ALGODÃO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ZINCO / Luiz  
Roberto Von Dentz Zancan. -- 2021.  
26 f.:il.

Orientador: Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva Samuel  
Mariano Gislon da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2021.

1. Germinação de sementes de Algodão. 2. Crescimento  
de plântulas de algodão. 3. Toxicidade do Zinco no  
desenvolvimento do algodão. 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).

**LUIZ ROBERTO VON DENTZ ZANCAN**

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE  
ALGODÃO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ZINCO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do  
título de Bacharel em Agronomia da  
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 27/09/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva – UFFS**  
Orientador



---

**Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Fabiana Maria De Siqueira Mariano Da Silva – UFFS**  
Avaliadora



---

**Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi – UFFS**  
Avaliador

## RESUMO

O zinco está presente de forma natural nos solos e tem origem do intemperismo do material de origem, sendo um elemento essencial para o bom desenvolvimento das plantas. No entanto, devido a fatores naturais e a influência do homem no meio ambiente, as concentrações de Zn no solo são muito variáveis, podendo estar em concentrações insuficientes para auxiliar no bom desenvolvimento da planta ou em concentrações elevadas e que acabam sendo tóxicas para as mesmas. O objetivo do trabalho foi analisar o efeito do zinco sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de algodão em diferentes concentrações do elemento. O experimento foi conduzido no laboratório de Sementes e Grãos situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso no campus de Lucas do Rio Verde – MT, em esquema de parcelas subdivididas no tempo e delineamento experimental de blocos ao acaso, com classificação cruzada e 4 blocos. As sementes foram divididas em 4 lotes de 16 repetições de 50 sementes, sendo cada repetição semeada em papel germitest®, 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 zinco ( $ZnSO_4$ ), de maneira que as concentrações finais de zinco fossem 0, 100, 200 e 400 mg/L, gerando quatro diferentes tratamentos. Os rolos de papel foram mantidos em germinadores a temperatura constante de 20°C e com 24 horas de luz disponível, sendo as avaliações de vigor, germinação e comprimento de plântulas realizadas no quinto, sexto, sétimo e oitavo dias após a semeadura. No oitavo dia, as plântulas foram colocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado, a 65°C durante 72 horas e posteriormente realizada a sua pesagem em por repetição total, determinando-se a matéria seca. Foi possível observar efeito significativo da aplicação das doses de zinco em relação à germinação, havendo um decréscimo na porcentagem de germinação das sementes de algodão quando tratadas com as diferentes doses de zinco. A dose de 400mg/L apresentou resultados abaixo dos níveis estabelecidos pelo Padrão Nacional de Comercialização de sementes. Para o vigor de sementes não foi possível verificar efeito das doses de zinco ao longo dos tratamentos. No comprimento de raízes o ponto de máxima eficiência na dose de 100 mg L<sup>-1</sup> reduzindo essa eficácia nas doses mais elevadas. Nas avaliações de Massa Fresca e Massa Seca observou-se que à medida que se aumentou as doses de zinco ocorreu uma tendência de queda destas variáveis.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, Micronutriente, Toxicidade.

## ABSTRACT

Zinc is naturally present in soils and comes from the weathering of the source material, being an essential element for the good development of plants. However, due to natural factors and the influence of man on the environment, the concentrations of Zn in the soil are very variable, and may be in insufficient concentrations to assist in the good development of the plant or without high concentrations that end up being toxic to them. The objective of this work was to analyze the effect of zinc on germination and development of cotton seedlings at different concentrations of the element. The experiment was conducted in the Seeds and Grains laboratory located at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Mato Grosso on the campus of Lucas do Rio Verde - MT, in a split-plot scheme in time and a randomized block experimental design, with classification cross and 4 blocks. The seeds were divided into 4 lots of 16 replicates of 50 seeds, each repetition being sown in germitest® paper, previously moistened with a volume of water corresponding to 2.5 times the weight of the paper. The water used for the imbibition of the 4 batches was added with different concentrations of zinc sulfate (ZnSO<sub>4</sub>), so that the final zinc concentrations were 0, 100, 200 and 400 mg/L, generating four different treatments. The rolls of paper were kept in germinators at a constant temperature of 20°C and with 24 hours of available light, and evaluations of vigor, germination and seedling length were carried out on the fifth, sixth, seventh and eighth days after sowing. On the eighth day, the seedlings were placed in paper bags and subjected to drying in an oven with forced air circulation, at 65°C for 72 hours, and subsequently weighed in mg per total repetition, determining the dry matter. It was possible to observe a significant effect of the application of doses of zinc in relation to germination, with a decrease in the percentage of germination of cotton seeds when treated with different doses of zinc. The dose of 400mg/L presented results below the levels established by the Standard National Seed Marketing. For seed vigor it was not possible to verify the effect of zinc doses along the treatments. In the length of roots, the point of maximum efficiency at the dose of 100 mg L<sup>-1</sup>, reducing this effectiveness at the highest doses. In the evaluations of Fresh Pasta and Dry Pasta, it was observed that as the doses of zinc increased, there was a tendency for these variables to fall.

Keywords: *Gossypium hirsutum*, Micronutrient, Toxicity.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação da taxa de germinação e vigor (%) de sementes de algodão FM 970 GLTP RM sob diferentes concentrações de Zn.....	17
Tabela 2 - Vigor de sementes de algodão recobertas com diferentes doses de zinco. ....	18
Tabela 3 - Comprimento de plântulas de algodão FM 970 GLTP RM sob diferentes concentrações de Zn, mensurados durante os ensaios de germinação. ....	19

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Germinação de sementes de algodão recobertas com diferentes doses de zinco. ....	17
Figura 2 - Comprimento de plântulas de algodão com diferentes doses de zinco. ....	20
Figura 3 - Massa fresca e seca de plântulas de algodão com diferentes doses de zinco. ....	21

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL .....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 A CULTURA DO ALGODÃO .....	11
3.2 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL.....	12
3.3 ZINCO (Zn).....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	14
4.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES .....	14
4.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	14
4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS .....	14
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
6. CONCLUSÃO .....	22
REFERÊNCIAS .....	24

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodão é uma importante atividade agrícola do setor socioeconômico brasileiro, sendo fonte de empregos e renda no campo, além de proporcionar um ganho econômico muito grande para toda região produtora (SILVA et al., 2009). Por ter todo este significado, se torna interessante minimizar perdas na produção.

Na adubação os micronutrientes são exigidos em menores quantidades, porém, sua importância na nutrição das plantas é tão importante quanto os macronutrientes (CARVALHO, 2007).

Uma forma de fornecer os micronutrientes à planta é o uso do tratamento de sementes (TS) com produtos à base de nutrientes essenciais. O princípio deste tratamento é a translocação desses elementos aplicados na semente para a planta, auxiliando assim em um melhor desenvolvimento inicial e contribuindo para uma melhor produção (OLIVEIRA et al., 2010).

O zinco (Zn) é um micronutriente que limita o rendimento das muitas culturas no Brasil, inclusive o algodão (MALAVOLTA, 1980). A adição de zinco nas sementes se torna um método eficaz, pois assegura a disponibilidade e absorção do nutriente nas fases iniciais de desenvolvimento da planta, uma vez que a plântula não absorve grandes quantidades desse elemento do solo, pois ainda não tem sistema radicular desenvolvido e não possui uma área foliar suficiente para absorver o nutriente via pulverização (TUNES, 2012).

A maioria das plantas necessita apenas de uma pequena quantidade de Zn, porém, em concentrações críticas, abaixo do mínimo necessário, podem ocorrer alterações fisiológicas. Isso ocorre porque o Zn está relacionado a uma série de processos fisiológicos, como a manutenção da integridade das membranas, síntese de proteínas, síntese do triptofano, síntese do ácido indol acético, produção de sementes, além de controlar a produção de importantes reguladores de crescimento (FURLANI, 2004).

Quando presente em doses elevadas o Zinco (Zn) pode causar toxicidade às plantas, sendo comum isso em áreas que utilizam dejetos suínos como forma de adubação. Em altas concentrações esse elemento causa alguns distúrbios fisiológicos nas plantas, como o menor crescimento das raízes e parte aérea, clorose em folhas jovens, estresse oxidativo e inibição de processo fotossintético (TEICHER, 2014; PANDEY, 2015).

## **2. OBJETIVOS**

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

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

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

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar o efeito do zinco sobre a cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*) utilizando parâmetros como o percentual de germinação, crescimento de parte aérea e raízes das plântulas, vigor e viabilidade das plântulas.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A CULTURA DO ALGODÃO

O algodão já é conhecido e difundido pelo homem a milhares de anos, sua domesticação ocorreu há mais de 4000 anos, tendo início no sul da Arábia, encontrando-se relatos da cultura no Código Manu (legislação mais antiga da Índia), do século VII a.C (AMPA - ASSOCIAÇÃO MATO GROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO, 2021).

No Brasil o algodão já era utilizado pelos índios desde antes do descobrimento do Brasil, sendo os fios aproveitados para confecção de redes e cobertores e a planta utilizada para curar feridas. Contudo, a produção comercial só foi ocorrer em 1760 na Região Nordeste, onde um produtor do Maranhão exportou as primeiras sacas para a Europa (AMPA - ASSOCIAÇÃO MATO GROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO, 2021).

A safra de algodão 2020/21, deve registrar uma área plantada de 1.665,6 milhões de hectares, 3% a menos em relação à safra anterior. A produção de caroço de algodão alcançou 2.816,6 mil toneladas, sendo que houve decréscimo de 6,2% em relação à safra 2019/20, apesar disso, segundo o Ministério da Economia, no acumulado de janeiro a setembro, o Brasil exportou um volume superior em 49% ao acumulado do mesmo período no ano passado (CONAB, 2020).

O algodão (*Gossypium hirsutum* L. raça Latifolium Hutch) é uma dicotiledônea da família Malvaceae de grande importância comercial, sendo cultivada em mais de 100 países no mundo, sua matéria prima é utilizada em mais de 150 países dos 205 existentes (BELTRÃO, 2006).

A produção de algodão em território brasileiro ocorre em grande parte no cerrado brasileiro. De acordo com Beltrão (2006), o algodão é uma planta bastante rústica e adaptativa, além de apresentar alta produtividade. No cerrado, em condições de sequeiro sem irrigação suplementar, a produção apresenta uma média superior a 1.100 kg de fibra por hectare, e um rendimento superior a 40%.

A cotonicultura no cerrado é uma cultura tecnificada e para obter altas produtividades uma série de técnicas são utilizadas, como o uso de insumos modernos, de defensivos agrícolas, fertilizantes, reguladores de crescimento e maturadores (BELTRÃO, 2006).

### 3.2 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL

O sistema de produção no Brasil é bastante diverso. No Mato Grosso o Algodão é cultivado após a soja, sendo que o mesmo tem seu crescimento no período de redução no regime de chuvas, favorecendo assim a qualidade da fibra. Esse sistema intensivo de produção requer muito do solo, necessitando de uma alta aplicação de fertilizantes (FRANCISCO e HOOGERHEIDE, 2013).

O algodoeiro é uma planta exigente em relação a qualidade de solo. Por apresentar sistema radicular pouco denso, a cultura é responsiva em fatores como a compactação, oxigenação e acidez. De acordo com Ferreira et al. (2004), o algodão tem alta resposta de produtividade e crescimento ao aumento de NPK adicionado ao solo, entretanto a resposta pode variar de acordo com o solo, clima e cultivar.

Para a produção de 1.000 kg/ha de algodão em caroço, a planta do algodoeiro extrai em média do solo 59 a 85 kg de N, 13 a 25 kg de  $P_2O_5$ , 47 a 69 kg de  $K_2O$ , 18 a 40 kg de Ca, 8 a 31 Kg de Mg, 4 a 7 kg de S em relação a micronutrientes, para a produção de 1.000 kg de algodão em caroço, a planta necessita de 22 a 33 g de B, 6 a 8 g de Cu, 10 a 500 g de Fe, 10 a 42 g de Mn e 11 a 45 g de Zn (STAUT, 1996; STAUT E KURIHARA, 2001; THOMPSON, 1999; FURLANI JUNIOR, et al., 2001; FERREIRA, 2005).

### 3.3 ZINCO (Zn)

O Zn é um micronutriente absorvido na forma  $Zn^{2+}$ , pelas raízes ou por aplicação foliar. Segundo Romheld (2001), o zinco é um elemento que tem por característica ser pouco móvel na planta e sua deficiência pode ser diferenciada das demais pelo encurtamento dos entrenós, clorose e deformação nas folhas mais jovens.

Ferreira e Carvalho (2005) destacam que o Zn tem função importante dentro das células, sendo responsável por ativar enzimas e por realizar a síntese do aminoácido triptofano, que é o precursor do ácido indolacético. Na cultura do algodão, quando em caso de deficiência, é possível observar a redução dos internódios e do limbo foliar, associado à clorose internerval (folhas jovens), que se apresentam com as bordas voltadas para cima (SILVA et al., 1995).

O Zn é fortemente absorvido dos solos pela fração mineral (RAIJ, 1991). Schuman (1975), destaca que entre os fatores que influenciam as reações de absorção e disponibilidade

do micronutriente no solo, as características químicas (CTC, pH, MO, cátions e ânions) e mineralógicas (tipo de solo e teor de argila e hidróxidos) são as que mais afetam a disponibilidade.

No Cerrado onde a cultura do algodão é muito difundida o Zinco normalmente é adicionado no tratamento de sementes ou durante o plantio é liberado no sulco. Essa prática de misturar o Zn no tratamento de sementes favorece uma maior uniformidade às plantas, além de proporcionar que o elemento tenha um contato imediato com as primeiras raízes emitidas (BARBOSA FILHO et al., 1982).

Em folhas, o nível crítico de Zn fica entre os níveis de 15 e 20 mg Kg<sup>1</sup> de MS. De acordo com Marschener (1995), as espécies variam em relação a sensibilidade de deficiência do micronutriente, sendo que o milho e o algodão são mais sensíveis que a aveia e o trigo.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

A seguir serão apresentados os materiais e métodos que foram utilizados para a realização deste trabalho.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido no laboratório de Sementes e Grãos situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso no campus de Lucas do Rio Verde - MT, em maio de 2021.

### 4.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

A cultivar de algodão escolhida foi a FM 970 GLTP RM. É uma cultivar desenvolvida e registrada pela empresa FiberMax® da BASF e apresenta como características agronômicas um ciclo médio entre 160 a 180 dias, crescimento diário de 1 a 1,2 cm/dia e possui resistência à nematoide de galha, ramulária e doença azul. A equipe responsável pelo Desenvolvimento de Mercado da empresa doou um volume de 3 kg de semente para realização do trabalho.

### 4.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Os ensaios foram realizados sob esquema de parcelas subdivididas no tempo em delineamento experimental de blocos ao acaso, com fatorial (4x4). A partir disso as sementes foram divididas em 4 lotes de 4 repetições de 50 sementes e cada repetição semeada em substrato de papel Germitest® previamente umedecido com um volume de solução 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 zinco ( $ZnSO^4$ ), de tal maneira as concentrações finais de zinco ficaram 0 (controle), 100, 200 e 400 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).

### 4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

- Avaliações de Vigor e Germinação: Foram realizadas no quinto, sexto, sétimo e oitavo dia após a semeadura, sendo os dados apresentados em porcentagem de plântulas normais. A primeira contagem de germinação serviu como indicativo do vigor das sementes, já a somatória dos resultados da primeira contagem com os da última contagem serão um indicativo da viabilidade das mesmas (BRASIL, 2009).

- Avaliações do Crescimento: No quinto, sexto, sétimo e oitavo dia após a semeadura, foram eliminadas as plântulas anormais e as sementes mortas. Com auxílio de uma régua

milimétrica, foi medido o comprimento da raiz primária e comprimento da parte aérea, sendo os resultados médios expressos em cm/plântula.

- Massa seca de plântulas: após a determinação do comprimento de plântulas no oitavo dia, as mesmas foram colocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado, a 65°C durante 72 horas e posteriormente realizada a sua pesagem em mg por repetição total em balança digital de precisão (NAKAGAWA, 1999).

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância (teste de F a 5%) foi utilizada para analisar as variáveis. As comparações da média de cada repetição foram feitas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey e regressão, ambos a 5% de confiança (ARES & GRANATO, 2014). As análises estatísticas foram feitas no programa R.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do trabalho foi possível perceber que existe interação significativa entre os fatores dias e doses de zinco em relação à variável taxa de germinação (Tabela 1), indicando a existência de dependência entre os fatores.

Avaliando os efeitos de interação das doses de zinco em relação ao fator dias, foi possível observar que existem efeitos significativos entre a época de avaliação dentro de cada dose de zinco, sendo melhor apresentado na tabela 1. Também foi possível observar efeito significativo para o fator doses de zinco dentro da segunda, terceira e quarta contagem, sendo que este efeito pode ser observado através das estimativas das equações polinomiais de 2º grau apresentadas na figura 1.

Houve um decréscimo na porcentagem de germinação das sementes de algodão quando tratadas com as diferentes doses de zinco, sendo que a menor porcentagem foi observada nas sementes que receberam  $400 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo abaixo dos níveis estabelecidos pelo Padrão Nacional de Comercialização de sementes que exige no mínimo 70% de germinação das sementes, para o algodão (MAPA, 2005). Yagi et al. (2006), trabalhando com a cultura do sorgo verificaram que a aplicação de Zn resultou em menores porcentagem de germinação em relação a testemunha.

Corroborando com os resultados encontrados neste trabalho, Junior et al. (2018), observaram que o recobrimento de sementes de algodão nas doses de  $9,0; 12,0 \text{ g}^{-1}$ , tendo como fonte o sulfato de zinco verificaram uma redução de 31% da porcentagem de germinação das sementes quando comparados com a testemunha.

**Tabela 1.** Avaliação da taxa de germinação e vigor (%) de sementes de algodão FM 970 GLTP RM sob diferentes concentrações de Zn.

CONTAGEM	mg L de zinco			
	0	100	200	400
PRIMEIRA	98,37 a*	97,87 a	97,00 a	96,00 a
SEGUNDA	95 a	83,75 b	86,87 b	85,62 b
TERCEIRA	90,74 a	81,50 b	76,25 c	72,75 c
QUARTA	87,0 b	79,52 b	71,50 c	65,37 d

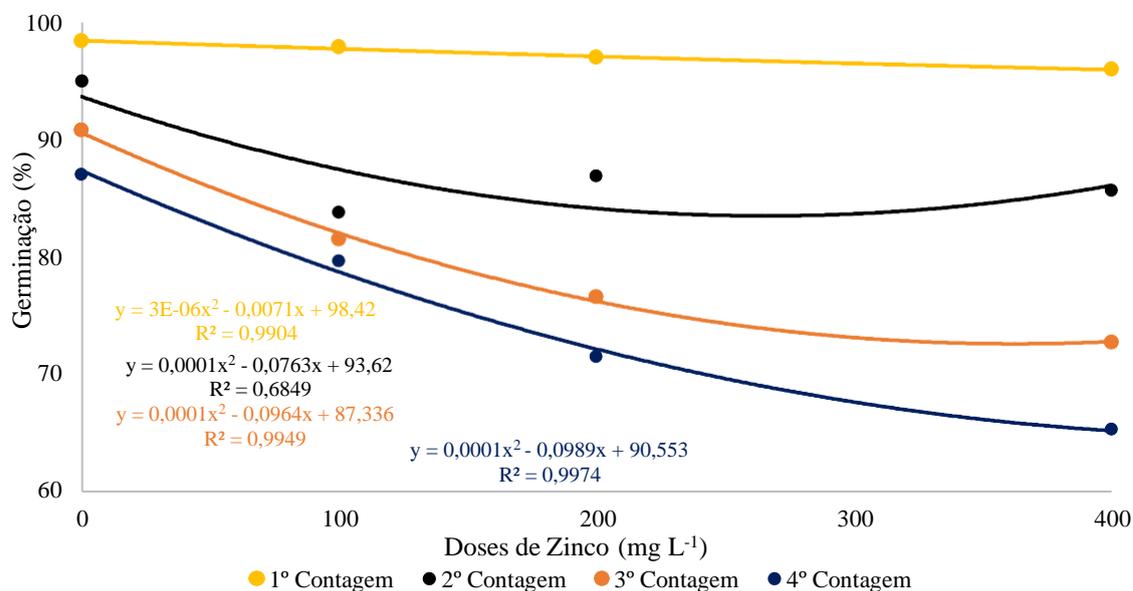
CV (%) = 11,74

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os dados apresentaram comportamento quadrático, para a germinação (Figura 1). O ponto de máxima para a germinação foi obtido com a testemunha com a maior porcentagem das sementes germinadas nas quatro contagens realizadas, a partir desse ponto independente da dose ocorreu reduções na germinação. O Zn é requerido pela planta em baixas quantidades e pode ser benéfico e tóxico dependendo da quantidade aplicada (MALAVOLTA, 2006), o que explica a redução da germinação a partir da dose máxima.

**Figura 1.** Germinação de sementes de algodão acrescidas com diferentes doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Para o vigor das sementes não foi possível verificar efeito das doses de zinco ao longo dos tratamentos (Tabela 2). Ribeiro, Dos Santos e Menezes (1994) estudando o tratamento de sementes de milho com zinco e boro, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos, como demonstrado neste estudo. Em contraposição, Ohse et al. (2012) estudando

o tratamento de sementes de melancia com diferentes doses de zinco, verificaram a redução do vigor das sementes, através da avaliação do comprimento, massa fresca e seca das plântulas.

**Tabela 2.** Vigor de sementes de algodão recobertas com diferentes doses de zinco.

	mg L de zinco			
	0	100	200	400
Vigor	98,37 a*	97,87 a	97,00 a	96,00 a
CV (%) = 2,70				

\*Letras iguais na linha representam tratamentos iguais estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

De acordo com o teste de variância (teste de F), existe interação significativa entre os fatores dias e doses de zinco em relação à variável comprimento de plântulas (tabela 3), 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 zinco foram comparados dentro dos níveis do fator dias (e vice-versa), foi possível observar que não existem efeitos significativos entre a época de avaliação dentro de cada dose de zinco, sendo que a os valores obtidos podem ser observados na tabela 3.

Também foi possível observar efeito significativo para o fator doses de zinco dentro de cada contagem, sendo que este efeito pode ser observado através das estimativas das equações lineares de 2º grau apresentadas na figura 2.

O tratamento com Zn na dose de 100 mg L<sup>-1</sup> resultou em plântulas com valores de comprimento superiores aos demais tratamentos, para todas as doses e contagens, sendo que a dose de 400 mg L<sup>-1</sup> de zinco provocou o menor comprimento médio das plântulas com 0,81 cm.

**Tabela 3.** Comprimento de plântulas de algodão FM 970 GLTP RM sob diferentes concentrações de Zn, mensurados durante os ensaios de germinação.

AVALIAÇÕES	mg L de zinco			
	0	100	200	400
PRIMEIRA	1,57 a *	1,95 a	0,82 a	0,62 a
SEGUNDA	1,70 a	2,29 a	1,20 a	0,69 a
TERCEIRA	1,91 a	2,49 a	1,33 a	0,73 a
QUARTA	2,15 a	2,77 a	1,39 a	0,81 a

CV (%) = 12,48

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

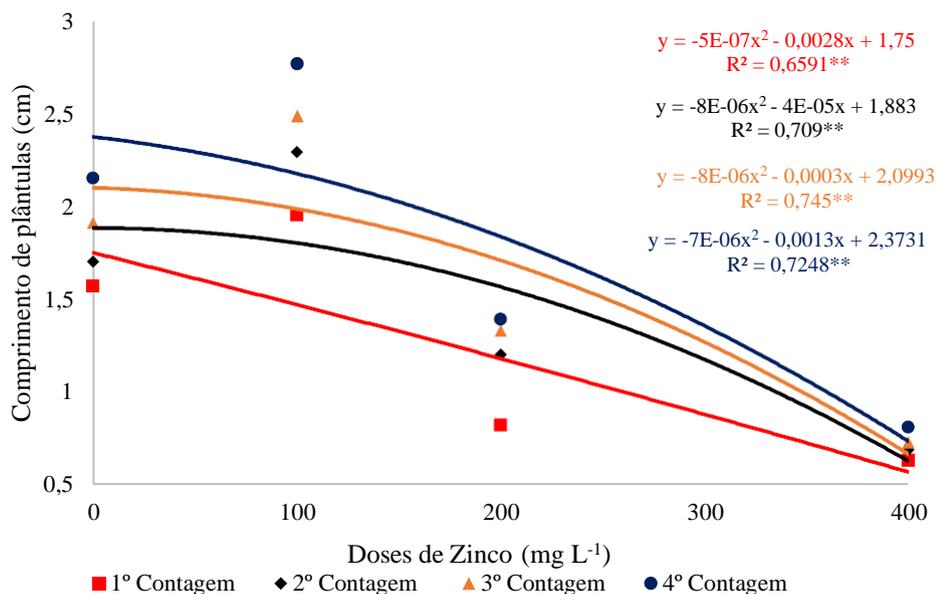
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Os dados apresentaram comportamento quadrático, para o comprimento das plântulas de algodão (Figura 2), com ponto de máxima eficiência na dose de 100 mg L<sup>-1</sup> na última contagem (quarta) apresentou maior comprimento resultando em plântulas com 2,77 cm, reduzindo essa variável nas doses mais elevadas, como na dose de 400 mg L<sup>-1</sup>.

Corroborando com os resultados encontrados neste estudo, Assis, Rodrigues e Ribeiro (2012) observaram decréscimo no comprimento de plântulas de coentro tratadas com zinco. Resultado semelhante também foi observado por Lemes et al. (2017) que verificaram menor comprimento médio de plântulas de soja, quando as sementes foram recobertas com 5 mg L<sup>-1</sup> de zinco.

Oliveira e Simonetti (2018) trabalhando com a germinação e vigor da cultura do trigo tratadas com sulfato de zinco, observaram que as sementes tratadas com 2 Kg<sup>-1</sup> de zinco tiveram menor altura de plantas. De acordo com Marschner (1995), a diminuição do comprimento das plântulas pode ser atribuído a toxicidade do zinco se dando principalmente pela inibição do alongamento celular.

**Figura 2.** Comprimento de plântulas de algodão com diferentes doses de zinco.



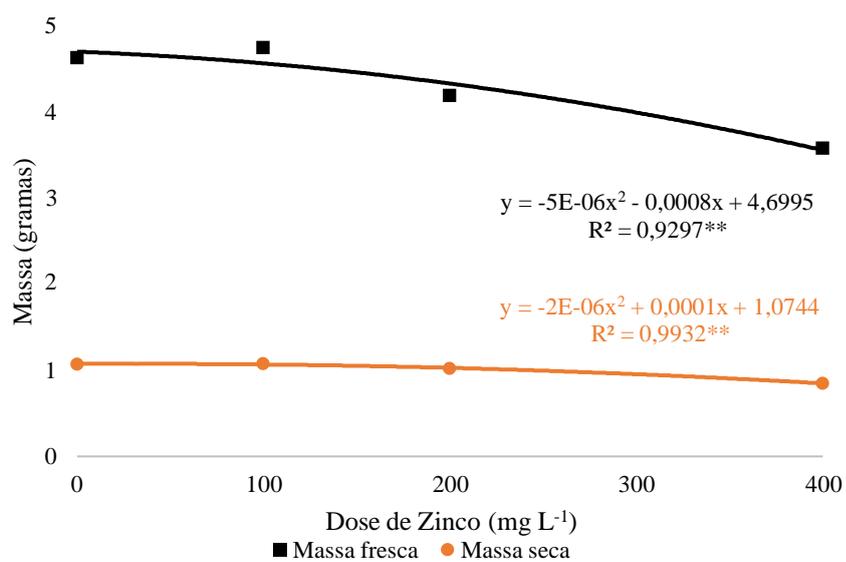
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Verificou-se pela análise de variância que houve diferença significativa entre doses de Zn, ao nível de 5% de probabilidade, para as seguintes características: massa fresca e massa seca das plântulas de algodão.

Houve resposta quadrática da massa fresca e seca de plântulas em função das doses de Zn aplicadas via sementes (Figura 3). É importante ressaltar que à medida que as doses de zinco são aumentadas ocorre uma tendência de queda na massa seca e fresca das plantas, conforme Figura 3. O maior acúmulo de massa fresca de plântulas de algodão (4,75 g plântula<sup>-1</sup>) foi obtido quando se aplicou 100 mg L<sup>-1</sup> de Zn, a partir deste ponto, houve redução dessa variável. Este resultado difere do trabalho de Oliveira e Simonetti (2018) que testando diferentes doses de zinco em sementes de trigo não encontraram diferenças significativas.

É possível observar que houve uma redução na massa seca das plantas de acordo com o aumento das doses de zinco (Figura 3). Yagi et al. (2006) estudando o acúmulo de massa seca da parte aérea de plântulas de sorgo, com diferentes doses de Zn, observaram um incremento na massa seca das plântulas, resultado diferente do encontrado neste estudo. Prado, Natale e Mouro (2007) estudando a aplicação de zinco em sementes de milho, verificaram que o elemento afetou a produção de matéria seca das plântulas. O decréscimo da massa das plantas, se deve pelo excesso do nutriente nas sementes causando toxicidade.

**Figura 3.** Massa fresca e seca de plântulas de algodão com diferentes doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

## 6. CONCLUSÃO

O tratamento de semente com sulfato de zinco interferiu na germinação, comprimento, massa fresca e seca das plântulas de algodão. O sulfato de zinco não teve interferência sobre o vigor das plantas.

Foram observados efeitos significativos entre os dias dentro de cada dose de zinco sobre a germinação, sendo a dose de 400 mg L<sup>-1</sup> tóxica em relação a esta variável.

O aumento das doses de zinco aplicadas nas sementes não foi favorável para nenhuma variável estudada, apresentando decréscimo em relação a testemunha.

## REFERÊNCIAS

- AMPA - ASSOCIAÇÃO MATO-GROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (Mato Grosso). **História do Algodão**. Disponível em: <https://ampa.com.br/historia-do-algodao/>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- ARES, G.; GRANATO, D. Mathematical and statistical methods in food science and technology. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2014. 536p.
- ASSIS, Miquéias O.; RODRIGUES, Bruno Rafael Alves; RIBEIRO, Hugo Tiago. Potencial fisiológico de sementes de coentro em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. S7867-S7874, 2012.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; CARVALHO, J.R.P. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a produção de arroz em solos de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.17, p.1713- 1719, 1982.
- BELTRÃO, N. E. de M. Fisiologia da Produção do Algodoeiro. **Embrapa Algodão**, Campina Grande, v. 1, n. 94, p. 1-8, ago. 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/18294/1/CIRTEC94.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- BRASIL (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009, 399p.
- CARVALHO, M. C. S. (2007). **Resposta do algodoeiro a fontes, doses e modos de aplicação de zinco no cerrado**. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, 11 (3), 121-129.
- CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B. **Calagem e Adubação do Algodoeiro no Cerrado**. Campina Grande: Embrapa, 2006. 16 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/276782/1/CIRTEC92.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.
- CARVALHO, M. da C. S.; BARBOSA, K. de A.; LEANDRO, W. M. Resposta do algodoeiro a doses e modos de aplicação de fósforo em sistemas de plantio direto e convencional no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador. Algodão, uma fibra natural: anais. [S.l.]: Abapa: EMBRAPA: Abrapa: Governo da Bahia, 2005. 1 CD-ROM.
- CIA, Edivaldo et al. Reação de cultivares e linhagens de algodoeiro às principais doenças que ocorrem em regiões produtoras do Brasil. **Ceres**, v. 55, n. 6, 2015.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: primeiro levantamento grãos Outubro/2020. Brasília: CONAB, 2020. 28 p.
- Fageria, N. K., & Baligar, V.C. (2005). Growth components and zinc recovery efficiency of upland rice genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (12), 1211-1215.
- FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Artmed. Porto Alegre- RS, 2004.
- FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M.C.S. Adubação do algodoeiro no Cerrado: Com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 71 p. (Documentos, 138).
- FRANCISCO, E.; HOOGERHEIDE, H. C. Manejo de nutrientes para o algodoeiro de alta produtividade. Piracicaba: IPNI. Informações agrônomicas. 2013.

- FURLANI JUNIOR, E.; SILVA, N.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; ROSOLEM, C.A.; CARVALHO, M.A.C. Extração de macronutrientes e crescimento da cultivar IAC 22. *Cultura Agrônômica*, v.1, p.27-43, 2001.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 40-75.
- JÚNIOR, José de Souza Abreu et al. Recobrimento de sementes de algodão com zinco: efeitos imediatos e após o armazenamento. *MAGISTRA*, v. 29, n. 1, p. 116-126, 2018.
- LEMES, Elisa et al. Tratamento de sementes de soja com zinco: efeito na qualidade fisiológica e produtividade. In: *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215. 2017. p. 76-86.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres 1980. 251p
- MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 2006.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005**: Padrões para produção e comercialização de sementes de algodão. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 17/07/2021.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Orlando, San Diego, New York, Austin. 1995.
- NAKAGAWA, A. J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. *Vigor de Sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. 218p
- OHSE, Silvana et al. Germinação e vigor de sementes de melancia tratadas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, p. 288-292, 2012.
- OLIVEIRA, Ana Paula; SIMONETTI, Ana Paula Morais Mourão. Viabilidade da semente de trigo tratada com sulfato zinco e arranque inicial da cultura. **Revista Cultivando o Saber**, v. 1, n. 4, p. 1-10, 2018.
- Oliveira, R.H., Souza, M.J.L., Morais, O.M., Guimarães, B.V.C. & Pereira Jr., H.A. (2010) - Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 32 (4), 701-707.
- PANDEY, R. *Mineral Nutrition of Plants*. 20 p., 2015. Disponível em: . Acessado em: 29 março. 2021.
- PRADO, Renato, Melo; NATALE, William; DE CASTRO MOURO, Melissa. Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. Fort. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, 2007.
- RAIJ, B. van. *Fertilidade e adubação*. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1991. 343p.
- RIBEIRO, N. D.; DOS SANTOS, O. S.; DE MENEZES, N. L. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agricola**, v. 51, p. 481-485, 1994.
- ROMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. **Micronutrientes e elementos tóxicos na Agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p.71 - 85.
- ROSOLEM, C. Micronutrientes em algodão. In: V Congresso Brasileiro do Algodão, 2005, Salvador. Algodão, uma fibra natural: Anais. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 2005

SCHUMAN, L. M. The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. Proceedings Soil Science Society of America, Madison, v.39, p.454-458, 1975.

SILVA, J. E. P. **Parâmetros produtivos e atividade de fosfatase ácida em três gramíneas forrageiras cultivadas com doses de fósforo.** Piracicaba, 1996. 81 p.

SILVA, N. M. da; CARVALHO, L. H.; CIA, E.; FUZZATO, M. G.; CHIAVEGATO, E. J.; ALLEONI, L. R. F. Seja o doutor do seu algodoeiro. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 69, 1995. 26 p.

SILVA, P. S. L.; SILVA, J. C. V.; CARVALHO, L. P.; SILVA, K. M. B.; FREITAS, F. C. L. Weed control via intercropping with gliricidia. I. Cotton crop. Planta Daninha, v. 27, n.1, p. 97-104, 2007.

STAUT, L.A. Fertilização fosfatada e potássica nas características agronômicas e tecnológicas do algodoeiro na região de Dourados, MS. Jaboticabal, 1996. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem e adubação. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Algodão: tecnologias de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; 2001. p.103-123.

THOMPSON, W. R. Fertilization of cotton for yields and quality. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. Cultura do algodoeiro. Piracicaba: Potafós, 1999. p.94.

TIECHER, T. L. Alterações fisiológicas em milho cultivado em solo com alto teor de cobre e submetido à aplicação de zinco. 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

Tunes, L.M., Cardoso, D.P., Tavares, L.C., Barbieri, A.P., Barros, A.C.S.A., & Muniz, M.F.B. (2012). Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. Revista Ciência Rural, Santa Maria, 42 (7), 1141- 1146.

YAGI, Renato et al. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 655-660, 2006.