



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

**HENRIQUE RESTELLI**

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

**CHAPECÓ  
2019**

**HENRIQUE RESTELLI**

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

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**

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

Restelli, Henrique

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE  
FEIJÃO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ZINCO / Henrique  
Restelli. -- 2019.

37 f.:il.

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

1. Metais pesados. 2. Germinação de sementes. 3.  
Phaseolus vulgaris. I., Samuel Mariano Gislon da Silva,  
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.  
Título.

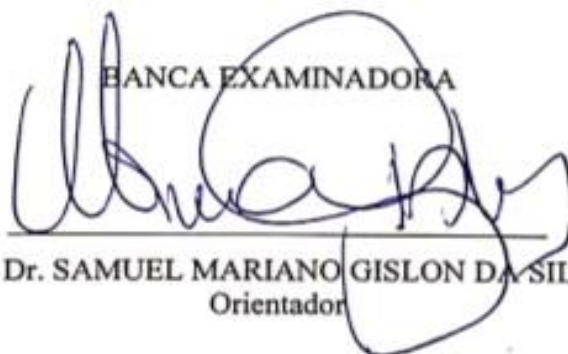
**HENRIQUE RESTELLI**

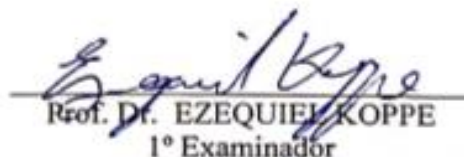
**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO SOB  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ZINCO**

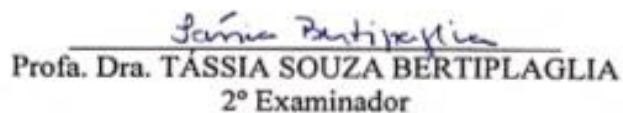
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Samuel Mariano Gislon da Silva

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:  
28/06/2019

BANCA EXAMINADORA  
  
Prof. Dr. SAMUEL MARIANO GISLON DA SILVA  
Orientador

  
Prof. Dr. EZEQUIEL KOPPE  
1º Examinador

  
Prof. Dra. TÁSSIA SOUZA BERTIPLAGLIA  
2º Examinador

## RESUMO

Os solos do sul do Brasil possuem níveis satisfatórios de zinco e tais concentrações atenderiam suficientemente as exigências nutricionais dos vegetais. Porém devido a constante aplicação de dejetos de suínos com elevadas concentrações de zinco em áreas sujeitas ao cultivo de culturas anuais, como o feijão, o zinco em excesso pode provocar problemas de fitotoxicidade à cultura. Dessa maneira, o objetivo do trabalho foi analisar experimentalmente o efeito de diferentes doses de zinco sob a germinação e desenvolvimento inicial de feijão. O experimento foi realizado junto ao laboratório de sementes e grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul em esquema de parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com classificação cruzada e 5 repetições. As sementes foram divididas em 5 lotes de 16 repetições de 50 sementes e cada repetição foi semeada em papel germitext, previamente umedecido com um volume de água correspondente a 2,5 vezes o peso do papel. A água utilizada para a embebição dos 5 lotes foi acrescida de diferentes concentrações de sulfato de zinco ( $ZnSO_4$ ), sendo as concentrações 0, 100, 200, e 300mg/L, gerando quatro diferentes tratamentos. Os rolos de papel foram mantidos em germinadores a temperatura constante de 25°C, sendo as avaliações realizadas em 5 repetições de cada tratamento no quinto, sexto, sétimo, oitavo e nono dias após a semeadura. O zinco afetou significativamente o percentual de germinação mostrando assim uma redução significativa já na dosagem de 100mg/L, o mesmo ocorreu para tamanho da parte aérea e raiz do feijão. A não utilização de zinco constatou-se maior germinação e maior comprimento da parte aérea e raiz das plântulas de feijão em relação às sementes tratadas com zinco. Foi possível concluir o efeito fitotóxico do elemento sob as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** Fitotoxicidade, *Phaseolus vulgaris*, Micronutriente.

## ABSTRACT

The soils of southern Brazil have satisfactory levels of zinc and large amounts that are fixed in nutritional units of the vegetables, however due to a certain application of pig slurries with the zinc molecules in areas to the fillet of annual vegetables such as beans, excess zinc can cause phytotoxicity problems to the crop. The objective of this analytical and experimental study was to evaluate the effect of different doses of zinc during germination and development. The experiment was conducted in a seed laboratory and the community of the Federation of Producers of the State of Mato Grosso do Sul, in a plot of plots subdivided into blocks at random, with cross classification and 4 replicates. The seeds were divided into 5 batches of 16 replicates of 50 seeds and increasingly seeded in germinated paper, previously added to a volume of water corresponding to 2.5 times the weight of the paper. The water published for soaking the five sides of a series of zinc sulphate ( $ZnSO_4$ ), so that the final zinc bases were 0, 100, 200 and 300 mg /L generating four different treatments. The paper rolls were added in germinators at a constant temperature of 25°C, with the first 5 replicates of each treatment being the fifth, sixth, seventh, eighth and ninth days after sowing, zinc affected the percentage of germination. A significant reduction already in the dosage of 100mg / L, the same occurred for the aerial part and the root of the bean. The use of the most important germination and major to the aerial part and the root of planted strathules of to streptile herbs control tractants with zinc. We conclude that the phytotoxic effect of the element under the analyzed variables.

**Key words:** Phaseolus vulgaris, Phytotoxicity, micronutrient.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Comprimento da parte aérea (cm plântula <sup>-1</sup> ) de feijão mensurados durante os ensaios de germinação.....	<b>17</b>
<b>Tabela 2.</b> Equações polinomiais de 1º grau referentes ao efeito das doses de zinco sobre o tamanho da parte aérea de feijão .....	<b>19</b>
<b>Tabela 3.</b> Comprimento radicular de plântulas de feijão submetidas a diferentes doses de zinco em cinco diferentes dias de avaliação.....	<b>21</b>
<b>Tabela 4.</b> Equações polinomiais referentes ao efeito das doses de zinco sobre o crescimento radicular (cm plântula <sup>-1</sup> ) de plântulas de feijão em cinco dias de avaliação.....	<b>22</b>
<b>Tabela 5.</b> Valores médios de germinação das sementes de feijão (%) submetidas a diferentes doses de zinco e em diferentes dias de avaliação. ....	<b>24</b>
<b>Tabela 6.</b> Função polinomial referente ao efeito das doses de zinco sobre a germinação de sementes de feijão.....	<b>25</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Anomalias na plântula de feijão devido a elevadas doses de zinco.....	<b>18</b>
<b>Figura 2.</b> Comparações de desenvolvimento da parte aérea de feijão sobre diferentes concentrações de doses de zinco.....	<b>20</b>
<b>Figura 3.</b> Diferença no comprimento de raiz de plântulas de feijão sobre diferentes doses de zinco.....	<b>23</b>
<b>Figura 4.</b> Sementes de feijão que apresentavam anomalias ou não germinavam.....	<b>26</b>



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
4.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES.....	15
4.2 ENSAIO DE GERMINAÇÃO .....	15
4.3 VIABILIDADE DAS SEMENTES .....	16
4.5 AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO.....	16
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>31</b>
PARTE AÉREA .....	31
COMPRIMENTO DE RAIZ.....	33
PORCENTAGEM PLANTULAS NORMAIS .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos principais ingredientes na culinária brasileiro. Segundo MAPA (2018) setenta por cento dos brasileiros consomem feijão diariamente, atingindo um consumo médio por pessoa de dezessete quilos grama por ano deste grão.

O clima Brasileiro propicia três safras no decorrer do ano, enquadrando-se desta forma entre os cinco maiores produtores do grão (FAO, 2018). Ainda para o autor, em dimensões globais, os cinco países que juntos produzem 56,99% dos estoques de feijão do mundo são, respectivamente, Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos e México, transpondo um total de 15,3 milhões de toneladas.

A produtividade dos estados do sul do país no ano de 2018 foi de aproximadamente 439 mil toneladas, já o estado de Santa Catarina no mesmo ano teve uma produtividade de 102 mil toneladas segundo dados da (CONAB 2018).

Essa produtividade que esses estados detêm está diretamente ligada a fatores ambientais e principalmente a fatores ligados a nutrição da cultura. De acordo com (CASTRO, REIS & LIMA 2006), o sucesso econômico de uma atividade está intimamente ligado com a diminuição dos custos de produção, optando pela substituição de insumos onerosos por outros similares mais baratos e de semelhante eficiência. Ainda segundo os mesmos autores, fazendo uma avaliação dos custos fixos e variáveis no cultivo do feijão, observaram que os fertilizantes participaram da maior parte das despesas em um ano de produção da cultura.

O dejetos de suíno pode ser utilizado na adubação dessa cultura já que o mesmo possui uma grande quantidade de macro e micronutrientes, além disso o estado de Santa Catarina detêm um dos maiores rebanhos do Brasil, esse acumulo de dejetos produzidos pelos animais pode se tornar um grande problema ambiental, mas se manejados corretamente, propiciam uma agregação de valor para a cultura aonde o mesmo for aplicado (BLANCO, 2015).

Um dos micronutrientes presente neste dejetos de suínos é o Zinco, ele é requerido em pequenas quantidades pelas culturas em geral, no dejetos de suínos esse micronutriente se encontra em maior quantidade perante aos demais micronutrientes que estão presentes no mesmo, a aplicação continua de dejetos sobre uma mesma área pode acarretar uma grande disponibilidade do mesma para a cultura do feijão o mesmo quando presente em doses elevadas pode propiciar toxicidade, causando distúrbios

fisiológicos importantes aos vegetais, como: menor crescimento das raízes e parte aérea, clorose em folhas jovens, estresse oxidativo e inibição de processo fotossintético (TEICHER, 2014; PANDEY, 2015)

De acordo com (MATTIAS 2006), o zinco é o elemento com maior capacidade de acumulação nos solos que receberam excessivas aplicações de dejetos dos suínos. O nutriente em pequenas concentrações, ativa enzimas precursoras de diversos produtos, como o ácido indolacético, responsável pelo crescimento nos vegetais (PANDEY, 2015).

Diante da importância da cultura do feijão e os efeitos positivos e negativos que o zinco pode oferecer em uma pequena faixa de concentração, objetivou-se com o experimento avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de feijão submetidas a diferentes concentrações de zinco.

## **2. OBJETIVOS**

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

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar os efeitos de diferentes doses de zinco em plântulas de feijão submetidas a concentrações do mesmo.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar o efeito de doses de zinco sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de feijão;

Quantificar o efeito de zinco sobre atributos de planta, como tamanho de raiz, tamanho de parte aérea:

Determinar concentrações/níveis tóxicos de zinco para feijão;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A feijocultura é uma atividade conhecida desde os tempos antigos da Grécia e o Egito, seus primeiros relatos históricos de utilização para a alimentação são de 1000 a.C. Se tornando hoje em dia um ingrediente indispensável na cozinha brasileira, já que o mesmo possui uma grande fonte de energia e com baixo teor de gordura (COELHO 2018).

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é um alimento básico na dieta da população brasileira, seus níveis de proteína são bastante satisfatórios. Além de ser um produtor de grande importância socioeconômica, o mesmo pode ser cultivado em todos os tamanhos de propriedades, podendo assim variar as formas de tecnologias aplicadas para o seu cultivo (AGRIANUAL 2014)

O estado de Santa Catarina se caracteriza por apresentar possibilidade de suportar duas safras essas se dividem em safra das águas que começa com o plantio no mês de agosto e vai até dezembro e a segunda safra é conhecida como safra das secas que tem seu início de plantio no mês de dezembro e vai até março (EPAGRI 2018)

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), somente no ano de 2018, em Santa Catarina foram abatidos mais de 26% do total de suínos consumidos no Brasil, além disso esse estado tem o maior rebanho de suínos no país.

Nesse estado, a suinocultura é uma atividade desenvolvida em pequenas propriedades, que por sua vez detêm pequenas quantidade de área disponível para cultivo de culturas anuais, os dejetos produzidos são utilizados como fertilizantes em áreas com culturas anuais de grãos e com pastagens essa frequente utilização desses dejetos como forma de adubação pode causar um aumento na disponibilidade dos macro e micronutrientes. (GIROTTI. 2010).

Isso é desejável, uma vez que os nutrientes contidos nos dejetos são reutilizados na própria unidade de produção, aumentando a produtividade da cultura do feijão. No entanto, em muitas propriedades a quantidade de dejetos produzida excede a capacidade de suporte dos solos (PEREIRA, 2009), sendo os mesmos aplicados continuamente nas mesmas áreas, em frequências e quantidades excessivas em relação à capacidade de absorção pelas plantas cultivadas, desta forma aumentando em demasia a quantidade dos micronutrientes. (BASSO, 2012, BERWANGER, 2006).

Como consequência, devido à grande aplicação desses dejetos em uma mesma área elementos como o cobre, zinco, manganês, molibdênio etc. Podem apresentar-se em grandes quantidades disponíveis para as plantas (GRÄBER, 2005), espera-se, ao longo dos anos, o acúmulo excessivo desses elementos no solo (GIROTTI, 2010).

Entre os materiais lixiviados estão os elementos amônia, cobre e zinco, esses dois últimos são considerados por (GRÄBER,2005) como os micronutrientes de maior concentração nos dejetos dos suínos. Com a aplicação excessiva dos dejetos, espera-se que tanto o cobre como o zinco sejam acumulados em grandes quantidades no solo e assim se tornar disponíveis para absorção pelas plantas (GIROTTI, 2010).

Trabalhos apontam que o zinco é o elemento com maior probabilidade de acúmulo em solos que recebem sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos (BASSO, 2012; MATTIAS, 2006). A aplicação desses dejetos em solos agrícolas pode ser uma eficiente forma de ciclagem de nutrientes, e uma das melhores alternativas para seu descarte minimizando seu potencial poluente. Contudo, as diferenças entre a sua composição e a necessidade das plantas existem uma grande variação, sendo difícil mensurar a quantidade necessária para um bom desenvolvimento das culturas, em especial de metais pesados, dificultando o seu uso mais racional (MATTIAS 2016).

Os metais pesados compreendem em torno de 40 elementos, que apresentam densidade mínima de  $6,0\text{g/cm}^3$  (ALLOWAY, 1995). Muitos destes metais, como o zinco são essenciais para o crescimento de organismos eucariotos e/ou procariotos, sendo exigidos em concentrações muito pequenas. Contudo, em altas concentrações, se tornam extremamente tóxicos, afetando animais, plantas e microrganismos (TREVORS 1986; VOLESKY, 1990).

O zinco é o vigésimo terceiro metal mais abundante na crosta terrestre, apresentando número atômico 30 com massa atômica 65,38 (ALLOWAY, 1995; VOLESKY, 1990). É um micronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento de todos os organismos vivos, incluindo seres humanos e plantas (BROADLEY, 2007).

O zinco é absorvido pelas raízes como  $\text{Zn}^{2+}$  e no interior do vegetal desempenha importantes funções, o principal efeito do micronutriente é como ativador de enzimas responsáveis por intermediar diferentes catalisações e gerar determinados produtos, entre as enzimas ativadas pelo zinco estão: aldolases, desidrogenases, anidrase carbônica e sintetase triptofano, essa última é responsável pela síntese de

triptofano, resultando em um tipo de auxina, o ácido indolacético (AIA). As auxinas são hormônios promotores de crescimento nos vegetais e sua ausência diminui o tamanho das células e por consequência, as plantas são de menor tamanho (SFREDO & CARRÃO-PANIZZI, 1990).

O Zn é um elemento requerido de forma catalítica e estrutural por muitas enzimas, como a desidrogenase alcoólica, a anidrase carbônica e o superóxido dismutase que atuam na síntese de proteínas, no metabolismo de carboidratos e ainda pode ser requerido para a biossíntese de clorofila (KABATA-PENDIAS, 2010; BROADLEY, 2012). Apesar da essencialidade, o excesso destes metais pode causar toxidez e prejudicar o desenvolvimento das plantas.

Apesar de o Zn ser um micronutriente essencial, esse elemento pode afetar o crescimento e metabolismo normal de espécies vegetais, quando presente em níveis tóxicos no ambiente (MARSCHNER, 1995). Quando esse elemento se encontra em altas concentrações na planta pode interferir negativamente nas trocas gasosas, reduzindo a taxa de fotossíntese líquida, levando a uma diminuição do crescimento das plantas devido à redução na assimilação de carbono (CAMBROLLÉ; 2015).

Devido ao baixo requerimento deste micronutriente, elevadas doses podem causar toxicidade às plantas (TEICHER, 2014). Essa toxicidade depende da espécie e do estado fisiológico de crescimento, observa-se que em geral os sintomas estão relacionados com a diminuição da área foliar seguida de necrose e redução do crescimento radicular (CAMBROLLE, 2015)

O excesso de zinco inibe a germinação das sementes, promove a clorose foliar (EBBSD, 1997; TEICHER, 2014), causa a diminuição do crescimento das raízes e da parte aérea (TEICHER, 2014). Em nível celular, pode alterar a atividade mitótica (ROUTDAS, 2003), afetando a integridade e permeabilidade da membrana (HOSSEINI; POORAKBAR, 2013), levando à morte celular.

Enquanto alguns nutrientes como o nitrogênio são exportados pela cultura do feijão em quantidade elevada (64 kg) para produzir 1.000 kg de grãos, a quantidade exportada de zinco para produzir a mesma quantidade de grãos é de 43 gramas (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1995). Por isso, o zinco ao ser exigido em menores concentrações pelas plantas quando aplicado em grande quantidade em solos que já possuem níveis satisfatórios, como os encontrados no Sul do Brasil, aumenta-se a possibilidade das plantas sofrerem com toxidez.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

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

### 4.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES

A cultivar de feijão utilizada foi a SCS204 Predileto pertencente a Epagri. Essa cultivar é desenvolvida para a região sul do Brasil, com seu melhor rendimento no oeste de Santa Catarina. Possui hábito de crescimento indeterminado tipo II, florescimento aos 42 dias e maturação e colheita em 89 dias. A cor do grão é preta, forma elíptica, peso de mil grão 245 gramas, tempo médio de cocção 19 minutos, teor médio de proteína 23,5% e seu rendimento médio é de 4482kg/ha.

### 4.2 ENSAIO DE GERMINAÇÃO

O experimento foi conduzido no laboratório de Sementes e Grãos situado na Universidade Federal da Fronteira Sul campus Chapecó. Os ensaios foram realizados sob esquema de parcelas subdivididas no tempo em delineamento experimental blocos ao acaso, com classificação cruzada e 5 tempos (ARES & GRANATO, 2014). 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 solução base foi preparada da seguinte forma, foram pesados 2,110g de  $ZnSO_4 \cdot xH_2O$  o mesmo dissolvido em 1600ml de água destilada, após isso dividido conforme as doses necessárias.

A água utilizada para a embebição dos 5 lotes foi acrescida de diferentes concentrações de sulfato de zinco ( $ZnSO_4 \cdot xH_2O$ ), de maneira que as concentrações finais de zinco fossem 0mg/L (somente água destilada), 100mg/L (500mL de água destilada mais 250 mL de solução base), 200mg/L (250mL de água destilada mais 500ml de solução base) e 300mg/L (750mL de solução base), gerando quatro diferentes tratamentos. Os rolos de papel foram mantidos em germinadores a temperatura



constante de 25°C com 24 horas de luz disponível (BRASIL, 2009). Foi utilizado de sacolas plásticas para fazer a divisão dos rolos para cada tratamento, sendo assim foi acondicionado um número de dois rolos por sacola plástica, sendo esses rolos provenientes do mesmo tratamento, essas sacolas plásticas forma fechadas para que não as concentrações menores não sofressem influência das mais elevadas.

#### 4.3 VIABILIDADE DAS SEMENTES

As avaliações de germinação foram realizadas no quinto, sexto, sétimo, oitavo e nono dia após a sementeira, sendo os dados convertidos para porcentagem de plântulas normais. (BRASIL, 2009).

#### 4.5 AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO

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

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância (teste de F a 1 %) 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 1% de confiança (ARES & GRANATO, 2014) as análises estatísticas foram feitas no programa R.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste de variância (teste F), existe interação significativa entre os fatores, épocas de avaliação e doses de zinco em relação à variável comprimento da parte aérea do feijão SCS204 Predileto, indicando a existência de dependência entre os fatores.

Por meio do desdobramento do efeito da interação, pela realização de nova análise de variância (teste F), os níveis do fator doses de zinco foram comparados dentro dos níveis do fator épocas de avaliação (e vice-versa), fazendo-se possível observar que existem efeitos significativos entre as épocas de avaliação dentro de cada dose de zinco, tornando perceptível os efeitos diferenciados das doses de zinco sobre o comprimento da parte aérea nas doses 0, 100 e 300mg/L. Diante dos resultados, existem ainda efeitos significativos entre as doses de zinco dentro de cada época de avaliação, isto é, nos dias quinto, sexto, sétimo, oitavo e nono.

O resultado do fator dias dentro de cada dose de zinco pode ser observado na tabela 1, enquanto o efeito do fator dose de zinco dentro dos diferentes dias pode ser observado através das estimativas das equações lineares de 1º grau apresentadas na tabela 2.

**Tabela 1:** Comprimento da parte aérea (cm plântula<sup>-1</sup>) de feijão mensurados durante os ensaios de germinação.

Época de avaliação (Dias)	Dose mg/L Zn			
	0	100	200	300
<b>Quinto</b>	4,07 D*	3,35 B	3,30	3,05 AB
<b>Sexto</b>	3,97 D	4,30 A	3,00	2,18 C
<b>Sétimo</b>	4,78 C	3,87 AB	3,65	3,60 A
<b>Oitavo</b>	5,88 B	4,15 A	3,76	2,57 BC
<b>Nono</b>	6,73 A	4,55 A	3,38	2,87 BC
CV Parcela (Doses) = 5.95 % CV Subparcela (Dias) = 9.35 %				

\*Valores, seguidos de uma mesma letra, na coluna, diferem entre si estatisticamente a 1% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

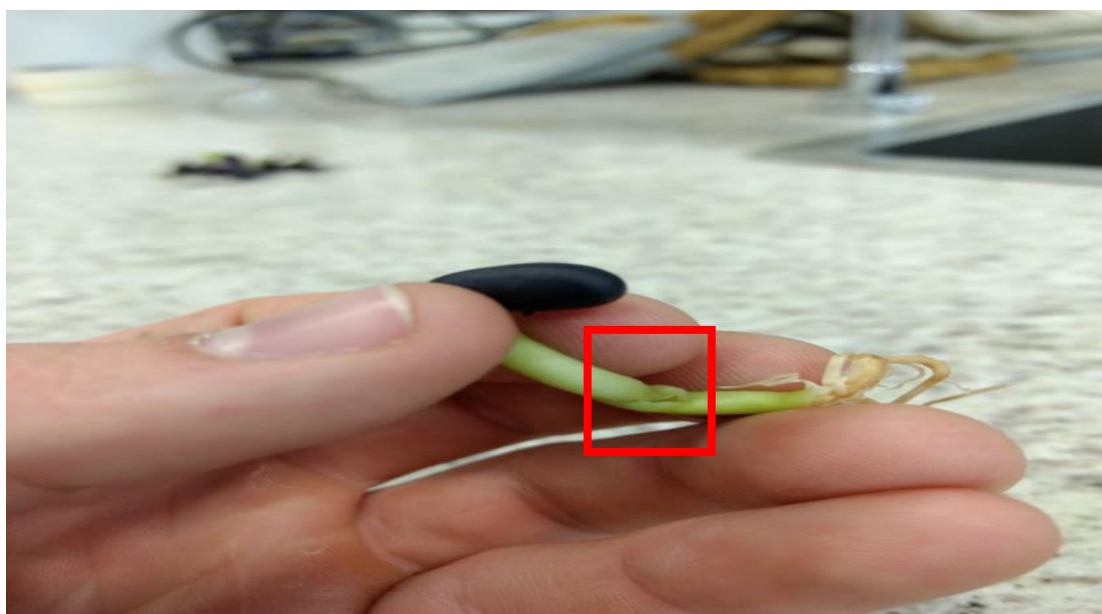
Como estão dispostos na tabela 1 o comportamento da parte aérea sofreu influência estatística do zinco nas doses de 0, 100 e 300mg/L, sendo que na dosagem de 200mg/L não ocorreu diferença estatística no tamanho da parte aérea de feijão.

Segundo o autor (OHSE, 2012), o excesso de Zn estimula a produção de uma variedade de enzimas em *P. Vulgaris* e como a semente de feijão se encontra em um meio aonde a quantidade de produto (zinco) está em grande quantidade, e prontamente disponível para sua absorção uma pequena quantidade como na dosagem de 100 mg/L do produtor já causa um efeito de toxidez na mesma.

Foi possível observar que as plântulas de feijão com o passar do tempo apresentavam anomalias, sendo as principais, desordem no crescimento e deformação no caule já que este micronutriente está associado com o metabolismo de carboidratos, regulação da expressão de genes, integridade estrutural do ribossomo, metabolismo de fosfato, síntese de enzimas como as desidrogenases, proteinases e peptidases (KABATA-PENDIAS 1985)

Preservação da orientação estrutural das macromoléculas das membranas celulares para a manutenção da integridade destas e do funcionamento do transporte de íons através das membranas (HAFEEZ 2013).

**Figura 1:** Anomalias na plântula de feijão devido a elevadas doses de zinco



Como é possível observar na figura 1 a plântula de feijão se encontra com deformidades na parte aérea, é possível perceber também que a mesma apresenta um tamanho reduzido e um encarquilhamento devido à alta dose de zinco presente no meio de germinação.

O aumento nas doses de zinco em tratamento de sementes de arroz também reduziu o crescimento de parte aérea da cultura (FUNGUETTO 2010) já em um trabalho realizado com canola o autor (PLETSCH, 2014) também observou uma redução no tamanho da parte aérea.

**Tabela 2:** Equações polinomiais de 1º grau referentes ao efeito das doses de zinco sobre o tamanho da parte aérea de feijão.

<b>Dias</b>	<b>Equações polinomiais</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Quinto</b>	$y = -0,29x + 4,15$	0,8538
<b>Sexto</b>	$y = -0,659x + 5,015$	0,7914
<b>Sétimo</b>	$y = -0,341x + 4,845$	0,7025
<b>Oitavo</b>	$y = -1,028x + 6,65$	0,9478
<b>Nono</b>	$y = -1,284x + 7,595$	0,9171

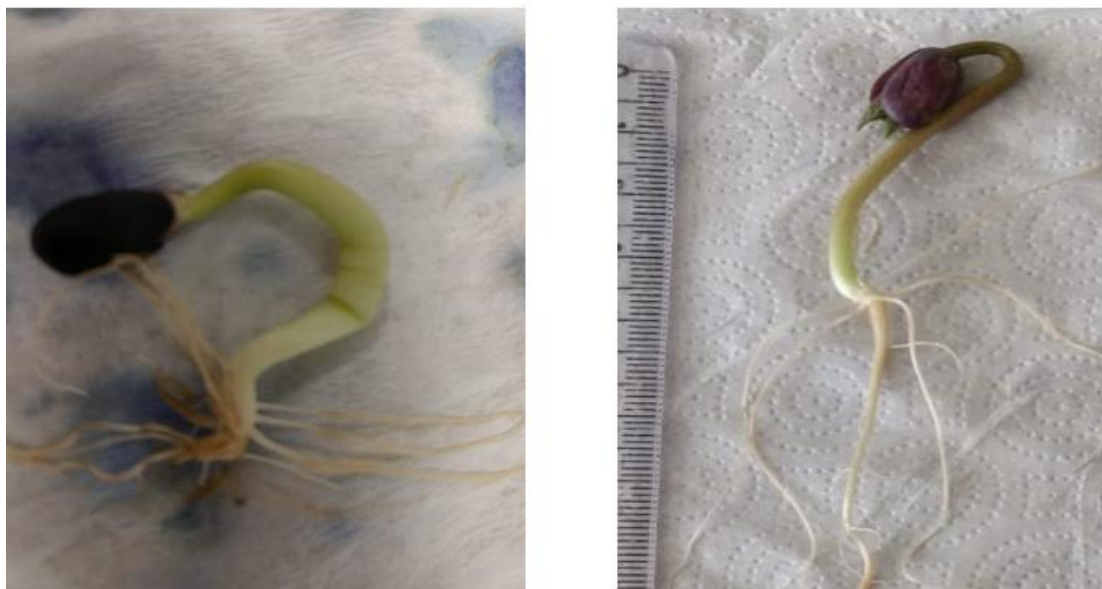
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como está disposta na tabela é possível observar que houve uma redução gradativa e linear no tamanho da parte aérea com o passar das avaliações, evidenciando desta forma que conforme se teve um aumento na dosagem de zinco teve uma redução no tamanho da parte aérea do feijão

Segundo o autor (DÖRR,2018) encontrou em seu trabalho que para feijão a dose ótima para bom desenvolvimento da parte aérea fica de 38 mg/L de Zn 85 mg/L , sendo que o mesmo evidenciou em seu trabalho um acréscimo de 26% em melhoria no desenvolvimento em comparação com a testemunha, doses acima desses valores já podem causar algum dano para bom desenvolvimento de parte aérea.

O excesso de zinco é conhecido por causar a redução do crescimento da parte aérea, uma vez que afeta os fotossistemas (FS) I e (FS) II, além de causar menor atividade da enzima Rubisco (TEICHER, 2014). No entanto, durante a germinação, a planta ainda não realiza fotossíntese, custeando o crescimento das estruturas primárias pela utilização das reservas do endosperma. Porém na fase de embebição da semente ocorre grande síntese de auxina diretamente ligada aos teores de zinco (TAIZ & ZIGER, 2010).

**Figura 2:** comparações de desenvolvimento da parte aérea de feijão sobre diferentes concentrações de doses de zinco



Como é possível observar na tabela 2 a houve uma redução drástica no tamanho da parte aérea do feijão, na imagem da direita é possível observar uma plântula de feijão no nono dia de avaliação, a mesma não apresenta nem uma deformidade, já na plântula da esquerda é possível observar os efeitos que a dosagem de zinco, na concentração de 300mg/L conferiu a cultura do feijão.

De acordo com o teste de variância (teste F) existe interação significativa entre os fatores épocas de avaliação e doses de zinco em relação à variável comprimento de raiz do feijão SCS204 Predileto, indicando a existência de dependência entre os fatores.

Através do desdobramento do efeito da interação, pela realização de nova análise de variância (teste F), em que os níveis do fator doses de zinco foram comparados dentro dos níveis do fator épocas de avaliação (e vice-versa), foi possível observar que existem efeitos significativos entre as épocas de avaliação dentro de cada dose de zinco, fazendo-se possível perceber que o efeito das doses de zinco sobre o tamanho parte aérea foi diferenciado nas doses 0,0 e 100 mg/L. Segundo o mesmo teste, existem ainda efeitos significativos entre as doses de zinco dentro de cada época de avaliação, isto é, nos dias quinto, sexto, sétimo, oitavo e nono.

O efeito do fator dias dentro de cada dose de zinco pode ser observado na tabela 3, enquanto o efeito do fator dose de zinco dentro dos diferentes dias pode ser

observado através das estimativas das equações lineares de 1º grau apresentadas na tabela 4.

**Tabela 3:** Comprimento radicular de plântulas de feijão submetidas a diferentes doses de zinco em cinco diferentes dias de avaliação.

Época de avaliação (Dias)	Dose mg/L zinco			
	0	100	200	300
<b>Quinto</b>	7,15 CD*	6,25 BC	4,70	2,80
<b>Sexto</b>	6,07 D	5,55 C	4,70	2,75
<b>Sétimo</b>	8,32 BC	5,71 BC	4,05	4,02
<b>Oitavo</b>	8,68 B	7,20 AB	5,61	3,70
<b>Nono</b>	10,45 A	8,62 A	4,67	3,56
CV Parcela (Doses) = 7.72 % CV Subparcela (Dias) = 13.24%				

\*Valores, seguidos de uma mesma letra, na coluna, diferem entre si estatisticamente a 1% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como é possível observar na tabela 3 houve apenas diferença estatística nas dosagens de 0 e 100mg/L, é possível notar que conforme os dias passavam tinha um aumento no tamanho da parta aérea. Sendo que nas demais não se teve nem uma diferença, desta forma é possível perceber que as raízes de feijão não apresentavam nem um crescimento nas dosagens de 200 e 300mg/L

De acordo com (MARSCHNER 1995), pode ser atribuída à possível toxicidade do zinco, que se caracteriza por uma inibição do alongamento radicular. E um menor crescimento das raízes, uma vez que influencia diretamente a absorção de nutrientes, esse resultado corrobora os resultados obtidos nesse experimento.

O excesso de Zn pode ainda reduzir a capacidade de enraizamento na cultura do milho e até mesmo causar clorose foliar (TIECHER, 2014), o que contribui para a inibição do crescimento das plantas (GIROTTO, 2013).

A redução no comprimento radicular de plântulas devido a utilização de zinco, no tratamento de sementes, é explicada pelo fato de o zinco estar envolvido nos processos de síntese do aminoácido triptofano. Este aminoácido é responsável pela indução da produção de hormônios vegetais do tipo auxina, sendo esses compostos responsáveis pela diferenciação e alongamento das células da raiz (OVERVOORDE. 2010).

**Tabela 4:** Equações polinomiais referentes ao efeito das doses de zinco sobre o crescimento radicular (cm plântula<sup>-1</sup>) de plântulas de feijão em cinco dias de avaliação.

<b>Dias</b>	<b>Equações polinomiais</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Quinto</b>	$y = -1,465x + 8,925$	0,9688
<b>Sexto</b>	$y = -1,111x + 7,545$	0,9183
<b>Sétimo</b>	$y = -1,432x + 9,06$	0,8779
<b>Oitavo</b>	$y = -2,43x + 12,915$	0,9974
<b>Nono</b>	$y = -2,43x + 12,915$	0,9686

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como está disposta na tabela 4 e a representação pelas funções polinomiais com o passar das avaliações é possível perceber que houve uma redução no tamanho da mesma, dentro do tempo, essa redução é atribuída pela presença de zinco no meio de germinação.

De acordo com (TEICHER 2014), o zinco em excesso pode comprometer o desenvolvimento radicular das plântulas ao reduzir o crescimento da raiz principal e encurtar as raízes secundárias, sendo tal efeito amplamente verificado no presente ensaio.

Foi possível observar em laboratório que nas dosagens de 200 e 300mg/L havia uma redução drástica no crescimento das raízes e além dessa redução no crescimento das raízes primárias havia uma forte redução no crescimento das raízes secundárias, acredita-se que essa redução está diretamente ligada a dosagem de zinco, isso também foi constatado no trabalho realizado por (REN, F., LIU, T., 1993), sendo que essa redução se dá pela elevada presença de sulfato de zinco no meio.

Ao submeter altas concentrações de zinco próximo às raízes de milho, (WILCOX, FAGERIA, 1976) observaram que houve um menor crescimento do sistema radicular tanto primário como secundário e problemas com fitotoxidez na cultura.

**Figura 3:** Diferença no comprimento de raiz de plântulas de feijão sobre diferentes doses de zinco



Como é possível observar na figura 3 na imagem da esquerda está disposta uma imagem de uma plântula de feijão na concentração de 0mg/L e na imagem da direita uma plântula de feijão na dosagem de 300mg/L é notável a redução no tamanho da raiz primaria e além da redução da mesma uma redução significativa no tamanho das raízes secundarias, além disso na raiz primaria é possível observar uma coloração amarelada proveniente da toxidez do zinco para a raiz da mesma.

De acordo com o teste de variância (teste F) existe interação significativa entre os fatores épocas de avaliação e doses de zinco em relação à variável taxa de germinação do feijão SCS204 Predileto, indicando a existência de dependência entre os fatores.

Através do desdobramento do efeito da interação, pela realização de nova análise de variância (teste F), em que os níveis do fator doses de zinco foram comparados dentro dos níveis do fator épocas de avaliação (e vice-versa), foi possível observar que



existem efeitos significativos entre as épocas de avaliação dentro de cada dose de zinco, sendo possível perceber que o efeito das doses de zinco sobre a taxa de germinação foi diferenciado na dose 300 mg/L. Segundo o mesmo teste, existem ainda efeitos significativos entre as doses de zinco dentro de cada época de avaliação, isto é, nos dias quinto, sexto, sétimo, oitavo e nono.

O efeito do fator dias dentro de cada dose de zinco pode ser observado na tabela número 5, enquanto o efeito do fator dose de zinco dentro dos diferentes dias pode ser observado através das estimativas das equações lineares de 2º grau apresentadas na tabela número 6.

**Tabela 5:** Valores médios de germinação das sementes de feijão (%) submetidas a diferentes doses de zinco e em diferentes dias de avaliação.

Época de avaliação (Dias)	Dose mg/L Zinco			
	0	100	200	300
<b>Quinto</b>	91,25	97	86	66,25 A*
<b>Sexto</b>	92	94,25	85	64,50 A
<b>Sétimo</b>	92,75	97,50	84,50	56.50 B
<b>Oitavo</b>	91	96,50	84	53.50 BC
<b>Nono</b>	91	95	83	51 C
CV Parcela (Doses) = 2.29 % CV Subparcela (Dias) = 2.45 %				

\*Valores, seguidos de uma mesma letra, na coluna, diferem entre si estatisticamente a 1% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como é possível observar na tabela 5 a interação entre doses teve diferença estatística apenas na dosagem de 300mg/L isso é explicado por ser a dosagem mais alta utilizada no trabalho, sendo assim aonde ocorreu a incidência maior de problemas referentes a germinação de sementes de feijão.

Segundo (RIBEIRO, SANTOS & MENEZES 1994), micronutrientes, como o zinco, quando aplicados via semente possuem pequena amplitude de variação entre dose recomendada e surgimento de sintomas de deficiência e toxicidade nas culturas. Essa ideia levantada pelos autores corrobora com os resultados encontrados nesse experimento.

O Zn é um elemento essencial para as plantas, que pode afetar o crescimento e o metabolismo normal de espécies vegetais quando o ambiente apresenta níveis tóxicos ou insuficientes de sua concentração (MARSCHNER 1995). Essa afirmação feita pelo autor pode estar diretamente ligada a solos com frequente aplicação de dejetos suínos,

os mesmos podem estar contaminados com metais pesados, ou com uma desordem nas quantidades das nutrientes essenciais para o bom desenvolvimento do feijão.

**Tabela 6:** Função polinomial referente ao efeito das doses de zinco sobre a germinação de sementes de feijão

<b>Dias</b>	<b>Equações polinomiais</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Quinto</b>	$y = -8,3x + 106,25$	0,6994
<b>Sexto</b>	$y = -9x + 106,5$	0,77
<b>Sétimo</b>	$y = -12,2x + 113,5$	0,7427
<b>Oitavo</b>	$y = -12,4x + 112,5$	0,7034
<b>Nono</b>	$y = -13,2x + 113$	0,7284

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como está disposta na tabela 6 podemos perceber que as equações começam de uma menos negativa e passam para uma mais negativa, sendo assim possível notar que teve um decréscimo maior com o passar das avaliações, esse decréscimo fica mais evidente quando é observado o gráfico disposto no anexo.

Pode-se observar que as maiores taxas de germinação foram obtidas no tratamento que não continha zinco. Este fato corrobora com os encontrados por (YAGI, 2006) que estudando a aplicação de zinco em sementes de sorgo, também observaram diminuição na germinação das sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por (RIBEIRO 1994), que trabalharam com a cultura do milho e verificaram que a aplicação de Zn nas sementes resultou em menores taxas de germinação.

O Zn é um micronutriente importante que pode trazer vantagens às sementes, porém em doses mais elevadas o mesmo causa problemas na germinação, o zinco é um elemento essencial para as plantas, que pode afetar o crescimento e o metabolismo normal de espécies vegetais, quando o ambiente apresenta níveis tóxicos ou insuficientes de sua concentração (MARSCHNER 1995). Deste modo é difícil mensurar a dosagem certa para um bom desenvolvimento da cultura do feijão.

Segundo (VIEIRA, 2006) altas concentrações de Zn podem influenciar na germinação de feijão, além disso pode influenciar no alongamento celular, esses dados encontrados pelo autor afirmam os dados encontrados neste trabalho,

**Figura 4:** Sementes de feijão que apresentavam anomalias ou não germinavam



Como é possível notar na figura 4 as sementes de feijão que se apresentavam muito encarquilhadas pela alta dose de zinco ou que não germinavam eram desconsideradas no processo de contagem de sementes normais germinadas, além disso os maiores números de sementes não germinadas foram observados na dosagem de 300mg/L de zinco.

## 6. CONCLUSÃO

Concluimos que as diferentes doses de zinco influenciarão no tamanho da parte aérea do feijão, além disso, segundo teste, existem ainda efeitos significativos entre as doses de zinco dentro de cada época de avaliação, isto é, nos dias.

O comprimento do sistema radicular das plântulas de feijão sofreu influência negativa do zinco, além disso segundo teste, existem ainda efeitos significativos entre as doses de zinco dentro de cada época de avaliação, isto é, nos dias.

Com isso podemos observar que zinco influencia na porcentagem de germinação de sementes de feijão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(AGRIANUAL 2014: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2014. p. 318-323.).

ALLOWAY, B. I. **The origins of heavy metals in soils**. In: ALLOWAY, B. I. Heavy metals in soils. 2. ed. New York: John Wiley, 1995. cap.3, p.38-57.

ARES, G.; GRANATO, D. **Mathematical and statistical methods in food science and technology**. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2014. 536p.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; FLORES, E. M. M.; GIROTTO, E. **Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 42, n. 4, p.653-659, 2012.

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Absorção de nutrientes pela soja. **Boletim Técnico**, IAC, 36 p., 1995

BERWANGER. A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos de suínos**. 2006. 105 f. Dissertação 101 (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

BLANCO, I. B. **Adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015. Disponível em: <[http://portalpos.unioeste.br/media/File/energia\\_agricultura/Dissertacao\\_Idelvan\\_Blanco.pdf](http://portalpos.unioeste.br/media/File/energia_agricultura/Dissertacao_Idelvan_Blanco.pdf)>. Acessado em: 28 set. 2019.

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

BROADLEY, M. R. et al. **Zinc in plants**. *New Phytologist*, Hoboken, v. 173, n.4, p.677-702, 2007.

CAMBROLLÉ, J.; GARCÍA, J. L.; FIGUEROA, M. E.; CANTOS, M. **Evaluating wild grapevine tolerance to copper toxicity**. *Chemosphere*, v. 120, p. 171-178, Feb. 2015.

CASTRO, S. H. de; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. **Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicaseiros no Oeste da Bahia**. *Revista Ciência e Agro- tecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n6/a17v30n6>>. Acessado em 05 abril. 2019.

COELHO, J. D. **Produção de Grãos – Feijão, Milho e Soja**. Caderno Setorial ETENE. n. 51, pg. 1-14. Editora: Banco do Nordeste, nov. 2018. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4141162/51\\_graos.pdf/42dd9e02-f9fe-10fc-69ff-314f3c89faf8](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4141162/51_graos.pdf/42dd9e02-f9fe-10fc-69ff-314f3c89faf8)>. Acesso em 15 jun. 2019

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Análise Mensal: setembro de 2018. CO- NAB, 2018.

DÖRR, Caio Sippel et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão tratadas com zinco. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 414-421, 2018.

EBBS, S. D. et al. **Phytoextraction of Cadmium and Zinc from a Contaminated Soil.** *Journal Of Environment Quality*, [s.l.], v. 26, n. 5, p.1424-1430, 1997. American Society of Agronomy. DOI: 00472425002600050032x.

EPAGRI **Boletim agropecuário** número 58 de 15 de março de 2018 Disponível em arquivo eletrônico no site da Epagri/Cepa, <http://www.cepa.epagri.sc.gov.br/> Acessado em 17/06/2019

FAOSTAT. Crops. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

FUNGUETTO CI et al. 2010. **Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco.** *Revista Brasileira de Sementes* 32: 117-123.

GIROTTI, 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: 05 abr. 2019.

GRÄBER, Ilse et al. **Accumulation of Copper and Zinc in Danish Agricultural Soils in Intensive Pig Production Areas.** *Geografisk Tidsskrift-danish Journal Of Geography*, [s.l.], v. 105, n. 2, p.15-22, jan. 2005. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/00167223.2005.10649536.

HAFEEZ B et al. 2013. **Role of zinc in plant nutrition - A Review.** *American Journal of Experimental Agriculture* 3: 374-391.

HOSSEINI, Zahra; POORAKBAR, Latifeh. **Zinc toxicity on antioxidative response in (*Zea mays L.*) at two different pH.** *Journal Of Stress Physiology & Biochemistry*: J, Si, v. 9, n. 1, p.66-73, jan. 2013.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Indicadores IBGE: Estatística da produção pecuária. Brasília: Gráfica do IBGE**, 45p., 2018.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants.** 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. 505p. 315p.

MAPA. **Plano nacional para o desenvolvimento da cadeia produtiva do feijão e pulses.** Brasília DF 2018.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2. ed. San Diego : Academic, 1995. 902 p

OHSE S et al. 2012. **Germinação e vigor de sementes de melancia tratadas com zinco.** *Revista Brasileira de Sementes* 34: 282-292.

OVERVOORDE P et al. 2010. **Auxin control of root development.** *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* 2: 1-16

- TAIZ L & ZEIGER E. 2010. **Plant Physiology**. 5.ed. Sinauer Associates. 782p
- 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.
- TREVORS, J.T.; STRATTON, G.W.; GADD, G.M. **Cadmium transport, resistance and toxicity in bacteria, algae and fungi**. *Canadian Journal of Microbiology*, v.32, n.6, p.447-464, 1986.
- PANDEY, R. **Mineral Nutrition of Plants**. 20 p., 2015. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/283689647\\_Mineral\\_Nutrition\\_of\\_Plants](https://www.researchgate.net/publication/283689647_Mineral_Nutrition_of_Plants) >. Acessado em: 23 março de 2019
- 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.infobios.com/Artigos/2009\\_3/QAmbiental/index.htm](http://www.infobios.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm) >. Acesso em: 05 abril. 2019
- PLETSCH A et al. 2014. Tratamento de sementes de canola com zinco. *Revista de Ciências Agrárias* 37: 241-247
- ROUT, G. R.; DAS, P. **Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc**. *Agronomie*, Paris, v.23, n.1, p.1-3, 2003
- REN, F., LIU, T., LIU, H. AND HU, B. (1993). **Influence of zinc on the growth, distribution of elements, and metabolism of one-year old American ginseng plants**. *Journal of Plant Nutrition*. 16, 393-405.)
- RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S.; 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.
- SFREDO, G. J.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Importância da adubação e da nutrição na qualidade da soja**. EMBRAPA, 52 p., 1990.
- STOYANOVA, Z.; DONCHEVA, S. **The effect of zinc supply and succinate treatment on plant growth and mineral uptake in pea plant**. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v.14, p.111-116, 2002.
- VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 146 p, 2006
- VOLESKY, B. **Removal and recovery of heavy metals by biosorption**. In: **VOLESKY, B. Biosorption of heavy metals**. Boca Raton: CRC Press, 1990a cap.1.2, p.7-43
- WILCOX GE & FAGERIA NK. 1976. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF. 22p.
- YAGI, R.; SIMILI, F.F.; ARAÚJO, J.C.; PRADO, R.M.; SANCHEZ, S.V.; RIBEIRO, C.E.R.;

## APÊNDICE

### PARTE AÉREA

	GL	SQ	QM	FC	Pr(>Fc)
<b>DOSE</b>	3	54.985	18.3284	347.48	<2e-16 ***
<b>BLOCO</b>	3	0.291	0.0972	1.84	0.2098
<b>ERRO A</b>	9	0.475	0.0527		
<b>AVALIAÇÃO</b>	4	12.220	3.0549	23.51	<2e-16 ***
<b>DOSE*AVAL</b>	12	19.899	1.6583	12.76	<2e-16 ***
<b>ERRO B</b>	48	6.238	0.1300		
<b>TOTAL</b>	79	94.108			

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

CV Parcela (Doses) 1 = 5.959944 %

CV Subparcela (Avaliação) 2 = 9.355318 %

### DESDOBRANDO DOSE DENTRO DE CADA NIVEL DE AVALIAÇÃO

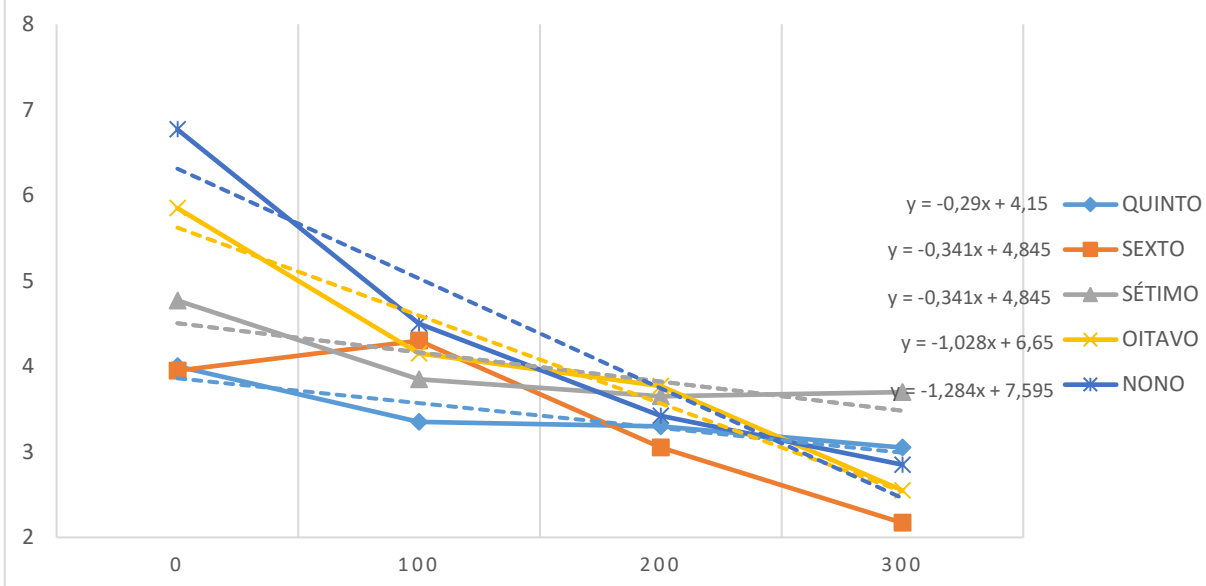
		GL	SQ	QM	FC	VALOR p
DOSE	AVAL2	3.00000	2.331875	0.777292	6.787305	0.000562
DOSE	AVAL 3	3.00000	11.064219	3.688073	32.204225	0
DOSE	AVAL 4	3.00000	3.665469	1.221823	10.668948	1.2e-05
DOSE	AVAL 5	3.00000	22.476450	7.492150	65.421397	0
DOSE	AVAL 6	3.00000	35.346250	11.782083	102.881063	0
Erro combinado		55.20366	6.321979	0.114521		

### DESDOBRANDO AVALIAÇÃO DENTRO DE CADA NIVEL DE DOSE

		GL	SQ	QM	Fc	VALOR p
AVALIAÇÃO	DOSE0	4	22.82903	5.707257	43.913804	0
AVALIAÇÃO	DOSE100	4	3.37200	0.843000	6.486362	0.000295
AVALIAÇÃO	DOSE200	4	1.44825	0.362063	2.785846	0.036824
AVALIAÇÃO	DOSE300	4	4.46950	1.117375	8.597507	2.6e-05
Erro b		48	6.23834	0.129965		



### EQUAÇÕES POLINOMIAIS DE 1º GRAU REFERENTES AO EFEITO DAS DOSES DE ZINCO SOBRE O TAMANHO DA PARTE AÉREA DE FEIJÃO.



### COMPRIMENTO DE RAIZ

	GL	SQ	QM	FC	Pr(>Fc)
<b>DOSE</b>	3	264.33	88.110	449.78	<2e-16 ***
<b>Bloco</b>	3	0.24	0.080	0.41	0.7517
<b>Erro a</b>	9	1.76	0.196		
<b>AVALIAÇÃO</b>	4	44.00	11.000	19.09	<2e-16 ***
<b>DOSE*AVAL</b>	12	35.60	2.967	5.15	1.9e-05 ***
<b>Erro b</b>	48	27.66	0.576		
<b>Total</b>	79	373.59			

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

CV Parcela (Doses) 1 = 7.724152 %

CV Subparcela (Avaliação) 2 = 13.24668 %

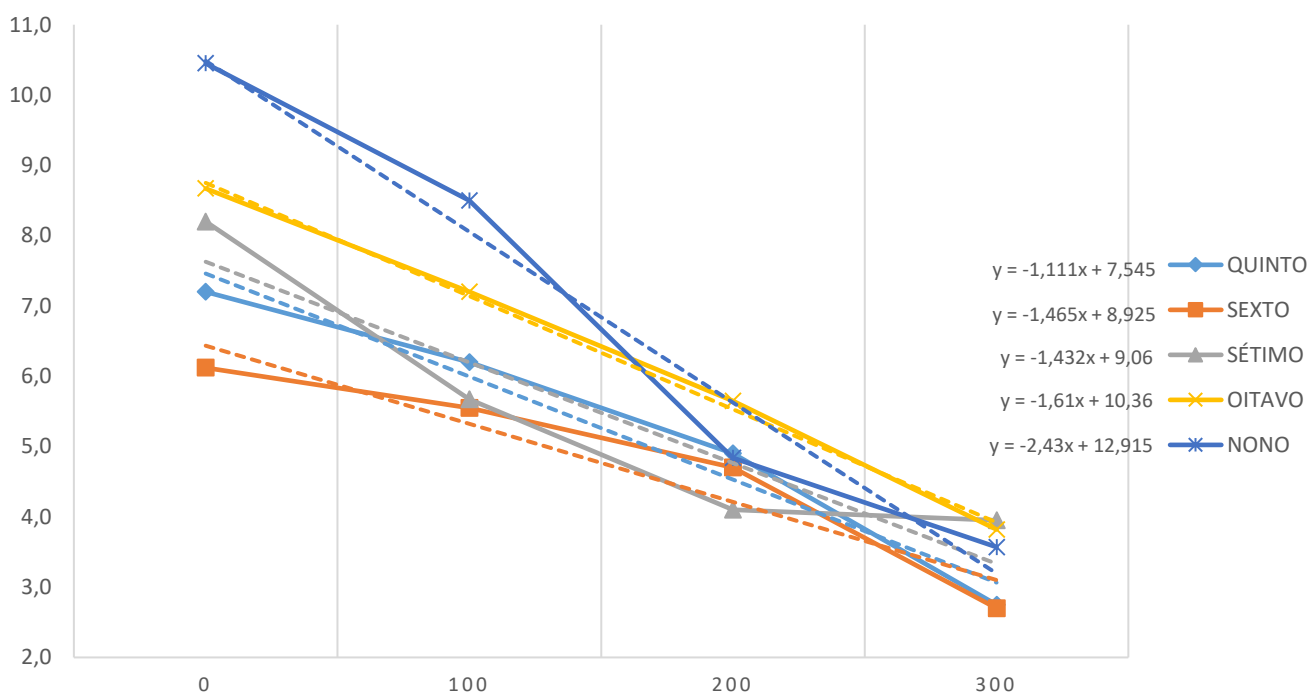
### DESDOBRANDO DOSE DENTRO DE CADA NIVEL DE AVALIAÇÃO

		GL	SQ	QM	Fc	VALOR p
DOSE	AVAL	3.00000	43.65000	14.550000	29.093786	0
DOSE	AVAL	3.00000	25.58687	8.528958	17.054274	0
DOSE	AVAL	3.00000	49.20297	16.400990	32.794974	0
DOSE	AVAL	3.00000	54.81542	18.271806	36.535808	0
DOSE	AVAL	3.00000	126.67417	42.224723	84.431411	0
Erro combinado		54.41028	27.21096	0.500107		

### DESDOBRANDO AVALIAÇÃO DENTRO DE CADA NIVEL DE DOSE

		GL	SQ	QM	Fc	VALOR p
AVALIAÇÃO	DOSE0	4	43.65750	10.914375	18.943339	0
AVALIAÇÃO	DOSE100	4	25.80200	6.450500	11.195694	2e-06
AVALIAÇÃO	DOSE200	4	4.98098	1.245245	2.161287	0.087607
AVALIAÇÃO	DOSE300	4	5.15713	1.289283	2.23772	0.078792
Erro b		48	27.65563	0.576159		

EQUAÇÕES POLINOMIAIS REFERENTES AO EFEITO DAS DOSES DE ZINCO SOBRE O CRESCIMENTO RADICULAR (CM PLÂNTULA<sup>-1</sup>) DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO EM CINCO DIAS DE AVALIAÇÃO.



### PORCENTAGEM PLANTULAS NORMAIS

	GL	SQ	QM	FC	Pr(>Fc)
<b>DOSE</b>	3	17071,5	5690,5	1578,25	<2e-16 ***
<b>BLOCO</b>	3	3,2	1,1	0,30	0,8244
<b>ERRO A</b>	9	32,5	3,6		
<b>AVALIAÇÃO</b>	4	268,6	67,2	16,34	<2e-16 ***
<b>DOSE*AVAL</b>	12	515,7	43,0	10,45	<2e-16 ***
<b>ERRO B</b>	48	197,3	4,1		
<b>TOTAL</b>	79	18088,8			

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

CV Parcela (Doses) 1 = 2.29813 %

CV Subparcela (Avaliação) 2 = 2.453756 %

### DESDOBRANDO DOSE DENTRO DE CADA NIVEL DE AVALIAÇÃO

		GL	SQ	QM	Fc	VALOR p
DOSE	AVAL 2	3.00000	2142.2500	714.083333	178.100303	0
DOSE	AVAL 3	3.00000	2201.1875	733.729167	183.000192	0
DOSE	AVAL 4	3.00000	4038.6875	1346.229167	335.764485	0
DOSE	AVAL 5	3.00000	4421.0000	1473.666667	367.54881	0
DOSE	AVAL 6	3.00000	4784.0000	1594.666667	397.727552	0
Erro combinado		56.79405	227.7126	4.009445		

### DESDOBRANDO AVALIAÇÃO DENTRO DE CADA NIVEL DE DOSE

		GL	SQ	QM	Fc	VALOR p
AVAL	DOSE0	4	9.3	2.325000	0.565636	0.688745
AVAL	DOSE100	4	30.2	7.550000	1.836797	0.137179
AVAL	DOSE200	4	20.0	5.000000	1.216422	0.316211
AVAL	DOSE300	4	724.8	181.200000	44.083119	0
Erro b		48	197.3	4.110417		

## FUNÇÃO POLINOMIAL REFERENTE AO EFEITO DAS DOSES DE ZINCO SOBRE A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO

