

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ

NATHAN DE LIMA LEME

**EFEITO DE DOSES DE ZINCO APLICADAS VIA TRATAMENTO DE
SEMENTES EM SOJA CULTIVADA EM SOLO TRATADO COM BEAUVERIA
(*Beauveria bassiana*)**

IVAIPORÃ

2023

NATHAN DE LIMA LEME

EFEITO DE DOSES DE ZINCO APLICADAS VIA TRATAMENTO DE
SEMENTES EM SOJA CULTIVADA EM SOLO TRATADO COM BEAUVERIA
(*Beauveria bassiana*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em engenharia agrônoma, do Instituto Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de engenheiro agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Denis Santiago Costa

IVAIPORÃ

2023

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nathan de Lima Leme

EFEITO DE DOSES DE ZINCO APLICADAS VIA TRATAMENTO DE SEMENTES EM SOJA CULTIVADA EM SOLO TRATADO COM BEAUVERIA (*Beauveria bassiana*)

O presente trabalho em graduação foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof.^a. Dr.^a. Marcibela Stulp

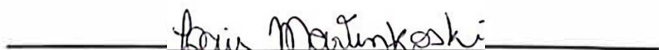
Instituto Federal do Paraná



Prof. Dr. David da Cunha Valença

Instituto Federal do Paraná

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica pelo Instituto Federal do Paraná, Campus Ivaiporã.



Coordenação do Curso Engenharia Agrônômica

Prof.^a. Me. Laís Martinkoski

Siape: 1227192



Prof. Dr. Denis Santiago da Costa

Siape: 1400880

Ivaiporã, 2023

*Dedico esse trabalho aos meus pais,
Reinaldo Leme e Leila Leme e ao
meu irmão Gustavo Leme por
todo apoio, e força dada em todos
os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me capacitar e me conduzir durante a realização desse trabalho.

Agradeço a minha família por todo o apoio e paciência, pelos incentivos, e confiança em mim e no meu potencial durante o processo.

Aos meus amigos de turma que tiveram um papel muito importante, me motivando e incentivando durante todo o processo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Denis Santiago da Costa, pela paciência, dedicação e orientações valiosas durante esse caminho.

A todos os meus docentes do IFPR que com certeza acrescentaram muito durante toda a minha formação para que esse trabalho fosse feito.

E agradeço a todos os servidores e técnicos de laboratório que sempre se dispuseram em ajudar.

“Cada indivíduo dedica tempo, energia, conhecimento... para cultivar a paz, desenvolver o bem... de acordo com caráter e valores que têm...” (Dirceu Gassen).

RESUMO

A soja é uma commodity que tem uma grande importância na economia mundial, visto a sua ampla utilização na alimentação humana, como óleos vegetais, proteínas vegetais dentre outros, e na alimentação animal na forma de farelo e rações. Para o sucesso da lavoura dessa planta se faz necessário a utilização de técnicas que potencializam a produção, dentre elas o manejo correto na aplicação de micronutrientes e também o uso de insumos biológicos que está cada vez mais se dissipando no mercado como é o caso da *Beauveria bassiana*. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de soja submetidas ao tratamento de sementes com zinco na presença ou ausência de controle biológico aplicado via solo. O trabalho foi realizado no Instituto Federal do Paraná em Ivaiporã, conduzido em casa de vegetação onde os tratamentos aplicados foram constituídos num arranjo fatorial 4x2, sendo 4 doses de zinco, 0, 0,5, 1 e 2 ml kg⁻¹ de sementes com solo tratado e não tratado com *B. bassiana*. Os parâmetros avaliados foram emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz principal e massa seca de raízes. A combinação dos tratamentos de dose e controle biológico não alterou os parâmetros analisados indicando a possibilidade de fornecimento do micronutriente zinco e do controle biológico sem prejuízos ao desenvolvimento inicial da soja. Podemos concluir que a o tratamento de semente de soja com zinco até a dose de 2 ml kg⁻¹ de sementes, na presença ou ausência de solo tratado com o agente biológico *B. bassiana* não altera os parâmetros de emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz principal e massa seca de raízes. Dessa forma o tratamento de sementes com zinco e *B. bassiana*, pode ser utilizado para fornecer nutrição e controle de pragas sem prejuízo a cultura.

Palavras-chave: *Glycine max*; plântulas; micronutriente; controle biológico.

ABSTRACT

Soybean is a commodity of great importance in the global economy, given its wide range of uses in human food, such as vegetable oils, vegetable proteins, among others, as well as in animal feed in the form of meal and feed. The success of soybean cultivation relies on the utilization of techniques that enhance production, including proper management of micronutrient application and the use of biological inputs, which are increasingly being disseminated in the market, such as *Beauveria bassiana*. The general objective of this study was to evaluate the initial development of soybean seedlings subjected to seed treatment with zinc in the presence or absence of biological control applied via soil. The study was conducted at the Federal Institute of Paraná in Ivaiporã, in a greenhouse, where the applied treatments were arranged in a 4x2 factorial design, consisting of four zinc doses (0, 0.5, 1, and 2-ml kg⁻¹ of seeds) with soil treated or not treated with *B. bassiana*. The evaluated parameters were seedling emergence, germination speed index, shoot length, primary root length, and root dry mass. The combination of dose and biological control treatments did not alter the analyzed parameters, indicating the possibility of providing the micronutrient zinc and biological control without impairing the initial development of soybean. We can conclude that soybean seed treatment with zinc up to a dose of 2 ml kg⁻¹ of seeds, in the presence or absence of soil treated with the biological agent *B. bassiana*, does not alter the parameters of seedling emergence, germination speed index, shoot length, primary root length, and root dry mass. Therefore, seed treatment with zinc and *B. bassiana* can be used to provide nutrition and pest control without harming the crop.

Keywords: Glycine max; seedlings; micronutrient; biological control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Casa de vegetação (A). Preparo do substrato (B).....	15
Figura 2	- Disposição dos vasos.....	16
Figura 3	- Planta de soja emergindo.....	16
Figura 4	- Medição do comprimento da parte aérea. (A) e (B).....	17
Figura 5	- Medição das raízes (A). Avaliação das raízes (B).....	18
Figura 6	- Pesagem da massa seca de raízes.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo utilizado no experimento	14
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características de germinação (GERM), índice de velocidade de emergência (IVE) altura de plantas (ALTP), Comprimento de raiz (COMPR), massa seca de raiz (MSR).	25
Tabela 3 - Germinação (GERM), Índice de velocidade de emergência (IVE) Altura de plantas (ALTP), Comprimento de raiz (COMPR), massa seca de raiz (MSR).....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 HIPÓTESE	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
2 DESENVOLVIMENTO	14
2.1 METODOLOGIA	14
2.1.1 Obtenção das amostras	14
2.1.2 Delineamento experimental e tratamentos	15
2.1.3 Parâmetros avaliados	16
2.1.4 Análises estatística	19
2.2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	20
2.2.1 A cultura da soja	20
2.2.2 Zinco	21
2.2.3 <i>Beauveria bassiana</i>	23
2.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	25
3 CONSIDERAÇÃO	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma importante fonte de proteína e óleo vegetal para a alimentação humana e animal sendo que o bom desenvolvimento na fase inicial dessa cultura é um fator determinante para o sucesso na produção dessa espécie.

Devido ao aumento dos valores das sementes que se tem disponíveis no mercado, se vê necessário a utilização de práticas e tecnologias que possam aumentar a sua eficiência e fazer com que as mesmas tenham o melhor rendimento possível em seu desenvolvimento. No mercado existem algumas práticas de tratamento de sementes que podem melhorar o seu rendimento na lavoura, dentre eles o tratamento com a finalidade fungicida, ou inseticidas para a prevenção de um ataque severo de pragas e doença que atingem a cultura e também existe o tratamento com a finalidade de auxílio na nutrição, que é feito com a aplicação de nutrientes no tratamento de sementes (OLIVEIRA, *et al.*, 2014).

O zinco é um importante micronutriente para as plantas, pois o mesmo serve como ativador para que enzimas exerçam suas atividades nas plantas. Também quando o micronutriente se encontra em déficit na planta a sua capacidade de produção de ácido 3-idol acético, que é uma auxina (hormônio de crescimento vegetal), acaba sendo reduzida.

Em um estudo realizado por Montanha, (2020), observou-se que aplicações de óxido de zinco no tratamento de sementes de soja, mostraram um aumento no desenvolvimento de plântulas de soja. Por outro lado, quando estudado na cultura do trigo, os tratamentos de sementes com o zinco apresentaram um efeito benéfico para cultura, tendo acréscimos em sua produtividade e seu desenvolvimento (LEMES, *et al.*, 2017).

Visto o crescimento do uso de tecnologias advindas de insumos biológicos, na agricultura atual, existem diversos produtos biológicos que servem para o combate de pragas, doenças e para a nutrição de plantas de lavoura. A *Beauveria bassiana* é um fungo conhecido por ter efeitos antagônicos em espécies de insetos. Visto isso é necessário estudos utilizando esses insumos antagônicos para saber se ocorre decréscimo ou acréscimo de produtividade em interação desses produtos com a fisiologia da planta.

1.1 HIPÓTESE

Portanto, a hipótese desse projeto é que plântulas oriundas de tratamentos de sementes com um produto comercial a base de zinco associado ao controle biológico aplicado no solo usando *Beauveria bassiana*, afetam de forma positiva o desenvolvimento inicial de plantas de soja.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de soja submetidas ao tratamento de sementes com zinco na presença ou ausência de controle biológico aplicado via solo.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar a porcentagem de emergência de plântulas, o índice de velocidade de emergência, o comprimento das raízes, massa de raízes e comprimento da parte aérea.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 Obtenção das amostras

As amostras de sementes de soja foram obtidas através da homogeneização de sementes de soja do cultivar Msoy 6110 i2X que faz parte do grupo de maturação 6.1, cultivada na safra 22/23 no Sítio Vieira, localizado no município de Jardim Alegre - Paraná, com localização geográfica entre os paralelos 24° 11' 29.99" S e os meridianos 51° 38' 29.24" O de Greenwich, com altitude de 652 m.

O ensaio foi conduzido na casa de vegetação do Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã, localizado nas coordenadas 24° 15' 05.6" S 51° 42' 49.2" W em vasos de plástico flexível com capacidade de 3 litros, e a irrigação foi feita até se atingir a capacidade de campo do solo para todos os tratamentos. O solo utilizado no experimento foi coletado no próprio IFPR em área contendo LATOSSOLO VERMELHO eutroférico típico. Os dados referentes a análise química do solo estão contidos na Tabela 1. Para melhor aeração do solo, foi utilizada a proporção de 2:1, sendo 2 partes de solo para 1 parte de areia (Figura 1).

TABELA 1 - Caracterização química do solo utilizado no experimento. Ivaiporã/PR, 2023.

Prof ¹ (cm)	P (Mehlich) mg/dm ³	pH (CaCl ₂)	H ⁺ e Al ⁺³ cmol _c /dm ³	K cmol _c /dm ³	Ca cmol _c /dm ³	Mg cmol _c /dm ³	C %	V %
0-20	1,44	5,41	4,03	0,04	0,101	0,053	4,2	59,93

Nota: ¹Prof: Profundidade; C: Carbono; P: Fósforo; pH: Teor de pH em Cloreto de cálcio; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; V: Saturação por bases

A casa de vegetação, localizada no Instituto Federal do Paraná – Campus Ivaiporã, onde foi instalado o experimento, tem como tamanho 96m² com 12 metros de largura por 8 metros de comprimento, seu pé direito é de 3 metros de altura, onde sua cobertura é feita de filme plástico, com duas aberturas em suas laterais para a

regulação térmica do ambiente e as laterais com uma proteção com tela antiáfideo branca (Figura 1).

Figura 1: Casa de vegetação (A). Preparo do substrato (B).



Fonte: Autor, 2023

2.1.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental usado foi o DIC (Delineamento Inteiramente casualizado) com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de 1 vaso contendo 20 sementes. O ensaio foi conduzido com tratamentos arranjados fatorialmente 4 x 2, sendo 4 doses de zinco no tratamento de sementes de soja e duas condições de substrato com a presença ou ausência de solo tratado com o microrganismo *Beauveria bassiana* isolado IBCB 66.

As doses de zinco foram obtidas através de um produto comercial a base de zinco (%Zn = 9%, Densidade = 1,38 g cm⁻³), nas doses de 0, 0,5, 1 e 2 ml kg⁻¹ de sementes de soja. Para o tratamento das sementes, 200 gramas de soja foram adicionadas em saco plástico e com o auxílio de uma seringa de 5 ml feito as misturas com base nas doses de fertilizante a base de zinco até que ficasse uniformemente distribuídas por toda a amostra. Para melhor distribuição do produto sobre as sementes adotou-se o volume de calda para o tratamento de sementes de 3ml kg⁻¹ de sementes.

A *Beauveria bassiana* isolado IBCB 66 (Mínimo 1x10⁹ UFC/g de produto) foi aplicada no solo na dose de 1 kg ha⁻¹. A aplicação foi feita por meio da distribuição manual do fungo de forma homogênea sobre o solo e, em seguida, submetido a homogeneização.

Figura 2: Disposição dos vasos.



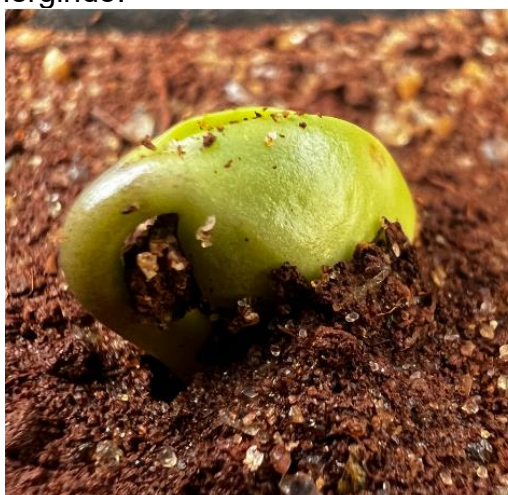
Fonte: Autor, 2023

2.1.3 Parâmetros avaliados

Para avaliação do ensaio, os seguintes parâmetros foram avaliados:

Emergência de plântulas em casa de vegetação: A emergência de plântulas foi realizada na casa de vegetação do IFPR, Campus Ivaiporã. Vinte sementes de soja por tratamento, espaçadas equidistantes, foram distribuídas na profundidade de 3 cm em solo. A emergência das plântulas foi contabilizada a partir do momento que os cotilédones emergiram acima do nível do solo (VE) e dos dados expressos em porcentagem de plântulas emersas.

Figura 3: Planta de soja emergindo.



Fonte: Autor, 2023

Índice de velocidade de germinação: A avaliação de velocidade de emergência foi feita de forma concomitante com a de emergência a campo, onde as contagens das plantas foram feitas diariamente durante 15 dias após o plantio. Foi utilizado a fórmula que Maguire (1962) propôs, onde com os resultados das contagens foi feito os cálculos. A fórmula usada foi: $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, onde IVE: índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª.... 15ª avaliação.

Comprimento de parte aérea: Aos 15 dias após a emergência, as plântulas de soja foram submetidas a avaliação do tamanho da parte aérea com o auxílio de uma régua milimetrada e os resultados expressos em centímetros/plântula. A medida foi realizada considerando a superfície do substrato até a última folha aberta em desenvolvimento da planta.

Figura 4: Medição do comprimento da parte aérea. (A) e (B).



Fonte: Autor, 2023

Comprimento de raiz principal: Aos 15 dias após a emergência, as plântulas de soja foram submetidas a avaliação do tamanho da raiz primária com o auxílio de uma régua milimetrada. Para tal, as plântulas foram removidas do substrato e mensurada a distância entre o colo da planta até o final da raiz pivotante da mesma. Os resultados foram expressos em cm/plântula.

Figura 5: Medição das raízes (A). Avaliação das raízes (B).



Fonte: Autor, 2023

Massa seca de raízes: Aos 15 dias após a emergência, as plântulas de soja foram submetidas a avaliação da massa seca das raízes. A partir das plântulas oriundas do comprimento da raiz principal, as raízes foram colocadas em embalagem de papel Craft e deixadas em estufa por 72 horas a 65°C. Após atingir peso constante, as amostras foram pesadas em balança semi analítica (Marte AD330, com a precisão de 0,001g) e a massa de raízes expressas em gramas/plântula.

Figura 6: Pesagem da massa seca de raízes.



Fonte: Autor, 2023

2.1.4 Análises estatística

Os dados referentes ao ensaio foram analisados por meio da análise de variância usando o software R Studio por meio do pacote exp.des. Inicialmente os dados foram testados quanto as pressuposições do modelo estatístico por meio da aplicação dos testes de Shapiro-Wilk (normalidade). Para as doses de zinco, considerou-se ajustes polinomiais de primeira e segunda ordem sendo o nível de significância adotado para o teste F de 5%. As comparações de médias entre inoculação do solo com *Beauveria bassiana* isolado IBCB 66 foram realizadas por meio do teste de Tukey a 5%.

2.2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

2.2.1 A cultura da soja

A soja é uma cultura de extrema importância, pois há uma crescente demanda desse commodity, visto que o aumento populacional mundial vem aumentando cada vez mais o consumo da soja, tendo em vista que o consumo de carne suína, bovina e de frango no mundo vem aumentando muito e a soja desempenha um papel muito importante nesse cenário, uma vez que, 70% das rações animais são constituídas pelo produto, além do consumo de biocombustíveis que são gerados a partir do grão, que vem crescendo devido ao interesse ascendente de consumo de energias limpas e renováveis (FREITAS, 2011).

O centro de origem da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é o leste da costa asiática, datada entre 2883 e 2838 A.C., sua domesticação e plantio foi feita pelos asiáticos em seus primórdios (BONATO *et. al* 1987). Pertencente à família das Fabaceae, a planta da soja tem sua grande relevância no cenário mundial devido a suas características nutricionais e elevado valor proteico e pode ser considerado como um dos alimentos mais importantes da humanidade. No início sua disseminação aconteceu de forma lenta principalmente nos séculos XIX e XX, sendo utilizada principalmente na alimentação humana e animal (BONATO *et al.* 1987).

No Brasil, o seu cultivo foi iniciado no estado do Rio Grande do Sul por conta das características edafoclimáticas que melhor se adaptaram as necessidades da cultura, e também por conta de suas características de fotoperíodo (BONATO *et. al* 1987). Juntamente com bons preços e a evolução tecnológica, a cultura por volta da década de 70 e 80 a cultura começou a ser espalhada pelo país com cultivares adaptados, chegando a toda região sul do Brasil e cerrado brasileiro.

A soja é uma planta herbácea pertencente à classe Rosaceae, família Fabaceae, subfamília Papilionaceae, gênero *Glycine*, e espécie *Glycine max*. As principais variedades comerciais apresentam caules eretos, poucos ramos, raízes com haste principal e muitos ramos com folhas trifolioladas (exceto o primeiro par de folhas únicas, os nós acima dos nós do cotilédone). Possuem flores autofecundantes, nas cores branca, roxa ou intermediária e desenvolvem vagens ligeiramente curvas

que mudam de verde para amarelado, marrom claro, marrom ou cinza à medida que amadurecem e podem conter de uma a cinco sementes lisas, ovais ou esféricas. A casca externa é amarelo clara, preto, marrom ou pálido amarelo. As plantas são de crescimento indeterminado (sem racemos terminais), definido (racemos terminais) ou semi-determinado (intermediário) e a altura das plantas varia com as condições ambientais e variedade (cultivar), sendo que a altura ideal para alcançar boas produtividades é entre 60 e 110 cm. As cultivares brasileiras de soja são divididas em grupos de maturação de acordo com seus ciclos sendo que essa classificação varia de acordo com a região (LIMA *et al.* 2021).

Segundo a FAO (Food and Agriculture Organization), no ano de 2021 a produção mundial de soja atingiu trezentos e setenta e um milhões e seiscentos e noventa e três mil e quinhentos e noventa e dois toneladas de grãos de soja, e a tendência é crescer mais ainda, por conta da demanda que a cada ano aumenta. Além de ser o maior produtor do grão no mundo, o Brasil ocupa a primeira colocação em exportação do produto no cenário mundial (FAO, 2023). O Brasil segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2021 a área plantada com a cultura da soja foi de 39.168.068 hectares, e a produção brasileira foi de 134.934.935 toneladas de grãos de soja, com a produtividade média por hectare de 3.445 quilogramas de grãos de soja (IBGE, 2023). No estado do Paraná segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), na safra de 2022/2023 a área cultivada no estado foi de 5.742,5 hectares, tendo uma produção de 20.845,3 mil toneladas de grãos de soja (CONAB, 2023).

2.2.2 Zinco

O zinco é considerado um micronutriente de grande importância tanto para as plantas quanto para animais. Esse micronutriente participa de vários processos encontrados nas plantas, como a fotossíntese, controle hormonal, respiração, síntese de proteínas e aminoácidos, auxilia na redução de nitrato e desintoxicação de radicais livres (MALAVOLTA, 2006).

O zinco em sua fisiologia é absorvido pelas plantas como Zn^{2+} e caso ocorra o excesso de ferro e cobre no solo essa absorção é diminuída Malavolta (2006). O

nutriente Zn atua nas plantas como um tipo de ativador enzimático e também constituinte de enzimas nas plantas, dentre as quais a anidrase carbônica, o superóxido dismutase, desidrogenase alcoólica, sintatase do triptofano, aldolase dentre outras. A sintase do triptofano é responsável pela síntese de ácido indolacético (auxina) nas plantas, o que é de extrema importância para o crescimento das partes apicais e da expansão das células (DIAS, 2013).

Muitas enzimas requerem o zinco para que consiga exercer suas atividades na planta, e o micronutriente zinco muitas das vezes é exigido pelas plantas para que ocorra a biossíntese de clorofila. Quando as plantas apresentam deficiência de zinco, os sintomas apresentados são a diminuição de crescimento dos entrenós, e por conta disso o crescimento das plantas se apresentam como roseta, caracterizado pelos agrupamentos das folhas em sua formação em forma circular, onde as estruturas foliares se irradiam no solo juntamente ao entrenó. As folhas também se apresentam retorcidas e pequenas, e em suas margens ocorre um tipo de enrugamento. Por conta desses sintomas, a capacidade de produção do ácido 3-idolacético, que é uma auxina, acaba sendo reduzida. Algumas espécies vegetais podem desenvolver manchas brancas e necróticas, por conta da clorose intervenal que se caracteriza pela palidez ou até amarelamento do mesófilo da folha, que ocorre nas folhas mais velhas da planta. E essa clorose é caracterizada na maioria dos casos pela necessidade de zinco para a biossíntese de clorofila (TAIZ *et al.*, 2017). Por conta da falta de uma boa distribuição de micronutrientes no solo, eles se tornam muitas vezes com uma baixa eficiência, e isso leva os micronutrientes serem indisponíveis para as plantas e também com baixa mobilidade (MARSCHNER, 2012).

Para que esses nutrientes sejam absorvidos de forma eficiente, algumas ferramentas são utilizadas para que a precisão na aplicação desses micronutrientes sejam feitas de forma correta na lavoura, assim levando os mesmos a serem absorvidos pela planta. Uma dessas formas é a aplicação via tratamento de sementes, tendo um menor custo de produção para os produtores, uma redução nas perdas, uma melhor distribuição, além de ajudar na racionalização do uso desses micronutrientes que podem ser retirados de reservas naturais não renováveis. Esses tratamentos, servem como alternativa boa para que as aplicações sejam garantidas em quantidades suficientes para o desenvolvimento e estabelecimento das culturas. O zinco por exemplo mostra uma boa eficiência em relação a germinação de sementes

por conta das alterações bioquímicas que são causadas, e também é um elemento responsável pelo aceleração do crescimento de radículas das plantas (DOURADO-NETO *et al.*, 2003).

Quando estudado a aplicação em sementes de soja em forma de tratamento de sementes o desenvolvimento das plântulas de soja apresentaram um aumento quando aplicado o zinco em forma de ZnO (MONTANHA *et. al* 2020).

Quando feito a avaliação do peso da matéria seca de raiz da soja em sementes tratadas com zinco ocorreu um efeito negativo no peso de matéria seca quando utilizada a dose de 8g.kg., como tratamento de semente (ROHR, 2021).

Quando estudado a aplicação de zinco na cultura do trigo, observou que houve um resultado positivo na planta, em suas avaliações verificou um acréscimo tanto na produção de grãos quanto na quantidade de matéria seca da planta (FRIZO *et. al* 2021).

2.2.3 *Beauveria bassiana*

Na década de 30, o estudioso em entomologia Agostino Bassi, fez a descoberta que um agente causal da doença pebrina, que foi uma doença que afetava as lagartas de bichoda-seda na Itália transformando-as em um tipo de “múmia branca”. A aparência dessas lagartas mortas que ficam envoltas em uma espécie de pó branco, foi que deu origem ao nome de muscardina branca. Algum tempo depois esse fungo foi renomeado por Bassi mas foi fora da Itália que ocorreu as primeiras tentativas de se fazer o uso da *Beauveria bassiana*, e ocorreu por volta do século XIX, nos Estados Unidos da América, o uso da *Beauveria bassiana* foi iniciado na tentativa de controlar percevejos (MASCARIN *et. al* 2016).

A *Beauveria bassiana* é um fungo muito conhecido que possui uma grande gama de hospedeiros artrópodes, e é capaz de infectar cerca de 700 espécies de hospedeiros. Hoje em dia esse é um dos fungos entomopatogênicos mais estudados no mundo onde mais de milhares foram isolados e coletados em diversas partes do mundo (MASCARIN *et. al* 2016). Além disso, a *Beauveria bassiana* é conhecida como um agente de biocontrole que além de não trazer nenhum malefício para saúde dos

seres humanos é ambientalmente seguro para ser utilizado, e quando em contato com organismos que não são o seu alvo se torna inofensivo (MASCARIN *et. al* 2016).

Além da associação com insetos pragas, alguns estudos mostraram que a *B. Bassiana* também tem a capacidade de se associar com as plantas por curtos períodos.

Greenfield *et. al* (2016) em seu trabalho quando enxarcados solos com a presença de *Beauveria bassiana*, evidenciou uma boa colonização do agente biológico e um maior número de fungos nos 10 primeiros dias após a inoculação.

Gaviria *et. al* (2020) relatou pela primeira vez que quando inoculado o fungo da *Beauveria bassiana* em raízes de coqueiro, obteve-se uma relação endofítica entre o agente biológico e a planta, estabelecendo assim a possibilidade de utilizar esse método.

Além da *Beauveria bassiana*, outros fungos são usados para o controle biológico de insetos ou doenças, como *Trichoderma* podem também se associar com plantas e afetar o desempenho das plantas.

Na pesquisa realizada por Li *et al.* (2018) onde os autores fizeram um manejo com o uso de *Trichoderma* em tomateiros, devido as perdas severas que o *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, mais comumente conhecido como Mancha de Fusarium causava na cultura do tomate. A partir dessa pesquisa utilizando algumas cepas de *Trichoderma*, evidenciaram que além de agir como antagonista dessa doença, o *Trichoderma* apresentou melhora em algumas características de promoção de crescimento da planta. Ainda de acordo com esses autores, a cepa de *Trichoderma* aumentou de forma significativa a altura e o peso seco da planta de tomate, além de apresentarem uma melhor absorção dos nutrientes P, K, Mg e Zn.

2.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados analisados pelo teste de normalidade (Teste de Shapiro – Wilk), apresentaram significância, porém os dados de germinação tiveram que passar por transformação de raiz quadrada que foi feito para que houvesse o ajuste da homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett (Tabela 2).

Os fatores variação não apresentaram resultados significativos para os parâmetros emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz principal e massa seca de raízes (Tabela 2) e (Tabela 3).

A atual legislação vigente determina que o mínimo de percentual de germinação presente numa cultivar certificada, nas categorias S1 e S2, deve ser de no mínimo 80%, isso significa que num lote de sementes comerciais registradas a não germinação não pode ser maior que 20% do lote (BRASIL, 2013).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características de Germinação (GERM), Índice de velocidade de emergência (IVE) Altura de plantas (ALTP), Comprimento de raiz (COMPR), Massa seca de raiz (MSR), (G.L. grau de liberdade).

	G.L.	GERM.	IVE	ALTP	COMPR	MSR
Normalidade (Teste de Shapiro-Wilk)		0,114 ^{n.s} (0.063 ^{n.s})	0,870 ^{n.s}	0,452 ^{n.s}	0,152 ^{n.s}	0,307 ^{n.s}
Fontes de VariaçãoSignificância do teste F Pr>f.....					
Controle Biológico	1	0,430 ^{n.s} (0.684 ^{n.s})	0,367 ^{n.s}	0,463 ^{n.s}	0,181 ^{n.s}	0,240 ^{n.s}
Doses de Zn	3	0,140 ^{n.s} (0.060 ^{n.s})	0,240 ^{n.s}	0,576 ^{n.s}	0,327 ^{n.s}	0,349 ^{n.s}
Controle Biológico x Doses de Zn	3	0,574 ^{n.s} (0.834 ^{n.s})	0,477 ^{n.s}	0,463 ^{n.s}	0,892 ^{n.s}	0,297 ^{n.s}
C.V.		8,33% (12.8%)	13.32%	10.24 %	16.09%	25.88%

Nota: C.V coeficiente de variação.

*Valores entre parênteses na tabela refere-se aos dados transformados

A germinação, índice de velocidade de emergência, altura de plantas, comprimento de raízes, massa seca de raízes, são fatores analisados de grande importância para a produção vegetal, visto a importância de um bom estabelecimento e homogeneidade de um estande de plantas. Neste presente ensaio, apesar de não haver incrementos nos parâmetros analisados nas plantas, os benefícios da aplicação de zinco via sementes e o tratamento de solo com *B. bassiana* podem ser utilizados para otimização da produtividade das lavouras por ocasião de melhorias no processo produtivo.

Rohr (2021), em seu trabalho quando realizado avaliações na cultura da soja de índice de velocidade de emergência, germinação, comprimento de raiz, comprimento de plântulas, com a aplicação de zinco, concluiu que não houve diferenças significativas em relação a esses parâmetros quando aplicado doses de 2 e 4g por kg⁻¹ de zinco nas sementes. Esses resultados diferem dos resultados encontrados no trabalho de Lemes *et. al* (2017), que obteve por meio de testes um resultado positivo para as interações das aplicações de zinco nas doses de 0, 2 e 4 mL kg de sementes⁻¹, quando avaliados a germinação, comprimento de plantas e comprimento de raízes.

Dias (2013) em relação a emergência de plântulas, quando aplicado zinco na dose de até 524g ha⁻¹, em tratamento de sementes de milho observou que não houve interação dos tratamentos no potencial germinativo das sementes o que corrobora aos resultados obtidos neste trabalho. No mesmo trabalho o autor afirmou que em relação a velocidade de emergência, o tamanho de raízes e a massa seca de raízes também não houveram interferências dos tratamentos com zinco nos resultados, o que também corrobora aos resultados deste trabalho.

Já em relação a *Beauveria bassiana*, foi obtido como resultado a não interferência desse agente antagonista de pragas na fisiologia da planta de soja em sua fase inicial, o que traz uma maior segurança quando aplicado na lavoura, pois além de ajudar no controle de pragas, não afetará de forma negativa a cultura de soja. Esse resultado tecnicamente pode ser levado como positivo, tendo em vista a atual dificuldade de distribuir de forma correta as quantidades necessárias de zinco nas lavouras, uma vez que, quando aplicado via sementes as dosagens do micronutriente estará presente no solo, o que ajuda na distribuição de adubos, tornando mais eficiente as aplicações, otimizando a mão de obra e reduzindo os custos com maquinários e mão de obra nos cultivos.

Tabela 3. Germinação (GERM), Índice de velocidade de emergência (IVE) Altura de plantas (ALTP), Comprimento de raiz (COMPR), Massa seca de raiz (MSR).

	GERM (%)	IVE	ALTP (cm)	COMPR (cm)	MSR (g)
.....Solo.....					
Com Beauveria	91.56a (76.99a)	2.25a	9.15a	20.05a	0.92a
Sem Beauveria	93.75a (78.43a)	2.35a	8.91a	18.54a	0.82 ^a
.....Doses de Zinco.....					
0	95.00 _{n.s.} (82.66 _{n.s.})	2.42 _{n.s.}	9.17 _{n.s.}	21.00 _{n.s.}	0.91 _{n.s.}
0,5	94.37 _{n.s.} (78.28 _{n.s.})	2.37 _{n.s.}	9.27 _{n.s.}	178.41 _{n.s.}	0.97 _{n.s.}
1	94.37 _{n.s.} (80.64 _{n.s.})	2.32 _{n.s.}	8.66 _{n.s.}	18.46 _{n.s.}	0.83 _{n.s.}
2	86.87 _{n.s.} (69.64 _{n.s.})	2.11 _{n.s.}	9.02 _{n.s.}	19.32 _{n.s.}	0.77 _{n.s.}
C.V. (%)	8.33 (12.8)	13.32	10.24	16.09	25.88

Nota: *n.s. não significativo.

3 CONSIDERAÇÃO

O tratamento de semente de soja com zinco até a dose de 2ml kg^{-1} , na presença e ausência de solo tratado com o agente biológico *Beauveria bassiana* não altera os parâmetros de emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea, comprimento de raiz principal e massa seca de raízes. Dessa forma o tratamento de sementes com zinco e *Beauveria bassiana*, pode ser utilizado para fornecer nutrição e controle de pragas sem prejuízo a cultura.

REFERÊNCIAS

BHERING, S.B. et al. Mapa de Solos do Estado do Paraná: Legenda Atualizada. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, 2008. 74 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/339505> Acesso em: 29 jun. 2023.

BONATO, Emídio Rizzo *et al.* A soja no Brasil: história e estatística. história e estatística. 1987. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/446431/1/Doc21.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CONAB. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 29 jun. 2023.

DIAS, Marcos Altomani Neves. Tratamento de sementes de milho com zinco e cobre. 2013. 61 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestre em Ciências, Universidade Federal de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2013. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ea09/3ab0322abe4f96d22238605fc42d290d43bc.pdf> Acesso em: 29 jun. 2023.

DOURADO, Durval Neto et al. Influência de nitrogênio e zinco na fenologia da cultura de milho (*Zea mays* L.). *Insula - Revista do Horto Botânico*, n. 32, p. 3-31, 2003 Tradução. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/21234/19209>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. Faostat. FAOSTAT - Crops. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em: 02 jun. 2023.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FRIZO, C. M. et al. Aplicação de calcário e zinco no estado nutricional e componentes de produção do trigo. 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1139780/1/PGS-37-41.pdf> Acesso em: 29 jun. 2023.

GAVIRIA, Jackeline; PARRA, Pedro Pablo; GONZALES, Alonso. Selection of strains of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales) for endophytic colonization in coconut seedlings. Chilean journal of agricultural & animal sciences, v. 36, n. 1, p. 3-13, 2020. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902020000100003&script=sci_arttext&lng=en Acesso em: 02 jun. 2023.

GREENFIELD, Melinda *et al.* *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* endophytically colonize cassava roots following soil drench inoculation. Biological Control, v. 95, p. 40-48, 2016. Disponível em: *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* endophytically colonize cassava roots following soil drench inoculation - ScienceDirect Acesso em: 02 jun. 2023.

IBGE. SIDRA: sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

LEMES, Elisa Souza, *et al.* TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA COM ZINCO: efeito na qualidade fisiológica e produtividade. Colloquium Agrariae, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 7686, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2017.v13.n2.a162> Acesso em: 29 jun. 2023.

LI, Ying-Tzu *et al.* Effects of *Trichoderma asperellum* on nutrient uptake and Fusarium wilt of tomato. Crop Protection, v. 110, p. 275-282, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219417300868?via%3Dihub> Acesso em: 02 jun. 2023.

LIMA, Roney Eloy; *et al.* Quality of soybean seeds after inoculation of biologicals in the field. Research, Society and Development, V. 10, N. 4, E52710414419, 2021. Ms, p. 1-13. 12 abr. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14419>. Acesso em: 29 jun. 2023.

MAGUIRE, James D.. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v. 432342, n. 2, p.176-177, mar. 1962. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 02 jun. 2023.

MALAVOLTA, Eurípedes. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/468454177/Manual-de-Nutricao-Mineral-de-Plantas-Malavolta-Completo-pdf#> Acesso em: 02 jun. 2023.

MAPA. Instrução Normativa MAPA 45/2013. 2013. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf. Acesso em: 02 jun. 2023.

MARSCHNER, Horst (Ed.). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yqKV3USG41cC&oi=fnd&pg=PP1&dq=marschner+mineral+nutrition&ots=VcaLW1u->

Ce&sig=1rpqWiH4tVZuWPABZYJQWCQA5dc#v=onepage&q=marschner%20mineral%20nutrition&f=false Acesso em: 02 jun. 2023.

MASCARIN, Gabriel Moura; JARONSKI, Stefan T. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, [s.l.], v. 32, n. 11, p.1-26. Springer Nature. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-016-2131-3> Acesso em: 29 jun. 2023.

MONTANHA, Gabriel Sgarbiero *et al.* Avaliação in situ da absorção e transporte de ZnSO₄(aq) e Zn-EDTA (aq) em soja (*Glycine max*) por espectroscopia de fluorescência de raios-X. 2019, Anais. Piracicaba: CENA-USP, 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003000993>. Acesso em: 02 jul. 2023.

OLIVEIRA, Sandro; et al. Tratamento de sementes de Avena sativa L. com zinco: qualidade fisiológica e desempenho inicial de plantas. *Semina Ciências Agrárias*, v. 35, n. 3, p. 1131-1142, 2014. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/13599/pdf_312 Acesso em: 29 jun. 2023.

ROHR, Lívia Araújo. Tratamento de sementes de soja com zinco: absorção e distribuição do zinco na germinação e desenvolvimento de plântulas, e sua relação com o desempenho das plantas. 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-04082021-122858/publico/Livia_Araujo_Rohr_versao_revisada.pdf Acesso em: 29 jun. 2023.

TAIZ, Lincoln et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=PpO4DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=taiz+2017&ots=7RIotRIWSe&sig=nSI0Y4ohEj6lDj5qywAPzFMKMC0#v=onepage&q=taiz%202017&f=false> Acesso em: 02 jun. 2023.