

AÇÃO DO TRATAMENTO EM SEMENTES DE *Glycine max* L. - SOJA – COM FUNGICIDA QUÍMICO Metalaxil-M/ Fludioxonil e FUNGICIDA BIOLÓGICO *Trichoderma* spp: um estudo comparativo controlado

Alvaro Junior Borges¹

Alvaro Carvalho de Lima²

Saulo Gonçalves Pereira³

Resumo: A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas de maior importância mundialmente, tendo em vista que a soja é uma importante fonte de proteína. Vem sendo amplamente cultivada em várias regiões do mundo. Para alcançar altas produtividades é fundamental aliar tecnologia e manejo, deste modo, o tratamento da semente é uma técnica que garante a sanidade da semente, evitando, assim, a dissipação de doenças. Ademais, reconhecendo a importância do tratamento de sementes, objetivou-se avaliar a ação dos fungicidas Metalaxil-M/Fludioxonil e *Trichoderma* spp, (respectivamente um insumo químico e um biológico) no tratamento da semente de soja. A metodologia utilizada foi uma pesquisa de campo, na qual foi realizado o tratamento das sementes e, após esse processo as sementes foram semeadas em sacos plásticos e cultivadas em situação controlada por 60 dias na região de Presidente Olegário - MG. Para avaliação mediu-se do coleto, região de transição do caule com sistema radicular, até o ápice da planta. Para o sistema radicular, mediu-se do coleto até a coifa, região apical da raiz. Os dados foram tratados estatisticamente. Não houve diferença significativa. A utilização de fungicidas biológicos é algo crescente na agricultura, visto que, em associação com as plantas, contribui para um melhor desenvolvimento delas, e pela busca de manejos mais sustentáveis que visa à preservação do meio ambiente em geral.

Palavras-chave: Soja, biológico, *Trichoderma* spp., tratamento de semente.

**TREATMENT ACTION ON *Glycine max* L. SEEDS - SOYBEAN - WITH CHEMICAL FUNGICIDE
Metalaxil-M/ Fludioxonil and BIOLOGICAL FUNGICIDE *Trichoderma* spp: a controlled comparative study**

¹ E-mail: alvarojb628@gmail.com.

² E-mail: alvarcarvalho.agro@gmail.com.

³ Doutorado em Saúde Animal pelo Programa de Ciências Veterinárias na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e mestrado na mesma área pela mesma instituição. Graduação em Ciências Biológicas, bacharelado e licenciatura pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM - UEMG). Graduação em Pedagogia pela UNICESUMAR. Pós-graduação em Docência do Ensino Superior pela FPM e em Psicopedagogia pela Faculdade Descomplica/AIUA, além de especialização em Gestão Escolar com Ênfase em Administração, Supervisão, Orientação e Inspeção Escolar pela Faculdade Iguaçu. No campo profissional, atua como Professor na Faculdade Patos de Minas (FPM) e na Faculdade Cidade de João Pinheiro (FCJP), com responsabilidades docentes. Também leciona Metodologia Científica no Seminário Maior Dom José André Coimbra, no qual é editor na Revista Colloquium. Atuação em diferentes níveis educacionais, incluindo disciplinas de graduação e pós-graduação, bem como na educação básica no Colégio Fonseca Rodrigues. Consultor Ambiental - Especialista prático em Gestão Ambiental pelo CRBio 04, sendo membro registrado neste conselho. A atuação e, pesquisa inclui duas áreas distintas. No campo da Saúde Animal e Ciências Biológicas, possui experiência em Ecologia Geral, Educação Ambiental, Morfologia, bem como em levantamento e monitoramento de grandes mamíferos, com foco no lobo-guará e anta. Além disso, experiência em Gestão Ambiental Geral. No âmbito educacional, atua na Iniciação Científica, Metodologia Científica, Educação e Docência, Evoluções do Ensino, Educação Ambiental voltada para Saúde (epidemiologia) e Psicopedagogia. Integra o LAPAS - UFU e faz parte do Comitê de Ética e Pesquisa da FPM como vice coordenador, além da função de Secretário da Comissão de Ética no Uso de Animais - FPM. Atua como Editor Chefe da Revista Scientia Generalis. Integra o banco de avaliadores da CAPES, realizando atividades de avaliação. E-mail: saulo.pereira@faculadepatosdeminas.edu.br.

Abstract: Soy (*Glycine max* L.) is one of the most important crops worldwide, considering that soy is an important source of protein. It has been widely cultivated in various regions of the world. To achieve high productivity, it is essential to combine technology and management, therefore, seed treatment is a technique that guarantees seed health, thus preventing the spread of diseases. Furthermore, recognizing the importance of seed treatment, the objective was to evaluate the action of the fungicides Metalaxil-M/Fludioxonil and *Trichoderma* spp, (respectively a chemical and a biological input) in the treatment of soybean seeds. The methodology used was field research, in which the seeds were treated and, after this process, the seeds were sown in plastic bags and cultivated in a controlled situation for 60 days in the region of Presidente Olegário - MG. For evaluation, measurements were taken from the stem, the transition region of the stem with the root system, to the apex of the plant. For the root system, measurements were taken from the vest to the root cap, the apical region of the root. The data were treated statistically. There was no significant difference. The use of biological fungicides is increasing in agriculture, as, in association with plants, it contributes to their better development, and the search for more sustainable management aimed at preserving the environment in general.

Keywords: Soy, biological, *Trichoderma* spp., seed treatment.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), é uma cultura de grande importância em todo o mundo, principalmente por ser fonte principal de proteína vegetal (Baldo, 2020; Adama 2022).

O Brasil vem se destacando no cenário agrícola global, sendo o principal produtor de soja do mundo, com área cultivada de 44,22 milhões de hectares segundo IBGE (2022/2023), e com produção de 154 milhões de toneladas na safra22/23 (Conab, 2022).

Para se obter grandes produções, houve muitos investimentos, incrementos de novas tecnologias e formas de manejo eficientes para que auxilie neste aumento de produção. A escolha certa do material para determinada área é de suma importância, seguido pelo tratamento da semente, realizado de forma correta (Kappes, 2013).

Segundo Goulart; Nunes (2021), a importância do tratamento de sementes (TS) de soja com fungicidas dispensam maiores argumentações, considerando seu valor como medida preventiva no controle integrado de inúmeras doenças de impacto econômico na cultura da soja. Tanto o uso de produtos químicos quanto o de biológicos, principalmente fungicidas, contribuem para o bom desenvolvimento da lavoura, prevenindo o ataque de agentes fito patogênicos à semente.

A soja é uma das culturas mais importantes do mundo, sendo amplamente cultivada devido ao seu alto valor nutricional e econômico. Com a crescente demanda por alimentos e a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis, a pesquisa sobre o manejo de sementes se torna essencial. O tratamento de sementes com fungicidas, tanto químicos quanto biológicos, é uma estratégia utilizada para proteger as plantas contra patógenos,

promovendo um melhor desenvolvimento inicial e, conseqüentemente, aumentando a produtividade. Neste contexto, o presente trabalho busca analisar a eficácia do fungicida químico Metalaxil-M/Fludioxonil em comparação ao fungicida biológico *Trichoderma spp.* (Mazzuchelli, 2016; Monteiro *et al.*, 2023).

Estudos anteriores demonstraram que o uso de fungicidas químicos pode ser eficaz na proteção das sementes contra doenças, mas também levanta preocupações sobre os impactos ambientais e a resistência de patógenos. Por outro lado, os fungicidas biológicos, como o *Trichoderma spp.*, têm ganhado destaque por serem menos agressivos ao meio ambiente e por promoverem a saúde do solo. A escolha entre esses dois tipos de tratamento é importante para o sucesso da cultura da soja, e a compreensão de suas diferenças de eficácia é fundamental para os agricultores (Resende *et al.*, 2004; Goulart; Nunes 2021, Souza, 2022; Utiamada, 2023).

A relevância deste estudo se estende, além da simples comparação entre os tratamentos, pois aborda questões de sustentabilidade e segurança alimentar. A utilização de fungicidas biológicos pode contribuir para a redução do uso de produtos químicos, alinhando-se às práticas de agricultura sustentável. Além disso, a pesquisa busca fornecer informações valiosas para os produtores, permitindo que tomem decisões informadas sobre o manejo de suas culturas.

Justifica-se, assim, a escolha do comparativo entre Metalaxil-M e Fludioxonil e *Trichoderma spp.* no tratamento de semente da soja, pois a semente é o insumo principal e mais importante na implantação da lavoura, e para que haja o estabelecimento do stand final desejado, é necessário garantir a fitossanidade das sementes, com intuito de evitar que a mesma seja infectada por agentes fitopatogênicos presente nos solos.

Além disso, o tratamento de sementes evita a transmissão de doenças, pois segundo Machado (1988); Henning (1994); Goulart (2018), a maioria das doenças de importância econômica na cultura da soja é causada por patógenos que podem ser transmitidos pelas sementes, as quais atuam como meio de introdução e disseminação entre regiões produtoras, com distâncias e consequências ilimitadas.

Deste modo, percebe-se que ao realizar o tratamento de sementes com uso de fungicidas, traz ganhos econômicos, sustentáveis e ambientais, pois reduzirá a necessidade de aplicações curativas, a entrada de pulverização nas áreas e o uso de produtos químicos e combustíveis, resultando em economia para o produtor.

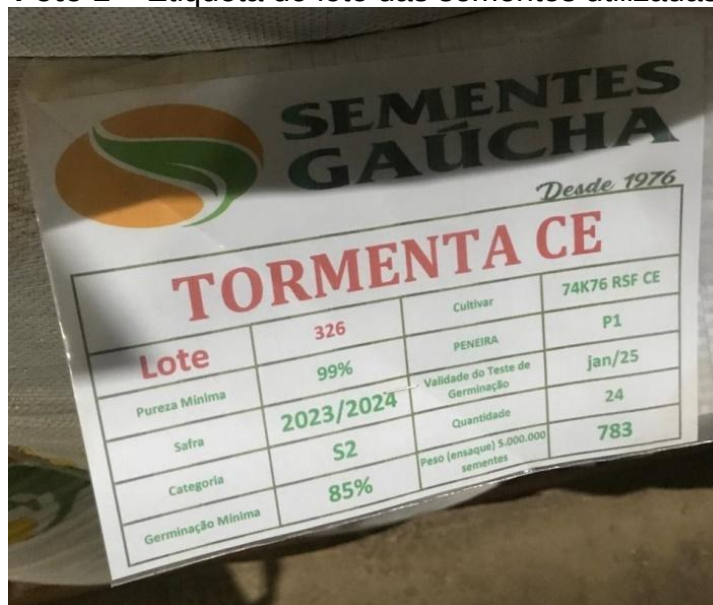
Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a ação do tratamento em sementes de soja com os fungicidas Metalaxil-M/Fludioxonil e *Trichoderma spp.*, por meio de um estudo comparativo controlado. A pesquisa foi realizada em condições controladas, permitindo uma análise precisa dos efeitos de cada tratamento sobre o desenvolvimento das plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido no município de Presidente Olegário – MG, na Fazenda Areias, localizada sob as coordenadas 18°16'35.71"S e 46°29'16.29"O, a uma altitude de aproximadamente 947 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos.

A semeadura foi realizada em sacos plásticos com dimensões de 25 x 25 cm. A cultivar semeada foi a Tormenta 74K76 RSF CE, com pureza mínima de 99%, categoria S2 e germinação mínima de 85%, referente à safra 2023/2024.

Foto 1 – Etiqueta do lote das sementes utilizadas



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

O solo utilizado foi proveniente de uma área de cultivo com histórico de doenças de solo, sendo o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e dez repetições, sendo: T0

(testemunha), T1 (tratamento da semente com Metalaxil-M e Fludioxonil), T2 (tratamento com *Trichoderma spp.*) e T3 (tratamento com a associação de ambos os produtos).

O tratamento das sementes foi realizado de forma na fazenda , utilizando as dosagens de 100 mL/100 kg de sementes para Metalaxil-M e Fludioxonil, e 2,7 L/ha para *Trichoderma spp.* , conforme recomendações dos fabricantes.

Foto 2 – Tratamentos (T0, T1, T2 e T3)



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A semeadura foi realizada no dia 14/04/2024, a uma profundidade de 3 cm. A emergência foi observada quatro dias após uma semana. Foram semeadas quatro sementes por recipiente, e a adubação na semeadura foi realizada com MAP, na dose de 180 kg/ha.

O experimento foi conduzido em uma área com exposição solar direta, sem interferências, sendo irrigado diariamente e monitorado.

Foto 3 – Semeadura



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 4 – Irrigando com auxílio do regador, após a semeadura



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 5 – Emergência das sementes (T0, T1, T2 e T3)



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 6 – 15 dias após semeadura



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 6 – 31 dias após semeadura



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

O experimento sofreu injúrias por lesmas e formigas cortadeiras, ambas controladas com uso de iscas.

Foto 7 – Lesmas



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 8 – Injurias causadas pelas lesmas



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 9 – Injurias causadas pelas formigas



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A coleta de dados foi realizada no dia 14/06/2024, com o auxílio de uma trena para aferir o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.

Para a parte aérea, a medição foi feita do coleto, região de transição entre o caule e o sistema radicular, até o ápice da planta. Para o sistema radicular, a medição ocorreu do coleto até a coifa, região apical da raiz.

Foto 10 – Realizando as aferições

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Foto 11 – Aferição do sistema radicular

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software *GraphPad Prism*, versão 10.0.3.507. Para a comparação das médias entre os grupos experimentais, aplicou-se o teste *TStudent* não pareado e paramétrico, adequado para a avaliação de diferenças entre duas amostras independentes que seguem a distribuição normal. As análises foram realizadas para avaliar os efeitos dos tratamentos em relação ao padrão, considerando tanto o sistema radicular quanto a parte aérea das plantas. Todas as análises foram

conduzidas com um nível de confiança de 95%, estabelecendo-se como limiares de significância estatísticas valores de p inferiores a 0,05.

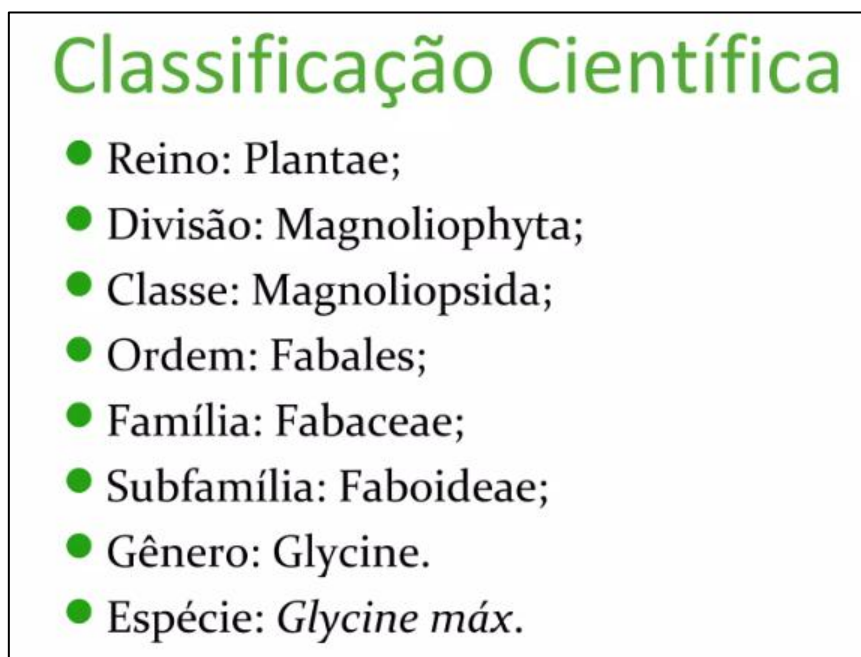
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 GLYCINE MAX L – SOJA: CARACTERIZAÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* L.) é oriunda da Ásia, mais precisamente na região da Manchúria, localizada a nordeste da China (Baldo, 2020; Adama 2022;).

A classificação científica da soja é a seguinte:

Figura 1 – Classificação científica da soja



Fonte: SINCRAD (2023)

Sua expansão pelo globo se deu em meados do século XVII, quando os europeus a levaram para Europa de modo, a princípio, a ser plantada nos jardins botânicos da corte (Miraeiz *et al.*, 2020; Adama, 2022).

Por volta de 1890, ela chega à América, nos Estados Unidos a soja foi cultivada como forrageira para alimentação animal. No Brasil, se tem relatos de sua chegada ao ano de 1882, na Bahia, mas foi 1891 que se houve a introdução de novos cultivares devido às

primeiras não terem se adaptado a região. Entre 1900 e 1901 houve a primeira distribuição de sementes de soja para produtores de São Paulo, promovido pelo Instituto de Agronomia de Campinas. Oficialmente a cultura da soja foi introduzida no país em 1914 pelo Rio Grande do Sul, na região de Santa Rosa, que apresentava um clima semelhante com o dos Estados Unidos, favorecendo o seu bom desenvolvimento (Adama, 2022; Guimarães, 2022).

A sua importância econômica se deu a partir dos anos de 1940, onde em 1941 foi registrado o primeiro cultivo comercial do país com produção de 450 toneladas de grão por ano em uma área de produção de 650 hectares. O Brasil foi aparecer nas estatísticas internacionais em 1949, após 8 anos, onde a produção havia subido para 25 mil toneladas (Adama, 2022).

O Brasil é o principal produtor de soja do mundo, estando a frente de outros grandes países produtores como Estados Unidos, Argentina e China, além de outros países; ambos respectivamente estando em segundo, terceiro e quarto lugar no ranking mundial (Boschiero, 2023).

O melhoramento genético da soja foi o principal fator para que ela se expandisse praticamente em todo o Brasil (Adama, 2022).

A soja é uma das culturas de maior importância em todo o mundo, principalmente por apresentar um bom valor nutricional e por ser uma excelente fonte de proteína vegetal, é rica em fibras, vitaminas, minerais e antioxidantes, tornando-se uma ótima opção para veganos e vegetarianos. A soja é usada de diversas formas tanto para a alimentação humana como leite de soja, óleo de soja, tofu e entre outras formas quanto para alimentação animal na forma de ração, além disso, é matéria-prima para a indústria de diversos produtos (Geoinova, 2023).

A safra atual, 2023/2024, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em seu sétimo levantamento, estima uma produtividade de 294,1 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

A cultura da soja sofre grandes adversidades que afeta o seu desenvolvimento deste a semeadura até a colheita. Diversos fatores tanto bióticos quanto abióticos afetam o desenvolvimento e produção final da soja; o aglomerado de pragas e doenças, clima desordenado com excesso ou falta de chuvas, temperaturas amenas ou altas, afeta de forma direta ou indireta na cultura (Triches, 2023).

Para minimizar essas pressões, desde a semeadura são utilizados métodos para o controle desses fatores, ou formas de amenizá-los sobre a cultura. Uma dessas técnicas é o tratamento de semente, um método onde a semente é revestida por produtos específicos como inseticidas e fungicidas, onde ambos conferirão sanidade à semente promovendo que haja uma excelente germinação e vigor (Herek; Pereira, 2022).

No contexto agrícola, a produtividade da cultura da soja é influenciada pela interação complexa entre diversos fatores, incluindo as características da planta, as condições ambientais em que ela se desenvolve e as práticas de manejo adotadas durante o cultivo (Mauad *et al.*, 2010). As sementes de soja, por serem expostas a uma variedade de condições durante seu processo de produção, armazenamento e manejo, podem apresentar variações na qualidade, além de abrigarem uma diversidade de microrganismos. Dentre os fungos identificados em sementes de soja, o *Fusarium spp.* destaca-se como um dos principais agentes patogênicos, acarretando significativas perdas econômicas (Goulart, 1997).

3.2 TRATAMENTO DE SEMENTES

As sementes, é o principal insumo na agricultura, contudo merece toda atenção e cuidado; a associação de alguns microrganismos a elas pode resultar grandes fatores negativos que compromete o estabelecimento inicial da lavoura (Utiamada *et al.*, 2023).

O tratamento de semente (TS) é uma técnica que consiste em aplicar sobre a semente, produtos químicos ou biológicos (Sousa, 2022), de forma isolada ou ambos associados (Amaro *et al.*, 2020), que visa à sanidade das sementes, promovendo uma boa germinação e desenvolvimento inicial da plântula, garantindo o estabelecimento inicial de estande (Sousa, 2022).

Amaro *et al.*, (2020) enfatiza que o tratamento de semente pode ser atribuído a dois aspectos, um de ação protetora ou sanitária, visando o controle de pragas e doenças e outra de ação funcional, que visa garantir o desempenho da semente, seja por produtos ou processos que não apresente propriedades biocidas, que seria fitorreguladores, micronutrientes, peletização, *Rhizobium* e entre outros produtos.

Os tratamentos de sementes são descritos em dois tipos, o Tratamento On farm e o Tratamento de Semente Industrial (TSI). O Tratamento On Farm é aquele realizado na

Revista Brasileira de Educação e Cultura – ISSN 2237-3098 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	2025 - Vol. 16 - Número 1
http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/educacaoecultura	rev.edu.cult@cesg.edu.br

propriedade rural onde sucessivamente será feito a semeadura, a mistura dos produtos com as sementes podem se feitas em sacos, betoneiras ou em algum outro tipo de maquinário. O TSI, tratamento de semente industrial, é quando o processo é realizado por produtores e revendedores das sementes, sendo tratadas em grandes máquinas com tecnologia que aferi a quantidade exata de peso de semente para realizar o beneficiamento, distribui o volume correto dos produtos, realiza a mistura e após o tratamento vão para moega e ensacamento. Com TSI, a semente já chega para o produtor rural pronta para ser utilizada, agilizando a semeadura no campo (Brasmax, 2023).

Os fungicidas utilizados nos tratamentos são de ação sistêmica ou de contato contra fungos patogênicos presente na semente, ou presentes no solo. . Eles podem ser tanto químicos quanto biológicos. Os fungicidas biológicos são utilizados para melhorar o desempenho agrônômico ou para melhorar o controle contra o patógeno (Sousa, 2022).

Os fungicidas químicos utilizados no TS apresentam dois modos de ação sendo de contanto ou sistêmico; os fungicidas de contato protegem a semente de fungos no solo ou fungos que estão presentes na própria semente, em seu tegumento, os fungicidas de ação sistêmica controlam os patógenos presentes internamente na semente, principalmente no embrião (Sousa, 2022).

É de suma importância realizar o TS com fungicidas, pois as condições endofoclimáticas são adversas, o que pode impactar na germinação da semente e deixá-la mais tempo no solo antes de sua emergência, ficando exposta a fungos que podem causar apodrecimento das sementes no solo ou a morte de plântulas (Sousa, 2022).

3.3 TRICHODERMA SPP

Os fungos do gênero *Trichoderma* vêm apresentando grande importância econômica para o setor da agricultura, onde estes conseguem atuarem como agentes de controle de doenças em várias culturas, além disso, são promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças. *Trichoderma* é um dos principais microrganismos empregado no controle biológico de doenças. Muitos estudos comprovam que mecanismos como antibiose, parasitismo, predação e competição podem ser empregados simultaneamente pelo antagonista frente a um agente patogênico in vitro, assim como a indução de resistência e a hipovirulencia em plantas. Contudo, o mecanismo de antibiose

tem chamado atenção para estudos, devido à capacidade da produção de metabólitos e enzimas que possuem propriedades antifúngicas, sendo empregados no controle de diversos fitopatógenos em grandes culturas (Quevedo *et al.*, 2022).

Uma das doenças que o uso de *Trichoderma* é empregado é no controle do mofo branco, doença causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, que em condições de alta umidade, acarreta grandes perdas nas lavouras (Conto *et al.*, 2021).

Sclerotinia sclerotiorum é um patógeno de grande importância mundial, com ocorrências em regiões temperadas, subtropicais e tropicais, é um fungo polígrafo que infecta em torno de 408 espécies e 278 gêneros de plantas hospedeiras (Henneberg *et al.*, 2012; Conto *et al.*, 2021).

Após introduzido na área de cultivo, a sua erradicação é difícil (Henneberg *et al.*, 2012; Conto *et al.*, 2021). Com isso, uma das medidas mais importantes e econômicas para evitar a introdução da doença em novas áreas e a sua disseminação, é o tratamento das sementes (Conto *et al.*, 2021). A principal forma de sua disseminação é por sementes contaminadas (Henneberg *et al.*, 2012).

O controle biológico tem sido utilizado como uma alternativa sustentável, por meio da aplicação de microrganismos antagonistas a patógenos habitantes do solo. A utilização do *Trichoderma* como agente biológico contra *Sclerotinia sclerotiorum* vem sendo uma alternativa viável (Conto *et al.*, 2021).

3.4 METALAXIL-M E FLUDIOXONIL

Metalaxil-M e fludioxonil são os ingredientes ativos de um fungicida químico utilizado no tratamento de sementes que controla doenças tanto do solo quanto na própria semente, apresenta ação protetora e sistêmica. Metalaxil-M é um acilalaninato que apresenta ação na transdução de sinal e na síntese de ácidos nucleicos. Fludioxonil apresenta ação protetora, responsável por formar uma barreira química, impedindo que esporos penetrem na estrutura vegetal (Sousa, 2022).

Na soja este produto é indicado para o controle da podridão da semente, podridão do colo, fungo de armazenamento, podridão aquosa, mela, antracnose, mancha púrpura da semente, crestamento foliar e phomopsis da semente (Syngenta, 2023).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da soja, considerando tanto a parte aérea quanto o sistema radicular, em relação aos tratamentos aplicados às sementes na pré-semeadura, utilizando um produto químico, um produto biológico e a associação de ambos.

Os resultados do experimento foram organizados em tabelas, apresentados a seguir, nas quais, para cada tratamento, foi calculado a média dos resultados obtidos para o sistema radicular e a parte aérea. Os experimentos que sofreram lesões foram considerados nulos.

Tabela 1 – Testemunha

Sistema radicular (cm)		Parte aérea (cm)
Média	31,9625	37,9625

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Tabela 2 – Tratamento 1 (Químico)

Sistema radicular (cm)		Parte aérea (cm)
	34,7	39,375

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Tabela 3 – Tratamento 2 (Biológico)

Sistema radicular (cm)		Parte aérea (cm)
	29,975	36,75

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Tabela 4 – Tratamento 3 (Associado)

Sistema radicular (cm)		Parte aérea (cm)
	32,6	33,125

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Ao realizar uma comparação de médias usando o teste de Student, o valor de p indica a probabilidade de que diferenças observadas entre as médias tenham ocorrido por acaso.

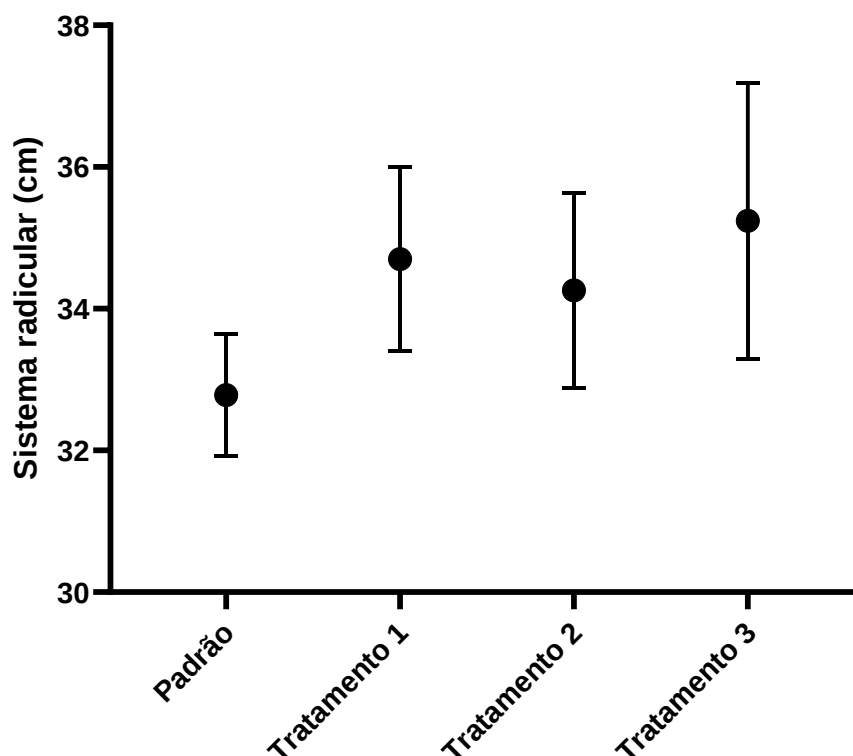
Se o valor de p for menor que 0,05 ($p < 0,05$), isso sugere que há uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos comparados, ou seja, é pouco provável que a diferença observada seja fruto do acaso. Nesse caso, rejeita-se a hipótese nula, que afirma não haver diferenças entre os meios.

Por outro lado, se o valor de p for maior que 0,05 ($p > 0,05$), isso indica que não há uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos. Dessa forma, não se pode rejeitar hipóteses nulas, demonstrando que diferenças observadas podem ter ocorrido ao acaso. No entanto, é importante ressaltar que a ausência de significância estatística não implica que os grupos sejam idênticos, apenas que o teste realizado não encontrou evidências suficientes para demonstrar uma diferença significativa.

Em resumo, quanto menor o valor de p , maior a evidência de que as médias dos grupos são realmente diferentes entre si. Entretanto, um valor de p maior não significa necessariamente que as médias sejam iguais, apenas que o teste não detectou uma diferença estatisticamente significativa.

A análise estatística dos tratamentos, gerada pelo programa, foi elaborada nos dados apresentados no Gráfico 1, referente às medidas do sistema radicular, e no Gráfico 2, relativo à parte aérea.

Os resultados demonstram o desempenho dos diferentes tratamentos aplicados às plantas, tanto no sistema radicular quanto na parte aérea. A comparação foi realizada entre um controle (testemunha) e três tratamentos (químicos, biológicos e associados). Embora os dados revelem variações nas médias entre os tratamentos, os valores de p indicam que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas ($p > 0,05$) em nenhum dos casos, indicando que as variações podem ter ocorrido por acaso.

Gráfico 1 – Sistema radicular


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Padrão: n=39; média: 32,78; erro padrão = 0,8586

Tratamento 1: n=40 ; média: 34,70; erro padrão=1,299; p = 0,2240 (não há diferença estatisticamente significativa).

Tratamento 2: n=35 ; média: 34,26; erro padrão=1,377; p = 0,3560 (não há diferença estatisticamente significativa).

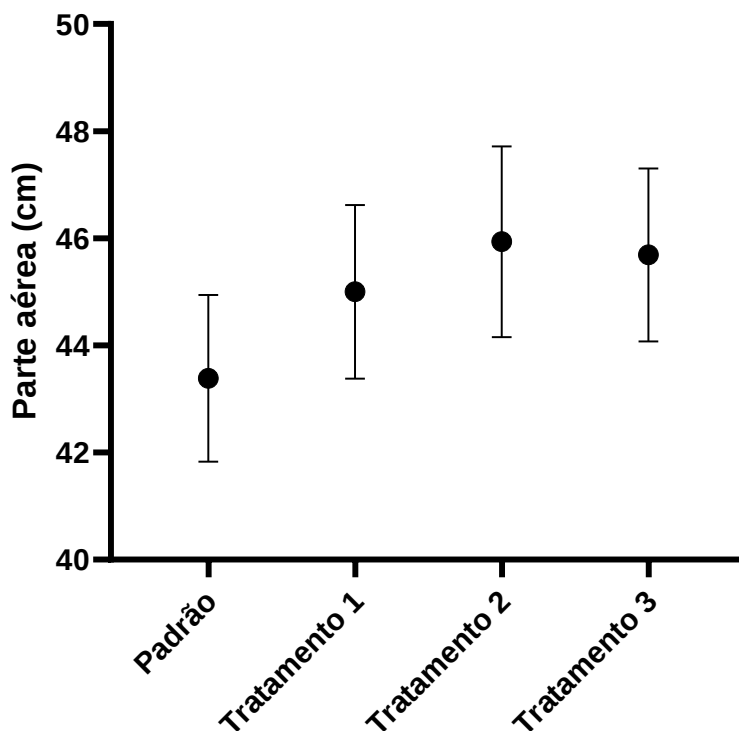
Tratamento 3: n=37 ; média: 35,24; erro padrão=1,948; p = 0,2430 (não há diferença estatisticamente significativa).

O gráfico 1 representa as médias do desenvolvimento radicular em relação aos tratamentos realizados, é notável que o tratamento 3, associação dos produtos biológico e químico, obteve maior média de desenvolvimento resultando em 35,24cm.

As médias variaram de 32,78 cm (padrão) a 35,24 cm (tratamento associado). Embora o tratamento 3 (associado) tenha demonstrado o maior valor médio (35,24 cm), o valor de p = 0,2430 sugere que essa diferença não é estatisticamente significativa. O uso

do *Trichoderma spp.*, conhecido por sua capacidade de promover o crescimento radicular através da produção de fitormônios, como auxinas e giberelinas, mostrou um resultado positivo, especialmente quando combinado com tratamento químico. No entanto, apesar do aumento na média, o teste estatístico não identificou uma diferença significativa.

Gráfico 2 – Parte aérea



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Padrão: n=35 ; média: 43,39; erro padrão= 1,554

Tratamento 1: n=35 ; média: 45,00; erro padrão= 1,619; p = 0,4744 (não há diferença estatisticamente significante).

Tratamento 2: n=32 ; média: 45,94; erro padrão= 1,781; p = 0,2824 (não há diferença estatisticamente significante).

Tratamento 3: n=29 ; média: 45,69; erro padrão= 1,615; p = 0,3106 (não há diferença estatisticamente significante).

No caso da parte aérea, a média do tratamento biológico (45,94 cm) foi alcançada superiormente ao padrão (43,39 cm). No entanto, o valor de $p = 0,2824$ indica que essa diferença não é estatisticamente significativa.

O uso de *Trichoderma spp.* tem sido associado ao desenvolvimento mais robusto da parte aérea, como observado em outros estudos (Herek; Pereira, 2022). No entanto, os dados obtidos no presente estudo não foram suficientes para demonstrar um efeito estatisticamente significativo entre os tratamentos comparados.

Os fungos do gênero *Trichoderma* colonizam a superfície externa das raízes, estabelecendo uma relação mutualística com a planta. Esse contato estimula a ativação de genes nos tecidos vegetais responsáveis pela produção de fitormônios, como auxinas e giberelinas, que atuam no alongamento e na expansão celular, promovendo o crescimento das raízes e da parte aérea (Jacques et al., 2021).

O Gráfico 2 apresenta as médias de desenvolvimento da parte aérea em relação aos tratamentos, evidenciando que o tratamento biológico (Tratamento 2) obteve o melhor desempenho, com média de 45,94 cm.

No estudo conduzido por Herek e Pereira (2022), que avaliou o desenvolvimento da soja e o controle de *Fusarium spp.* com a aplicação de *Trichoderma spp.*, as plantas tratadas com *Trichoderma* tiveram porte maior e aspecto mais vigoroso.

Os dados do presente estudo indicam que, apesar do melhor desempenho em alguns tratamentos, não houve diferença estatisticamente significativa entre eles, tanto para o desenvolvimento radicular quanto para a parte aérea. Em outros experimentos sobre o uso de *Trichoderma spp.* na cultura da soja, inspirado-se um desenvolvimento morfológico superior das plantas tratadas em comparação com o controle. Especificamente, as plantas tratadas com *Trichoderma* produziram, em média, 290 vagens, totalizando 234 gramas, enquanto as plantas do controle produziram apenas 151 vagens, pesando 77 gramas. Isso resultou em médias de 22 e 11 vagens por planta, respectivamente. Além disso, uma análise das raízes revelou a presença de nematoides nas plantas do controle, possivelmente contribuindo para um amadurecimento precoce. Por outro lado, nas plantas tratadas, o *Trichoderma spp.* atuou como agente de controle biológico, combatendo os nematoides por meio de parasitismo e/ou produção de metabólitos secundários.

Resende et al. (2004) investigaram o efeito de *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento em sementes de milho tratadas com diferentes fungicidas. Os

resultados mostraram diferença significativa apenas para o acúmulo de matéria seca nas raízes das plantas inoculadas, enquanto não houve variações significativas na altura das plantas e no peso da matéria seca da parte aérea. Esses achados sugerem que *Trichoderma harzianum* pode estimular o crescimento radicular independentemente do tratamento fungicida das sementes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que os tratamentos avaliados, apesar de apresentarem tendências de melhoria no crescimento radicular e na parte aérea, não geraram diferenças estatisticamente significativas. Esse resultado pode estar relacionado a fatores como variações no experimento ou a um número limitado de amostras. Embora a hipótese nula não possa ser descartada, modificações metodológicas e um aumento da amostragem podem fornecer evidências mais robustas em pesquisas futuras.

A utilização de *Trichoderma* spp. na cultura da soja demonstra ser uma estratégia promissora para o manejo sustentável das plantas, como evidenciado em diversos estudos. Essa abordagem contribui significativamente para o aumento da produtividade e a melhoria do desenvolvimento morfológico.

As análises realizadas no presente estudo revelaram que, embora tenham sido observadas variações no crescimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas tratadas com diferentes métodos de tratamento de sementes, essas diferenças não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Isso sugere que os tratamentos químicos, biológicos e sua associação não proporcionaram ganhos expressivos em comparação ao controle, ao menos nas condições experimentais avaliadas.

Entretanto, esses tratamentos podem apresentar efeitos práticos não captados pelas estatísticas e podem ser mais relevantes em outras condições de manejo e ambiente. Além disso, o *Trichoderma* spp. tem demonstrado potencial como agente biológico no controle de doenças, especialmente em áreas com alta incidência de patógenos.

Por fim, os benefícios qualitativos observados reforçam a importância do controle biológico como alternativa ambientalmente viável ao uso de fungicidas químicos. A implementação de estratégias agrícolas que envolvem agentes biológicos, como

Trichoderma spp., pode não apenas melhorar a produtividade, mas também contribuir para a proteção ambiental e a segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

ADAMA. **Guia completo sobre a cultura da soja:** brasil. Brasil. 2022. Disponível em: <https://portaladama.com/guia-cultura-da-soja/#:~:text=A%20soja%20%C3%A9%20origin%C3%A1ria%20de,de%20rotas%20de%20com%C3%A9rcio%20novas..> Acesso em: 13 abr. 2024.

ADAMA. **Guia completo sobre a cultura da soja:** história e expansão. História e expansão. 2022. Disponível em: <https://portaladama.com/guia-cultura-da-soja/#:~:text=A%20soja%20%C3%A9%20origin%C3%A1ria%20de,de%20rotas%20de%20com%C3%A9rcio%20novas..> Acesso em: 13 abr. 2024.

AGRO, Geoinova. **A SOJA: DA NATUREZA À NUTRIÇÃO GLOBAL:** a importância na indústria. A Importância na Indústria. 2023. Disponível em: <https://geoinova.com.br/a-soja-da-natureza-a-nutricao-global/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

AGRO, Geoinova. **A SOJA: DA NATUREZA À NUTRIÇÃO GLOBAL:** aplicações da soja na alimentação humana. Aplicações da Soja na Alimentação Humana. 2023. Disponível em: <https://geoinova.com.br/a-soja-da-natureza-a-nutricao-global/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

AGRO, Geoinova. **A SOJA: DA NATUREZA À NUTRIÇÃO GLOBAL:** nutrição e saúde. Nutrição e Saúde. 2023. Disponível em: <https://geoinova.com.br/a-soja-da-natureza-a-nutricao-global/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

AGRO, Geoinova. **A SOJA: DA NATUREZA À NUTRIÇÃO GLOBAL:** uso na alimentação animal. Uso na Alimentação Animal. 2023. Disponível em: <https://geoinova.com.br/a-soja-da-natureza-a-nutricao-global/>. Acesso em: 13 abr. 2024.

BALDO, Vítor Augusto Carvalho. **Manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) com fungicidas sítio-específico associados a fungicidas multi-sítio.** 2020. 64 f., il. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

BOSCHIERO, Beatriz Nastaro. **6 maiores produtores de soja do mundo: quando e quanto produzem?:** ranking dos maiores produtores de soja do mundo. Ranking dos maiores produtores de soja do mundo. 2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-6-maiores-produtores-de-soja-do-mundo/#:~:text=Figura%201.,de%2012%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas..> Acesso em: 16 abr. 2024.

BRASMAX. **TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA: COMO FAZER E IMPORTÂNCIA:** tipos de tratamento de sementes. Tipos de tratamento de sementes. 2023. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/blog/tratamento-de-sementes-de-soja/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CONAB. **Safra de grãos 2023/2024 está estimada em 294,1 milhões de toneladas.** 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5478-safra-de-graos-2023-2024-esta-estimada-em-294-1-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 16 abr. 2024.

Revista Brasileira de Educação e Cultura – ISSN 2237-3098 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	2025 - Vol. 16 - Número 1
http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/educacaoecultura	rev.edu.cult@cesg.edu.br

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância.** Dourados: EMBRAPA - CPAO, 1997.

GUIMARÃES, Edclei de Sousa. **Uma análise da expansão agrícola da soja no município de Santarém P A e seus im pactos socioterritoriais.** Orientadora: Izaura Cristina Nunes Pereira Costa. 2022. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Pública e Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/1181>. Acesso em 21 de abril de 2024 . Acesso em: 22 abr. 2024.

HENNEBERG, Luciane; GRABICOSKI, Edilaine Maurícia Gelinski; JACCOUD-FILHO, David de Souza; PANOBIANCO, Maristela. **Incidência de Sclerotinia sclerotiorum em sementes de soja e sensibilidade dos testes de detecção.** 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/8rZQbzbTw89Tf6bcMygvtzf/?lang=pt>. Acesso em: 01 maio 2024.

HEREK, J. PEREIRA, C. M. AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO USO DE Trichoderma spp. EM CULTURA DE SOJA. **Arquivos do Mudi**, v. 26, n. 2, p. 88-97, 2022.

HEREK, Jéssica; PEREIRA, Camila Mello. **AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO USO DE Trichoderma spp. EM CULTURA DE SOJA.** 2022. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/63080#:~:text=O%20uso%20de%20Trichoderma%20spp,demais%20plantadas%20diretamente%20no%20solo..> Acesso em: 07 set. 2024.

JACQUES, A. P., MARTINS, M. P., SANTANA, A. B., CHIQUETO, G. DA S. G., NETO, J. F., ULHOA, C. J., COSTA, F. A. Isolados nativos de Trichoderma spp. Como promotor de crescimento na fase inicial da cultura da soja / Native isolates of Trichoderma spp. As a growth promoter in the initial phase of soybean culture. **Brazilian Journal of Development**, v. 7. N. 11, p. 108150–108166. 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n11-441>

KAPPES, Claudinei. Sistemas de cultivo de milho safrinha no Mato Grosso. **XII Seminário Nacional Estabilidade e Produtividade, Embrapa, Dourados, MS**, p. 26-28, 2013.

MAUAD, M. *et al.* Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010

MAZZUCHELLI, Eduardo Henrique Lima. **Produtividade da soja e efeitos na microbiologia do solo em sucessão de plantas de cobertura.** 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2016.

MIRAEIZ, Esmaeil *et al.* Early transcriptional responses to soybean cyst nematode HG Type 0 show genetic differences among resistant and susceptible soybeans. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 133, p. 87-102, 2020.

MONTEIRO, Shirley Santos *et al.* Effect of the Application of Biofertilizer Goatish as a Biostimulant on Germination Canavalia Ensiformis L. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. e03153-e03153, 2023.

QUEVEDO, Alexsandra Cezimbra; MUNIZ, Marlove Fátima Brião; SAVIAN, Lucas Gracioli; SARZI, Janaina Silva; SALDANHA, Mateus Alves. **Ação antagonista in vitro de Trichoderma spp. sobre Fusarium oxysporum.** 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/N5M6k6TntS8dHrWwkjdXXvR/>. Acesso em: 01 maio 2024.

Revista Brasileira de Educação e Cultura – ISSN 2237-3098 Centro de Ensino Superior de São Gotardo	2025 - Vol. 16 - Número 1
http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/educacaoecultura	rev.edu.cult@cesg.edu.br

RESENDE, M. DE L. *et al.*. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 793–798, ago. 2004.

SINCRAD. Classificação científica da soja, 2023. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/122902-Glycine-max>. Acesso em: 16 abr. 2024.

SOUSA, Marcos Antônio de. **AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS BIOLÓGICO E QUÍMICO NA REDUÇÃO DE PATÓGENO EM SEMENTE DE SOJA**. 2022. 21 f. TCC (Doutorado) - Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2022.

TRICHES, Maiara. **Custos e resultado da cultura da soja, safra 2022/2023, em uma propriedade rural do interior de Casca/RS**. 2023. 41 f. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis). Curso de Ciências Contábeis. Universidade de Passo Fundo, Casca-RS, 2023.

UTIAMADA, Carlos Mitinori; *et al.* **Eficiência do tratamento de sementes de soja com fungicidas, no controle dos principais fungos de sementes e de solo, safra 2022/2023: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos**. Londrina: Embrapa Soja, v. 01, n. 01, p. 45-55, 2023.