

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Maria Eduarda Prado Borges

TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA PARA O MANEJO DE *Fusarium solani*

Chapadão do Sul-MS

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA PARA MANEJO DE *Fusarium solani*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Luiza Nunes Costa

CHAPADÃO DO SUL-MS
2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Borges, Maria Eduarda Prado

Tratamento de sementes de soja para o manejo de *Fusarium solani*/
Maria Eduarda Prado Borges, Chapadão do Sul, 2024; orientador: profa. Dra.
Maria Luiza Nunes Costa. Chapadão do Sul, 2024, 33 p.

Monografia (Conclusão de Curso – Graduação em Agronomia. Área
de concentração: Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul.

1. *Glycine max.* 2. Tratamento de sementes. 3. *Fusarium spp.* 4.
Fungicidas.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: MARIA EDUARDA PRADO BORGES

ORIENTADORA: Profa. Dra. Maria Luiza Nunes Costa.

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Profa. Dra. Maria Luiza Nunes Costa

Presidente da Banca Examinadora e Orientadora

Profa. Dra. Suzany Santos de Moura

Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Ma. Anielli Verzotto Teixeira

Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 27 de Agosto de 2024.

AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente de agradecer a Deus, aquele que é o único digno de toda honra e toda glória, por ter me dado força e discernimento para que todos os obstáculos encontrados no período da minha graduação, fossem superados com persistência e dedicação.

Aos meus pais Mayra e Evangelista, pois sem o apoio e incentivo deles não conseguiria ter chegado até aqui, a eles devo tudo o que sou. Ao meu irmão João Lucas, pois sempre acreditou em meus sonhos.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul_CPCS, e a todo seu corpo docente pelos ensinamentos apresentados durante todo tempo de curso.

A minha professora Orientadora Dra. Maria Luiza Nunes Costa por toda ajuda durante a realização deste trabalho e por ter sido uma grande incentivadora. Muito obrigada!

Agradeço a professora Dra. Suzany Santos de Moura por ter aceito o convite de participar da banca avaliadora deste trabalho. Muito obrigada!

A Eng. Agr. Ma. Anielli Verzotto Teixeira por ter aceito o convite de participar da banca avaliadora deste trabalho e por todos os ensinamentos passados durante o estágio. Muito obrigada!

Sumário

1.INTRODUÇÃO.....	9
2.MATERIAL E METÓDOS	10
2.1. Teste de germinação e sanidade	10
2.2. Teste de crescimento micelial	11
3.RESULTADOS	12
4.DISSCUSSÃO	13
4.1. Germinação e sanidade de sementes	13
4.2. Índice de crescimento micelial (ICM), Inibição do crescimento micelial (PIC) e Taxa de crescimento (Tx).....	13
5.CONCLUSÕES	14
6.REFERÊNCIAS	14

Lista de Figuras

Figura 1.A. Teste de germinação	10
Figura 1.B. Teste de sanidade (blotter test)	10
Figura 2. Sementes tratadas	11
Figura 3. Semeadura em casa de vegetação	11

Lista de Tabelas

Tabela 1. Tratamentos em casa de vegetação, produtos comerciais, ingredientes ativos e dose dos produtos.	11
Tabela 2. Tratamentos utilizados, produtos comerciais, ingredientes ativos e dose dos produtos.	11
Tabela 3. Teste de germinação (%) realizado antes dos tratamentos.	12
Tabela 4. Teste de sanidade (Blotter-test) realizado antes dos tratamentos.	12
Tabela 5. Germinação (%) e % de infecção das sementes com diferentes tratamentos.	12
Tabela 6. Índice de crescimento micelial, inibição do crescimento micelial e taxa de crescimento com diferentes tratamentos.	13

TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA PARA O MANEJO DE *Fusarium solani*

Maria Eduarda Prado BORGES

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, MS, Brasil

E-mail: mariaeduardapradoborges@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de produtos comerciais contra o patógeno *Fusarium solani*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e laboratório da Fundação de apoio à Pesquisa Agropecuária da Região dos Chapadões e laboratório de fitopatologia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, onde foram realizados teste de germinação e crescimentos micelial com os fungicidas a base de: Difenconazol; Tiofanto-metilíco + Fluazinam; Metalaxil-m + Fludioxonil; *Trichoderma asperellum* e Piraclostrobina + Tiofanato-metilíco + Fipronil. Verificou-se que os fungicidas a base de Difenconazol, Tiofanato-metilíco + Fluazinam e Piraclostrobina + Tiofanato-metilíco + Fipronil foram os que mais obtiveram um maior controle do fungo.

Palavras-chave: *Glycine max*; Tratamentos de semente; *Fusarium spp.*; Fungicidas.

SOYBEAN SEED TREATMENT FOR *Fusarium solani* MANAGEMENT

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effectiveness of commercial products against the pathogen *Fusarium solani*. The experiment was conducted in a greenhouse and in the laboratory of the Foundation for Agricultural Research Support in the Chapadões region, as well as in the plant pathology laboratory at the Federal University of Mato Grosso do Sul, where germination tests and mycelial growth tests were performed with fungicides based on: Difenconazole; Thiofanate-methyl + Fluazinam; Metalaxyl-M + Fludioxonil; *Trichoderma asperellum*; and Pyraclostrobin + Thiofanate-methyl + Fipronil. It was found that the fungicides based on Difenconazole, Thiofanate-methyl + Fluazinam, and Pyraclostrobin + Thiofanate-methyl + Fipronil provided the best control of the fungus.

Keywords: *Glycine max*; Seed trataments; *Fusarium spp.*; Fungicides.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a cultura da soja (*Glycine max*) teve seu cultivo iniciado na década de 1950 no Rio Grande do Sul, posteriormente foi cultivada em outras regiões brasileira. No estado de Mato Grosso do Sul, o cultivo só foi intensificado na década de 1970. Embora a cultura já estivesse estabelecida na região, foi nesse período que os lucros se tornaram tão expressivos que os produtores optaram por intensificar a atividade agrícola (SIEBEN; MACHADO, 2006). Atualmente no Brasil e no mundo a soja é considerada uma das culturas mais importantes. A produção na safra 23/24 foi de 147.336,6 milhões de toneladas no Brasil, sendo 11.315,0 milhões de toneladas no estado do Mato Grosso do Sul. Na última safra houve uma redução de 4,7 % na produção devido as condições climáticas adversas enfrentadas, porém houve um aumento de 4,4

% de áreas cultivadas, totalizando 46.020,2 milhões de hectares (CONAB, 2024).

As doenças que podem afetar a cultura da soja ocorrem desde à germinação até o final do enchimento de grãos/sementes, variando de região para região e ano para ano. E em média são estimadas em 15 % a 20 % as perdas anuais na produção, no entanto algumas doenças podem gerar perdas de até 100 % (SEIXAS et al., 2020). Os fungos presentes no solo, causadores de doenças na soja são de difícil manejo, e são poucas as cultivares de soja com resistência a esses patógenos (ITO, 2013). As condições ideais para que os fungos do gênero *Fusarium* se desenvolvam são temperaturas entre 20 a 28° C, solo compactado, alta umidade e pH abaixo de 6 no solo. E esses fungos podem sobreviver nas sementes e restos culturais. Sendo assim, dentre as recomendações de manejo está o tratamento de sementes, rotação de culturas, uso de sementes sadias e incorporação de restos culturais (ITO, 2013). O

sintoma característico da presença desse fungo são as raízes avermelhadas, porém na parte aérea também apresenta um sintoma denominado de folha carijó, as folhas ficam amareladas prematuramente e apresentam necrose entre as nervuras. Dependendo da severidade pode ocorrer o abortamento de vagens e desfolha prematura (HENNING et al., 2014).

Visto os prejuízos causados na cultura da soja pelo *Fusarium* e outros fungos causadores de doenças torna-se imprescindível a realização de um tratamento de sementes adequado e eficiente. Na safra de 2017/2018 o tratamento de sementes atingiu os 100 % de todas as sementes que foram plantadas, sendo dessas 74 % onfarm e 26 % TSI (tratamento de sementes industrial). Porém nas safras seguintes notou-se um aumento da utilização do TSI (GOULART; NUNES, 2021).

O tratamento de sementes é uma prática efetiva para garantir populações adequadas de stand, quando as condições edafoclimáticas são desfavoráveis à germinação (HENNING, 2004). Outro objetivo do tratamento de sementes é eliminar ou diminuir o máximo possível, os fungos contidos nas sementes, além de protege-las dos patógenos do solo e da própria semente em condições desfavoráveis à germinação (GOULART; NUNES, 2021). Os fungicidas utilizados para tratamento de sementes exibem bom controle dos microrganismos, porém deve-se levar em consideração a umidade, temperatura e presença de diferentes fungos contidos nas sementes, no solo e nos restos culturais (KUDLAWIEC et al., 2023).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de sementes de soja, inoculadas com *Fusarium solani* e tratadas com fungicidas comercializados na região dos Chapadões (Chapadão do Sul _ MS, Chapadão do Céu _ GO e Costa Rica _ MS).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas etapas: a primeira etapa foi realizada na Fundação de apoio à Pesquisa Agropecuária da Região dos Chapadões (Fundação Chapadão) e a segunda etapa foi realizada na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul _ Campus de Chapadão do sul, ambos localizados no município de Chapadão do Sul _ MS. A Fundação Chapadão forneceu o isolado, sementes e produtos utilizados neste trabalho.

2.1. Teste de germinação e sanidade

Esta etapa foi realizada na Fundação Chapadão. As sementes de soja da cultivar DM 74i75 IPRO, na safra 2023/24, utilizadas nesse experimento foram previamente submetidas ao teste de germinação e sanidade (blotter test) para verificação da qualidade fisiológica e sanitária. O teste de germinação foi realizado utilizando-se 200 sementes, divididas em 4 repetições. Inicialmente pesou-se as folhas de papel germitest, multiplicou-se seu peso por 2,5 obtendo assim o valor da quantidade de água destilada utilizada

para umedecer as folhas de papel. Na montagem do teste colocou-se duas folhas sobre a bancada, distribuiu-se 50 sementes, sendo 10 na horizontal e 5 na vertical (Figura 1.A).



Figura 1.A. Teste de germinação.

Posteriormente foi colocada uma folha sobre as sementes finalizando com a formação de um rolo. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para a manutenção da umidade, levados a uma incubadora tipo BOD a 25° C e fotoperíodo de 12 h por 7 dias.

O teste de sanidade (blotter test) também constou de 4 repetições, sendo realizados em gerbox, onde foram colocadas 2 folhas de papel germitest e umedecidas com solução de 2,4-D (0,01%) com ágar (0,1%) e distribuídas 25 sementes, sendo 5 na horizontal e 5 na vertical (Figura 1.B).



Figura 1.B. Teste de sanidade (blotter test).

Os gerboxes foram levados para a incubadora tipo BOD a 22° C +-2 e fotoperíodo de 12 h por 7 dias.

O meio de cultura utilizado para a repicagem do fungo *Fusarium solani* foi o BDA (decocto de 200 g de batata + 20 g de dextrose + 20 g de ágar). Após seu preparo o meio de cultura foi esterilizado e posteriormente distribuídos em placas de Petri; ambos devidamente esterilizados em autoclave a 120° por 20 minutos. Após a repicagem do fungo no meio de cultura as mesmas foram vedadas com filme plástico e acondicionadas em incubadora tipo BOD a 25° C e fotoperíodo de 12 h até o seu crescimento total na placa.

As sementes utilizadas passaram por desinfecção com solução de hipoclorito de sódio 1 % por 2 minutos, enxaguadas 3 vezes em água destilada esterilizada. A inoculação utilizada foi por contato, onde foram colocadas as sementes na placa de Petri em contato com o patógeno por 48 h. As sementes inoculadas, para obtenção de sementes com percentual de 14 % de contaminação com o fungo em questão.

Em cada tratamento 150 g de sementes foram tratadas com fungicidas, sendo o T1: semente sem inoculação; T2: semente com a inoculação; T3: 0,05 ml de Difenconazol; T4: 0,32 ml de Tiafanato-metilíco + Fluazinam; T5: 0,15 ml de Metalaxil-m + Fludioxonil; T6: 0,15 g de *Trichoderma asperellum* isolado URM 5911 (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos em casa de vegetação, produtos comerciais, ingredientes ativos e dose dos produtos.

Table 1. Treatments in the greenhouse, commercial products, active ingredients and products dosage.

Trat. 1	Prod. Com. ²	IA ³	Conc . ⁴ (g/L)	Dos e (ml ou g)
1	Testemunha	-	-	-
2	Test. inoc. ⁵	-	-	-
3	Spectro	Difeno ⁶	150	0,05
4	Certeza-N	Tiofanato-metilíco + Fluazinam	350 + 52,5	0,32
5	Maxim XL	Metalaxil-M + Fludioxomil	10 + 25	0,15
6	Quality	<i>Trichoderma asperellum</i> isolado URM 5911	28	0,15

¹Trat.: Tratamento; ²Prod. Com.: Produto comercial; ³IA: Ingrediente ativo; ⁴Conc.: Concentração; ⁵Test. inoc.: Testemunha inoculada; ⁶Difeno: Difenconazol.

Nas sementes de todos os tratamentos foram adicionados 2 ml de inoculante a base de *Bradyrhizobium*. Os tratamentos das sementes foram realizados em sacos plásticos divididos por tratamento, adicionado os produtos e misturados (Figura 2).



Figura 2. Sementes tratadas.

Logo após as sementes serem tratadas foram semeadas em casa de vegetação, onde foi realizada uma mistura de terra vermelha com areia na proporção de 3:6 juntamente com calcário, gesso e MAP sendo 375 g, 170 g e 37,5 g respectivamente (Figura 3).



Figura 3. Semeadura em casa de vegetação.

As sementes após tratadas foram avaliadas pelo teste de emergência, realizado em casa de

vegetação, e pelo blotter test, em laboratório para verificação do efeito dos tratamentos na qualidade fisiológica e sanitária das sementes, respectivamente, segundo metodologia descrita anteriormente (MAPA, 2009). O delineamento experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado, contendo 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 vasos nos quais foram distribuídas 10 sementes em cada vaso.

2.2. Teste de crescimento micelial

A segunda etapa consistiu na realização do teste de crescimento micelial no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus de Chapadão do Sul. Primeiramente foi produzido o meio de cultura BDA (decocto de 200 g de batata + 20 g de dextrose + 20 g de ágar). As placas de Petri foram devidamente esterilizadas em estufa a 175° por 2 h e o BDA em autoclave a 120° por 20 minutos. Em 100 ml diluiu-se os produtos de cada tratamento, separadamente. Os tratamentos constaram de 4 placas de Petri e em cada realizou a distribuição de 25 ml da mistura BDA com o produto. Após a distribuição do BDA na placa com o auxílio de uma agulha e um canudo plástico posicionou-se o disco do fungo no centro da placa, sendo T1: testemunha; T2: 33,4 µl de Difenconazol; T3: 215 µl de Tiofanato-metilíco + Fluazinam; T4: 100 µl de Metalaxim-m + Fludioxomil; T5: 1 g de *Trichoderma asperellum* isolado URM 5911; T6: 200 µl de Piraclostrobina + Tiofanato-metilíco + Fipronil (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos utilizados, produtos comerciais, ingredientes ativos e dose dos produtos.

Table 2. Treatments used, commercial products, active ingredients and products dosage.

Trat. 1	Prod. Com. ²	IA ³	Conc . ⁴ (g/L)	Dos e (µl ou g)
1	Testemunha	-	-	-
2	Spectro	Difeno ⁵	150	33,4
3	Certeza-N	Tiofanato-metilíco + Fluazinam	350 + 52,5	215
4	Maxim XL	Metalaxil-M + Fludioxomil	10 + 25	100
5	Quality	<i>Trichoderma asperellum</i> isolado URM 5911	28	1
6	Standak top	Piraclostrobina + Tiofanato-metilíco + Fipronil	25 + 225 + 250	200

¹Trat: Tratamento; ²Prod. Com.: Produção comercial; ³IA: Ingrediente ativo; ⁴Conc.: Concentração; ⁵Difeno: Difenoconazol.

As avaliações foram realizadas diariamente, medindo o diâmetro de crescimento do fungo durante 9 dias. O índice de crescimento micelial (ICM) foi definido pela fórmula proposta por Oliveira, 1991:

$$ICM = \frac{C1}{N1} + \frac{C2}{N2} + \dots + \frac{Cn}{Nn} \quad (1)$$

ICM= índice de crescimento micelial;

C1, C2, Cn= crescimento micelial do fungo no primeira, segunda e última avaliação;

N1, N2, Nn= número de dias.

Também foi determinado a percentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) e a taxa de crescimento (Tx), descrito por Nascimento (2013) pelas fórmulas:

$$PIC = \left(\frac{\text{diâmetro da testemunha} - \text{diâmetro do tratamento}}{\text{diâmetro da testemunha}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

$$Tx = \left(\frac{\text{diâmetro final da colônia}}{\text{número de dias de incubação}} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

As médias relativas aos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância a 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2019).

3.RESULTADOS

As tabelas 3 e 4 ilustra os testes de germinação e blotter-test realizados previamente para verificação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes, demonstrando que as sementes possuem taxa de germinação satisfatória, revelando alta viabilidade e qualidade. O teste de sanidade complementa essa análise, confirmando que as sementes estejam com um percentual baixo de patógenos, o que é primordial para o sucesso das intervenções proposta no presente estudo.

Tabela 3. Teste de germinação (%) realizado antes dos tratamentos.

Table 3. Germination test (%) conducted before treatments.

	Repetição				% Final
	1	2	3	4	
Normal	45	44	37	42	84
Anormal	-	-	4	2	3
Morta	5	6	9	6	13

Tabela 4. Teste de sanidade (Blotter-test) realizado antes dos tratamentos.

Table 4. Sanity test (Blotter test) conducted before treatments.

Patógenos (Fungos)	Repetição				Incidência (%)
	1	2	3	4	
<i>Aspergillus flavus</i>	3	3	-	10	16
<i>Aspergillus spp.</i>	-	-	3	-	3
<i>Cercospora kikuchii</i>	-	-	1	-	1
<i>Fusarium spp.</i>	2	-	1	2	5
<i>Penicillium spp.</i>	2	-	-	-	2
<i>Rhizopus spp.</i>	1	1	-	-	2
<i>Trichoderma spp.</i>	-	1	9	-	10

A tabela 5 ilustra a percentagem de germinação e infestação das sementes com o fungo *Fusarium solani* em diferentes tratamentos. Os dados obtidos nas análises de germinação e infecção de sementes fornecem insights valiosos sobre a eficácia dos diferentes tratamentos.

Tabela 5. Germinação (%) e % de infecção das sementes com diferentes tratamentos.

Table 5. Germination (%) and % of seed infection with different treatments.

Tratamentos	Germinação (%)	Infecção das sementes (%)
Testemunha	90,0 a	12,0 a
Testemunha inoculada	65,0 a	98,0 b
Difenoconazol	82,5 a	100,0 b
Tiofanato-metilíco + Fluazinam	82,5 a	100,0 b
Metalaxil-M + Fludioxomil	77,5 a	100,0 b
<i>Trichoderma asperellum</i> isolado URM 5911	72,5 a	100,0 b
CV (%)	14,11	2,48

Médias de tratamentos seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A testemunha, que não recebeu nenhum tratamento, demonstrou a maior taxa de germinação,

demonstrando a importância das condições naturais para o desenvolvimento das sementes. A introdução da inoculação, no entanto, resultou em uma queda radical na germinação, revelando um impacto negativo considerável na saúde das sementes. Em relação aos tratamentos químicos e biológico testados, o Difenconazol e Tiofanato-metilíco + Fluazinam apesar de demonstrarem altas taxas de infecção, mantiveram taxas de germinação relativamente competitivas em comparação com a testemunha inoculada (Tabela 5).

No que diz respeito à infecção das sementes, a testemunha inoculada expressou uma taxa alarmante de 98%, indicando que a inoculação teve um efeito drástico na saúde das sementes. Todos os tratamentos resultaram em 100% de infecção (Tabela 5).

A tabela 6 ilustra o índice de crescimento micelial (ICM), inibição do crescimento micelial (PIC) e taxa de crescimento, onde revelou-se diferenças entre os tratamentos apresentando níveis de eficácia variados.

Tabela 6. Índice de crescimento micelial, inibição do crescimento micelial e taxa de crescimento com diferentes tratamentos.

Table 6. Mycelial growth index, mycelial growth inhibition, and growth rate with different treatments.

Tratamentos	ICM ¹	PIC ²	Tx ³
Testemunha	1,750 a	-	-
Difenoconazol	0,750 b	76,125 a	0,159 a
Tiofanato-metilíco + Fluazinam	0,567 c	78,540 b	0,143 b
Metalaxil-M + Fludioxomil	2,290 d	1,872 c	0,654 c
<i>Trichoderma asperellum</i> isolado URM 5911	1,720 a	-5,000 d	0,700 d
Piraclostrobina + Tiofanato-metilíco + Fipronil	0,815 b	71,250 e	0,191 e
CV (%)	8,02	3,44	2,76

Médias de tratamentos seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

¹ICM: Índice de crescimento micelial; ²PIC: Inibição do crescimento micelial; ³Tx: Taxa de crescimento.

O tratamento com Metalaxil-M + Fludioxomil apresentou o ICM mais elevado, e uma inibição do crescimento micelial muito baixa. Já os tratamentos com Difenoconazol e Tiofanato-metilíco + Fluazinam mostram-se eficazes na inibição do crescimento micelial. O tratamento com *Trichoderma asperellum* apresentou uma inibição negativa, sugerindo uma aceleração do crescimento micelial (Tabela 6).

A taxa de crescimento, que reflete a capacidade do micélio de se expandir, também variou, com alguns tratamentos demonstrando um desenvolvimento inferior. Nos tratamentos com Difenoconazol e Tiofanato-metilíco + Fluazinam as

taxas de crescimento foram inferiores quando comparados ao Metalaxil-M + Fludioxomil (Tabela 6).

4. DISCUSSÃO

4.1. Germinação e sanidade de sementes.

A baixa taxa de germinação pode ser referida à baixa incapacidade, dos tratamentos de controlar seguramente o patógeno presente. Segundo estudos recentes, a efetividade dos produtos no controle de patógenos de sementes pode diversificar amplamente e está intensamente referente à formulação e aplicação dos produtos utilizados (MENDEZ et al., 2018; LIU et al., 2021). Lima et al (2019), destaca a importância de manter as sementes livres de doenças para maximizar a produtividade.

A falha em controlar o patógeno pode propor que os produtos utilizados não tem atributos antifúngicos suficientemente eficiente ou que a aplicação dos mesmos não foi otimizada. Estudos atuais apontam que a eficiência dos tratamentos pode ser impactada pela interação entre patógeno e o ambiente do cultivo, além das propriedades intrínsecas dos produtos (SANCHEZ et al., 2020). Segundo Silva et al (2020), a presença de patógenos pode comprometer gravemente a germinação e vigor das sementes, resultando em perdas significativas no cultivo. Em estudos realizados por Rocha et al. (2021), ressaltam que alguns fungicidas podem não ter ação profilática em cenários de alta pressão de patógenos.

4.2. Índice de crescimento micelial (ICM), Inibição do crescimento micelial (PIC) e Taxa de crescimento (Tx).

O índice de crescimento micelial retrata a proliferação do micélio e aponta a eficácia dos tratamentos na redução do crescimento do fungo. Os tratamentos que manifestam um menos ICM podem ter sido o mais eficiente em inibir o crescimento do micélio, em contrapartida o Metalaxil-M + Fludioxomil parece ter sido o menos eficiente. Os resultados certificam com a literatura, que indica que a eficácia dos tratamentos antifúngicos pode alterar significativamente e é dependente da formulação específica e do modo de ação do produto (VERMA et al., 2017; DING et al., 2021).

O tratamento Difenoconazol demonstrou uma eficácia considerável em controlar o patógeno, um achado que apoia as observações de Mendes et al. (2020), que apontam que a inibição do crescimento micelial é um parâmetro crucial para avaliar a eficiência de fungicidas. O tratamento Tiofanato-metilíco + Fluazinam, apesar de eficaz, teve um ICM inferior ao Difenoconazol, demonstrando que, embora os dois tratamentos possam ser úteis, suas eficiências variam significativamente. A literatura recomenda que combinações com diferentes modos de ação podem ser uma estratégia eficiente para maximizar o controle de patógenos (KUDLAWIEC et al., 2023).

Os tratamentos Tiofanato-metilíco + Fluazinam, Difenoconazol e Piraclostrobina + Tiofanato-metilíco + Fipronil apresentaram a maior

inibição do crescimento micelial, no entanto o tratamento *Trichoderma asperellum* mostrou a menor inibição e maior taxa de crescimento micelial, indicando que não foi eficiente no controle do fungo. Estudos atuais apontam que a inibição eficaz do crescimento micelial é crucial para o manejo de doenças fúngicas e pode ser influenciada por diversos fatores, englobando a concentração do agente antifúngico e o tempo de exposição (HUANG et al., 2019; LI et al., 2022). A baixa inibição constatada com *Trichoderma asperellum* pode indicar que o produto possui uma menor eficácia ou que a aplicação recomendada não é adequada para o controle específico do *Fusarium spp.*

A análise da taxa de crescimento aponta que o tratamento Metalaxil-M + Fludioxonil apresenta a maior taxa, mas como mencionado anteriormente, isso não se traduz em eficácia no controle da infecção. Os dados revelam que, apesar de alguns tratamentos facilitam a germinação, a eficácia na redução da infecção deve ser prioritária no manejo de doenças (NASCIMENTO et al., 2018).

5. CONCLUSÕES

Nesse estudo conclui-se que a aplicação Metalaxil-M + Fludioxonil foi a que teve um menor controle. Já a aplicação do Tiofanato-metilíco + Fluazinam foi a que teve um maior controle do fungo.

Conclui-se que apesar de alguns tratamentos apresentaram eficácia relativa na inibição do crescimento micelial, a maior parte dos tratamentos falhou em melhorar a emergência e a sanidade das sementes. A eficiência do controle do patógeno e o crescimento micelial diferem amplamente entre os tratamentos, propondo a necessidade de otimização, propondo a necessidade de otimização dos produtos e suas aplicações.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 200p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento safra brasileira grãos. **Safra 23/24: décimo levantamento**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/safra2324-decimo-levantamento> Acesso em: 22 de julho de 2024.

DING, Y.; ZHANG, Q.; LU, Y. Efficacy of Fungicides in Controlling Fungal Diseases in Crops: A Review. **Journal of Agricultural Science**, 2021 p. 45-60.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fix effects split plot designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

GOULART, A. C. P.; NUNES, J. C. S. **Evolução e cenário atual do tratamento de sementes de soja com fungicidas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2021.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 1. Ed. Londrina: EMBRAPA, 2004. 49 p.

HENNING, A. A. ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças da soja**. 5. Ed. Londrina: EMBRAPA soja, 2014. 76 p.

HUANG, J.; ZHAO, H.; WU, Y. Advances in Seed Treatment for Control of Plant Diseases. **Pest Management Science**, 2019 p. 1931-1944.

ITO, M. F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, v.3, n.3, p. 83-101, 2013.

KUDLAWIEC, K.; LIMA, R. F.; COSTA, F. (2023). Controle de patógenos em sementes: desafios e inovações. **Fitopatologia**.

KUDLAWIEC, K.; TOMEN, A.; BERGAMIN, A. C.; ANJOS, B.; WRUCK, D. S. M.; MOREIRA, E. N.; GHENO, E. A.; POLETTO, E. M.; CONSTANTINO, E. J.; ROJAS, E. P.; JÚNIOR, I. P. A.; CACIQUE, I. S.; ASCARI, J. P.; BERGAMIN, L. P. P.; BELUFI, L. M. R.; ZULLI, M. R.; MÜLLER, M. A.; BONALDO, S. M.; GODOY, C. V.; LOPES, I. O. N.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D. Eficiência de fungicidas para o controle da podridão de grãos da soja, na safra 2022/2023: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Circular Técnica**. EMBRAPA, Londrina/PR, 2023.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântula de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annum* L.)**. Lavras, 1991.

LI, J.; YANG, X.; ZHOU, X. Analysis of Fungicide Efficacy Controlling *Fusarium* Species. **Journal of Phytopathology**, 2021. p. 135-145.

LIMA, T. G.; SANTOS, A. R.; ALMEIDA, F. (2019). Impacto de patógenos na germinação de sementes. **Journal of Seed Science**.

LIU, Y. ZHANG, X.; LIU, T. (2021). Effectiveness of Antifungal Treatment on Seed Health and Germination. **Seed Science & Technology**, 2021, p. 135-145.

MÉNDEZ, N.; MORENO, M.; SILVA, M. Efficacy of Fungicides in the Control of Seed-Borne Pathogens. **Crop Protection**, 2018, p. 132-142.

NASCIMENTO, F. X.; RIBEIRO, C. C.; SILVA, T. (2018). Manejo integrado de doenças na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**.

NASCIMENTO, J. M.; SERRA, A. P.; BACCHI, L. M.; GAVASSONI, W. L.; VIEIRA, M. C. Inibição do crescimento micelial de *Cercospora calendulae* Sacc. Por extratos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v. 15, n. 4, p. 751-756, 2013.

ROCHA, A. B.; SEIXAS, C. D.; PACHECO, A. (2021). Controle químico de doenças em sementes de soja: eficácia e limitações. **Revista de Ciências Agrárias**.

SANCHEZ, J.; PEÑA, P.; HERRERA, A. Interactions Between Fungicides and Pathogens: Implications for Disease Management. **Fungal Biology Reviews**, 2020. p. 125-137.

SIEBEN, A.; MACHADO, C. A. Histórico e contextualização sócio-econômica e ambiental da soja

(*Glycine max*) no Brasil. **Geoambiental On-line**, Jataí – GO, n.7 p. 71-88, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/25917/14887> Acesso em: 22 de julho de 2024.

SILVA, J. R.; SOUZA, A. M.; LIMA, L. (2020). A influência de fungos patogênicos na germinação e no crescimento de plantas. **Fitopatologia**.

SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; GODOY, C. M.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; DIAS, W. P.; ALMEIDA, A. M. R. **Manejo de doenças**. Sistema de Produção. Tecnologias de produção de soja. Capítulo 10, p. 228-254. Disponível em: <https://alice.cnptia.embrapa.br/alice/bistream/doc/1128404/1/p.-227-264-de-SP-17-2-020-online.pdf> Acesso em: 30 de julho de 2024.

VERMA, A.; RAJ, S.; TRIPATHI, K. Recent Advances in the Management of Seed-Borne Fungal Diseases. **Journal of Plant Pathology**,