

SENSIBILIDADE IN VITRO DE *Colletotrichum truncatum* DA SOJA A DIFERENTES FUNGICIDAS

ULSENHEIMER, Isabela¹
BELUFI, Luana Maria de Rossi²
DOS SANTOS, Eliane Poltronieri³
PITTELKOW, Fabio Kempim⁴

RESUMO

A soja é uma cultura de importância global, especialmente no Brasil o maior produtor. No entanto, doenças como a antracnose, causada por *Colletotrichum* spp., podem reduzir a produtividade. Este estudo avaliou a sensibilidade *in vitro* de um isolado de *C. truncatum* a diferentes fungicidas comerciais utilizados em doses recomendadas pelos fabricantes. O experimento foi composto por uma testemunha e 10 fungicidas, sendo: Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxaide, Trifloxistrobina + Protiococonazol + Bixafen, Protiococonazol + Impirfluxam, Protiococonazol + Benzovindiflupir, Azoxistrobina + Benzovindiflupir, Tebuconazol + Impirfluxam, Protiococonazol + Metiltetraprole, Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre, Azoxistrobina + Protiococonazol + Mancozebe, Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil. O experimento foi conduzido na Clínica de Plantas da Fundação Rio Verde, em Lucas do Rio Verde – MT. Os resultados mostraram que todos os fungicidas testados foram efetivos na inibição do crescimento micelial e em relação a formação de conídios, apenas Impirfluxam + Tebuconazol não reduziu significativamente a esporulação. Analisando os dados conjuntos de controle de crescimento micelial e controle da formação de conídios, os tratamentos Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxaide, Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre, Azoxistrobina + Protiococonazol + Mancozebe e Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil se destacaram. Esses resultados, obtidos em condições de laboratório, fornecem direcionamento para o controle químico da antracnose, embora testes de campo sejam necessários para validar a eficiência em condições reais, fora de ambiente controlado.

PALAVRAS-CHAVE: Multissítio. Antracnose. *Glycine max*.

IN VITRO SENSITIVITY OF SOYBEAN *Colletotrichum truncatum* TO DIFFERENT FUNGICIDES

ABSTRACT

Soybeans are a crop of global importance, especially in Brazil, the largest producer. However, diseases such as anthracnose, caused by *Colletotrichum* spp., can reduce productivity. This study evaluated the in vitro sensitivity of a *C. truncatum* isolate to different commercial fungicides used at doses recommended by manufacturers. The experiment was composed of a control and 10 fungicides, namely: Pyraclostrobin + Mefentrifluconazole + Fluxapyroxad, Trifloxystrobin + Prothioconazole + Bixafen, Prothioconazole + Impirfluxam, Prothioconazole + Benzovindiflupyr, Azoxytrobin + Benzovindiflupyr, Tebuconazole + Impirfluxam, Prothioconazole + Methyltetraprole, Trifloxystrobin + Tebuconazole + Copper Oxychloride, Azoxytrobin + Prothioconazole + Mancozeb, Methinotrobin + Impirfluxam + Chlorothalonil. The experiment was conducted at the Plant Clinic of the Fundação Rio Verde, in Lucas do Rio Verde – MT. The results showed that all fungicides tested were effective in inhibiting mycelial growth and in relation to conidia formation, only Impirfluxam + Tebuconazole did not significantly reduce sporulation. Analyzing the joint data of mycelial growth control and control of conidia formation, the treatments Pyraclostrobin + Mefentrifluconazole + Fluxapyroxad, Trifloxystrobin + Tebuconazole + Copper Oxychloride, Azoxytrobin + Prothioconazole + Mancozeb and Methinotrobin + Impirfluxam + Chlorothalonil stood out. These results, obtained under laboratory conditions, provide guidance for the chemical control of anthracnose, although field tests are necessary to validate the efficiency in real conditions, outside of a controlled environment.

KEYWORDS: Multisite. Anthracnose. *Glycine max*.

¹Engenheira agrônoma, Mestre. Assistente de Pesquisa do setor de Fitopatologia – Fundação Rio Verde. E-mail: clinicaodeplantas@fundacaorioverde.com.br

²Engenheira agrônoma, Mestre. Coordenadora do setor de Fitopatologia – Fundação Rio Verde. E-mail: luana@fundacaorioverde.com.br

³Engenheira agrônoma. Assistente de Pesquisa do setor de Fitopatologia – Fundação Rio Verde. E-mail: elianepoltronieri@fundacaorioverde.com.br

⁴Engenheiro agrônomo, Doutor. Diretor de Pesquisa – Fundação Rio Verde. E-mail: fabio@fundacaorioverde.com.br

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas mais importantes do mundo, sendo uma fonte essencial de proteína e óleo vegetal. De acordo com o levantamento de agosto de 2024 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a produção brasileira de soja na safra 2023/24 alcançou 147,38 milhões de toneladas, ocorrendo uma redução de 4,7% em relação à safra anterior. Esse decréscimo na produção foi atribuído, principalmente, à necessidade de replantio nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Matopiba, que enfrentaram temperaturas elevadas e baixa pluviosidade no período da semeadura (CONAB, 2024).

Mato Grosso, mesmo enfrentando desafios climáticos, permaneceu como o maior produtor de soja do país, atingindo a produção de 39,34 milhões de toneladas (CONAB, 2024). No entanto, a produção enfrenta ameaças constantes de várias doenças. Entre elas está a antracnose, causada por fungos do gênero *Colletotrichum* e, por mais que existam variadas espécies relatadas causando os sintomas, *Colletotrichum truncatum* é a mais representativa na região (ROGÉRIO *et al.*, 2019).

Este patógeno pode infectar a planta em todos os estádios de desenvolvimento, desde a fase vegetativa até a fase reprodutiva. Os sintomas em plântulas consistem em lesões deprimidas marrom-avermelhadas ou negras nos cotilédones, com posterior abortamento do órgão. Em plantas, podem ocorrer lesões marrons na haste e nas nervuras das folhas podendo evoluir para lesões pardas no limbo foliar onde é verificada a presença dos acérvulos. As lesões marrons se estendem aos pecíolos e vagens. Nas vagens acontece o apodrecimento de cor castanho escuro a negro, podendo adquirir aspecto retorcido e é verificada a presença dos acérvulos (EMBRAPA, 2021).

Embora as perdas efetivas causadas por antracnose sejam difíceis de quantificar devido à associação com outros patógenos, estudos indicam que a antracnose pode causar perdas de até 50% na produtividade, afetando significativamente a economia agrícola (BOUFLEUR *et al.*, 2021; HARTMAN *et al.*, 2015).

O manejo eficaz da antracnose inclui o uso de fungicidas, embora a eficácia desses produtos possa ser comprometida ao longo do tempo pela resistência do patógeno. Por isso, testes de sensibilidade são essenciais para garantir o controle adequado da doença (REIS *et al.*, 2019).

Testes de sensibilidade *in vitro* buscam identificar quais fungicidas apresentam maior eficácia na inibição do desenvolvimento de determinado patógeno, fornecendo suporte para a escolha de estratégias de manejo mais eficientes e sustentáveis (COX *et al.*, 2009).

Esses testes geralmente são conduzidos utilizando os ingredientes ativos isolados em diferentes concentrações, como demonstrado nos estudos de Figueroa-Saavedra *et al.* (2023), Gelian *et al.* (2023), Anderson *et al.* (2020) e Bampi *et al.* (2013). Por isso, o presente estudo buscou avaliar a

sensibilidade de um isolado de *Colletotrichum truncatum* da soja a diferentes fungicidas em suas formulações comerciais com mais de um ingrediente ativo e utilizados nas doses recomendadas pelos fabricantes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DOENÇAS DA SOJA

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância econômica, tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo, representando uma significativa fonte de renda, sendo uma fonte essencial de proteína e óleo vegetal. Os dois maiores produtores globais são Brasil e Estados Unidos, responsáveis por 38,72% e 28,68% da produção mundial, respectivamente, o que representa 67,4% da soja produzida no planeta (USDA, 2024).

De acordo com o levantamento de agosto de 2024 da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a produção brasileira de soja na safra 2023/24 alcançou 147,38 milhões de toneladas, cultivada em uma área de aproximadamente 46,03 milhões de hectares. Houve uma redução de 4,7% em relação à safra 2022/23. Esse decréscimo na produção foi atribuído, principalmente, à necessidade de replantio nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Matopiba, que enfrentaram temperaturas elevadas e baixa pluviosidade no período da semeadura (CONAB, 2024). Apesar dos desafios climáticos, Mato Grosso permaneceu como o maior produtor de soja do país, com uma safra de 39,34 milhões de toneladas (CONAB, 2024).

Ferreira (2016) já antecipava que as secas no Brasil se tornariam mais frequentes e intensas em um curto período. Nesse contexto, a agricultura brasileira enfrentaria desafios crescentes, especialmente devido às condições climáticas, que são o fator mais imprevisível e difícil de controlar na determinação da produtividade agrícola (FERREIRA, 2016).

Além dessa instabilidade climática, as doenças também fazem parte das ameaças à produtividade da soja, que podem comprometer tanto a quantidade quanto a qualidade dos grãos produzidos (JUHÁSZ *et al.*, 2013; SEIXAS *et al.*, 2020).

No Brasil, as doenças que afetam a soja podem ser causadas por diferentes patógenos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides, sendo que as mais expressivas são as de origem fúngica (JUHÁSZ *et al.*, 2013; SEIXAS *et al.*, 2020). A incidência e severidade das doenças variam a cada safra, pois são diretamente influenciadas pelas condições ambientais e práticas de manejo, entretanto, estima-se que as perdas ocasionadas por doenças sejam de, em média, 15% a 20% (SEIXAS *et al.*, 2020).

As doenças fúngicas de maior expressão no cerrado brasileiro tem crescido em representatividade e severidade nas últimas safras. Dentre elas, podemos citar o crestamento de cercospora, a mancha alvo, a antracnose e a podridão de grãos.

2.2 ANTRACNOSE

A antracnose é causada por fungos do gênero *Colletotrichum* e, por mais que existam várias espécies relatadas causando os sintomas, *Colletotrichum truncatum* ainda é a mais representativa (ROGÉRIO *et al.*, 2019).

Por ser um fungo que também atua como oportunista, com a capacidade de se desenvolver em tecidos mortos, a presença do patógeno em outras lesões pode levar à confusão de seus sintomas com os de outras condições, como injúrias causadas por insetos ou até mesmo outras doenças, por isso, é importante se atentar às características específicas de seus sintomas (SEIXAS *et al.*, 2020).

Este patógeno é mais evidente em regiões com alta temperatura e umidade, podendo infectar a planta em todos os estádios de desenvolvimento, desde a fase vegetativa até a fase reprodutiva (ALMEIDA *et al.*, 1997). Os sintomas em plântulas consistem em lesões deprimidas marrom-avermelhadas ou negras nos cotilédones, com posterior abortamento do órgão. Em plantas, podem ocorrer lesões marrons na haste e nas nervuras das folhas podendo evoluir para lesões pardas no limbo foliar, onde é verificada a presença dos acérvulos. As lesões marrons se estendem aos pecíolos e vagens. Nas vagens acontece o apodrecimento de cor castanho escuro a negro, podendo adquirir aspecto retorcido e é verificada a presença dos acérvulos (EMBRAPA, 2021; ALMEIDA *et al.*, 1997).

Embora as perdas efetivas causadas por antracnose sejam difíceis de quantificar devido à associação com outros patógenos, estudos indicam que a antracnose pode causar perdas de até 50% na produtividade, afetando significativamente a economia agrícola (BOUFLEUR *et al.*, 2021; HARTMAN *et al.*, 2015).

2.3 FUNGICIDAS E TESTE DE SENSIBILIDADE

O manejo de doenças da soja no Brasil é um desafio contínuo que exige a combinação de diferentes estratégias para minimizar as perdas. A pesquisa agrícola desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de cultivares resistentes e no entendimento das dinâmicas das doenças, permitindo uma gestão mais eficaz das lavouras (JUHÁSZ *et al.*, 2013). A integração entre práticas culturais químicas e biológicas é essencial para garantir a sustentabilidade da produção.

O uso de fungicidas constitui a principal estratégia para o manejo eficaz das doenças da soja, embora sua eficácia possa diminuir ao longo do tempo devido à resistência dos patógenos, uma vez que os fungos são organismos em constante evolução (FRAC, 2024; GODOY *et al.*, 2021). Diante disso, é essencial realizar um monitoramento contínuo da eficiência desses produtos, sendo os testes de sensibilidade ferramentas importantes para garantir esse acompanhamento e assegurar a escolha adequada de fungicidas que proporcionem um controle eficaz da doença (FRAC, 2024).

Testes de sensibilidade *in vitro* visam identificar quais fungicidas apresentam maior eficácia na inibição do desenvolvimento de determinado patógeno, estudando a relação única e específica entre o fungicida e o fungo, em ambiente controlado, fornecendo complemento para a escolha de estratégias de manejo mais eficientes e sustentáveis no campo (COX *et al.*, 2009).

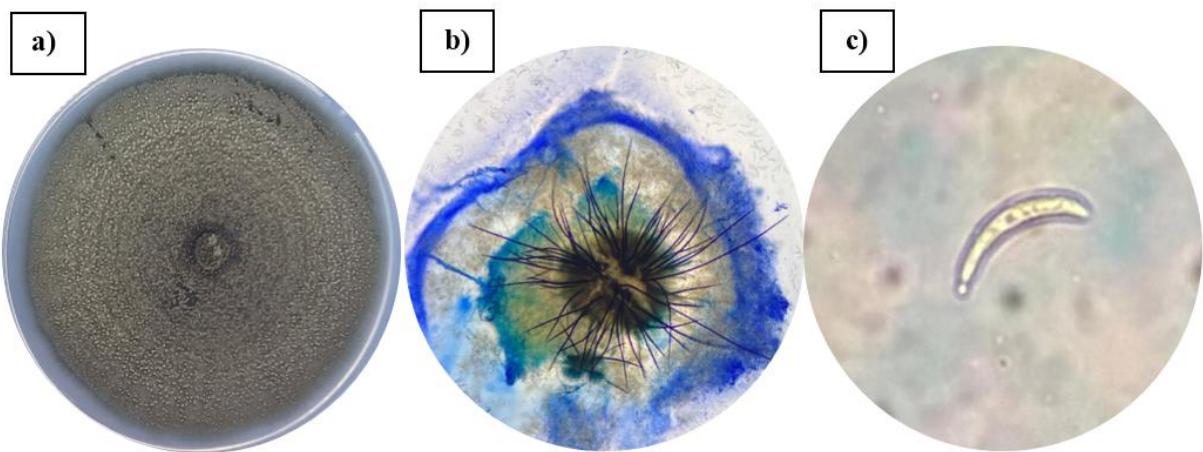
Geralmente, esses testes utilizam ingredientes ativos isolados em diferentes concentrações, como demonstrado em estudos de Figueroa-Saavedra *et al.* (2023), Gelian *et al.* (2023), Anderson *et al.* (2020) e Bampi *et al.* (2013). Entretanto, recentemente vem sendo vista a importância de testar diferentes misturas de ingredientes ativos, com os fungicidas comerciais em suas doses recomendadas pelos fabricantes (SANTOS *et al.*, 2023).

3. METODOLOGIA

O isolado FRV 08 - *Colletotrichum truncatum* foi coletado de planta de soja com sintomas de antracnose durante a safra 2022/2023 em Lucas do Rio Verde, Mato Grosso ($12^{\circ}59'49''$ S e $55^{\circ}57'47''$ W). A partir desse isolamento, uma cultura pura foi obtida utilizando a metodologia monohifal, que consiste na retirada da ponta de uma única hifa para a purificação e multiplicação do patógeno.

A identificação da espécie foi confirmada através da análise morfológica das colônias, acérvulos e conídios em meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) (Figura 1a, 1b e 1c). Os resultados foram consistentes com a descrição morfológica de Rogério *et al.* (2017), mostrando colônias cinza escuras com acérvulos pretos e uma massa mucilaginosa laranja, onde se formam conídios falciformes, hialinos, unicelulares e asseptados, com dimensões variáveis.

Figura 1 – Características morfológicas do isolado FRV08 de *C. truncatum* da soja em meio de cultura BDA.



Fonte: os autores, 2024.

Nota: a). Colônia; b). acérvelo visualizado em microscópio ótico; e c). conídio visualizado em microscópio ótico.

O experimento foi composto por 11 tratamentos, sendo 10 fungicidas comerciais e 1 testemunha, com 6 repetições cada tratamento (Tabela 1). Os fungicidas foram utilizados em suas doses comerciais recomendadas pelos fabricantes e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados na pesquisa e suas respectivas doses recomendadas pelos fabricantes. Lucas do Rio Verde – MT, 2024.

Tratamento	Ingrediente ativo (i.a)	Concentração de i.a (g/L ou Kg)	Concentração de i.a na dose utilizada	Dose (Kg ou L/ha)
1	Testemunha			-
2	Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroade	177,8 + 133,33 + 88,9	106,68 + 79,99 + 53,34	0,6
3	Trifloxistrobina + Protiocoazol + Bixafen	150 + 175 + 125,5	75 + 87,5 + 62,75	0,5
4	Protiocoazol + Impirfluxam	240 + 120	84 + 42	0,35
5	Protiocoazol + Benzovindiflupir	150 + 75	67,5 + 33,75	0,45
6	Azoxistrobina + Benzovindiflupir	300 + 150	60 + 30	0,2
7	Tebuconazol + Impirfluxam	200 + 60	100 + 30	0,5
8	Protiocoazol + Metiltetraprole	280 + 160	84 + 48	0,3
9	Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre	75 + 90 + 420	75 + 90 + 420	1,0
10	Azoxistrobina + Protiocoazol + Mancozebe	37,5 + 37,5 + 525	75 + 75 + 1050	2,0
11	Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil	34,3 + 17,1 + 571	68,6 + 34,2 + 1142	2,0

Foram preparadas caldas dos fungicidas utilizando água destilada esterilizada e a dose recomendada dos produtos. A quantidade de cada fungicida foi calculada com base em uma calda de pulverização de 150 L ha⁻¹. Em seguida, foi adicionado 1 mL da calda de cada produto em placas de Petri de 80 mm, juntamente com 9 mL de meio de cultura BDA, que estava esterilizado e a uma temperatura abaixo de 45°C (SILVEIRA *et al.*, 2020). Para as placas de controle, foi adicionado apenas o BDA.

Após a solidificação do meio de cultura, um disco de micélio de *C. truncatum* com 6,0 mm de diâmetro, proveniente de uma placa mãe com 15 dias de idade, foi colocado no centro de cada placa de Petri. Após essa etapa, as placas foram vedadas com plástico filme e colocadas em uma câmara BOD, regulada para uma temperatura de 25°C e um fotoperíodo de 12 horas.

A sensibilidade de *C. truncatum* aos fungicidas foi determinada medindo o crescimento radial diário do fungo, até que o patógeno atingisse o crescimento total das placas de Petri das testemunhas (80 mm). Isso ocorreu aos 11 dias, quando o experimento foi finalizado. Com base nesses dados, foram realizados os cálculos de índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), em milímetros por dia (mm.dia⁻¹) conforme Oliveira (1991) e porcentagem de inibição de crescimento micelial (PICM) conforme Bastos (1997). As fórmulas dos cálculos estão descritas abaixo:

$$\text{IVCM} = \sum \frac{(D - Da)}{N}$$

Onde:

D= diâmetro médio atual da colônia;

Da= diâmetro médio da colônia do dia anterior;

N= número de horas ou dias após a inoculação.

$$\text{PICM} = \frac{(DTT - DTQ)}{DTT} \times 100$$

Onde:

DTT= diâmetro no tratamento testemunha;

DTQ= diâmetro no tratamento químico (fungicidas).

A análise da quantidade de conídios produzida foi realizada através da extração dos conídios das placas de Petri, onde o conteúdo de cada placa foi batido em liquidificador com 70 mL de água. Posteriormente, uma pequena parte desse conteúdo foi adicionado na câmera de Neubauer para

realização da contagem dos conídios presentes nos oito quadrantes e depois foram realizados os cálculos para a obtenção da quantidade de conídios por mL, através da fórmula:

$$\text{Número de conídios/mL} = \frac{\text{nº total de conídios}}{\text{nº de quadrantes}} \times 10.000$$

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste F e quando significativo, aplicados ao teste de Tukey (FERREIRA, 2011) ao nível de 5% de significância para realizar a comparação das médias.

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com a Tabela 2, onde estão expostos os resultados de índice de velocidade de crescimento micelial, é possível verificar que todos os fungicidas se diferiram estatisticamente da testemunha, apresentando menores valores. Entretanto, os fungicidas com ingredientes ativos de ação multissítio (oxicloreto de cobre, mancozebe e clorotalonil), foram os que se destacaram. Isso pode ser explicado devido a sua ação de contato e sua atuação em dois ou mais sítios do metabolismo do fungo (CHITARRA *et al.*, 2020).

Os fungicidas testados contendo benzovindiflupir em sua formulação, tanto na concentração de 33,75 g/L, quanto na de 30 g/L (T5 e T6), demonstraram resultados estatisticamente semelhantes aos produtos com multissítios, apresentando fungotoxicidade ao isolado FRV 08 – *C. truncatum*. Este resultado está em consonância com os encontrados por Ishii *et al.* (2016), que observaram alta sensibilidade de diferentes espécies de *Colletotrichum* ao benzovindiflupir em testes de crescimento *in vitro*.

De forma complementar, De Mello *et al.* (2023) também relataram resultados extremamente positivos para este ingrediente ativo, destacando eficiência semelhante tanto em *C. truncatum* quanto em *C. gloeosporioides*.

Os tratamentos contendo Protioconazol (T3, T4, T5, T8 e T10) mostraram resultados variáveis, dependendo dos ingredientes ativos associados. Quando combinado com Benzovindiflupir (T5), o Protioconazol apresentou alta eficiência, semelhante aos multissítios. No entanto, na combinação com Impirfluxam (T4), o desempenho foi inferior, com um IVCM de 5,7 mm dia⁻¹, diminuindo o controle do crescimento micelial. Essa variação reflete a importância da sinergia entre os ingredientes ativos para maximizar a eficácia do fungicida.

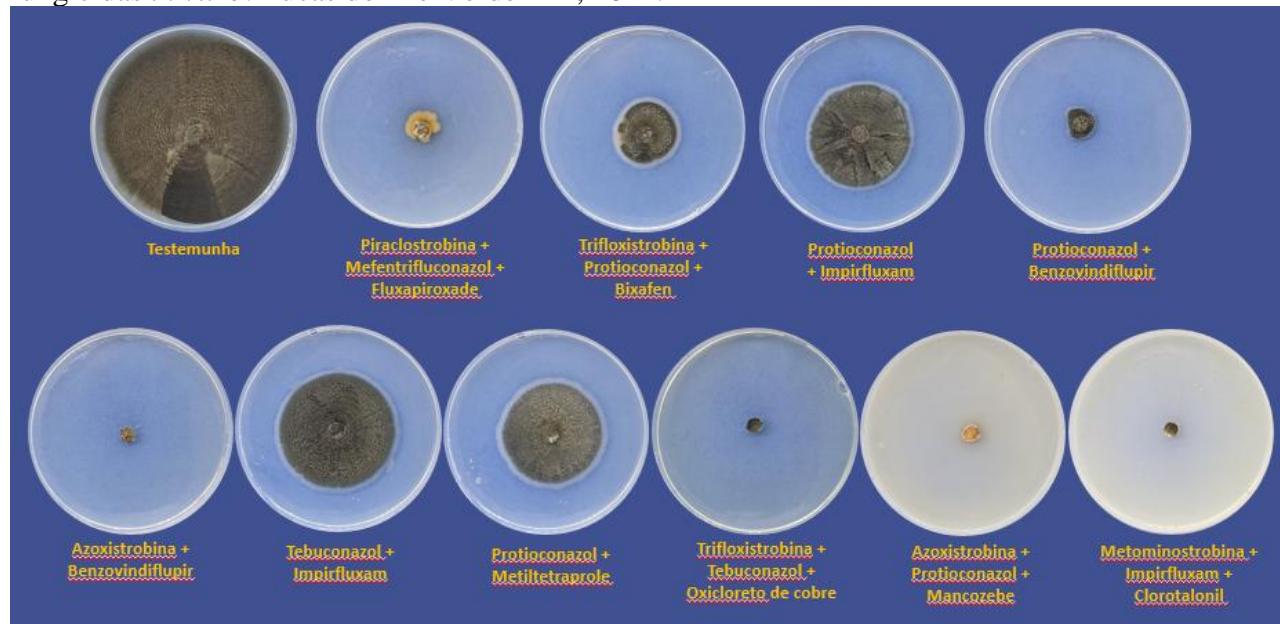
Tabela 2 – Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), em milímetros por dia (mm dia^{-1}), de *Colletotrichum truncatum* com 11 dias, submetido a diferentes fungicidas *in vitro*. Lucas do Rio Verde-MT, 2024.

Tratamento	Ingrediente ativo	Concentração de i.a (g/L ou Kg)	Concentração de i.a na dose utilizada	Dose (Kg ou L/há)	IVCM
1	Testemunha			-	9,6 e*
2	Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxade	177,8 + 133,33 + 88,9	106,68 + 79,99 + 53,34	0,6	1,0 b
3	Trifloxistrobina + Protoconazol + Bixafen	150 + 175 + 125,5	75 + 87,5 + 62,75	0,5	3,2 c
4	Protoconazol + Impirfluxam	240 + 120	84 + 42	0,35	5,7 d
5	Protoconazol + Benzovindiflupir	150 + 75	67,5 + 33,75	0,45	0,6 ab
6	Azoxistrobina + Benzovindiflupir	300 + 150	60 + 30	0,2	0,3 ab
7	Tebuconazol + Impirfluxam	200 + 60	100 + 30	0,5	6,3 d
8	Protoconazol + Metiltetraprole	280 + 160	84 + 48	0,3	5,7 d
9	Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre	75 + 90 + 420	75 + 90 + 420	1,0	0,0 a
10	Azoxistrobina + Protoconazol + Mancozebe	37,5 + 37,5 + 525	75 + 75 + 1050	2,0	0,0 a
11	Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil	34,3 + 17,1 + 571	68,6 + 34,2 + 1142	2,0	0,0 a
Coeficiente de variação (%)					12,5

*médias seguidas de mesma letra, na coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Na Figura 2, são apresentadas as imagens do crescimento micelial de *C. truncatum* 11 dias após a instalação do experimento. Ao observar a morfologia da colônia do tratamento Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxade, que se apresenta de coloração laranjada, sugeriu-se que a formação de acérvulos poderia ser menor do que os tratamentos com as colônias escuras. Este fato foi confirmado por Rogério *et al.* (2017) que verificaram, em um de seus isolados de *C. truncatum*, um crescimento micelial de coloração laranjada e ausência de acérvulos.

Figura 2 – Crescimento micelial de *Colletotrichum truncatum* aos 11 dias, submetido a diferentes fungicidas *in vitro*. Lucas do Rio Verde-MT, 2024.



Fonte: os autores, 2024.

Com esse embasamento, foi realizada a contagem dos conídios de cada tratamento e os resultados estão descritos na Tabela 3. Nela, é possível verificar que no fungicida Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxade ocorreu a formação de $2,1 \cdot 10^4$ conídios mL^{-1} , confirmando assim, a menor formação de acérvulos e conídios neste tratamento com a colônia de cor laranjada.

Se assemelhando estatisticamente a este tratamento, os outros que se destacaram com as menores formações de conídios, foram: Protiocoanazol + Metiltetraprole ($7,9 \cdot 10^4$ conídios mL^{-1}), Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre ($0,1 \cdot 10^4$ conídios mL^{-1}), Azoxistrobina + Protiocoanazol + Mancozebe ($0,3 \cdot 10^4$ conídios mL^{-1}) e Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil ($0,3 \cdot 10^4$ conídios mL^{-1}).

O tratamento Tebuconazol + Impirfluxam apresentou desempenho inferior e foi o único que se assemelhou estatisticamente à testemunha neste parâmetro, indicando que os demais fungicidas testados apresentaram eficiência na redução da formação de conídios de *C. truncatum* *in vitro*.

Tabela 3 – Concentração de conídios por mL de *Colletotrichum truncatum* submetido a diferentes fungicidas *in vitro*. Lucas do Rio Verde-MT, 2024.

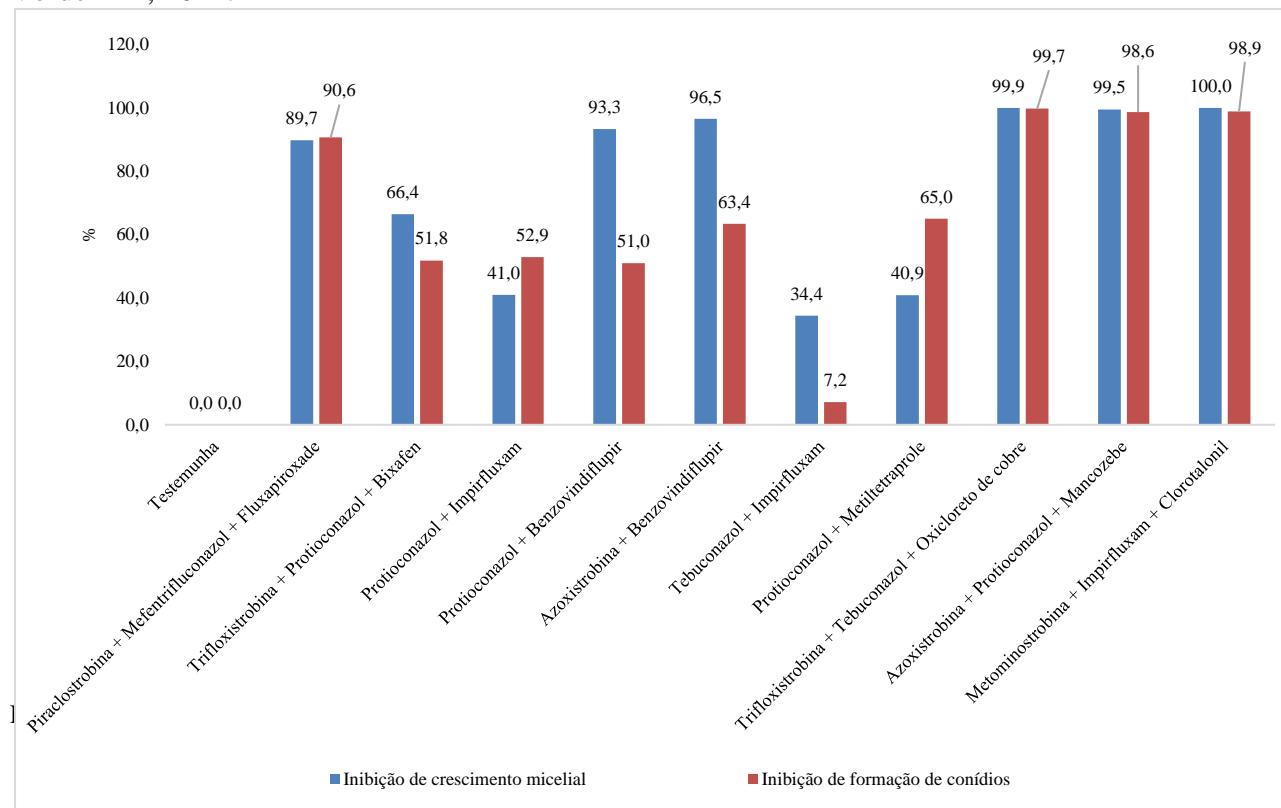
Tratamento	Ingrediente ativo	Concentração de i.a (g/L ou Kg)	Concentração de i.a na dose utilizada	Dose (Kg ou L/ha)	Conídios mL ⁻¹ (.10 ⁴)
1	Testemunha			-	22,7 d*
2	Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroade	177,8 + 133,33 + 88,9	106,68 + 79,99 + 53,34	0,6	2,1 ab
3	Trifloxistrobina + Protoconazol + Bixafen	150 + 175 + 125,5	75 + 87,5+ 62,75	0,5	10,9 c
4	Protoconazol + Impirfluxam	240 + 120	84 + 42	0,35	10,7 c
5	Protoconazol + Benzovindiflupir	150 + 75	67,5 + 33,75	0,45	11,1 c
6	Azoxistrobina + Benzovindiflupir	300 + 150	60 + 30	0,2	8,3 bc
7	Tebuconazol + Impirfluxam	200 + 60	100 + 30	0,5	21,1 d
8	Protoconazol + Metiltetraprole	280 + 160	84 + 48	0,3	7,9 abc
9	Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre	75 + 90 + 420	75 + 90 + 420	1,0	0,1 a
10	Azoxistrobina + Protoconazol + Mancozebe	37,5 + 37,5 + 525	75 + 75 + 1050	2,0	0,3 ab
11	Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil	34,3 +17,1 + 571	68,6 + 34,2 + 1142	2,0	0,3 ab
Coeficiente de variação (%)					38,62

*médias seguidas de mesma letra, na coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

O Gráfico 1 dispõe as porcentagens de controle do crescimento micelial e da formação de conídios. Observa-se que nem todos os tratamentos que inibem o crescimento micelial são igualmente eficazes na inibição da formação de conídios, e vice-versa.

Por outro lado, é importante notar que apenas o tratamento Impirfluxam + Tebuconazol não conseguiu atingir um controle acima de 50% na formação de conídios, indicando uma menor eficácia nesse parâmetro específico. No entanto, todos os outros tratamentos mostraram bons níveis de controle na formação de conídios. Em relação ao crescimento micelial, os tratamentos Impirfluxam + Protoconazol, Impirfluxam + Tebuconazol e Protoconazol + Metiltetraprole não apresentaram controle acima de 50%, expressando um desempenho inferior.

Gráfico 1 – Porcentagem de controle de crescimento micelial e da formação de conídios de *Colletotrichum truncatum* aos 11 dias, submetido a diferentes fungicidas *in vitro*. Lucas do Rio Verde-MT, 2024.



Ao comparar os controles lado a lado (Gráfico 1), é possível observar que os tratamentos Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxade, Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre, Azoxistrobina + Protoconazol + Mancozebe e Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil se destacaram por apresentarem altos níveis de controle, tanto no crescimento micelial quanto na formação de conídios. Tais resultados sugerem que esses tratamentos são os mais fungitóxicos para *C. truncatum*, por serem capazes de inibir o desenvolvimento do fitopatógeno em ambas as fases.

Santos *et al.* (2023), utilizando as mesmas concentrações de ingrediente ativo do presente estudo, observaram que os fungicidas com modo de ação multissítio apresentam um desempenho superior *in vitro*, atingindo 100% de inibição da formação de esporos do crescimento micelial. Esses resultados são consistentes com os obtidos no estudo atual, reforçando a importância da associação de multissítios no controle de patógenos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos e nas condições que o experimento foi conduzido, podemos concluir que todos os fungicidas testados exerceram controle significativo em relação à testemunha para crescimento micelial.

Fungicidas com Benzovindiflupir ou ingredientes ativos de ação multissíntio em sua formulação desempenham de forma superior no controle do crescimento micelial do isolado FRV 08 - *Colletotrichum truncatum in vitro*.

Os tratamentos Piraclostrobina + Mefentrifluconazol + Fluxapiroxade, Trifloxistrobina + Tebuconazol + Oxicloreto de cobre, Azoxistrobina + Proticonazol + Mancozebe e Metominostrobina + Impirfluxam + Clorotalonil se destacaram, apresentando desempenho positivo, tanto no controle do crescimento micelial, quanto na formação de conídios.

Os resultados foram obtidos em condições de laboratório (*in vitro*), oferecendo um ambiente controlado para avaliar a relação específica do fungicida com o patógeno. No entanto, testes em campo são essenciais para confirmar sua eficiência em condições reais, onde fatores ambientais podem influenciar o desempenho. Este estudo contribui para melhorar o controle químico da antracnose na soja e minimizar impactos ambientais e econômicos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A. **Manual de fitopatologia:** doenças da soja. p. 597 – 615, v.2, 4 ed., São Paulo: Ceres, 1997.
- ANDERSON, N. R.; FREIJE, A. N.; BERGSTROM, G. C.; BRADLEY, C. A.; COWGER, C.; FASKE, T.; HOLLIER, C.; KLECZEWSKI, N.; PADGETT, G. B.; PAUL, P.; PRICE, T.; WISE, K. A. Sensitivity of *Fusarium graminearum* to metconazole and tebuconazole fungicides before and after widespread use in wheat in the United States. **Plant health progress**, v. 21, n. 2, p. 85-90, 2020.
- BASTOS, C.N. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre *Crinipellis perniciosa* outros fungos fitopatogênicos. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, n. 4, p.441-443, 1997
- BOUFLEUR, T. R.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; TIKAMI, Í.; ROGÉRIO, F.; THON, M. R.; SUKNO, S. A.; MASSAROLA JÚNIOR, N. S.; BARONCELLI, R. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects. **Molecular Plant Pathology**, v. 22, n. 4, p. 393-409, 2021.
- CHITARRA, L.; PERINA, F.; TARDIN, F.; WRUCK, D.; de ARAÚJO, A. E. **Fungicidas multissítios no controle da Ramularia (Complexo Ramulariopsis gossypii e Ramulariopsis pseudoglycines) do algodoeiro no Norte de Mato Grosso.** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133966/1/PUBLICAR-NO-AINFO-BOL107-10-09-2021.pdf>>. Acesso em 02 set 2024.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 16 set 2024.

COX, K. D.; QUELLO, K.; DEFORD, R. J.; BECKERMAN, J. L. A rapid method to quantify fungicide sensitivity in the brown rot pathogen *Monilinia fructicola*. **Plant disease**, v. 93, n. 4, p. 328-331, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Doenças da soja:** antracnose. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/doencas-da-soja/doencas-causadas-por-fungos/antracnose>>. Acesso em 16 set 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011

FERREIRA, R. C. **Quantificação das perdas por seca na cultura da soja no Brasil.** 2024. Dissertação (mestrado em agronomia), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

FIGUEROA-SAAVEDRA, H. F.; BARBARU-GRAJALES, A.; PAGUAY-SOXO, P. X.; INTRIAGO-REYNA, H. O.; ACOSTA-PEREZ, K. I. Sensitivity *in vitro* of isolates of *Moniliophthora roreri* against fungicides with different modes of action. **Journal of Pharmaceutical Negative Results**, v. 14, p. 3527-3533, 2023.

GELAIN, J.; LYKINS, S.; ROSA, P. F.; SOARES, A. T.; DOWLING, M.; SCHNABEL, G.; MAY DE MIO, L. L. Identification and fungicide sensitivity of *Colletotrichum* spp. from apple flowers and fruitlets in Brazil. **Plant Disease**, v. 107, n. 4, p. 1183-1191, 2023.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; TOMEN, A.; DIAS, A. R.; SICHOCKI, D.; KONAGESKI, F. T.; ARAÚJO JÚNIOR, I. P.; BONANI, J. C.; NUNES JUNIOR, J.; SATO, L. N.; LIMA, L. A. de S.; GARBIATE, M. V.; STEFANELO, M. S.; MÜLLER, M. A.; MARTINS, M. C.; KONAGESKI, T. F.; CARLIN, V. J. **Eficiência de fungicidas para o controle das doenças de final de ciclo da soja, na safra 2020/2021:** resultados summarizados dos ensaios cooperativos. 2021. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134266>>. Acesso em 22 set 2024.

HARTMAN, G. L.; WEST, E. D.; HERMAN, T. K. Crops that feed the World 2. Soybean—worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, v. 3, p. 5-17, 2011.

ISHII, H.; ZHEN, F.; HU, M.; LI, X.; SCHNABEL, G. Efficacy of SDHI fungicides, including benzovindiflupyr, against *Colletotrichum* species. **Pest Management Science**, v. 72, n. 10, p. 1844-1853, 2016.

JUHÁSZ, A. C. P.; DE PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. **Desafios fitossanitários para a produção de soja.** Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/978383/1/cpamtwruck010033642013.pdf>>. Acesso em 20 set 2024.

MELLO, F. E. D.; MATHIONI, S. M.; MATOS, V. O. R. L.; DA SILVA, M. A.; MARQUES, D. B.; RAMBACH, O.; TORRIANI, S. F. F.; DEUNER, C. C.; ANTUNES, R. F. D. Sensitivity of *Colletotrichum plurivorum* and *C. truncatum* isolated from soybean in Brazil to SDHIs and DMIs fungicides. **Tropical Plant Pathology**, v. 49, n. 1, p. 83-92, 2024.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.).** 1991. 111p. Dissertação (mestrado em fitossanidade), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

ROGÉRIO, F.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; BARBIERI, M. C. G.; BRAGANÇA, C. A. D.; SEIXAS, C. D. S.; ALMEIDA, A. M. R.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Phylogeny and variability of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil. **Journal of Applied Microbiology**, v. 122, n. 2, p. 402–415, 2017

ROGÉRIO, F.; GLADIEUX, P.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; CIAMPI-GUILLARDI, M. Multiple introductions without admixture of *Colletotrichum truncatum* associated with soybean anthracnose in Brazil. **Phytopathology**, v. 109, n. 4, p. 681–689, 2019.

SANTOS, C. G. T.; DE ARAÚJO, D. S.; BONALDO, S. M. Sensibilidade de *Colletotrichum plurivorum* e *Colletotrichum truncatum* a fungicidas comerciais. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 12, 2023.

SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; GODOY, C. V.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; DIAS, W. P.; ALMEIDA, A. **Manejo de doenças.** Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1128404/1/p.-227-264-de-SP-17-2-020-online.pdf>>. Acesso em: 20 set 2024.

SILVEIRA, A. L.; SOARES, M. G. O.; GUIMARÃES, S. D. S. C.; PEREIRA, F. D.; POZZEBON, B. C.; ALVES, E. Avaliação da sensibilidade *in vitro* de isolados de *Colletotrichum* spp. à fungicidas. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 01-07, 2020.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production.** Disponível em: <<https://fas.usda.gov/sites/default/files/2024-08/production.pdf>>. Acesso em: 16 set 2024.