

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (12)

December 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/161220231824>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1824>



# Sensibilidade de *Colletotrichum plurivorum* e *Colletotrichum truncatum* a fungicidas comerciais

## Sensitivity of *Colletotrichum plurivorum* and *Colletotrichum truncatum* to commercial fungicides

**Carlos Guilherme Theodoro dos Santos**  
Universidade Federal de Mato Grosso

**Douglas Sobral de Araújo**  
Universidade Federal de Mato Grosso

Corresponding author  
**Solange Maria Bonaldo**  
Universidade Federal de Mato Grosso  
[solange.bonaldo@ufmt.br](mailto:solange.bonaldo@ufmt.br)

**Resumo.** No Brasil, o estado de Mato Grosso é o principal produtor de soja, sua produção colabora com cerca de 29% da produção nacional. A produtividade das plantas de soja está relacionada, dentre outras atividades, com o manejo correto de doenças, essa eficiência no manejo fúngico ocorre principalmente quando se tem conhecimento das características do microrganismo alvo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade de *Colletotrichum plurivorum* e *Colletotrichum truncatum* a fungicidas disponíveis no mercado. Foram realizados ensaios em placas de Petri, com os fungicidas homogeneizados em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) e posterior incubação em incubadora com Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD). Avaliou-se o crescimento micelial diariamente, esporulação e germinação de esporos. Os ensaios comprovaram que *C. plurivorum* e *C. truncatum* possuem sensibilidade diferente aos ingredientes ativos estudados, sendo que *C. plurivorum* apresenta maior sensibilidade aos produtos. O fungicida Mancozebe e a associação Azoxistrobina + Mancozebe + Prothioconazol proporcionaram eficiente controle no desenvolvimento de *C. truncatum*. Os fungicidas Picoxistrobina + Benzovindiflupir e Azoxistrobina + Mancozebe + Prothioconazol, promoveram maior eficiência no controle de *C. plurivorum*.

**Palavras-chaves:** Antracnose, controle, eficiência, *in vitro*.

**Abstract.** In Brazil, Mato Grosso state is the main producer of soybean, its production contributes about 29% of the national production. The productivity of soybean plants is related, among other activities, with the correct management of diseases, this efficiency in fungal management occurs mainly when the characteristics of the target microorganism are known. Therefore, this paper had the objective to evaluate the sensitivity of *Colletotrichum plurivorum* and *Colletotrichum truncatum* to fungicides available on the market. Tests were carried out in Petri dishes, with the fungicides homogenized in potato-dextrose-agar culture medium (PDA) and subsequent incubation in an incubator with Biochemical Oxygen Demand (BOD). Mycelial growth, sporulation and spore germination were evaluated daily. The tests showed that *C. plurivorum* and *C. truncatum* have different sensitivity to the active ingredients studied, and *C. plurivorum* has greater sensitivity to products. The fungicide Mancozeb and the association Azoxystrobin + Mancozeb + Prothioconazole provided an efficient control in the development of *C. truncatum*. The fungicides Picoxystrobin + Benzovindiflupir and Azoxystrobin + Mancozeb + Prothioconazole promoted greater efficiency to control of *C. plurivorum*.

**Keywords:** Anthracnose, control, efficiency, *in vitro*.

### Introdução

O Mato Grosso é o estado detentor da maior produção de soja no Brasil, ele participa diretamente de 29% da produção nacional (CONAB,

2023). Nesta região quatro espécies de *Colletotrichum* foram associadas à antracnose na soja, *C. truncatum* (ROGÉRIO *et al.*, 2016; RAMOS *et al.*, 2013; YANG *et al.*, 2014), *C. cliviae*

(BARBIERI *et al.*, 2017), recentemente reclassificada como *C. sojae* (DAMM, 2019; CASTRO, 2018), *C. musicola* (CASTRO, 2018) e *C. plurivorum* (DAMM, 2019).

Historicamente a espécie de *C. truncatum* era o principal causador da antracnose na soja, porém estudos recentes relatam que outras espécies estão associadas a essa enfermidade, como *C. plurivorum*, *C. gloeosporioides*, *C. incanum* e *C. dematium*, *C. chlorophyti*, *C. brevisporum*, *C. musicola*, e *C. sojae*. (KAVANASHREE *et al.*, 2022; CHEN *et al.*, 2006; YANG *et al.*, 2014).

Altas temperaturas e precipitações elevadas favorecem a severidade da doença. Restos culturais e sementes são as principais fontes de inóculo, quando a transmissão ocorre pelas sementes, os primeiros sintomas poderão surgir logo na germinação, como damping-off. Em plântulas recém-emergidas, podem ser observadas lesões necróticas deprimidas, com coloração variando do cinza ao negro, podendo resultar na morte da plântula (BAILEY; JEGER, 1992; CAMPOS *et al.*, 2006; GOULART, 2018; NATARAJ *et al.*, 2020).

A antracnose pode ocorrer em qualquer fase fenológica da cultura e em diversas estruturas morfológicas como folhas, pecíolos, hastes, vagens e pedicelos. Porém é na fase reprodutiva da planta que o fungo apresenta seu ápice de patogenicidade, os sintomas mais frequentes da infecção são lesões escuras e irregulares, que causam depressões nas hastes, pecíolos e vagens (GALLI; PANIZZI; VIEIRA, 2007; ROGÉRIO *et al.*, 2019).

Nas vagens, inicialmente, as lesões aparecem como estrias acastanhadas a negras, acompanhadas de deformação, na maturação as manchas negras podem se expandir e afetar toda a vagem, essas lesões formadas apresentam forma indefinida e coloração castanho-escuro, cobertas com acérvulos e numerosas setas pretas facilitando a identificação da doença. Vagens infectadas no início de sua formação tendem a necrosar e cair, e em infecção tardia, pode ocorrer a germinação dos grãos imaturos e diminuição da qualidade das sementes (HARTMAN *et al.*, 1999; AMORIM *et al.*, 2016).

Nas folhas, os sintomas manifestam-se como lesões na região abaxial, onde as nervuras podem ficar necrosadas e apresentar coloração negra (HARTMAN *et al.*, 1999; AMORIM *et al.*, 2016).

O controle da antracnose pode ser feito com a junção de vários métodos como aquisição de sementes vigorosas, sadias e de boa procedência, excelente tratamento de sementes com fungicidas registrados para o controle de *Colletotrichum* spp., adubação equilibrada principalmente a potássica, utilização de espaçamentos adequados, buscando evitar a criação de microclima favorável para o desenvolvimento de fungos, pode-se também fazer o uso de produtos químicos, rotacionar as culturas semeadas e eliminar os restos culturais (DIAS, 2014; AMORIM, 2016).

Pesquisas tem demonstrado certa eficiência no controle da antracnose, a partir do uso de fungicidas do grupo dos benzimidazóis, de forma isolada ou em mistura com triazóis (EMBRAPA, 2008). Porém, estudos direcionados às regiões Norte e Centro-Oeste do país, comprovam que os programas de fungicidas apresentam baixa eficiência no controle desse fungo (DIAS *et al.*, 2011; SOUZA, 2009; DIAS, 2014).

Com base em relatos do déficit de controle de fungicidas no manejo de *Colletotrichum* spp., alta variabilidade genética e a falta de registro em bula de fungicidas específicos para o controle da antracnose causada por algumas espécies, objetivou-se avaliar *in vitro*, a sensibilidade de *C. plurivorum* e *C. truncatum* aos diferentes ingredientes ativos dos principais fungicidas presentes no mercado nacional.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, campus de Sinop - MT. Os isolados fúngicos foram obtidos através da Clínica de diagnose de doenças em plantas, projeto esse que mantém uma micoteca com diversos isolados fúngicos.

Os isolados foram cultivados em meio de cultura a base de batata-dextrose-ágar (BDA), em incubadora com Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD) a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , escuro, até colonizar totalmente o meio de cultura.

### Sensibilidade dos isolados aos ingredientes ativos

Os ensaios *in vitro* foram realizados a partir da adaptação da metodologia descrita por Menten *et al.* (1976), utilizando alguns dos principais ativos comercializados (Tabela 2). Foi utilizado a dose de bula e o volume de calda mínimo recomendado pela empresa fabricante.

### Crescimento micelial e produção de esporos

O ensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizado 5 repetições por tratamento. Para preparar o meio de cultura utilizado no experimento, foi realizado previamente o preparo do meio de cultura BDA e posteriormente, adicionou-se a dose calculada de cada fungicida aos erlenmeyers e homogeneizado.

A mistura meio de cultura e fungicida foi vertida em placas de Petri de 9cm estéreis. Posteriormente a solidificação do meio de cultura, repicou-se para o centro da Placa um disco de micélio (7 mm de diâmetro) colonizado.

Concluindo a repicagem, as placas foram vedadas com filme plástico e incubadas em BOD, escuro, a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ . A avaliação do crescimento micelial, consistiu na marcação de dois diâmetros ortogonais na parte inferior da placa, a partir do eixo central. A análise do ensaio se iniciou 24 horas após a incubação, e persistiu diariamente até o momento que o crescimento micelial do tratamento sem fungicida (controle) atingiu 2/3 da placa.

Os dados coletados foram utilizados para calcular o crescimento micelial em centímetros

(Equação 1), a área abaixo da curva de progresso micelial (AACPM) (Equação 2) e a porcentagem de inibição do crescimento micelial (Equação 3).

**Equação 1:** Crescimento micelial (OLIVEIRA, 1991):

$$CM = \frac{X + Y}{2} - D$$

Onde:

**X + Y:** medidas em centímetros do crescimento do fungo em suas respectivas coordenadas;

**D:** diâmetro médio do disco micelial (cm.dia-1).

**Equação 2** - Área abaixo da curva de progresso micelial (AACPM) (CAMPBELL; MADDEN, 1990):

$$AACPM = \sum \left( \frac{y_{i+1} + y_i}{2} \right) \cdot (t_{i+1} - t_i)$$

Onde:

**y<sub>i</sub>** e **y<sub>i+1</sub>**: valores de crescimento micelial observados em duas avaliações consecutivas;

**t<sub>i+1</sub>** e **t<sub>i</sub>**: intervalo entre duas avaliações.

**Equação 3** - Porcentagem de inibição do crescimento micelial (BASTOS, 1997):

$$PIC (\%) = \left( \frac{D_{tn} - D_t}{D_{tn}} \right) \times 100$$

Onde:

**DTN:** diâmetro da testemunha em cm;

**DT:** diâmetro do tratamento em cm.

Com o fim da avaliação do crescimento micelial, deu-se início a mensuração da produção de esporos de cada tratamento. Colocou-se 10mL de água destilada em cada repetição dos tratamentos, raspou-se a colônia fúngica e filtrou -se a solução de esporos com gaze. A solução de esporos foi depositada em câmara de Neubauer e com uso do microscópio óptico ampliado em 400x, efetuada a contagem de esporos. Com o resultado obtido calculou-se a porcentagem de inibição de esporos representado pela Equação 3.

**Equação 3:** Porcentagem de inibição de esporos (OLIVEIRA, 1991):

$$PIE (\%) = \left( \frac{ET - ET}{ET} \right) \times 100$$

Onde:

**PIE:** Porcentagem de inibição de esporos

**ET:** Esporulação da testemunha

**ETR:** Esporulação do tratamento

#### *Inibição de germinação dos esporos*

O ensaio para avaliar a germinação de esporos ocorreu após a esporulação do fungo estudado, o qual foi mantido na incubadora BOD em meio BDA. O experimento consistiu em preparar solução de esporos na concentração 1,0 x 10<sup>5</sup> conídios/mL.

Cada tratamento foi constituído de 10 repetições, logo foi adicionado em cada uma das 10 lâminas estéreis 1 mL de ágar-água (AA) puro (controle), e nos demais tratamentos, 1 mL da

mistura do meio de cultura AA com as doses dos fungicidas, previamente calculadas. Posteriormente a solidificação dos meios de cultura, adicionou-se 100µL (0,1mL) da solução de esporos por lâmina, incubando as mesmas após inoculação, em BOD no escuro, a 26± 2°C por 24 horas, adaptando-se a metodologia descrita por Marques, Monteiro e Pereira (2004).

Após as 24 horas foram contabilizados, com auxílio de microscópio óptico ampliado em 400x, 100 esporos por lâmina, sendo considerados germinados os conídios que apresentaram o desenvolvimento do tubo germinativo. A porcentagem de inibição da germinação dos esporos de cada fitopatógeno foi calculada através da fórmula descrita por Edington, Kew e Barron (1971) (Equação 5):

**Equação 5:** Porcentagem de inibição de germinação (EDINGTON, KEW, BARRON, 1971):

$$PIG = \left( \frac{GTN - GT}{GTN} \right) \times 100$$

Onde:

**PIG:** Porcentagem de inibição de germinação

**GTN:** Germinação de testemunha negativa

**GT:** Germinação de tratamento

#### *Tratamentos do ensaio*

Os fungicidas utilizados, ingrediente ativo, modo de ação, estão dispostos na Tabela 1. Sendo utilizados de acordo com as recomendações de bula.

#### *Análise estatística*

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, através do programa de estatística SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### **Resultados e discussão**

Todos os fungicidas interferiram no crescimento micelial *in vitro* diferindo estatisticamente da testemunha. Através da análise da variância notou-se diferenças na sensibilidade de *C. plurivorum* e *C. truncatum*, aos diferentes tratamentos analisados (TABELAS 2 e 3).

#### *Colletotrichum plurivorum*

Na área abaixo da curva de progresso do crescimento micelial (AACPM), para o fungo *C. plurivorum*, exceto pela testemunha, o tratamento com Blavity® (Fluxaproxade + Protioconazol) foi o que apresentou maior valor de AACPM, 3,22, seguido por Viovan® (Picoxistrobina + Protioconazol), com a segunda maior AACPM, 1,07.

Os fungicidas Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir), Unizeb Gold® (Mancozebe), Aumenax® (Fluxaproxade + Oxicloreto de cobre), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina +

Mancozebe + Protioconazol) não diferiram entre si, apresentando AACPM igual a zero, ou seja, não ocorrendo crescimento micelial.

Através dos dados da porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC), com exceção dos valores obtidos pela testemunha onde não houve inibição para o crescimento do fungo, foi constatado que todos os demais fungicidas em diferentes intensidades interferem no crescimento de *C. plurivorum*, com menor inibição para o produto Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol) com 81,03%.

Os fungicidas Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir), Unizeb Gold® (Mancozebe), Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol) proporcionaram 100% de inibição do crescimento micelial de *C. plurivorum*.

Conseqüentemente por estarem bem relacionados, é observado para a média de crescimento micelial (CM) a mesma ordem dos fungicidas destacados anteriormente na variável PIC, com maior crescimento em centímetros quando utilizou-se o fungicida Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol), 0,65 cm, entretanto, com crescimento menor que a testemunha de 3,45 cm.

Os fungicidas Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir), Unizeb Gold® (Mancozebe), Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol), apresentaram a maior porcentagem de inibição de esporulação (PIE), com 100%.

O fungicida Viovan® (Picoxistrobina + Protioconazol), obteve 13,33%, propiciando menor esporulação, apesar da inibição destacada este fungicida não diferiu estatisticamente dos fungicidas Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol) Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil), Fox Xpro® (Carboxamida + Triazolintiona + Estrobilurina) e da testemunha.

A inibição da germinação de esporos de *C. plurivorum*, proporcionou a classificação dos fungicidas em 4 grupos, sendo que aqueles que compartilham o mesmo grupo, não se diferem estatisticamente.

O grupo de fungicidas que melhor inibiram a germinação de esporos é composto por Viovan® (Picoxistrobina + Protioconazol), com 95,52%, Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol) (95,32%), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir) (95,13%) e Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil), com 92,96% de PIG.

Em seguida, os produtos que obtiveram a segunda maior taxa de inibição de germinação de esporos foram Unizeb Gold® (Mancozebe), (89,48%), Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre), com 88,78% e Fox Xpro® (Carboxamida + Triazolintiona + Estrobilurina) com (87,98%).

A terceira maior PIG foi observada para os produtos Score® (Difenconazol) (77,81%) e Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) com (77,01%). E por fim, o produto que promoveu o menor efeito sobre a germinação de esporos de *C. plurivorum* foi Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol), com taxa de inibição de 45,60%.

#### *Colletotrichum truncatum*

A avaliação da área abaixo da curva de progresso do crescimento micelial (AACPM) de *C. truncatum*, a testemunha apresentou maior valor (97,47), seguida de Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol) (71,07), Fox Xpro® (Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina) (55,87), Viovan® (Picoxistrobina + Protioconazol) (46,69), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir) (24,12), Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre) (13,99), Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil) (9,27) e Score® (Difenconazol) (6,84). Os tratamentos que proporcionaram AACPM zero foram Unizeb Gold® (Mancozebe), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol).

As médias do crescimento micelial (CM) seguiram o mesmo comportamento da AACPM, a testemunha apresentou o maior crescimento médio (3,88), seguida de Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol) (2,83), Fox Xpro® (Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina) (2,93), Viovan® (Picoxistrobina + Protioconazol) (1,86), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir) (0,96), Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil) (0,38) e Score® (Difenconazol) (0,28). Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre) (0,56).

Os tratamentos que inibiram o desenvolvimento micelial de *C. truncatum* foram Unizeb Gold® (Mancozebe), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol).

Interligado a essas avaliações está a porcentagem de inibição de Crescimento Micelial (PIC), os tratamentos que promoveram maior inibição foram Unizeb Gold® (Mancozebe), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol) (100%), em seguida foram Score® (Difenconazol) (92,88%) e Across® (Azoxistrobina + Difenconazol + Clorotalonil) (90,20%), Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre) (85,48%), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir) (75,32%), Viovan® (Picoxistrobina + Protioconazol) (51,92%), Fox Xpro® (Carboxamida + Triazolintiona + Estrobilurina) (42,42%), Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol) (27,03%).

Os tratamentos que promoveram maior inibição na produção de esporos, em relação a testemunha, foram Unizeb Gold® (Mancozebe), Aumenax® (Fluxapiróxade + Oxicloreto de cobre), Mitrion® (Benzovindiflupir + Protioconazol) e Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protioconazol) (100%), juntamente com Blavity® (Fluxapiróxade + Protioconazol) (80%), Score®

(Difenoconazol) (80%) e Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir) (74,29%).

Across® (Azoxistrobina + Difenoconazol + Clorotalonil) e Viovan® (Picoxistrobina + Protiocanazol) inibiram em 20% a produção de esporos, e Fox Xpro® (Bixafem + Protiocanazol + Trifloxistrobina) não inibiu a produção de esporos, em relação a testemunha.

Os tratamentos que promoveram, estatisticamente, a maior inibição da germinação de esporos foram Fox Xpro® (Carboxamida + Triazolintiona + Estrobilurina) (100%), Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protiocanazol) (100%), Vessarya® (Picoxistrobina + Benzovindiflupir) (97,94%), Score® (Difenoconazol) (96,26%), Unizeb Gold® (Mancozebe) (95,45%), Across® (Azoxistrobina + Difenoconazol + Clorotalonil) (95,19%).

Os produtos que proporcionaram menor potencial na inibição da germinação de esporos foram Viovan® (Picoxistrobina + Protiocanazol) (93,45%), Aumenax® (Fluxaproxade + Oxicloreto de cobre) (92,14%), Blavity® (Fluxaproxade + Protiocanazol) (90,14%) e Mitrion® (Benzovindiflupir + Protiocanazol) (89,16%).

No presente estudo, é notável a diferença na sensibilidade de *C. plurivorum* e *C. truncatum*, aos fungicidas. Essa pode ocorrer devido à mutação ou outro mecanismo de variabilidade do patógeno. Por exemplo, a aplicação de fungicidas de forma não recomendada pode resultar na seleção de isolados com menor sensibilidade ao produto ou até mesmo tornarem-se resistentes (AMORIM *et al.*, 2016). O relato de *C. plurivorum* associado a antracnose em soja é relativamente novo no Brasil, existindo poucos estudos avaliando a sensibilidade de ingredientes ativos e modos de ação dos principais fungicidas disponíveis comercialmente no desenvolvimento desta espécie.

A germinação de esporos de *C. plurivorum* também não foi inibida em concentrações de até 100 µg/mL<sup>-1</sup>, por fungicidas do grupo químico das estrobilurinas (Trifloxistrobina e Piraclostrobinas), inibidores da quinona oxidase (Qols) (CASTRO, 2018).

É importante ressaltar que neste estudo as estrobilurinas estão presentes em mistura, comportando-se de forma variável com demais produtos que proporcionaram inibição ao crescimento micelial e esporulação, como Evolution® (Azoxistrobina + Mancozebe + Protiocanazol) e Viovan® (Picoxistrobina + Protiocanazol). Dessa forma para verificar a sensibilidade das estrobilurinas ou de qualquer ingrediente ativo se faz necessário realizar avaliações isoladas.

Neste ensaio o fungicida Score® (Difenoconazol + triazol), inibidor da biossíntese de esterol, não inibiu o crescimento micelial dos isolados. Porém, pesquisas obtiveram resultados que mostram alta sensibilidade de *C. plurivorum* e *C. lindemuthianum* ao difenoconazol (CASTRO, 2018; GULART, 2009).

Os tratamentos utilizando fungicidas protetores, não sistêmico, controlaram o desenvolvimento de *C. plurivorum*. A maioria dos fungicidas de primeira e segunda geração, cúprico (oxicloreto de cobre) e ditiocarbamatos (mancozeb), respectivamente, vem mantendo a efetividade no controle de doenças fúngicas de plantas por mais de 10 mil anos (AZEVEDO, 2017).

No entanto, os ensaios com o isolado de *C. truncatum*, revelaram que dentre os fungicidas protetores, os constituídos de Mancozebe promoveram maior inibição no desenvolvimento do fungo, enquanto Oxicloreto de Cobre apresenta menor controle.

Pesquisas recentes, relacionadas a sensibilidade de isolados de *C. truncatum* à fungicidas, revelam que isolados da região de Mato Grosso apresentam maior sensibilidade a fungicidas com Mancozebe na sua formulação, quando comparado a produtos constituídos de oxicloreto de cobre (SILVA, 2018). Essa deficiência no controle, também foi detectada em outras espécies de *Colletotrichum*, como *C. theobromicola*, *C. fructicola*, *C. tropicale*, *C. siamense* e *C. karstii* (OLIVEIRA, 2018).

O único fungicida sistêmico que proporcionou inibição do crescimento micelial de *C. truncatum*, é constituído de Benzovindiflupir + Protiocanazol em sua formulação. Estudos previamente realizados detectaram que esses ingredientes ativos quando utilizados isoladamente apresentam alta eficiência sobre *C. truncatum* (SILVA, 2018).

O fungicida Blavity® (Fluxaproxade + Protiocanazol) possui recomendação em bula apenas para *C. truncatum*. Para a espécie de *C. plurivorum*, apresentou maior AACPM e CM, menor PIC% e PIE%, refletindo que tem baixa ação sobre esta espécie e até a conclusão deste ensaio não foram encontradas pesquisas avaliando este fungicida no desenvolvimento de *C. plurivorum*.

Apesar de composto por mistura comercial dupla e ser altamente recomendável a junção de ingredientes ativos, para que se evite surgimento de resistência, a combinação de carboxamidas (SDHIs) com triazolintione (DMIs), não foi suficiente para controlar o desenvolvimento de *C. plurivorum*. Isso pode ser explicado pela variação do espectro de ação que existem nas moléculas fungicidas, alguns pertencentes ao subgrupo dos pirazoles, por exemplo, apresentam boa ação em deuteromicetos, ascomicetos e basidiomicetos (ferrugens), outros ficam restritos a estes últimos (MADALOSSO; BALARDIN, 2014).

Por ser uma carboxamida, com modo de ação específico, o uso de fluxaproxade é considerado de alto risco para o desenvolvimento de resistência em patógenos (FRAC, 2022; PEREIRA *et al.*, 2009); pois é um dos ingredientes ativos mais utilizados na agricultura e não demanda muitas mutações do fungo para adquirir resistência.

Portanto é de extrema importância o uso de diferentes ingredientes ativos no manejo de

doenças na cultura, observando sempre o grau de sensibilidade dos microrganismos, bem como variar os métodos de controle, mantendo-se alerta as mudanças de sensibilidade (SILVA *et al.*, 2015).

Os efeitos dos ingredientes ativos sobre a germinação de esporos foram diferentes dos observados para o crescimento micelial, refletindo a ação em diferentes processos biológicos. A germinação de esporos é um estágio crucial no ciclo de vida dos fungos filamentosos, e a presença de nutrientes com baixo peso molecular, como aminoácidos e açúcares, é essencial para que esse processo ocorra e permita o crescimento e desenvolvimento do fungo (D'ENFERT, 1997).

Os fungicidas que melhor inibiram a germinação de esporos de *C. plurivorum*, compartilham algumas semelhanças na sua composição química, como por exemplo, a presença do grupo químico Estrobilurinas, com os ingredientes ativos Picoxistrobina e Azoxistrobina. Esse grupo químico atua na respiração celular dos fungos sendo classificado no grupo C, subgrupo C3 – Complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio Qo, no modo de ação de fungicidas (FRAC, 2021).

A atividade fungicida desses ingredientes ativos se deve à sua ligação específica ao sítio Qo (Quinona oxidase) das mitocôndrias dos fungos. Essa ligação interrompe a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c1 no complexo III mitocondrial. A interrupção desse processo leva à inibição da síntese de ATP pela mitocôndria,

resultando na interrupção da produção de energia essencial para o funcionamento celular do fungo. Sem ATP suficiente, o fungo não consegue realizar suas atividades metabólicas vitais e, eventualmente, morre (FERNÁNDEZ-ORTUÑO *et al.*, 2008).

As estrobilurinas são fungicidas que se destacam por possuírem amplo espectro de ação, rápida e alta atividade na inibição da germinação de esporos. Além disso, apresentam boa relação custo-benefício e são prontamente degradadas pelo metabolismo das plantas (FENG *et al.*, 2020). Além disso, apresentam ação curativa e erradicante, o que significa que têm a capacidade de inibir o desenvolvimento de fungos em estágios iniciais de pós-germinação (VENÂNCIO *et al.*, 1999).

Outro fungicida que apresenta em sua composição estrobilurina (Trifloxistrobina), é Fox Xpro®. Em comparação aos outros produtos, que compartilham o mesmo grupo químico, Fox Xpro® apresentou baixa inibição da germinação de esporos. Isto pode ter ocorrido, em função da porcentagem de ingrediente ativo na composição do produto, da combinação de grupos químicos ou ineficiência do ingrediente ativo Trifloxistrobina, na germinação de esporos de *C. plurivorum*.

Misturas comerciais triplas de ingredientes ativos são uma alternativa para o manejo de doenças, uma vez que podem atuar em mais de um sítio metabólico do patógeno, porém o uso incorreto representa um risco ao possibilitar a obtenção de microrganismos com resistência cruzada (GUINI; KIMATI, 2000).

**Tabela 1.** Tratamentos avaliados nos ensaios.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Grupo Químico	Modo de Ação*	Dose
Across®	Azoxistrobina	Estrobilurinas	C3: Respiração	1,7L/ha
	Difenoconazol	Triazol	G1: Biossíntese de esterol	
	Clorotalonil	Isoftalonitrila	M5: Atividade multissítio	
Aumenax®	Fluxapiraxade	Carboxamidas	C2: Respiração	0,8Kg/ha
	Oxicloreto de Cobre	Inorgânicos	M1: Atividade multissítio	
Blavity®	Fluxapiraxade	Carboxamida	C2: Respiração	0,25L/ha
	Protiocanazol	Triazolintiona	G2: Biossíntese de esterol	
Evolution®	Azoxistrobina	Estrobilurinas	C3: Respiração	1,75Kg/ha
	Mancozebe	Ditiocarbamato	M3: Atividade multissítio	
	Protiocanazol	Triazolintiona	G2: Biossíntese de esterol	
Fox Xpro®	Bixafem	Carboxamida	C2: Respiração	0,5L/ha
	Protiocanazol	Triazolintiona	G2: Biossíntese de esterol	
	Trifloxistrobina	Estrobilurinas	C: Respiração	
Mitrion®	Benzovindiflupir	Pirazol Carboxamida	C2: Respiração	0,45L/ha
	Protiocanazol	Triazolintiona	G2: Biossíntese de esterol	
Score®	Difenoconazol	Triazol	G1: Biossíntese de esterol	0,3L/ha
Unizeb Gold®	Mancozebe	Ditiocarbamato	M3: Atividade multissítio	1,5 Kg/ha
Vessarya®	Picoxistrobina	Estrobilurinas	C3: Respiração	0,6L/ha
	Benzovindiflupir	Pirazol Carboxamida	C2: Respiração	
Viovan®	Picoxistrobina	Estrobilurinas	C3: Respiração	0,6L/ha
	Protiocanazol	Triazolintiona	G2: Biossíntese de esterol	
Testemunha	-	-	-	-

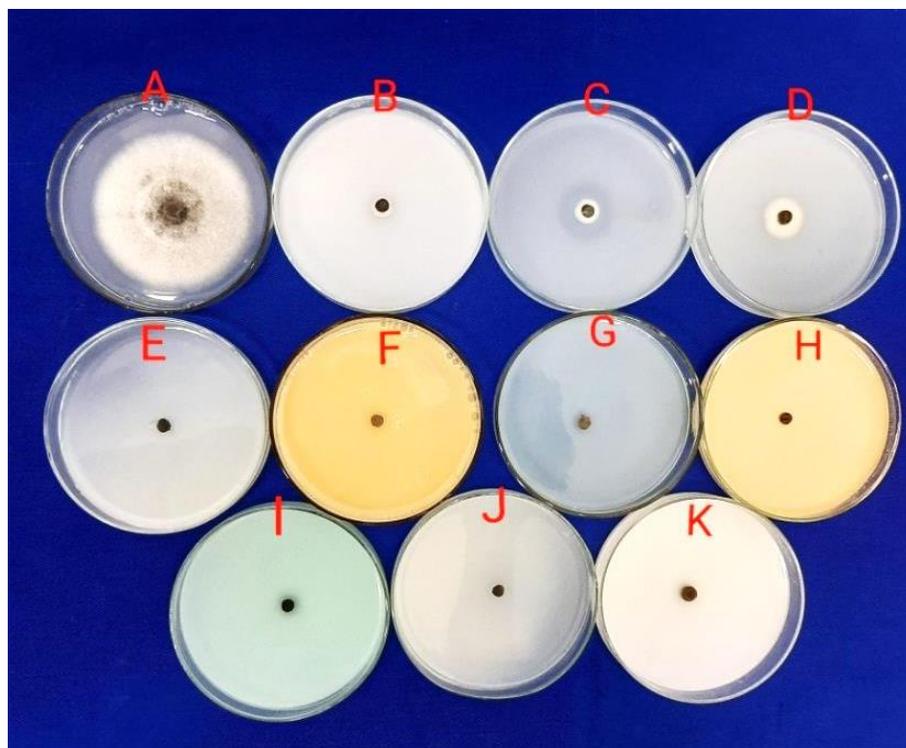
\*Classificado de acordo com o Comitê de ação e resistência a fungicidas - FRAC (2020).

**Tabela 2.** Área Abaixo da Curva de Progresso do Crescimento Micelial (AACPM), médias de Crescimento Micelial (CM), Porcentagem de Inibição de Crescimento Micelial (PIC), Porcentagem de inibição de esporos (PIE) e Porcentagem de Inibição de Germinação (PIG) de *Colletotrichum plurivorum*, submetido a diferentes fungicidas in vitro.

Fungicidas	AACPM	CM (cm)	PIC (%)	PIE (%)	PIG (%)
Testemunha	17,248 a	3,445 a	-	-	
Blavity®	3,220 b	0,652 b	81,03 c	23,33 b	45,60 d
Viovan®	1,072 c	0,232 c	93,27 b	13,33 b	95,52 a
Score®	0,682 d	0,166 c	95,20 b	80 a	77,81 c
Fox Xpro®	0,696 d	0,160 c	95,41 b	20 b	87,98 b
Across®	0,00 e	0,00 d	100 a	40 b	92,96 a
Vessarya®	0,00 e	0,00 d	100 a	100 a	95,13 a
Unizeb Gold®	0,00 e	0,00 d	100 a	100 a	89,48 b
Aumenax®	0,00 e	0,00 d	100 a	100 a	88,78 b
Mitrion®	0,00 e	0,00 d	100 a	100 a	77,01 c
Evolution®	0,00 e	0,00 d	100 a	100 a	95,32 a
<b>CV</b>	<b>14,34</b>	<b>1,99</b>	<b>14,28</b>	<b>44,89</b>	<b>3,37</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

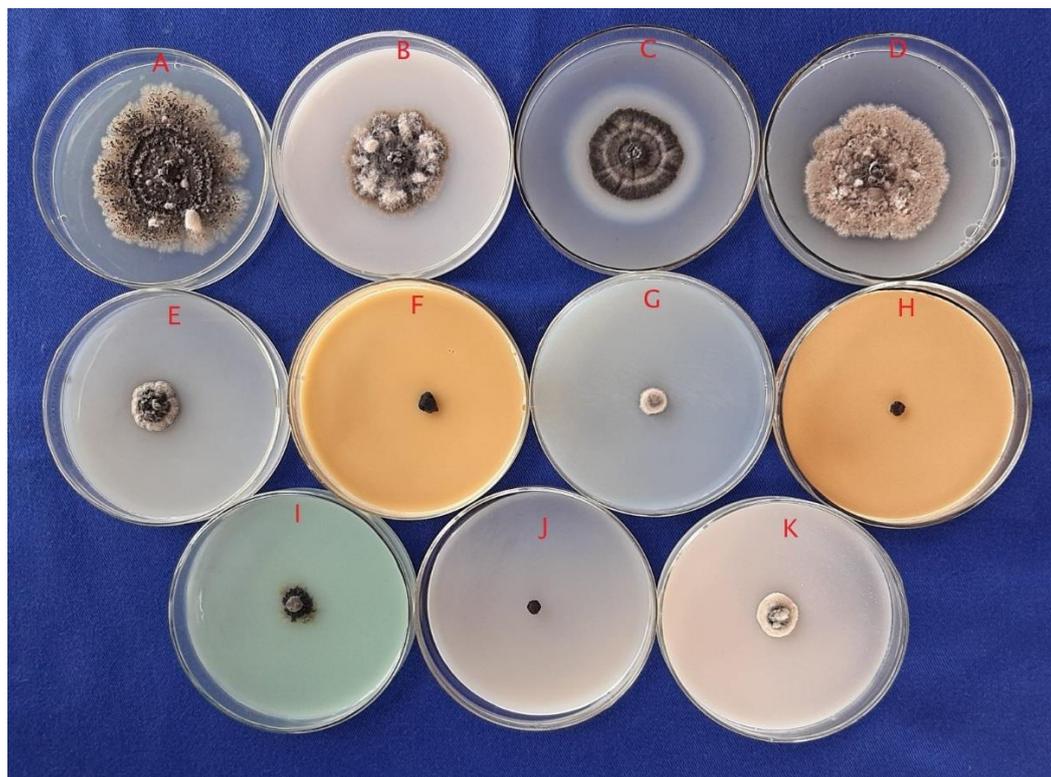
**Figura 1.** Crescimento micelial de *Colletotrichum plurivorum*, após seis dias de incubação, com os seguintes tratamentos: (A) Testemunha, (B) Fox Xpro®, (C) Viovan®, (D) Blavity®, (E) Vessarya®, (F) Unizeb Gold®, (G) Score®, (H) Evolution®, (I) Aumenax®, (J) Mitrion®, (K) Across®



**Tabela 3.** Área Abaixo da Curva de Progresso do Crescimento Micelial (AACPM), médias de Crescimento Micelial (CM), Porcentagem de Inibição de Crescimento Micelial (PIC), Porcentagem de inibição de esporos (PIE) e Porcentagem de Inibição de Germinação (PIG) de *Colletotrichum truncatum*, submetido a diferentes fungicidas *in vitro*.

Fungicidas	AACPM	CM (cm)	PIC (%)	PIE (%)	PIG (%)
Testemunha	97,47 a	3,88 a	-	-	-
Blavity®	71,07 b	2,83 b	27,03 g	80 a	90,14 b
Viovan®	46,69 d	1,86 d	51,92 e	20 b	93,45 b
Score®	6,84 g	0,28 g	92,88 b	80 a	96,26 a
Fox Xpro®	55,87 c	2,23 c	42,42 f	0 b	100 a
Across®	9,27 g	0,38 g	90,20 b	20 b	95,19 a
Vessarya®	24,12 e	0,96 e	75,32 d	74,29 a	97,94 a
Unizeb Gold®	0,0 h	0,0 h	100 a	100 a	95,45 a
Aumenax®	13,99 f	0,56 f	85,48 c	100 a	92,14 b
Mitrion®	0,0 h	0,0 h	100 a	100 a	89,16 b
Evolution®	0,0 h	0,0 h	100 a	100 a	100 a
<b>CV</b>	<b>7,43</b>	<b>7,45</b>	<b>3,31</b>	<b>48,89</b>	<b>5,55</b>

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

**Figura 2.** Crescimento micelial de *Colletotrichum truncatum*, após seis dias de incubação, com os seguintes tratamentos: (A) Testemunha, (B) Fox Xpro®, (C) Viovan®, (D) Blavity®, (E) Vessarya®, (F) Unizeb Gold®, (G) Score®, (H) Evolution®, (I) Aumenax®, (J) Mitrion®, (K) Across®

A maior inibição no desenvolvimento de *C. truncatum* foi promovida majoritariamente por fungicidas multissítios. Essa resposta, promovida por esses produtos químicos, corrobora com as características desses produtos, que atuam em diversos sítios metabólicos do fungo, diminuindo

assim a possibilidade do microrganismo desenvolver resistência ao produto, além de não atuarem de maneira sistêmica na planta, ou seja, permanecem na superfície do órgão vegetal em que foram depositados. Portanto apresentam ação

protetora, impedindo ou prevenindo a infecção na planta pelo patógeno (AMORIM *et al.*, 2016).

### Conclusões

As espécies de *Colletotrichum* avaliadas apresentam diferença na sensibilidade aos fungicidas testados, sendo que *C. plurivorum* apresenta maior sensibilidade.

Os fungicidas constituídos de Mancozebe promovem maior controle das espécies avaliadas, sendo Unizeb Gold® e Evolution® os fungicidas mais eficientes no controle de *C. truncatum*.

No controle de *C. plurivorum* destacam-se os fungicidas Vessarya® e Evolution®.

### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

### Referências

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas - volume 2. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. 772 p.

AZEVEDO, L. A. S. Fungicidas protetores: Fundamentos para o uso racional. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2017. 259 p.

BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.). *Colletotrichum*: Biology, Pathology and Control. Wallingford: CAB International, 1992.

BARBIERI, M. C. G.; CIAMPI-GUILLARDI, M.; MORAES, S. R. G.; BONALDO, S. M.; ROGÉRIO, F.; LINHARES, R. R. MASSOLA JR, N. S. Primeiro relato de *Colletotrichum cliviae* causando antracnose em soja no Brasil. *Plant Disease*, v. 101, n. 9, p. 1677, 2017.

BASTOS, C.N. Efeito do óleo de *Piper aduncun* sobre *Crinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. *Fitopatologia Brasileira*, v.22, n. 4, p.441-443, 1997.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introdução à Epidemiologia de Doenças de Plantas. John Wiley & Sons, New York. 1990.

CAMPOS, H. D.; SILVA, L. H.; SILVA, J. R. C.; REIS E. M. Soja: Antracnose - *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & Moore e *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove var *truncata* (Schw.) Arx. *Cultivar Grandes Culturas*. v .7, n .83, p .26 -28, 2006.

CASTRO, R. R. L. de. Caracterização, transmissão, reação de cultivares e sensibilidade a fungicidas de

*Colletotrichum plurivorum* associado à antracnose da soja. 2018. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

CHEN, L. S.; CHU, C.; LIU, C. D.; CHEN, R. S.; TSAY, J. G. PCR-based detection and differentiation of anthracnose pathogens, *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. truncatum*, from vegetable soybean in Taiwan. *Journal of Phytopathology*, v. 154, p. 654-662, 2006.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 01 maio 2023.

DAMM, U.; SATO, T.; ALIZADEH, A.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The *Colletotrichum dracaenophilum*, *C. magnum* and *C. orchidearum* species complexes. *Stud Mycol.*, v. 92, p. 1-46, 2019. DOI: 10.1016/j.simyco.2018.04.001.

D'ENFERT, C. Fungal spore germination: insights from the molecular genetics of *Aspergillus nidulans* and *Neurospora crassa*. *Fungal Genetics and Biology*, San Diego, v.21, n.2, p.163-172, 1997.

DIAS, M. D.; MIRANDA-FILHO, R. J.; CAFÉ-FILHO, A. C.; PINHEIRO, V. F. Controle químico da antracnose na cultura da soja. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, p. 429. (Resumo). 2011.

DIAS, M. D. Etiologia, diversidade do agente causal e controle químico da antracnose da soja. 2014. XVII, 128 f., il. Tese (Doutorado em Fitopatologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

EMBRAPA. Tecnologia de Produção de Soja Região Central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 261 p.

EDINGTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G. I. Fungitoxic Spectrum of Benzimidazole Compounds. *Phytopathology*, v. 61, n. 1, p. 42-44, 1971.

FENG, Y.; HUANG, Y.; ZHAN, H.; BHATT, P.; CHEN, S. An overview of strobilurin fungicide degradation: Current status and future perspective. *Frontiers in microbiology*, v. 11, p. 389, 2020.

FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D.; TORÉS, J. A.; VICENTE, A. DE; PÉREZ-GARCÍA, A. Mechanisms of resistance to QoI fungicides in phytopathogenic fungi. *International Microbiology*, v. 11, n. 1, p. 1, 2008.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FUNGICIDE RESISTANT ACTION COMMITTEE - FRAC. Frac code list. Disponível em: <<https://www.frac.info/frac-teams/working-groups/qol-fungicidas/information>> Acesso: 01 jun 2023
- FRAC. FRAC Code List, 2022: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). 2022. Disponível em: [https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022-final.pdf?sfvrsn=b6024e9a\\_2](https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022-final.pdf?sfvrsn=b6024e9a_2)> Acesso: 18 jun. 2023.
- GALLI, J. A.; PANIZZI, R. DE C.; VIEIRA, R. D. Resistência de variedades de soja à morte de plântulas causada por *Colletotrichum truncatum*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.74, n.2, p.163–165, jun. 2007.
- GHINI, R.; KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 78 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/13231/resistencia-de-fungos-a-fungicidas>>. Acesso: 18 jun 2023.
- GULART, C. A. Sensibilidade *in vitro* e *in vivo*, de isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav., A fungicidas sistêmicos. UFSM, 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4991>>. Acesso: 28 maio 2023.
- GOULART, A. C. P. Fungos em sementes de soja: detecção, importação e controle. 2ed. rev. e ampliada. Brasília: Embrapa, 2018.
- HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. Compendium of Soybean Diseases. 4th Edition, APS Press, St. Paul, 100., 1999.
- KAVANASHREE, K., SHAMARAO, J.; PRIYANKA, K.; UDAY, G.; KAMBREKAR, D. N.; KRISHNARAJ, P. U.; BASAVARAJA, G. T.; PATIL, M. S. Molecular Variability of *Colletotrichum* spp. Associated with Anthracnose of Soybean. *Legume Research-An International Journal*, v. 45, n. 8, p. 1048-1053, 2022.
- MADALOSSO, M.; BALARDIN, R. Mecanismo e modo de ação do grupo químico das Carboxamidas [Inibidores da enzima Sucinato Desidrogenase (SDHI)]. 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/305596378\\_Mecanismo\\_e\\_modos\\_de\\_acao\\_do\\_grupo\\_quimico\\_das\\_Carboxamidas\\_Inibidores\\_da\\_enzima\\_Sucinato\\_Desidrogenase\\_SDHI](https://www.researchgate.net/publication/305596378_Mecanismo_e_modos_de_acao_do_grupo_quimico_das_Carboxamidas_Inibidores_da_enzima_Sucinato_Desidrogenase_SDHI)>. Acesso: 28 maio 2023.
- MARQUES, R. P.; MONTEIRO, A. C.; PEREIRA, G. T. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de nim (*Azadirachta indica*). *Ciência Rural*, v .34, n .6, p .1925 -1928, nov./dez .2004.
- MENTEN, J. O. M.; MACHADO, C. C.; MINUSSI, E.; CASTRO, C.; KIMATI, H. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. *in vitro*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 1, n. 2, p.57-66, 1976.
- NATARAJ, V., MARANNA, S., KUMAWAT, G., GUPTA, S., RAJPUT, L.S., KUMAR, S. AMAR NATH SHARMA, A. N.; BHATIA, V. S. Genetic inheritance and identification of germplasm sources for anthracnose resistance in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 67, p.1449 –1456. 2020.
- 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.
- OLIVEIRA, M. E. F. S. Sensibilidade de espécies de *Colletotrichum* a fungicidas e influência de períodos de permanência em câmara úmida sobre a severidade da antracnose em anonáceas. 2018. 132 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2018. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/6549>>. Acesso: 28 maio 2023.
- PEREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L.; Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 3, n. 2, p. 24-34, 2009.
- ROGÉRIO, F., CIAMPI-GUILLARDI, M., BARBIERI, M.C.G., BRAGANÇA, C.A.D., SEIXAS, C.D.S., ALMEIDA, A.M.R. MASSOLA JR, 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, 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.

SILVA, B. S. Sensibilidade de isolados de *Colletotrichum truncatum* da soja a fungicidas. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS, 2018.

SILVA, L. H. C. P.; CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C.; REIS, E. M. Control of Asian soybean rust with mancozeb, a multi-site fungicide. *Summa Phytopathol.*, v. 41, n. 1, p. 64–67, 2015.

SOUZA, R. T. Reação de cultivares e controle da antracnose em soja. 2009. 106p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, 2009.

VENANCIO, W. S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E. L.; SOUZA, N. L. Novos fungicidas. I – Produtos naturais e derivados sintéticos: estrobilurinas e fenilpirroles. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed.). *Revisão anual de patologia de plantas*. Passo Fundo: UPF, 1999. v. 7, p. 103-155.

YANG, H. C.; HAUDENSHIELD, J. S.; HARTMAN, G. L. *Colletotrichum incanum* sp. nov., A curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA. *Mycologia*, v. 106, n. 1, p. 32-42, 2014.