



SABRINA APARECIDA DIAS LIMA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA MANCHA DE PHOMA AO FUNGICIDA
CANTUS (Boscalida)**

**BAMBUÍ
2024**

SABRINA APARECIDA DIAS LIMA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA MANCHA DE PHOMA AO FUNGICIDA
CANTUS (Boscalida)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Monteiro Corrêa

Coorientador Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas

BAMBUÍ

2024

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

L732a Lima, Sabrina Aparecida Dias.
Avaliação da resistência da mancha de phoma ao fungicida Cantus
(Boscalida). / Sabrina Aparecida Dias Lima. – 2024.
38 f.; il.: color.

Orientador: Ricardo Monteiro Corrêa.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí,
MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2024.

1. Fungo. 2. Cafeeiro. 3. Fitopatologia. I. Corrêa, Ricardo Monteiro. II.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –
Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 589.2

SABRINA APARECIDA DIAS LIMA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA MANCHA DE PHOMA AO FUNGICIDA
CANTUS (Boscalida)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus
BambuÍ, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 01 de março de 2024, pela banca:

Prof. Dr. Ricardo Monteiro Corrêa – IFMG – *Campus* Bambuí (Orientador)

Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas – IFMG – *Campus* Bambuí (Coorientador)

Gil de Faria Leite – Engenheiro Agrônomo – IFMG – *Campus* Bambuí

Prof^ª. Dra. Gislaine Pacheco Tormen – IFMG – *Campus* Bambuí



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Loran de Oliveira Freitas, Professor**, em 01/03/2024, às 16:05, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gislaine Pacheco Tormen, Professora**, em 01/03/2024, às 16:07, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gil de Faria Leite, Engenheiro**, em 01/03/2024, às 16:09, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Monteiro Correa, Professor**, em 01/03/2024, às 16:10, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1856326** e o código CRC **9CD81714**.

Dedico aos meus pais, Gilmar e Lucimar, e aos meus irmãos, Sávio e Samara, que sempre estão juntos a mim e não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTO

A DEUS, pelo dom da vida, por sempre me fortalecer e por tudo que tem proporcionado.

Aos meus pais e meus irmãos, minha vó, Julieta, e meu namorado, Mateus, pelo apoio, carinho e incentivo, durante esta caminhada.

A todos os meus familiares, que de alguma forma, colaboraram com a realização desta conquista.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Ricardo Monteiro Corrêa e Prof. Dr. Marcelo Loran de Oliveira Freitas, pela orientação, paciência e ensinamentos.

À Júlia e Maria Cristina, por toda ajuda no laboratório.

Aos meus amigos, Juliana, Weliton, Luiz André, Thyanne, Kaik, Daniel, Maicon, Érica, Regiane, Michele, Welerson, Marcilene e Tainara pela amizade e companheirismo, durante esta jornada.

A todos que, direta e indiretamente, colaboraram com a realização desta etapa em minha vida.

O meu sincero agradecimento.

“Para tudo há um tempo, para cada coisa há um momento debaixo do céu: tempo de nascer e tempo de morrer, tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou”.

(Eclesiastes 3:1-2).

RESUMO

A Mancha de Phoma, causada pelo fungo *Phoma tarda*, é uma doença que afeta o cafeeiro, atingindo folhas, botões florais, flores, chumbinhos e ramos. Ela provoca manchas irregulares escuras, começando nas bordas das folhas e reduzindo a área foliar. O fungo também coloniza ramos e rosetas de gemas reprodutivas, levando à queda de flores e frutos. Em viveiros, pode levar à morte de plântulas. Vários são os fungicidas utilizados para o seu controle no mercado, no entanto, existem relatos de alguns patógenos resistentes à aplicação de Boscalida. Um possível fenômeno de resistência fúngica ao ingrediente Boscalida, foi observado na Fazenda Bela Vista, em Elói Mendes - MG, devido à baixa eficiência após sua aplicação em alguns talhões. Visto isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de dois isolados de *P. tarda* do cafeeiro ao ingrediente ativo Boscalida, em diferentes dosagens. Folhas de café com sintomas da mancha de phoma foram coletadas em dois talhões, um com suspeita de resistência e outro sem. O experimento foi conduzido no laboratório de Fitopatologia do IFMG – *Campus Bambuí*, onde o fungo *P. tarda* foi isolado de folhas de café com sintomas de mancha de phoma e com suspeita de resistência a Boscalida. Após o isolamento, foram repicados em placas de petri, contendo meio de cultura à base de extrato de malte e ágar e as seguintes concentrações de Boscalida; 0, 0,01, 0,1, 1 e 10 ppm. As placas foram acondicionadas em BOD, a 20°C e fotoperíodo de 12 horas. Quando a testemunha tomou a placa, foram realizadas medições para aferição do diâmetro da colônia fúngica. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, sendo dois isolados em cinco concentrações, com cinco repetições cada, totalizando 50 unidades experimentais. Os dados foram tabulados com auxílio do software Excel e, em seguida, submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e, se significativos, foram submetidos ao teste F, a nível de significância de 5%, havendo significância foram comparados por regressão, utilizando o software R. Observou-se um efeito significativo da interação entre as doses de boscalida e os talhões de café, no crescimento micelial do fungo *P. tarda*. Para uma análise mais aprofundada, os dados foram comparados por teste de análise de regressão, utilizando o software R. No talhão Eustáquio, dentro do intervalo de níveis de aplicação in vitro, as dosagens crescentes de boscalida reduzem o crescimento de *P. tarda*. No talhão 2002, houve paralização do crescimento do fungo nas dosagens de 1 e 10 ppm.

Palavras-chave: Fungo. Cafeeiro. Fitopatologia. Concentrações.

ABSTRACT

Phoma leaf spot, caused by the fungus *Phoma tarda*, is a disease that affects coffee trees, affecting leaves, flower buds, flowers, gum trees and branches. It causes irregular dark spots, starting at the edges of the leaves and reducing the leaf area. The fungus also colonizes branches and rosettes of reproductive buds, leading to the fall of flowers and fruit. In nurseries, it can lead to the death of seedlings. Several fungicides are used to control it on the market, but there are reports of some pathogens being resistant to Boscalid. A possible phenomenon of fungal resistance to the ingredient Boscalid was observed at Fazenda Bela Vista, in Elói Mendes - MG, due to the low efficiency after its application in some plots. The aim of this study was to evaluate the resistance of two isolates of *P. tarda* from coffee to the active ingredient Boscalid at different dosages. Coffee leaves with symptoms of phoma leaf spot were collected from two plots, one with suspected resistance and one without. The experiment was conducted in the Phytopathology laboratory of the IFMG Bambuí Campus, where the fungus *P. tarda* was isolated from coffee leaves with symptoms of phoma leaf spot and suspected resistance to Boscalid. After isolation, they were plated in petri dishes containing a culture medium based on malt extract and agar and the following concentrations of Boscalid: 0, 0.01, 0.1, 1 and 10 ppm. The plates were placed in a BOD at 20°C with a 12-hour photoperiod. When the control took over the plate, measurements were taken to measure the diameter of the fungal colony. The experiment was carried out in a completely randomized design, with 2 isolates in 5 concentrations with 5 repetitions each, making a total of 50 experimental units. The data was tabulated using Excel software and then subjected to an analysis of variance (ANOVA) and, if significant, was subjected to the F test at a 5% significance level, and if significant, was compared by regression using R software. There was a significant effect of the interaction between the doses of boscalid and the coffee plots on the mycelial growth of the fungus *P. tarda*. For further analysis, the data was compared by regression analysis using the R software. In the Eustáquio plot, within the range of in vitro application levels, increasing dosages of boscalid reduced the growth of *P. tarda*. In the 2002 plot, the growth of the fungus was paralyzed at dosages of 1 and 10 ppm.

Keywords: Fungus. Coffee tree. Isolates. Phytopathology. Concentrations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. (A) Multicaule da espécie *Coffea canephora*. (B) Unicaule da espécie *Coffea arábica*. (C) Produtividade de plantas *Coffea canephora*. (D) Produtividade de plantas *Coffea arábica*. (E) Grão torrado da espécie arábica. (F) Grão torrado da espécie canephora. (G) Variedade Mundo Novo, porte alto, fruto vermelho. (H) Variedade Catuaí, porte baixo, fruto amarelo.....17

Figura 2: *Didymella* sp. A - ascoma pseudotécio, ostiolado, subepidermal, em folhas de café; B - ascósporos hialinos, com septo mediano; C - asco bitunicado; D - folhas com sintomas de mancha de *Phoma*. *Phoma tarda*; E - picnídios em infecção natural; F - conídios hialinos com e sem septos19

Figura 3: (A) Sintomas da mancha de phoma no ramo plagiotrópico do cafeeiro. (B) Sintomas de *Phoma spp.* e frutos do café. (C e D) Sintomas em folhas de café. (E) Seca de ponteiros. (F) Mumificação dos frutos.....20

Figura 4: Gráfico de regressão linear para Isolado Eustáquio.....27

Figura 5: Placas contendo o fungo *P. tarda* designadas talhão Eustáquio (A) e talhão 2002 (B), repicado a partir de folhas coletadas no campo. Placas controle talhão Eustáquio (C) e talhão 2002 (D), registradas ao final do experimento. Placas na dosagem 10 ppm, talhão Eustáquio (E), talhão 2002 (F), analisada sete dias após inoculação, quando o experimento foi encerrado.....29

Figura 6: Folhas de mudas de café com sintomas da mancha de phoma, inoculadas com fungo obtido das placas controle talhão Eustáquio (A) e talhão 2002 (B).....30

LISTA DE QUADROS

Tabela 1: Tabela 1: Crescimento micelial do fungo <i>P. tarda</i> em função de doses de boscalida no talhão.	28
---	----

ANEXOS

ANEXO A: Quadro de análise de variância para o estudo dos fatores talhão.....	37
ANEXO B: Soma de quadrados sequenciais para talhão Eustáquio.....	37
ANEXO C: Soma de quadrados sequenciais para o talhão 2002.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Cafeicultura no Brasil	16
2.2 Mancha de Phoma do cafeeiro.....	18
2.3 Fungicidas e modo de ação.....	20
3. OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivo Específico	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1 Local experimental e obtenção de esporos	24
4.2 Isolamento do fungo	24
4.3 Preparação do meio de cultura (MEA) e dos tratamentos	24
4.4 Repicagem do fungo e avaliação do crescimento.....	25
4.5 Inoculação do fungo em mudas de café.....	25
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO	30
7. CONCLUSÃO	32
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
9. REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	37

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura possui uma grande importância econômica em nosso país, colocando o Brasil no ranking de maior produtor e exportador de café do mundo. No ano de 2021, o Brasil exportou cerca de 38,4 milhões de sacas de café de 60 quilos, no período de janeiro a novembro (CONAB, 2021). No primeiro semestre de 2022, o Brasil exportou cerca de 25,7 milhões de sacas de 60 kg em equivalentes de café verde, um volume 9,7% menor do que quando comparado com ano anterior, no mesmo período. Apesar disso, de janeiro a agosto de 2022, em termos de receita, a exportação do café brasileiro rendeu cerca de US\$ 5,9 bilhões, o que corresponde a um expressivo aumento de 54,3% na comparação com o mesmo período do ano anterior (CONAB, 2022).

Durante o ciclo da cultura do cafeeiro, são vários os fatores que acometem a produção, como, por exemplo, fatores edafoclimáticos, sendo os mais importantes a radiação e fotoperíodo, temperatura, altitude, umidade relativa do ar, precipitação e disponibilidade hídrica, condições do solo, velocidade e direção dos ventos. Do ponto de vista fitossanitário, fatores que interferem na produtividade devem ser tratados com atenção, pois impõem vários desafios aos produtores e, sabendo da tamanha importância da cultura para a economia do país, é necessário atentar-se a essas causas, uma vez que podem provocar vários prejuízos ao cafeeiro (SILVEIRA *et al.*, 2015). Dentre vários fatores que podem causar danos à cultura, podemos citar a mancha de phoma (*Phoma tarda*), uma doença fúngica que causa deformações em folhas jovens e lesões em folhas expandidas, flores e frutos pequenos, além da seca de ramos (PATRICIO; OLIVEIRA, 2014).

Esse patógeno causa manchas irregulares de coloração escura, iniciando geralmente nos bordos das folhas, reduzindo área foliar, colonizando ramos e também rosetas de gemas reprodutivas, provocando queda de flores e frutos. Quando ocorre em viveiros, pode causar a morte de plântulas (SILVA JUNIOR, 2013). Se constatada a presença do fungo (*Phoma. tarda*) na lavoura, os prejuízos causados refletem na produção, ocasionando um declínio de até 43% da produtividade, visto que, a doença provoca diminuição da área foliar e necrose dos tecidos, causando desfolha na planta, que conseqüentemente afeta a granação e atrapalha qualidade dos grãos. Se o fungo (*Phoma tarda*) atingir os ramos, provoca a seca de ponteiros e quando o infecta os botões florais, esses se danificam, comprometendo a florada e se por ventura chegar aos chumbinhos travam os processos fisiológicos, tornando o fruto enrugado e dessecado, causando sua mumificação (DORNELAS, 2017).

O principal manejo adotado pelos produtores para reduzir a ocorrência deste patógeno tem sido o preventivo, adotando o uso de produtos químicos, com pelo menos duas aplicações, nos meses de agosto e setembro e, se forem áreas onde a incidência da doença é alta, pode haver a necessidade de até quatro aplicações para ter sucesso no controle (SILVA JUNIOR, 2013). Vários são os fungicidas utilizados para o seu controle no mercado, desta forma, a utilização de produtos eficientes para o controle dessa doença é uma estratégia recomendável. O princípio ativo boscalida, do grupo químico anilida, tem sido muito usado até o momento.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do princípio ativo boscalida (Cantus) em diferentes dosagens no controle da mancha de phoma do cafeeiro, em uma propriedade no sul de Minas Gerais.

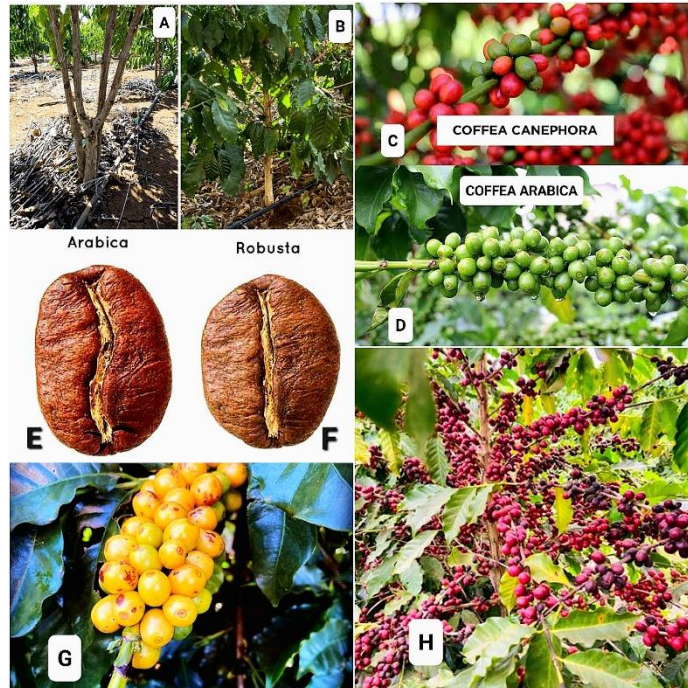
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cafeicultura no Brasil

O café é um dos principais itens de exportação do agronegócio brasileiro. A demanda por café é constante, impulsionada pela sua popularidade como uma bebida quente e estimulante, amplamente consumida em diferentes formas e em todas as partes do mundo. A produção de café é um dos setores agrícolas mais complexos e diversificados, envolvendo uma variedade de métodos de cultivo, processamento e comercialização, com uma cadeia de valor que se estende desde pequenos produtores rurais até grandes empresas multinacionais (BRAINER; XIMENES, 2021).

Em 1727, o café desembarcou em terras brasileiras pelas mãos de Francisco de Mello Palheta, que importou sementes e mudas da Guiana Francesa. A partir desse marco histórico, essa cultura passou a ser produzida por todo o país, passando por diversas seleções para se adaptar às variadas condições climáticas brasileiras. (CHALFOUN; REIS, 2010). A cultura cafeeira pertence à família botânica *Rubiaceae*, do gênero *Coffea*, sendo as espécies mais conhecidas o café arábica (*Coffea arabica L.*) e o café conilon (*Coffea canephora*), as quais são responsáveis pela geração de um dos produtos econômicos mais importantes do país. No Brasil, as variedades mais plantadas são do grupo Catuaí e Mundo Novo, outros materiais vem sendo introduzidos, objetivando melhorias na produtividade e resistência à seca e a doenças (FERNANDES *et al.*, 2012). A Figura 1 ilustra as duas espécies de café mais cultivadas no Brasil.

Figura 1. (A) Multicaule da espécie *Coffea canephora*. (B) Unicaule da espécie *Coffea arabica*. (C) Produtividade de plantas *Coffea canephora*. (D) Produtividade de plantas *Coffea arabica*. (E) Grão torrado da espécie arábica. (F) Grão torrado da espécie canephora. (G) Variedade Catuaí, porte baixo, fruto amarelo. (H) Variedade Mundo Novo, porte alto, fruto vermelho.



Fonte: Rehagro, 2023.

A cafeicultura brasileira desempenha um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico do país, desde o século XIX. O Brasil tem uma longa história como um dos maiores produtores e exportadores de café do mundo. As vastas plantações de café espalhadas por várias regiões do país, como Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, contribuem de maneira significativa para a economia nacional. Além disso, o café brasileiro é conhecido por sua alta qualidade e variedades únicas, tornando-se um dos principais protagonistas do mercado de café especial (MAPA, 2022).

A cafeicultura é altamente dependente de fatores ambientais e devido à diversidade de climas, relevos, altitudes e latitudes existentes no Brasil, possibilita ao país produzir tipos variados de grãos, podendo atender às diferentes demandas de paladar. O país apresenta as mais avançadas tecnologias para produção, frutos de pesquisas realizadas por várias instituições públicas, privadas e universidades, além da difusão dos conhecimentos gerados por meio da extensão aplicada e, ainda, a infraestrutura adequada para a exportação e mecanismos de crédito suficientes para atender a cadeia produtiva, colocando nossa nação na vanguarda da indústria cafeeira (SAKIYAMA *et al.*, 2015).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), em 2022, a área destinada à cafeicultura no país era de 2.242,1 mil hectares, sendo 1.841,5 mil hectares para lavouras em produção e 400,6 mil hectares de área em formação. Com isso, a quarta estimativa, fechamento da safra cafeeira no país, ano de alta bienalidade, indica uma produção de 50.920,1 mil sacas de café beneficiado, 6,7% acima da safra 2021. Conforme as informações do Ministério da Agricultura e Pecuária, no ano de 2022, o Brasil exportou aproximadamente 2,2 milhões de toneladas, o equivalente a 39,4 milhões de sacas de café, com embarques para 145 países, dentre eles Estados Unidos, Alemanha, Bélgica e Japão. Isso mostra que a cadeia produtiva dessa commodity ocupa lugar de destaque na agricultura brasileira.

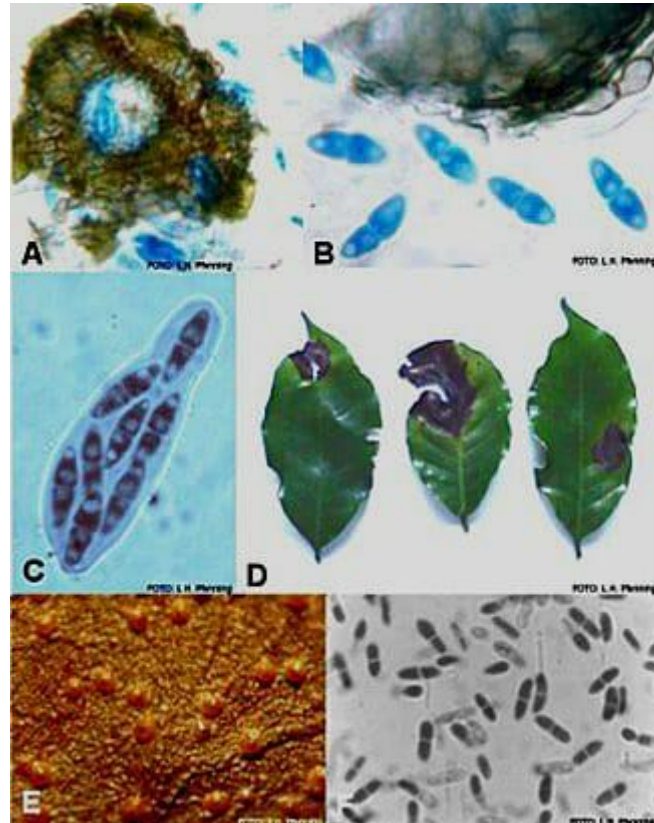
2.2 Mancha de Phoma do cafeeiro

A mancha de phoma (*Phoma tarda*) está entre as principais doenças que causam danos à cafeicultura, pelo fato de causar grandes prejuízos, devido à queda de folhas, seca de ramos e mumificação de frutos, danos esses que podem ocasionar perdas na produtividade em até 50%. Esse patógeno pode afetar desde a formação de mudas no viveiro, até a fase de produção da cultura (DORNELAS, 2017).

Salgado (2009) afirma que, dentro do gênero *Phoma*, são encontradas mais de 2000 espécies, que estão agrupadas em nove seções e, embora haja outras espécies, a *Phoma*, *Pyronellaea*, *Paraphoma* e *Plenodomus* tem maior importância quando se trata de patógenos de plantas cafeeiras, onde o principal agente etiológico é a *Phoma tarda*. A primeira ocorrência do fungo *P. tarda* foi constatada em 1923, na Costa Rica. No Brasil, foi constatada em 1975, em cafezais localizados nas regiões do estado do Espírito Santo e, a partir daí, a ocorrência é generalizada nas regiões produtoras de café (LIMA, 2009).

Algumas espécies do gênero *Phoma* da Seção *Phyllostictoides*, na qual está contida também a espécie *P. tarda*, possuem *Didymella* como fase sexuada. Espécies de *Didymella* são consideradas heterotáticas o que significa que o teleomorfo é produzido quando ocorre a combinação de dois “mating types” opostos, em condições ambientais favoráveis. O gênero *Didymella* apresenta ascósporos fusiformes com um septo, produzidos em ascos bitunicados, cilíndricos em pseudotécios solitários (SALGADO, M. *et al.*, 2007). Conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2: *Didymella* sp. (A) - ascoma pseudotécio, 200-280 μm , ostiolado, subepidermal, em folhas de café; (B) - ascósporos hialinos (14)16-20 x 5-7 μm , com septo mediano; (C) - asco bitunicado 60-70 x 10-15 μm ; (D) - folhas com sintomas de mancha de Phoma (*Phoma tarda*) (E) - picnídios em infecção natural; (F) - conídios hialinos com e sem septos 5,0-10(12) x 2,5-3(4) μm .



Fonte: SALGADO, M. *et al.* 2007.

No Brasil, esse patógeno é favorecido por alta umidade relativa do ar, temperatura média entre 17 a 20°C associados a ventos fortes e frios, principalmente em anos com alto volume de chuva no inverno. A colonização do fungo pode ocorrer em epidemias explosivas, devido ao clima frio, chuvas fortes, ventos fortes e granizo, que causam danos às folhas e permitem a entrada do patógeno (LORENZETTI *et al.*, 2015).

De acordo com Lima (2009), a manifestação visual dos sintomas pode variar, dependendo da parte infectada. Os sintomas são comumente observados em folhas novas, nas quais são observadas manchas circulares, de coloração escura e tamanho variável, que evoluem formando anéis concêntricos, com pontuações salientes, de coloração marrom-clara, que são as frutificações do fungo, produzindo os esporos. Essas lesões provocam deformações nas bordas do limbo foliar, reduzindo a fotossíntese em função da área necrosada e desfolha das partes infectadas. Quando atinge os ramos, o fungo penetra no local em que ocorre abscisão das folhas, ocorrendo lesões deprimidas de coloração escura e morte descendente. Nos botões

florais, podem causar morte e mumificação dos órgãos infectados. A Figura 3 representa a manifestação visual dos sintomas causado pelo fungo.

Figura 3: (A) Sintomas da mancha de phoma no ramo plagiotrópico do cafeeiro. (B) Sintomas de *Phoma spp.* em frutos do café. (C e D) Folhas de café com lesões da *P. tarda*. (E) Seca de ponteiros causados pela mancha de phoma. (F) Mumificação dos frutos.



Fonte: Revista Campo e Negócio, 2015.

Os danos indiretos causados pela doença são a desfolha e a seca das extremidades dos ramos, que leva a uma redução na produção do ano vigente e do ano seguinte, além de produzir uma bebida de qualidade inferior. O fungo sobrevive por um curto tempo em folhas caídas no solo e sua disseminação dentro da planta e de uma planta para outra ocorre devido a respingos de chuvas ou água de irrigação (SOUZA, 2007). Prejuízos grandes ocorrem no período de pré e pós-florada, pois vão refletir diretamente na safra, em todas as regiões produtoras de café (MATIELLO, 2016).

2.3 Fungicidas e modo de ação

Os defensivos agrícolas são produtos utilizados com bastante frequência no controle de problemas fitossanitários. O uso de fungicidas iniciou-se em 1802, quando o calcário sulfúrico foi usado para controlar mofo em árvores frutíferas. Anos mais tarde, em 1807, foi usado sulfato de cobre em sementes de trigo para prevenir cárie. Alexis Millardet, em 1885, comprovou o uso da calda bordalesa no controle do míldio de uvas. Daí em diante, na década de 1930, surgiram os fungicidas orgânicos chamados *ditiocarbamatos*, utilizados para doenças foliares

de plantas e, por volta de 1970, surgiu um dos primeiros grupos de fungicidas sistêmicos, os benzimidazois (AMORIM *et al.*, 2018).

Atualmente, no Ministério da Agricultura Pecuária (MAPA), há 19 marcas comerciais de produtos registrados para o controle da mancha de phoma do cafeeiro. Entre essas marcas, 11 são fungicidas sistêmicos e 9 são protetores. A eficiência de controle desses produtos tem sido avaliada em estudos científicos, realizados em várias regiões do país nos últimos anos. O único fungicida a base de Boscalida registrado no Brasil foi o Cantus®, no ano de 2002 (AGROFIT, 2023). A partir do seu registro, esse ingrediente ativo foi amplamente utilizado para o controle da mancha de phoma e apresentava eficiência, devido à singularidade desse ingrediente ativo.

O produto Cantus é um fungicida com modo de ação sistêmico, composto por 50% do princípio ativo boscalida (2-chloro-N-(4'-chlorobiphenyl-2-yl) nicotinamide), grupo químico anilida, sendo 500 g/kg da concentração, indicado para pulverização foliar. É um produto de formulação granulada dispersível (WG), com classe toxicológica 5, sendo um produto improvável de causar dano agudo. Atua sobre todos os estágios de desenvolvimento e reprodução do fungo, como inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos, crescimento micelial e esporulação, atuando por meio da inibição da respiração celular nas mitocôndrias, interferindo no transporte de elétrons no complexo mitocondrial II, inibindo a formação de ATP, essencial nos processos metabólicos (AGROFIT, 2023).

A utilização prolongada de fungicidas na agricultura pode levar à seleção de fungos fitopatogênicos resistentes, que não são afetados pelo produto. Essa situação pode acarretar sérias consequências, como aumento dos custos, presença de resíduos em alimentos e contaminação ambiental. É crucial que os diversos setores da sociedade, envolvidos no controle químico de doenças de plantas, estejam cientes desse problema de resistência, compreendendo suas causas e possíveis soluções (GHINI; KIMATI, 2000).

Segundo Amorim *et al.* (2018), o uso repetido de certos fungicidas, pode não ter efeito sobre alguns fungos, pois esses indivíduos podem se tornar menos sensíveis ou ainda desenvolver resistência ao fungicida. Essa queda a sensibilidade ou resistência pode ser devido à mutação genética presente ou induzida na população de fungos, levando a uma seleção de indivíduos resistentes e sua rápida multiplicação.

O conceito de "resistência a fungicidas", conforme definido pelo Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas (FRAC), diz respeito a uma diminuição adquirida e hereditária na sensibilidade de um fungo a um agente antifúngico específico, também conhecido como

fungicida. Relatos de "resistência" no campo, ou seja, situações em que os produtores observaram uma redução na eficácia de um produto que anteriormente funcionava contra um patógeno específico, devem ser validados por estudos ao nível do organismo. Estes estudos devem demonstrar uma diminuição na sensibilidade do (s) isolado (s) fúngico (s) ao fungicida específico (FRAC, 2019).

Existem relatos de alguns patógenos resistentes à aplicação de Boscalida como, por exemplo, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Monilinia fructicola*, *Corynespora cassicola*, *Didymella bryoniae* (FRAC, 2020), sendo o gênero *Didymella* a fase sexuada do gênero *Phoma*. Matiello (2016) afirma que, para a mancha de phoma, as medidas de controle, utilizando produtos químicos, devem ser preventivas, nos meses de agosto e setembro, com pelo menos duas aplicações, havendo, em alguns casos, a necessidade de até quatro aplicações para ter sucesso no controle. Krohling *et al.* (2009), em seus estudos sobre o complexo de doenças *phoma/aschochyta*, citam que os principais grupos químicos usados para o controle da mancha de phoma são etilfosfonato (*monoetil fosfite metálico*), azoxystrobin (*estrobirulinas*), tebuconazole (*triazóis*), fentin acetate (*organoestânico*) e boscalida (*anilida*).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar o crescimento e a resistência do fungo *Phoma tarda* em diferentes dosagens do fungicida Cantus (boscalida).

3.2 Objetivo Específico

- Isolar fungos das folhas de café com sintomas da doença Mancha de Phoma, provenientes da fazenda onde há suspeita de resistência.
- Avaliar a taxa de crescimento do fungo em diferentes concentrações do fungicida Cantus.
- Analisar se a velocidade do crescimento micelial é influenciada pelo aumento das dosagens do fungicida.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local experimental e obtenção de esporos

Folhas de café com sintomas da doença mancha de phoma foram coletadas na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Elói Mendes, Latitude 21.561468 Sul e Longitude 45.622105 Oeste. Foi observado pelo agrônomo responsável pela fazenda uma suspeita de resistência do fungo *Phoma tarda* ao ingrediente ativo Boscalida, devido à baixa eficiência após a aplicação desse no controle da mancha de phoma em alguns talhões da fazenda.

As folhas com sintomas de mancha de phoma foram coletadas pelo Agrônomo responsável pela fazenda em dois talhões denominados 2002 e Eustáquio, sendo o talhão 2002 com suspeita de resistência e outro não. Em seguida, foram armazenadas e um saco plástico transparente umedecido e transportados até o laboratório de Fitopatologia do IFMG – *campus* Bambuí.

4.2 Isolamento do fungo

O isolamento do fungo foi realizado no laboratório de Fitopatologia, utilizando uma câmara de fluxo laminar. As folhas foram retiradas dos sacos plásticos, cortadas em pequenos pedaços, contendo a região limite entre o tecido sadio e o tecido necrosado. Os cortes foram desinfestados, passando por álcool a 70%, por 30 segundos, hipoclorito de sódio a 2%, por 2 minutos, e lavagem em água esterilizada por duas vezes. Após a desinfestação os cortes foram colocados em meio de cultura MEA (Malte extrato Agar) e as placas foram incubadas em BOD a 20°C, fotoperíodo de 12 horas por 7 dias.

O fungo foi identificado com base nas informações descritas por Salgado (2009) e então confirmado o crescimento do fungo *P. tarda* nas placas, esse foi replicado para outras placas, contendo MEA. Essas placas também foram incubadas em BOD a 20°C, fotoperíodo de 12 horas até o início do experimento.

4.3 Preparação do meio de cultura (MEA) e dos tratamentos

Para testar a sensibilidade do fungo *Phoma tarda* ao ingrediente ativo Boscalida, foi utilizada uma adaptação do método de monitoramento de resistência da *Septoria tritici* à Boscalida, proposta por Stammeler (2009), publicado no Comitê de ação de resistência a fungicida FRAC.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente, casualizado com cinco repetições para cada tratamento. Os dois isolados de *P. tarda*, talhão 2002 e talhão Eustáquio, foram submetidos a cinco concentrações diferentes de Boscalida: 0; 0,01; 0,1; 1 e 10 ppm.

O meio de cultura MEA foi preparado, utilizando 20g de ágar e 20 g de extrato de malte, diluídos em 1L de água. Para esse processo, foram utilizados seis erlenmeyers com o objetivo de preparar as diferentes concentrações de Boscalida. Paralelo à confecção do meio de cultura, foi preparada a solução estoque do fungicida, diluindo 50mg do produto Comercial Cantus[®], o qual contém 50% do ingrediente ativo Boscalida, em 100mL de água esterilizada. Após autoclavagem e antes da solidificação do meio de cultura, foi adicionada a solução estoque de fungicida, com o auxílio de uma micropipeta, na quantidade necessária para obter a concentração desejada em cada um dos erlenmeyers. A solução foi homogeneizada e o meio foi vertido em placas de Petri de 9 cm de diâmetro.

4.4 Repicagem do fungo e avaliação do crescimento

Com o meio de cultura solidificado, foi depositado, no centro de cada placa de petri, uma pequena quantidade de micélio do fungo, com auxílio de uma alça de platina. Após esse processo, as placas foram embaladas com papel filme, retiradas de dentro da câmara de fluxo laminar e levadas para câmara de germinação tipo BOD, com fotoperíodo de 12 horas, a 20°C.

As placas foram monitoradas diariamente e quando o fungo *P. tarda* cresceu a ponto de ocupar toda placa, em qualquer uma das repetições, com dose zero de Boscalida, o experimento foi encerrado e foram realizadas as medições do crescimento do fungo. Foi avaliado o diâmetro médio da colônia, tomando a medida em duas direções, com auxílio de uma régua.

Os dados foram tabulados com auxílio do software Excel e, em seguida, submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e, se significativos, foram submetidos ao teste F, a nível de significância de 5%, havendo significância foram comparados por regressão, utilizando o software R.

4.5 Inoculação do fungo em mudas de café

Para confirmação da patogenicidade do fungo isolado e testado no experimento *in vitro*, foram feitas inoculações em quatro folhas de quatro mudas de café, da variedade Mundo Novo. As placas de petri controle, com o fungo utilizado para repicagem do experimento *in vitro*, foram deixadas em BOD até a formação dos picnídios e conídios. Sobre a colônia do fungo, foi depositado água esterilizada e, com a alça de drigalski, foi raspada a superfície da colônia, a

fim de liberar os conídios em água. A suspensão obtida foi levada em câmara de newbauer, feita contagem do número de esporos e calibrada para a concentração de 2×10^6 conídios/mL. Para a inoculação, as quatro primeiras folhas do cafeeiro foram perfuradas com agulhas, a suspensão foi depositada com auxílio de uma pipeta e cobertas com discos de papel filtro cortados. As plantas foram deixadas em câmara úmida por 72 horas, fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 19°C.

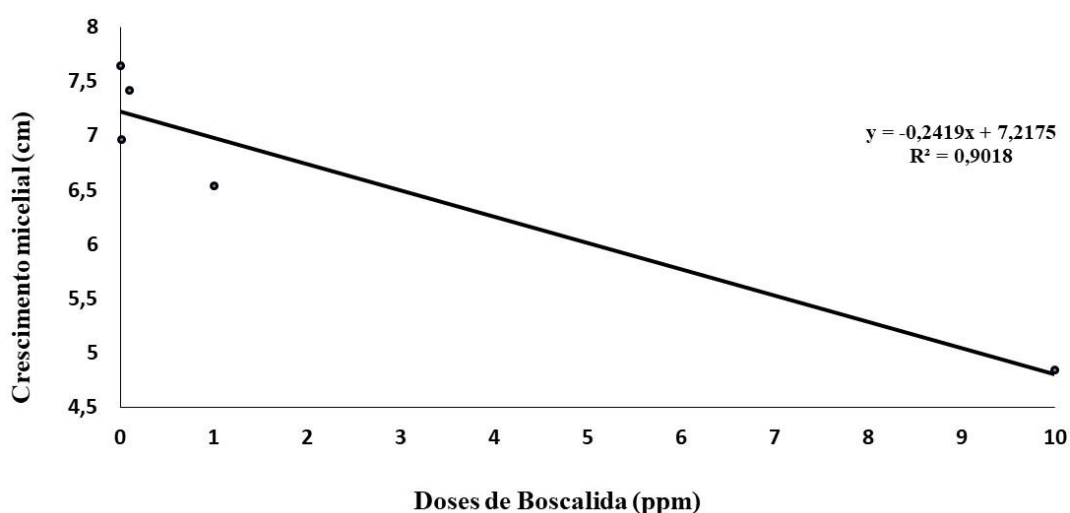
As plantas foram observadas por 15 dias até apresentação dos sintomas nas folhas para assim confirmar a presença da *P. tarda*.

5. RESULTADOS

No presente estudo, observou-se efeito significativo da interação entre as doses de boscalida e os talhões de café, no crescimento micelial do fungo *P. tarda* (ANEXO A), com significância estatística de 5%. Em sequência, procedeu-se o desdobramento das doses de boscalida dentro dos isolados estudados (talhão Eustáquio e talhão 2002).

Foi realizada a análise de regressão, com o objetivo de encontrar uma curva que represente os dados para os dois isolados. No talhão Eustáquio, foi observado um ajuste de curva linear. Observou-se que nesse talhão, à medida que aumenta as doses do fungicida boscalida, há uma redução do crescimento micelial ($p < 0.05$). No intervalo das doses estudadas, a cada 1 ppm de fungicida aplicado, a redução de 0,2419 cm no crescimento do fungo (Figura 4).

Figura 4: Gráfico de regressão linear para Isolado Eustáquio.



Fonte: Elaborado pela autora conforme dados da pesquisa (2023).

Para o talhão 2002, não foi possível ajustar uma curva de regressão que representasse adequadamente o efeito das doses, nesse isolado (ANEXO C). Portanto, o crescimento micelial em resposta às dosagens de Boscalida foi apresentado em formato de tabela. A Tabela 1 apresenta as médias dos valores do talhão 2002, dentro de cada tratamento, possibilitando uma análise comparativa de como o isolado respondeu às diferentes concentrações do ingrediente ativo Boscalida.

Observa-se que as doses de 0,01 e 0,1 ppm não demonstraram efeito significativo no crescimento do fungo *P. tarda* ($p < 0,05$), resultando em crescimento micelial estatisticamente igual ao controle (dose zero). Entretanto, ao aumentar as doses para 1 e 10 ppm, observou-se uma redução no crescimento do fungo. O crescimento não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as dosagens de 1 e 10 ppm (Tabela 1).

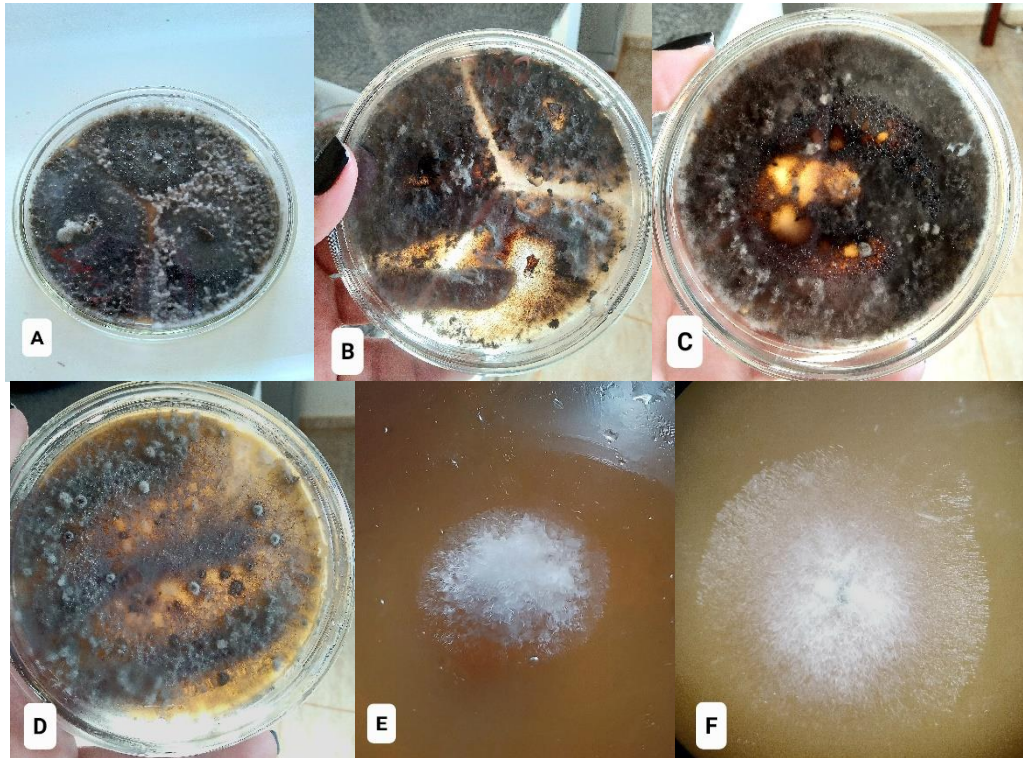
Tabela 1: Crescimento micelial do fungo *P. tarda* em função de doses de boscalida no talhão 2002.

Isolado 2002	
Doses (ppm)	Crescimento micelial (cm)
0	7,8 a
0,01	7,2 a
0,1	7,32 a
1	4,52 b
10	4,92 b

Fonte: Elaborado pela autora conforme dados da pesquisa (2023).

As imagens a seguir (Figura 5) são fotografias tiradas ao final do experimento, que mostram o desenvolvimento do fungo *P. tarda* nas placas. Nas figuras A, talhão Eustáquio, e B, talhão 2002, é possível observar placas que contêm o fungo, inicialmente coletado de folhas de café com sintomas da doença mancha de phoma, isolado e subsequentemente repicado para outras placas. As placas controle C, talhão Eustáquio, e D, talhão 2002, exibem o desenvolvimento normal do fungo *P. tarda*, em meio de cultura exclusiva, sem a presença do princípio ativo boscalida. As figuras E, talhão Eustáquio, e F, talhão 2002, apresentam placas com a concentração mais elevada, a dosagem de 10 ppm, observadas em lupa. Nota-se que o fungo demonstrou capacidade de desenvolvimento nas concentrações utilizadas no experimento, indicando uma relativa insensibilidade ao fungicida.

Figura 5: Placas contendo o fungo *P. tarda*, designadas talhão Eustáquio (A) e talhão 2002 (B), repicado a partir de folhas coletadas no campo. Placas controle talhão Eustáquio (C) e talhão 2002 (D), registradas ao final do experimento. Placas na dosagem 10 ppm, talhão Eustáquio (E), talhão 2002 (F), analisadas sete dias após inoculação, quando o experimento foi encerrado.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As placas de petri controle, com o fungo, foram utilizadas para inoculação nas mudas de café (Figura 6). À esquerda, encontra-se a imagem referente ao talhão Eustáquio, enquanto que, à direita, se refere ao talhão 2002.

Figura 6: Folhas de mudas de café com sintomas da mancha de phoma, inoculadas com fungo obtido das placas controle talhão Eustáquio (A) e talhão 2002 (B).



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

6. DISCUSSÃO

Os resultados expostos indicaram sinais de resistência em desenvolvimento nas populações de *P. tarda* ao princípio ativo boscalida, refletindo resultados semelhantes aos estudos de MIYAMOTO *et al.* (2009). No talhão Eustáquio, notamos que a redução do crescimento micelial aumentou proporcionalmente às dosagens crescentes, corroborando as observações de Ferreira *et al.* (2005).

As dosagens de 0; 0,01; 0,1; 1 e 10 ppm testadas, fazem parte da recomendação do Comitê de Ação de Resistência a Fungicidas (FRAC), para testes realizados *in vitro*. Segundo a FRAC Brasil, este é um comitê formado por representantes dos principais produtores de fungicidas no Brasil, coordena ações conjuntas que visam, principalmente, minimizar o problema de resistência de fungicidas no país, que foi constituído em junho de 1999 no Brasil, em Jaguariúna - SP.

A resistência desenvolvida por microrganismos é uma ocorrência comum na natureza. Produtos químicos com modos de ação específicos, geralmente, exercem pressão seletiva nas populações microbianas, resultando na seleção de isolados resistentes ao produto. No caso dos fungos, a resistência frequentemente surge quando fungicidas sistêmicos são usados sem critérios e de maneira repetitiva, no controle de doenças, intensificando a pressão seletiva sobre as populações de fungos insensíveis (GARRIDO, 2022).

A geração de fungos resistentes surge a partir das aplicações sucessivas de um mesmo ingrediente ativo (BRENT; HOLLomon, 1995). Como foi observado, tratamentos frequentes podem resultar num aumento de isolados, que apresentam fenótipo de resistência e podem eventualmente resultar em falhas no controle da doença.

Após o registro do boscalida, que demonstrou alta eficácia no controle da mancha foliar de *Corynespora*, o mesmo foi introduzido em programas de pulverização em estufas comerciais de pepino. Para evitar resistência, os produtores seguiram orientações dos fabricantes, adotando a pulverização rotativa com outros fungicidas de diferentes modos de ação. No entanto, apesar dessas estratégias, houve um rápido declínio na eficácia do boscalida contra a doença. No estudo sobre a ocorrência de isolados de *Corynespora cassicola*, resistentes à boscalida em pepino, na província de Ibaraki, no Japão, foi revelada a presença de isolados de *C. cassicola* resistentes à boscalida, indicando que sua aparição desempenha um papel crucial na falha do controle da doença, apesar das medidas antirresistência adotadas pelos produtores (MIYAMOTO *et al.*, 2009).

Avenot, Morgan e Michailides (2007), analisando a resistência à piraclostrobina, boscalida e resistência múltipla ao fungicida Pristine® (piraclostrobina + boscalida) em *Alternaria alternata*, causando requeima de alternária em pistache, constataram que oito isolados de *A. alternata* eram simultaneamente resistentes à piraclostrobina e à boscalida. Esses isolados também mostraram alta resistência ao fungicida Pristine® em testes laboratoriais, mesmo quando aplicado na dosagem recomendada para pistache.

Ferreira *et al.* (2005), ao analisar o efeito inibitório do extrato bruto de folhas de *Caesalpinia spinosa* sobre *Fusarium solani* e *Phoma tarda*, observaram que houve tendência de diminuição das médias de crescimento das colônias destes patógenos com o aumento das concentrações do extrato hexânico, ou seja, a redução do crescimento micelial aumentou proporcionalmente ao aumento das dosagens do extrato vegetal, para ambos os fungos.

Keinath (2015), estudando a sensibilidade basal de *Didymella bryoniae* ao ciprodinil e fludioxonil e a eficácia de campo desses fungicidas contra isolados resistentes à piraclostrobina e à boscalida, afirma que o fungo ascomiceto *D. bryoniae*, que causa a ferrugem gomosa do caule, é resistente ao tiofanato-metil, inibidores externos de quinona (QoI), boscalida e pentiopirade. Nos primeiros anos após a introdução de fungicidas sistêmicos para o controle de ferrugem gomosa do caule em melancias, causado pelo fungo *D. bryoniae*, nos Estados Unidos, foi observado um controle eficaz. No entanto, observou-se que esse fungo possui uma notável capacidade de adaptação, tornando-se resistente a vários desses fungicidas sistêmicos. O mesmo fungo pode ser classificado como um patógeno de alto risco para o desenvolvimento de

resistência, devido ao seu ciclo de vida curto e a abundante esporulação, o que, por conseguinte, demanda aplicações frequentes de fungicidas para o seu manejo (THOMAS; LANGSTON; STEVENSON, 2012). No Brasil, não há registros de resistência desse patógeno a fungicidas, porém é comum observar, em situações de campo, uma ineficácia no controle da ferrugem gomosa do caule na cultura da melancia (SANTOS; CAFÉ-FILHO; REIS, 2006).

No estudo realizado por Cañas-Gutiérrez *et al.* (2006) sobre a caracterização molecular de isolados de *Mycosphaerella fijiensis* resistentes ao benomil, na Colômbia, a definição de resistência foi estabelecida considerando-se qualquer isolado que apresentasse crescimento na concentração de 10 µg/mL do fungicida. Essa concentração foi a mais elevada dentre as examinadas no estudo. Os demais isolados foram categorizados como medianamente tolerantes ou sensíveis. Nesse contexto, a classificação não levou em conta a porcentagem de inibição dos isolados, em comparação com a testemunha; em vez disso, considerou-se apenas a presença ou ausência de crescimento fúngico para determinar a resistência.

7. CONCLUSÃO

No talhão Eustáquio, dentro do intervalo de níveis de aplicação *in vitro*, as dosagens crescentes de boscalida reduzem o crescimento de *P. tarda*.

No talhão 2002, houve paralização do crescimento do fungo nas dosagens de 1 e 10 ppm.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A princípio, neste estudo *in vitro*, foi evidenciada uma notável redução no crescimento de *P. tarda* no talhão Eustáquio, conforme as dosagens crescentes de boscalida foram aplicadas. No talhão 2002, observou-se uma redução no crescimento do fungo, embora não tenha apresentado diferença estatisticamente significativa entre as dosagens de 1 e 10 ppm.

Portanto, novos estudos em casa de vegetação e em campo devem ser realizados, no sentido de comparar a real resistência de *P. tarda* ao fungicida Boscalida, nos respectivos talhões. Dessa forma, a realização de estudos adicionais, em condições mais próximas das de campo, é fundamental para validar e aprimorar os resultados obtidos *in vitro*.

9. REFERÊNCIAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: (<http://www.agricultura.gov.br>) >. Acesso em 25 maio 2023.

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/!ap_produto_form_detalhe_cons?p_id_produto_formulado_tecnico=7897&p_tipo_janela=NEW Acesso em 30 de Julho de 2023.

AMORIM, L. *et al.* **Manual de Fitopatologia**: Princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. 573 p.

AVENOT, H.; MORGAN, D. P.; MICHAILIDES, T. J.. Resistance to pyraclostrobin, boscalid and multiple resistance to Pristine® (pyraclostrobin + boscalid) fungicide in *Alternaria alternata* causing alternaria late blight of pistachios in California. *Plant Pathology*, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 135-140, 16 set. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01701.x>.

BRAINER, M. S. C. P.; XIMENES, L. F. **CADERNO SETORIAL ETENE**: Produção e mercado do café. 207. ed. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - Etene: Banco do Nordeste, 2021. (6). Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1108/3/2021_CDS_207.pdf. Acesso em: 30 ago. 2023.

Brent, K. J., & Hollomon, D. W. **Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed?** Vol. 1, p. 48. Brussels: GIFAP. (1995).

Revista Campo & Negócios. **CRESCE A INCIDÊNCIA DA PHOMA CAFEIEIRA**. Uberlândia/Mg: 8 fev. 2015. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/cresce-a-incidencia-da-phoma-cafeieira/>. Acesso em: 25 set. 2023.

CAÑAS-GUTIÉRREZ, G. P.; PATIÑO, L. F.; RODRIGUEZ-ARANGO, E.; ARANGO, R. Molecular characterization of benomyl-resistant isolates of *Mycosphaerella fijiensis*, collected in Colombia. *J. Phytopathology*, v. 154, p. 403–409, 2006.

CHERLINKA, Vasyl. Doenças De Plantas: Tipos, Controle E Prevenção. 2022. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/doencas-de-plantas/>. Acesso em: 25 out. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: file:///C:/Users/Sabrina/Downloads/site_Boletim_de_Cafe_4o_levantamento.pdf Acesso em: 28 abril 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de café está estimada em 50,38 milhões de sacas na safra 2022**. Disponível em:

<<<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4758-producao-de-cafe-esta-estimada-em-50-38-milhoes-de-sacas-na-safra-2022>>> Acesso em: 28 abril 2023.

DORNELAS, G. A. **Mancha de phoma do cafeeiro: Relação com irrigação, fertilidade do solo e nutrição de plantas**. 2017. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

FERNANDES, A. L. T., PARTELLI, F. L., ROBSON, B., GOLYNSKI, A. **A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros**. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, abr./jun. 2012

FERREIRA *et al.* **Inhibitory effect of *Caesalpinia spinosa* leaflets crude extract on *Fusarium solani* and *Phoma tarda***. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, v. 27, no. 2, p. 185-188, April/June, 2005.

FRAC. **List of first confirmed cases of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents**. 2020.

FRAC. **Pathogen risk list**. 2019.

GARRIDO, L. da R. Resistência de isolados de fungos e cromistas a diferentes princípios ativos:: classificação e medidas de manejo. 129. ed. Bento Gonçalves, Rs: Embrapa Uva e Vinho, 2022. 17 p.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/13231> Acesso em: 25 set. 2023.

KEINATH, Anthony P.. Baseline Sensitivity of *Didymella bryoniae* to Cyprodinil and Fludioxonil and Field Efficacy of these Fungicides Against Isolates Resistant to Pyraclostrobin and Boscalid. *Plant Disease*, [S.L.], v. 99, n. 6, p. 815-822, jun. 2015. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/pdis-09-14-0993-re>.

KROHLING, C. A. *et al.* Avaliação do fungicida cantus aplicado preventivamente via canhão nas pré-floradas do cafeeiro para controle do complexo de doenças phoma/ascochyta (*phoma tarda* e *phoma costarricensis*), em Marechal Floriano, ES. **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil** (6. : 2009 : Vitória, ES). Anais. Brasília, D.F: Embrapa - Café, 2011.

LIMA, L. M. de.. **Variabilidade espacial da Mancha de Phoma relacionada a nutrição do cafeeiro e incidência da cercosporiose na qualidade do café**. 2009. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitopatologia, Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LORENZETTI, *et al.* Effect of temperature and leaf wetness on *Phoma tarda* and *phoma* leaf spot in coffee seedlings. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 1-9, mar. 2015.

MATIELLO, J. B., et. al. **Cultura do café no Brasil: Manual de recomendações**. São Paulo: Futurama, 2016. 548 p.

MESQUITA, C. M. *et al.* Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 64 p. Disponível em: . Acesso em: 31 out. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café**. Disponível em:

<<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe>>> Acesso em: 28 abril 2022.

MIYAMOTO, T. *et al.* Occurrence of *Corynespora cassicola* isolates resistant to boscalid on cucumber in Ibaraki Prefecture, Japan. **Plant Pathology**, [S.L.], v. 58, n. 6, p. 1144-1151, 9 nov. 2009. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02151.x>.

PATRICIO, F.R.A.; OLIVEIRA, E.G. Desafios no manejo de doenças do café. **Visão Agrícola**, v.12, p.51-54, 2014.

Rehagro. **COFFEA ARABICA E COFFEA CANEPHORA: QUAIS SÃO AS DIFERENÇAS DAS ESPÉCIES?** Belo Horizonte: 11 dez. 2021. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/diferencas-das-especies-coffea-arabica-e-coffea-canephora-2/#comments>. Acesso em: 25 set. 2023.

SAKIYAMA, N. *et al.* **Café arábica do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015, p. 316.

SANTOS, Gil R.; CAFÉ-FILHO, Adalberto C.; REIS, Ailton. Resistência de *Didymella bryoniae* a fungicidas no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, [S.L.], v. 31, n. 5, p. 476-482, out. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-41582006000500007>.

SALGADO, M. *et al.* Primeiro relato da ocorrência de *Didymella* sp., fase sexuada de *Phoma tarda*, em *Coffea arabica* no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. Anais. Brasília: Embrapa Café, 2007. p. 1-3.

SALGADO, M.; PFENNING, L. H. **Identificação e caracterização morfológica de espécies de *Phoma* do cafeeiro no Brasil**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. Anais... Brasília: Embrapa Café/Minasplan, 2000. p. 183-185.

SILVA JUNIOR, M. B. **Fertilizantes foliares no manejo da Mancha de phoma do cafeeiro**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SILVEIRA, H. R. de O. *et al.* Variação sazonal do metabolismo de carboidratos em Café Arábica em três altitudes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9. 2015, Salvador. **Anais...** Belo Horizonte: Embrapa Café, 2015b.

SOUZA, A. F. de. **Manejo Integrado da Mancha de Phoma no Cafeeiro**. São Paulo: Café Point, 02 maio 2007. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/manejo-integrado-da-mancha-de-phoma-no-cafeeiro-35756n.aspx>. Acesso em: 25 set. 2023.

THOMAS, A.; LANGSTON, D. B.; STEVENSON, K. L. Baseline Sensitivity and Cross-Resistance to Succinate-Dehydrogenase-Inhibiting and Demethylation-Inhibiting Fungicides in *Didymella bryoniae*. **The American Phytopathological Society**: Plant Disease, University Of Georgia, v. 96, n. 7, p. 979-984, July 2012.

ANEXOS

**ANEXO A: Quadro de análise de variância para o estudo dos fatores talhão
(Eustáquio e 2002) e doses de boscalida (0, 0.01, 0.1, 1 e 10 ppm).**

Amostra	¹ GL	² SQ	³ FC
Isolados	1	1.344800	0.1063
Doses	4	61.457200	0.0000*
Isolados*Doses	4	9.105200	0.0037*
erro	40	19.700000	
Total corrigido	49	91.607200	

⁽¹⁾Grau de liberdade, ⁽²⁾Soma de quadrados, ⁽³⁾Valor F, *significativo a 5%.

Fonte: Elaborado pela autora conforme dados da pesquisa (2023).

ANEXO B: Soma de quadrados sequenciais para talhão Eustáquio.

Causa de variação	GL	SQ	FC
x	1	22.331847	0.000*
x²	1	1.167709	0.131
x³	1	0.069220	0.710
Desvio	1	1.195223	0.127
erro	40	0.492500	

Fonte: Elaborado pela autora conforme dados da pesquisa (2023).

ANEXO C: Soma de quadrados sequenciais para o talhão 2002.

Causa de variação	GL	SQ	FC
x	1	16.868764	0.000*
x²	1	28.066587	0.000*
x³	1	0.023829	0.827
Desvio	1	0.839220	0.199
erro	40	19.700000	

Fonte: Elaborado pela autora conforme dados da pesquisa (2023).

Observação: Embora o efeito x^2 tenha sido significativa a plotagem do gráfico de curva de 2° grau, não reproduziu efeito explicável agronomicamente, devido ao ponto de mínimo da curva ter sido abaixo de zero. Equação para este efeito é representada por: $Y = 7,5593 - 3,3405X + 0,3076X^2$, tendo, como ponto mínimo da curva, a dosagem de “-5,42 ppm”.