

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DÉBORA RENDOKI

SENSIBILIDADE DE ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. DA OLIVEIRA AOS
FUNGICIDAS TEBUCONAZOL, DIFENOCONAZOL E TIOFANATO METÍLICO

CURITIBA

2025

DÉBORA RENDOKI

SENSIBILIDADE DE ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. DA OLIVEIRA AOS
FUNGICIDAS TEBUCONAZOL, DIFENOCONAZOL E TIOFANATO METÍLICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte
Co-orientador (a): Me. Maria Gabriela de Carlos da Rocha

CURITIBA

2025

TERMO DE APROVAÇÃO

DÉBORA RENDOKI

SENSIBILIDADE DE ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. DA OLIVEIRA AOS FUNGICIDAS TEBUCONAZOL, DIFENOCONAZOL E TIOFANATO METÍLICO

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro(a) Agrônomo(a) no Curso de Graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:

Orientador Professor Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Me. Maria Gabriela de Carlos da Rocha
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Me. Mayara Catherine Candido da Silva
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Setor de Ciências Agrárias

Curitiba, 09 de julho de 2025

Dedico este trabalho a minha mãe Helena Krupczak Rendoki, que me transmitiu o seu amor pela agricultura.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero destacar uma frase que ouvi uma vez, na qual dizia que não se faz uma faculdade sozinho e, no fim, o nosso diploma não é só nosso, mas também de todas as pessoas que participaram, direta ou indiretamente, da nossa jornada até a conclusão do curso. Essa frase é uma grande verdade. A minha graduação contou com a colaboração de muitos amigos, familiares, professores, conhecidos e até desconhecidos, a quem sou profundamente grata.

Quero iniciar agradecendo a Deus: foi a Sua infinita bondade que me manteve em pé durante todo esse percurso, tanto na elaboração deste trabalho quanto ao longo de toda a graduação. Entre altos e baixos, alegrias e tristezas, tudo foi aprendido. Sei que Tu me colocou no caminho certo, permitindo que eu vivesse os meus sonhos. A minha fé em Ti é uma das únicas certezas que tenho na vida. Obrigada, Senhor.

Agradeço aos meus pais, Helena Krupczak Rendoki e Paulo Zacarias Rendoki: obrigada por estarem sempre ao meu lado, por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava da minha capacidade. Obrigada por lutarem tanto para que eu pudesse realizar esse sonho, que não é só meu, mas nosso. Farei o possível para honrar o nome de vocês e para que toda essa caminhada traga orgulho à nossa família.

Agradeço ao meu irmão, Francisco Rendoki, pelas nossas longas conversas de parceria, amizade e apoio mútuo aos sonhos um do outro.

Agradeço à minha amiga Marilize Silva da Fonseca por todo o companheirismo e ajuda, não apenas neste trabalho, mas ao longo de toda a graduação. A sua amizade foi verdadeira e leal do início ao fim e foi essencial para a pessoa e profissional que sou hoje. Agradeço também aos demais amigos e colegas da Agronomia, que tornaram essa caminhada mais leve e divertida.

Meu agradecimento especial ao meu orientador, Professor Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte, pela atenção, acompanhamento e pela orientação, algo fundamental para a realização deste trabalho. Minha gratidão vai também à doutoranda Maria Gabriela de Carlos da Rocha, por todo o auxílio, dedicação e companheirismo na execução desta pesquisa.

Agradeço, de forma geral, a toda a equipe do LEMID (UFPR), EPAMIG e FAPEMIG, pelas contribuições diretas e indiretas na execução deste trabalho. Sem todos vocês, nada seria possível.

RESUMO

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum* spp. na oliveira, é uma das doenças mais importantes da cultura, afetando não apenas a produção, mas também a qualidade das azeitonas e do azeite de oliva. Para o controle da doença em olivais comerciais, os produtores utilizam fungicidas protetores à base de cobre, bem como fungicidas curativos com ação sistêmica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade de isolados de *Colletotrichum* spp., de oliveira coletados em quatro estados brasileiros, aos fungicidas sistêmicos tebuconazol, difenoconazol e tiofanato-metílico. O crescimento micelial de 69 isolados foi avaliado em meio de cultura BDA, utilizando-se doses discriminatórias de 0,1; 1 e 10 µg/mL para o difenoconazol; 1, 10 e 100 µg/mL para o tiofanato-metílico; e 0,3 µg/mL para o tebuconazol. Após quatro dias de incubação a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, o crescimento micelial foi determinado por duas medições perpendiculares, e por meio da fórmula $\%ICM = [(C-T)/C] \times 100$, foi calculada a porcentagem de inibição do crescimento micelial dos isolados. Os resultados identificaram fenótipos sensíveis e resistentes aos fungicidas, considerando os percentuais de $ICM < 30\%$ para caracterização de fenótipo resistente ao tebuconazol e ao difenoconazol e $ICM < 50\%$ para fenótipo resistente ao tiofanato-metílico. Para o tebuconazol, quatro isolados apresentaram fenótipos resistentes, sendo que a concentração de 0,3 µg/mL foi eficaz para discriminar a população. Para o tiofanato-metílico, sete isolados classificaram-se com fenótipo resistente às três concentrações testadas, mas a concentração de 1 µg/mL foi capaz de discriminar os isolados, identificando 10 isolados com fenótipo resistente. Para o difenoconazol, a concentração de 0,1 µg/mL também foi suficiente para discriminar os isolados, considerando a presença de 10 isolados com tendência à resistência. Esses resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo da sensibilidade do fungo aos fungicidas, a fim de orientar as melhores estratégias de manejo da doença.

Palavras-chave: *Colletotrichum*, sensibilidade a fungicidas, oliveira.

ABSTRACT

Anthrachnose, caused by the fungus *Colletotrichum* spp. in olive trees, is one of the most important diseases of the crop, affecting not only production but also the quality of olives and olive oil. To control the disease in commercial olive groves, producers use copper-based protective fungicides, in addition to systemic curative fungicides. The objective of this study was to evaluate the sensitivity of *Colletotrichum* spp. isolates from olive trees collected in four Brazilian states to the systemic fungicides tebuconazole, difenoconazole, and thiophanate-methyl. The mycelial growth of 69 isolates was evaluated on PDA culture medium, using discriminatory doses of 0.1, 1, and 10 µg/mL for difenoconazole; 1, 10, and 100 µg/mL for thiophanate-methyl; and 0.3 µg/mL for tebuconazole. After four days of incubation at 25°C and a 12-hour photoperiod, mycelial growth was determined by two perpendicular measurements, and the percentage of mycelial growth inhibition of the isolates was calculated using the formula $\%ICM = [(C-T)/C] \times 100$. The results identified fungicide-sensitive and -resistant phenotypes, considering ICM percentages <30% for characterizing the tebuconazole- and difenoconazole-resistant phenotype and ICM percentages <50% for the thiophanate-methyl-resistant phenotype. For tebuconazole, four isolates presented resistant phenotypes, and the 0.3 µg/mL concentration was effective in discriminating the population. For thiophanate-methyl, seven isolates were classified as resistant to all three concentrations tested, but the 1 µg/mL concentration was able to discriminate the isolates, identifying 10 isolates with a resistant phenotype. For difenoconazole, a concentration of 0.1 µg/mL was also sufficient to discriminate isolates, considering the presence of 10 isolates with a tendency toward resistance. These results reinforce the importance of continuous monitoring of the fungus's sensitivity to fungicides to guide the best disease management strategies.

Keywords: *Colletotrichum*, fungicide sensitivity, olive tree.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. CULTURA DA OLIVEIRA	11
2.2. OLIVICULTURA NO BRASIL	13
2.3. ANTRACNOSE NA OLIVEIRA	14
2.4. CONTROLE QUÍMICO DA ANTRACNOSE	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. OBTENÇÃO DOS ISOLADOS	18
3.2. ISOLAMENTO DO PATÓGENO.....	20
3.3. DOSE DISCRIMINATÓRIA	21
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERÊNCIAS	32
8. ANEXOS.....	39

1. INTRODUÇÃO

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma espécie arbórea e perene de origem antiga, difundida principalmente em países localizados na região da bacia do Mediterrâneo (Belarmino et al., 2020; Filardo et al., 2024). Destaca-se não apenas por sua importância econômica, em razão da produção de azeitonas e azeite de oliva para fins alimentícios, mas também por sua relevância social, histórica e cultural, estando presente na literatura e na mitologia, além de trazer benefícios à saúde e aplicações medicinais (Filardo et al., 2024).

Os países da bacia do Mediterrâneo concentram os maiores índices de produção de azeitonas, favorecidos pelo clima e pela ampla difusão do cultivo nessa região (Moral; Trapero, 2009; Talhinhos et al., 2011; Cabral et al., 2024). A Espanha se destaca como principal produtora mundial, com grande extensão de área cultivada, seguida por Itália, Portugal e Turquia (FAO, 2025).

No Brasil, embora as azeitonas e o azeite de oliva sejam amplamente consumidos e requisitados pelos consumidores, a produção nacional é recente e ainda está em desenvolvimento (Sá, 2024). Essa limitação impede que a demanda interna seja totalmente suprida, tornando o país um dos maiores importadores mundiais tanto de azeite de oliva quanto de azeitonas (Ricalde; Garcia, 2013; Coutinho et al., 2009). No entanto, países vizinhos, como Argentina, Peru, Chile e Uruguai, destacam-se como grandes produtores da América do Sul (Ricalde; Garcia, 2013), nas quais, junto de países como Espanha e Itália, fornecem os produtos da oliveira ao Brasil (Sá, 2024).

Apesar do Brasil ainda ser considerado um país iniciante no cultivo da oliveira para a produção de azeitonas e azeite de oliva, tem se destacado pelas condições favoráveis à cultura (Ricalde; Garcia, 2013) e pela qualidade do azeite de oliva produzido em alguns estados brasileiros (Sá, 2024). Os maiores investimentos e ocorrências de olivais comerciais no Brasil concentram-se nos estados do Rio Grande do Sul e Minas Gerais (Bastos; Eugenio, 2023; Garcia et al., 2018; Ricalde et al., 2012), também podendo ser encontrados em outros estados das regiões Sul e Sudeste (Ricalde; Garcia, 2013).

As regiões Sul e Sudeste possuem condições favoráveis ao cultivo, na qual as temperaturas se enquadram nas faixas ideais para a cultura, e a

quantidade de frio existente, principalmente no Sul, é tolerada e requerida pela planta (Coutinho et al., 2009). O principal ponto de atenção está relacionado à elevada umidade, que principalmente durante a fase de maturação, pode prejudicar não apenas a qualidade do azeite, dificultando sua extração, mas também favorecer o aparecimento de doenças, como a antracnose, causada por fungos de diferentes espécies do gênero *Colletotrichum* (Coutinho et al., 2009).

A antracnose da oliveira é uma das principais doenças que atingem os olivais comerciais em todo o mundo (Cabral et al., 2024), sendo caracterizada por atingir flores, frutos e até folhas (Cabral et al., 2024; Talhinhos et al., 2011). Essa doença reduz não apenas a produtividade dos olivais, mas também a qualidade das azeitonas de mesa e do azeite de oliva (Talhinhos et al., 2018; Cabral et al., 2024).

O controle da doença é realizado principalmente por meio de fungicidas protetores à base de cobre (Talhinhos et al., 2018; Varveri; Tsitsigiannis, 2024) e por fungicidas sistêmicos com atividade curativa, como os triazóis, benzimidazóis e estrobilurinas (Varveri; Tsitsigiannis, 2024), formulados em mistura ou com ingrediente ativo isolado.

O uso excessivo desses ingredientes ativos pode favorecer a seleção de isolados de *Colletotrichum* spp. resistentes aos fungicidas, resultando em falhas no controle da doença e na perda da sensibilidade dos fungos aos fungicidas (Gama et al., 2020).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sensibilidade de 69 isolados de *Colletotrichum* spp. coletados em olivais de quatro estados brasileiros aos fungicidas sistêmicos tebuconazol, difenoconazol e tiofanato metílico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CULTURA DA OLIVEIRA

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma espécie arbórea pertencente à família botânica Oleaceae, considerada uma das culturas perenes mais antigas do mundo, sendo importante tanto para a produção de azeitonas quanto para o subproduto azeite de oliva (Filardo et al., 2024; Belarmino et al., 2020).

A planta é adaptada às condições climáticas das regiões próximas à bacia

do Mediterrâneo, onde o cultivo é mais concentrado (Talhinhas et al., 2011; Cabral et al., 2024; Coutinho et al., 2009), representando cerca de 98% da produção mundial e abrangendo aproximadamente 1.200 cultivares diferentes (Moral; Trapero, 2009).

A Espanha lidera o ranking de área plantada, com cerca de 2.651.110 ha, seguida pela Tunísia, com 1.934.447 ha cultivados, pelo Marrocos com 1.214.934 ha e pela Itália, com 1.080.060 ha (FAO, 2025). O Egito, por sua vez, destaca-se pela alta produtividade, atingindo 9.064,8 kg/ha, diferente de países como a Tunísia e Marrocos, que embora possuam grandes áreas cultivadas, atingem baixas produtividades por hectare (FAO, 2025).

Além da extensão das áreas de cultivo, a produção mundial de azeitonas também é liderada pela Espanha, com 5.101.010 toneladas anualmente, seguida pela Itália, com 2.397.880 toneladas, e pela Turquia, com 1.520.000 toneladas de azeitonas (FAO, 2025). Países como Portugal, Tunísia, Marrocos e Egito também se destacam pela grande produção, onde cada um obtém pouco mais de um milhão de toneladas anualmente (FAO, 2025).

No continente americano, há evidências de que a cultura da oliveira tenha sido inicialmente implantada em países como os Estados Unidos e o México, na América do Norte, e no Peru, na América do Sul (Coutinho et al., 2009; Oliveira, et al., 2012; Ricalde; Garcia, 2013). A partir daí, a cultura foi sendo difundida para outros países, como Chile e Argentina, onde ganhou mais força, além de ter se expandido para alguns estados do Brasil (Coutinho et al., 2009; Oliveira, et al., 2012; Ricalde; Garcia, 2013).

Atualmente, os principais países produtores da América do Sul são Peru, Argentina, Chile e Uruguai (Ricalde; Garcia, 2013), sendo a Argentina a líder em produção, com 344.714,98 toneladas e uma área cultivada de 125.562 hectares (FAO, 2025). Em seguida, vem o Peru, com produção de 206.983 toneladas e 28.300 hectares cultivados, e o Chile, com 131.440,47 toneladas e uma área de 20.956 hectares (FAO, 2025). As maiores produtividades de azeitonas por hectare são observadas no Peru, com 7.314 kg/ha, e no Chile, com 6.272,2 kg/ha (FAO, 2025).

Por mais que a oliveira seja comumente encontrada em países da região mediterrânea, onde há supremacia na produção em relação ao restante do mundo, ela também é cultivada em outros países e continentes que apresentam

clima semelhante ao mediterrâneo (Moral; Trapero, 2009). O clima mediterrâneo é caracterizado por verões com altas temperaturas e baixos índices pluviométricos, além de invernos frios, que favorecem a saída da oliveira da dormência por meio do acúmulo de frio (Coutinho et al., 2009).

A temperatura ótima para o desenvolvimento da planta se enquadra entre 25°C e 35°C, sendo possível tolerar temperaturas superiores a 40°C, porém com prejuízos às suas atividades fisiológicas (Coutinho et al., 2009). Já em relação ao frio, embora a oliveira seja sensível a temperaturas muito baixas, o estímulo à dormência induz uma tolerância gradual, permitindo que a planta suporte temperaturas de até 0°C (Coutinho et al., 2009).

A necessidade hídrica exigida por uma oliveira é baixa, sendo ideal uma faixa entre 650 e 800 mm de precipitação anual, uma vez que a planta possui estruturas que reduzem a perda de água, como folhas com cutícula espessa e estômatos localizados na face abaxial das folhas (Coutinho et al., 2009).

Além disso, um excesso de chuvas não é desejável durante os estágios de floração, pré-maturação e maturação dos frutos (Coutinho et al., 2009). Na fase de floração, a elevada umidade pode prejudicar a fecundação das flores pela lavagem do pólen pela água da chuva, enquanto nas fases de pré-maturação e maturação, o excesso de água torna os frutos mais aguados, dificultando a extração do óleo e favorecendo o surgimento de doenças relacionadas à umidade, como a antracnose, causada por fungos do gênero *Colletotrichum* spp. (Coutinho et al., 2009).

2.2. OLIVICULTURA NO BRASIL

No Brasil, a cultura da oliveira ainda não possui grande expressão por ser uma atividade recente (Sá, 2024), e os números de produção descritos pela FAO (2025) não colocam o país entre os maiores produtores de azeitonas do mundo.

Atualmente, o Brasil registra uma produção de 6.867 toneladas, com uma área cultivada de 3867 hectares e uma produtividade de 1.775 kg/ha (FAOSTAT, 2025). Por esse motivo, o Brasil se enquadra entre os maiores importadores mundiais, tanto de azeite de oliva, sendo o quinto maior, com importações anuais em torno de 575.909 toneladas (Rizzo; Argumedo, 2011; Ricalde; Garcia, 2013), quanto de azeitonas de mesa, sendo o quarto maior importador (Coutinho et al.,

2009).

Os estados com maiores investimentos na cultura e com maior presença de olivais comerciais são o Rio Grande do Sul e Minas Gerais (Bastos; Eugenio, 2023; Garcia et al., 2018; Ricalde et al., 2012), também podendo ser encontrada em outros estados das regiões Sul e Sudeste do Brasil, como Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro (Coutinho et al., 2009; Ricalde; Garcia, 2013; Sá, 2024).

O Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor de oliveiras do Brasil (Belarmino et al., 2020; Sá, 2024), possuindo a maior área cultivada do país (Ambrosini et al., 2022; Sá, 2024) e obtendo cerca de 80% da produção nacional de azeite de oliva (Sá, 2024). Minas Gerais, por sua vez, é o principal produtor da região Sudeste, concentrando aproximadamente 60% da área cultivada com oliveiras em seu território (Sá, 2024).

Por mais que o Brasil tenha uma pequena produção de azeite de oliva no cenário mundial, o produto nacional é reconhecido pela sua qualidade, conquistando prêmios internacionais de excelência com azeites produzidos em Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (SÁ, 2024).

No Estado do Paraná, ainda não há dados concretos sobre a quantidade de hectares cultivados e a produção de oliveiras, no entanto, há interesse por parte dos produtores paranaenses na cultura e na sua expansão, conforme a matéria publicada pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP) em 2017. A reportagem jornalística de Fontoura (2024) pelo G1 Paraná, também relata que o estado já conta com alguns olivais em produção no município de Ventania, além de outros em fase inicial de cultivo em cidades como Palmeira, Palmas, Lapa e Irati.

2.3. ANTRACNOSE NA OLIVEIRA

A antracnose na cultura da oliveira (*Olea europaea* L.) é uma das doenças mais relevantes e que mais causam danos à produção de azeitonas e à qualidade do azeite de oliva no mundo (Cabral et al., 2024). A antracnose, além de reduzir a produtividade das azeitonas, diminui também a qualidade do azeite de oliva, alterando suas características sensoriais e químicas com o aumento de acidez (Talhinhas et al, 2018; Leoni et al., 2018; Cabral et al., 2024).

O agente causal da doença são diferentes espécies de fungos do gênero *Colletotrichum* (Cabral et al., 2024), havendo cerca de 17 espécies associadas a doença da antracnose na oliveira (Talhinhas et al., 2018), sendo as mais importantes aquelas pertencentes ao complexo *C. acutatum* e *C. gloeosporioides* (Talhinhas et al., 2011), porém também já identificado espécies do complexo *C. boninense* (Cabral et al., 2024).

A doença atinge principalmente as flores e os frutos em fase de amadurecimento, causando lesões necróticas de cor marrom, que podem evoluir para a cor preta, com o aparecimento de mucilagens de cor rosa claro a alaranjada, contendo conídios sob alta umidade, o que ocasionam futuramente a mumificação e queda dos frutos (Cabral et al., 2024, Talhinhas et al., 2011). Embora com menor frequência, a antracnose também pode ocorrer em galhos e folhas, causando o aparecimento de manchas necróticas escuras, que podem resultar em desfolha da árvore e morte de galhos (Talhinhas et al., 2011).

O ciclo da doença se inicia com a disseminação do fungo, que ocorre pelo transporte de esporos armazenados geralmente em frutos mumificados presentes na planta, por meio de gotas de chuva na estação outonal (Trapero & Blanco, 2004 apud Talhinhas et al., 2011; Cabral et al., 2024).

Esses esporos disseminados continuam o ciclo com a infecção do fungo nas flores da oliveira (Moral et al., 2009; Kottaridi et al., 2024), favorecida por condições ideais de temperatura entre 17°C e 20°C, podendo ocorrer também em uma faixa mais extrema, de 5°C a 30°C, desde que haja disponibilidade de água e umidade relativa superior a 98%, que se intensifica se permanecer por um período de 48 horas ou mais (Moral et al. 2012; Talhinhas et al., 2018).

Essas condições ambientais são encontradas principalmente na primavera e no verão (Moral et al., 2009; Kottaridi et al., 2024). As infecções, ocorridas em flores ou frutos, geralmente permanecem em dormência até que a azeitona atinja a maturidade nas estações de outono e inverno, na qual os sintomas e sinais da doença se manifestam (Kottaridi et al., 2024).

O desenvolvimento do fungo dentro do fruto, causa apodrecimento e mumificação, de maneira rápida e é favorecido por condições ambientais de alta umidade relativa, chuvas frequentes e temperaturas entre 20°C e 25°C, nas quais há aumento da taxa de desenvolvimento e germinação dos conídios do fungo (Talhinhas et al., 2018; Moral et al., 2009; Kottaridi et al., 2024).

Além das condições ambientais favoráveis ao fungo, cultivares suscetíveis e altas densidades populacionais de plantas também podem favorecer a progressão da doença (Talhinhas et al., 2018; Leoni et al., 2018), assim como a grande diversidade de espécies do gênero *Colletotrichum*, que dificulta o controle da doença (Sergeeva, 2011 apud Kottaridi et al., 2024).

2.4. CONTROLE QUÍMICO DA ANTRACNOSE

O controle da antracnose na oliveira pode ser realizado com o uso de fungicidas, sendo os mais comuns aqueles à base de cobre (Talhinhas et al., 2018; Varveri; Tsitsigiannis, 2024) fungicidas de contato que atuam de forma protetora contra a doença (Varveri; Tsitsigiannis, 2024). No entanto, quando há uma alta pressão da doença, os fungicidas cúpricos podem não ser totalmente eficazes no controle (Varveri; Tsitsigiannis, 2024), além de afetarem a qualidade do azeite de oliva se manejados de forma errada, devido aos resíduos do fungicida que ficam no produto derivado da azeitona (Talhinhas et al., 2018).

Além dos fungicidas cúpricos, outros produtos têm sido utilizados no manejo da antracnose na oliveira, como os fungicidas sistêmicos que são aplicados de forma preventiva a doença, cujos ingredientes ativos pertencem a grupos como os Inibidores da Desmetilação (IDMs), que incluem os triazóis, os Metil Benzimidazol Carbamatos (MBCs), que incluem o tiofanato metílico e os Inibidores da QoI, que incluem as estrobirulinas (Varveri; Tsitsigiannis, 2024).

No Brasil, o manejo fitossanitário da antracnose tem sido conduzido por meio da aplicação de fungicidas cúpricos, como o hidróxido de cobre e o oxicloreto de cobre, bem como por fungicidas sistêmicos formulados com ingredientes ativos isolados ou em mistura (ADAPAR, 2024; AGROFIT, 2024). Dentre os principais grupos químicos utilizados destacam-se os triazóis (difenoconazol, flutriafol e tebuconazol), as carboxamidas (fluxapiroxade), as estrobilurinas (piraclostrobina e azoxistrobina), os benzimidazóis (tiofanato-metílico) e as fenilpiridinilaminas (fluazinam) (ADAPAR, 2024; AGROFIT, 2024).

O tebuconazol e o difenoconazol são ingredientes ativos sistêmicos do grupo químico dos triazóis, pertencentes ao Grupo G1 De acordo com a classificação do FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), atuando como inibidores da desmetilação na biossíntese de esteróis na célula fúngica,

compostos essenciais para a estrutura da membrana celular dos fungos (FRAC, 2025). Estes fungicidas são aplicados na lavoura de forma preventiva mesmo que ainda não haja sintomas da doença e nem condições favoráveis (Gama et al., 2020), mas também auxiliam de forma “curativa” quando a doença já está estabelecida na área de plantio comercial (Keinath & Zitter, 1998).

O tiofanato-metílico é um ingrediente ativo sistêmico translocado pelo xilema que pertence ao grupo químico metil benzimidazol carbamatos, que atua nos processos de mitose e divisão celular, mais especificamente na polimerização da β -tubulina (FRAC, 2025; Keinath & Zitter, 1998). Sua ação interrompe a formação dos microtúbulos, impedindo a divisão celular dos fungos (Davidse, 1986; Keinath & Zitter, 1998). Esse modo de ação classifica o tiofanato-metílico no grupo B1 do FRAC (FRAC, 2025) e faz com que ele auxilie no controle da antracnose já estabelecida na planta, protegendo também os tecidos e órgãos da planta que se desenvolvem após a aplicação do produto a base de tiofanato-metílico (De Waard et al., 1993; Smith & Crosby, 1972; Keinath & Zitter, 1998)

O uso excessivo de fungicidas sistêmicos de sítio específico, aplicados de forma preventiva, mesmo na ausência de sintomas da doença na lavoura e de condições favoráveis ao aparecimento da antracnose, pode favorecer a seleção de populações de *Colletotrichum* spp. presentes na área, levando à redução na sensibilidade do fungo a esses ingredientes ativos (Gama et al., 2020).

Pelo uso excessivo e falta do manejo de resistência de fungicidas adequado o FRAC já possui relatos de resistência de espécies de *Colletotrichum* spp. em estudos de laboratório, campo e pós-colheita para fungicidas Metil Benzimidazol Carbamatos e para fungicidas IDMs em culturas como o feijão, a banana e manga (FRAC, 2025).

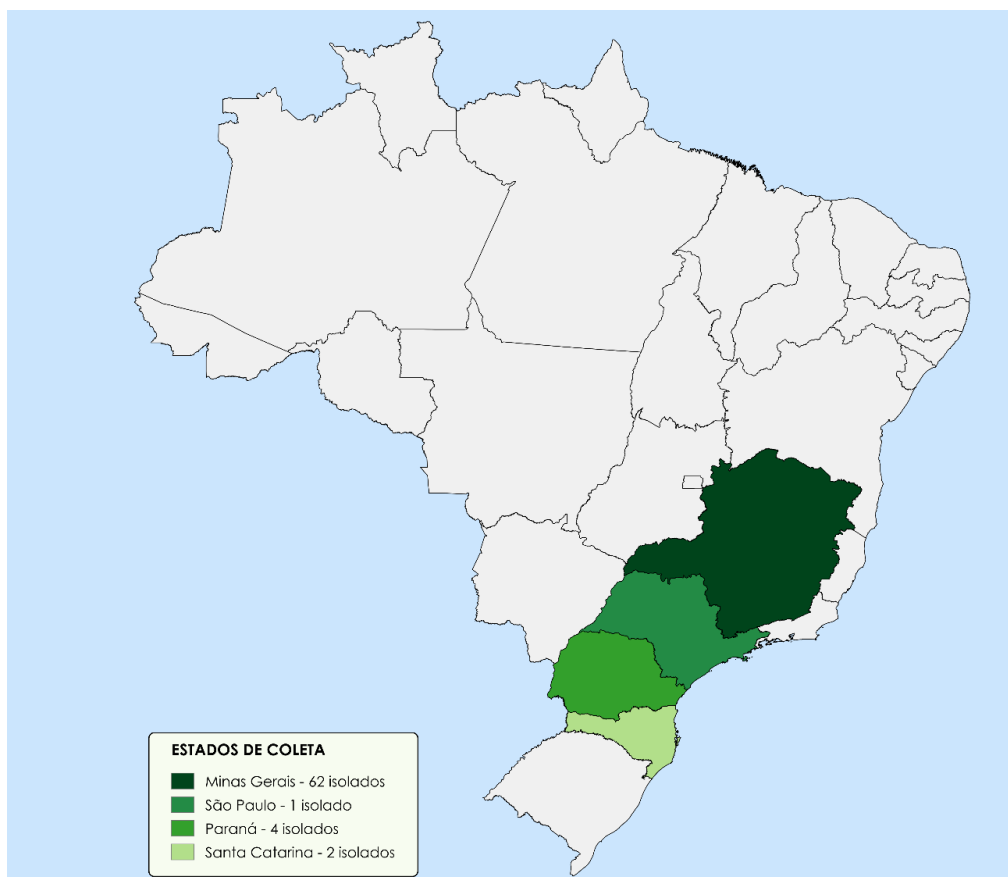
Dessa forma, é importante realizar o monitoramento contínuo da sensibilidade dos fungos ao longo do tempo, a fim de evitar ao máximo a perda de eficácia dos ingredientes ativos e a falha no controle. O produtor deve adequar o manejo com o auxílio de técnicos, realizando a rotação de fungicidas com cautela, conforme as recomendações do fabricante, e considerar outras estratégias de controle, como o manejo integrado, que combina métodos químicos, biológicos e culturais, resultando em um controle mais seguro e eficaz.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. OBTENÇÃO DOS ISOLADOS

Foram obtidos 69 isolados de *Colletotrichum* spp., coletados a partir de diferentes órgãos de diversas cultivares de oliveira (flores, folhas e, principalmente, frutos) que apresentavam sintomas característicos da antracnose. As coletas foram realizadas nas safras de 2023 e 2024, em municípios de quatro estados brasileiros com produção comercial de oliveira: Minas Gerais (62 isolados), São Paulo (1 isolados), Paraná (4 isolados), e Santa Catarina (2 isolados) (Figura 1).

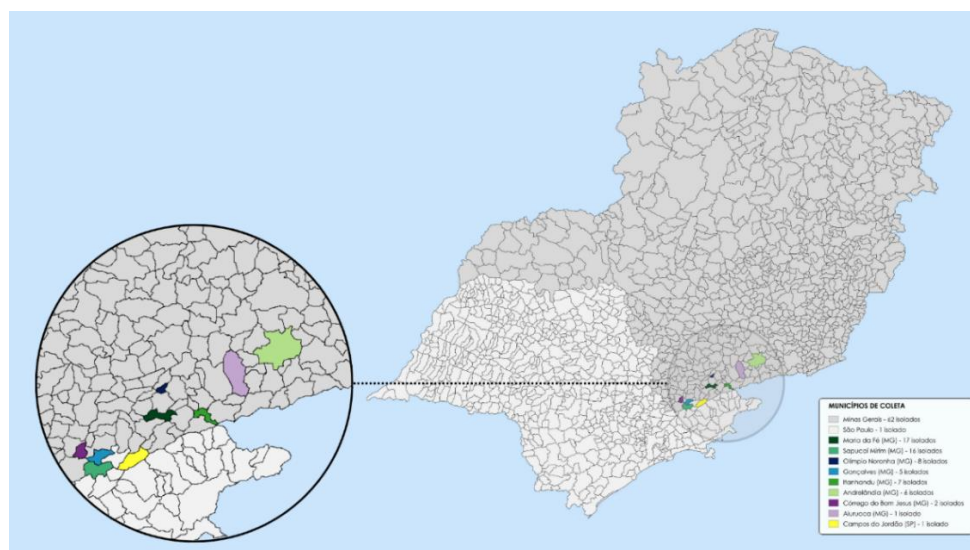
FIGURA 1 - ESTADOS ONDE FORAM COLETADOS OS ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp.



Fonte: A autora (2025)

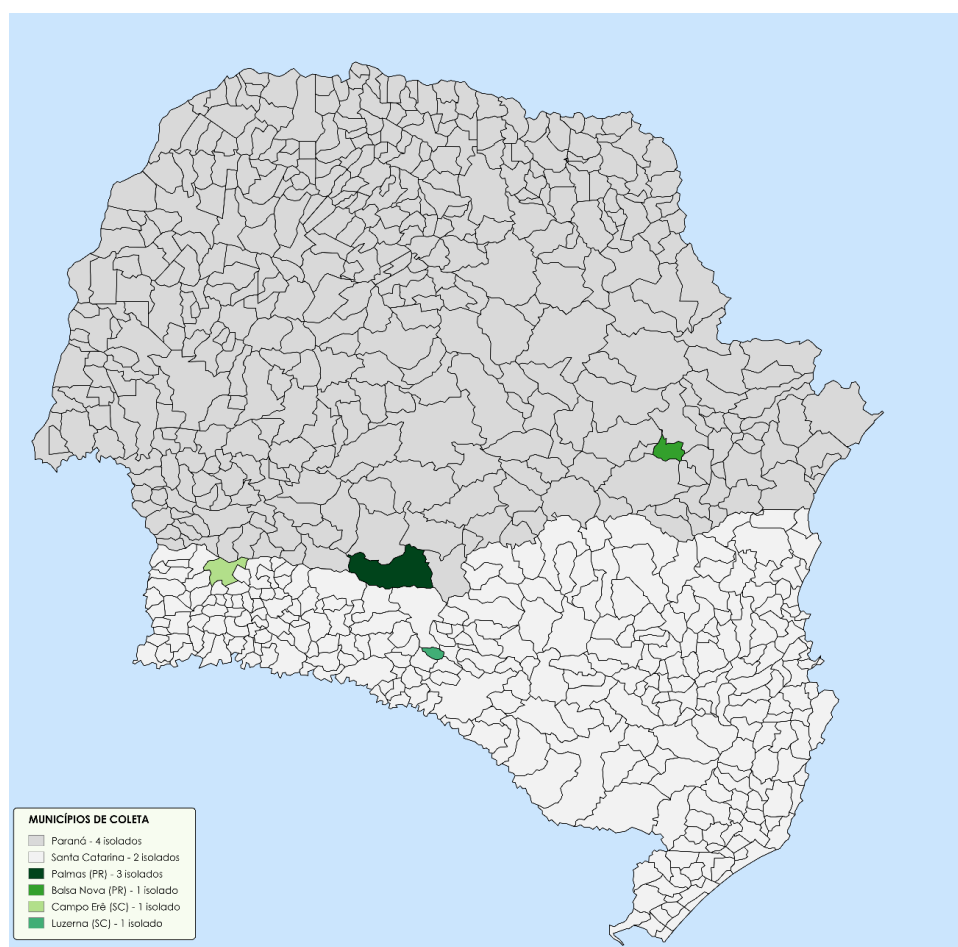
FIGURA 2 - MUNICÍPIOS DO SUL DE MINAS GERAIS E DE SÃO PAULO

ONDE FORAM COLETADOS OS ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp.



Fonte: A autora (2025)

FIGURA 3 - MUNICÍPIOS DO PARANÁ E DE SANTA CATARINA ONDE FORAM COLETADOS OS ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp.



Fonte: A autora (2025)

Na safra de 2023, foram obtidos 45 isolados, todos provenientes de municípios do estado de Minas Gerais, dos quais 1 foi oriundo de flor, 3 de folhas e 41 de frutos doentes. Na safra de 2024, foram obtidos 24 isolados, todos provenientes de frutos com lesões típicas de antracnose, sendo 17 de Minas Gerais, 1 de São Paulo, 4 do Paraná e 2 de Santa Catarina. No Anexo 1, pode-se conferir a descrição dos isolados de *Colletotrichum* spp.

3.2. ISOLAMENTO DO PATÓGENO

Os procedimentos de isolamento de *Colletotrichum* spp. em flores, frutos e folhas foram realizados no Laboratório de Epidemiologia para Manejo Integrado de Doenças (LEMID), no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná e na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) da cidade de Maria da Fé (MG). Os procedimentos para as flores seguiram as técnicas de detecção de infecções latentes de *Colletotrichum* descritas por Mertely e Legard (2004).

As flores foram armazenadas em caixas Gerbox® (11 x 11 x 3,5 cm), cuja base foi preenchida com papel filtro umedecido com água destilada. Posteriormente, as flores foram submetidas à temperatura de -20°C , em freezer, por 1 hora. Em seguida, foram transferidas para uma câmara de crescimento (BOD) e incubadas por 5 dias a 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), com manutenção da umidade e ausência de luz.

Após cinco dias de incubação, foi observado estruturas reprodutivas visíveis do patógeno, as quais foram transferidas para placas contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA/ 39 g/L) e acondicionadas por sete dias em condições controladas de temperatura 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo de 12 horas. Ao final desse período, foram obtidos isolados de *Colletotrichum* spp. a partir das flores coletadas de oliveira.

Para os frutos, utilizou-se o método de isolamento direto e indireto, no qual estruturas presentes nos tecidos lesionados ou um fragmento da lesão foram transferidos para placas contendo meio BDA (39 g/L). Para as folhas, também foram empregados tanto o método de isolamento direto quanto o indireto. Após os procedimentos de isolamento direto e indireto, os isolados foram mantidos por

sete dias em uma BOD na temperatura de 25 °C (± 1 °C) e fotoperíodo de 12 horas.

Após o procedimento de isolamento e obtenção dos isolados de *Colletotrichum* spp., foi realizada a obtenção dos isolados monospóricos. Para isso, adicionaram-se 5 mL de água destilada estéril sobre as placas contendo os isolados, e com o auxílio de uma alça de Drigalski, procedeu-se à raspagem do conteúdo das colônias crescidas sobre o meio BDA, tomando-se cuidado para evitar a remoção de fragmentos do meio de cultura, de modo que a suspensão contivesse apenas a massa fúngica e a água.

A suspensão de esporos foi filtrada utilizando gaze estéril, a fim de se obter uma suspensão mais limpa, e transferida para microtubos de 2 mL. Em seguida, foi realizada uma diluição 10 vezes (450 μ L de água destilada autoclavada + 50 μ L da suspensão de esporos) em novos microtubos de 2 mL. Posteriormente, foi adicionado 40 μ L da suspensão diluída sobre placas contendo ágar-ágar (AA/ 20 g/L), espalhando-se o material com auxílio da alça de Drigalski. As placas foram mantidas por 12 horas em câmara de crescimento a 25 °C (± 1 °C), sob ausência de luz, para promover a germinação dos esporos (Carraro, 2020)

O procedimento subsequente consistiu na análise das placas ao microscópio ótico de luz para localizar, isolar e transferir um esporo individual no meio AA para uma nova placa contendo meio BDA. Em seguida, a placa foi incubada em câmara de crescimento a 25 °C (± 1 °C), com fotoperíodo de 12 horas, visando à obtenção de isolados monospóricos.

Após o crescimento da colônia por um período de sete dias sob condições controladas, os isolados foram armazenados segundo o método descrito por Sinclair e Dhingra (1995), o qual utiliza papel filtro colonizado pelo fungo e sílica gel, acondicionados em microtubos de 2 mL e armazenados a uma temperatura de -20 °C.

Atualmente, os isolados encontram-se armazenados no Laboratório de Epidemiologia para Manejo Integrado de Doenças de Plantas (LEMID), da Universidade Federal do Paraná, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, devidamente identificados e catalogados.

3.3. DOSE DISCRIMINATÓRIA

Os 69 isolados de *Colletotrichum* spp. foram submetidos aos testes de dose discriminatória para a avaliação de sensibilidade para os fungicidas tiofanato-metílico (Metiltiofan®; Sipcam Nichino Brasil S.A.), tebuconazol (Folicur®, Bayer CropScience LA) e difenoconazol (Score®; Syngenta Crop Protection, Monthey, Swiss).

Para a dose discriminatória, os fungicidas utilizados foram diluídos em água destilada esterilizada a fim de obter as soluções estoque, adicionadas ao meio BDA autoclavado e mantido a 60°C, que posteriormente foram vertidos em placas de petri de 90 mm.

Para o fungicida tiofanato-metílico (700 g de i.a/Kg), foram usadas 3 doses discriminatórias (1, 10 e 100 µg/ml) (Baggio et al., 2018). Para o fungicida tebuconazol (200 g de i.a/L), foi usada dose discriminatória de 0,3 µg/ml (Carraro et al., 2024). Para o fungicida difenoconazol (250 g de i.a/L), foram usadas 3 doses discriminatórias (0,1, 1 e 10 µg/ml). O tratamento controle (testemunha) dos 3 experimentos foram realizados em placas de petri de 90 mm com meio de cultura sem a adição dos fungicidas.

Colônias de *Colletotrichum* spp. armazenadas na sílica-gel da coleção do LEMID foram previamente reativadas em placas de petri com meio de cultura BDA e incubadas por sete dias em temperatura de 25°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), com fotoperíodo de 12 horas. Discos de micélios de 5 mm de diâmetro foram retirados das bordas dessas colônias e adicionadas às placas com o tratamento controle e nas diferentes doses discriminatórias nos respectivos fungicidas. Em cada placa foram adicionados 4 discos de micélios de isolados diferentes e todos os experimentos foram realizados em duplicata.

As placas foram vedadas com plástico filme e incubadas por 4 dias, com temperatura de 25° C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e fotoperíodo de 12 h. Ao final do período, os isolados foram avaliados quanto ao crescimento micelial com duas medições perpendiculares do diâmetro da colônia com um paquímetro digital, resultando no diâmetro médio. A porcentagem de inibição do crescimento micelial foi calculada usando a fórmula $\%ICM = [(C-T)/C] \times 100$, onde C se refere ao diâmetro médio do tratamento controle (testemunha) e T ao diâmetro médio do tratamento com o fungicida (Yoshimura et al., 2004; Carraro et al., 2024).

Os isolados foram classificados de acordo com o fenótipo para cada tipo de

fungicida (Figura 4). Para o tiofanato metílico, os fenótipos sensíveis foram considerados aqueles com $\%ICM \geq 50$, enquanto os fenótipos resistentes apresentaram $\%ICM < 50$ (Baggio et al., 2018). Para o tebuconazol, os isolados com $\%ICM \geq 30$ foram classificados como fenótipos sensíveis, e aqueles com $\%ICM < 30$, como fenótipos resistentes (Carraro et al., 2024). Para o difenoconazol também foram definidos os fenótipos sensíveis e resistentes a partir do limite de $\%ICM < 30$.

FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO FENOTÍPICA DOS ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp.

	TIOFANATO -METÍLICO	TEBUCONAZOL	DIFENOCONAZOL
FENÓTIPO SENSÍVEL	$\%ICM \geq 50$	$\%ICM \geq 30$	$\%ICM \geq 30$
FENÓTIPO RESISTENTE	$\%ICM < 50$	$\%ICM < 30$	$\%ICM < 30$

Baggio et al., 2018
Carraro et al., 2024

Fonte: A autora (2025)

A análise dos resultados foi realizada por meio de planilhas, utilizando fórmulas no software Excel, versão 2019 (Microsoft Corporation).

4. RESULTADOS

No Anexo 2, encontram-se os resultados da porcentagem do índice inibição de crescimento micelial ($\%ICM$) de todos os 69 isolados, obtidos para as doses discriminatórias de 1 $\mu\text{g/ml}$, 10 $\mu\text{g/ml}$ e 100 $\mu\text{g/ml}$ para fungicida tiofanato-metílico, de 0,3 $\mu\text{g/ml}$ para o tebuconazol e de 0,1 $\mu\text{g/ml}$, 1 $\mu\text{g/ml}$ e 10 $\mu\text{g/ml}$ para o difenoconazol. A classificação fenotípica (sensível ou resistente) dos isolados em relação aos fungicidas tebuconazol, difenoconazol e tiofanato-metílico, conforme os critérios descritos nos artigos citados no tópico “Material e Métodos” podem ser observados também no Anexo 2.

Na Tabela 1, estão apresentados os dados resumidos sobre os fenótipos

observados para os ingredientes ativos tiofanato-metílico, tebuconazol e difenoconazol, em suas respectivas concentrações, destacando os isolados com suspeita de resistência.

TABELA 1 – FENÓTIPOS DE ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. PARA OS INGREDIENTES ATIVOS TIOFANATO-METÍLICO, TEBUCONAZOL E DIFENOCONAZOL.

	Concentração	Fenótipo Sensível	Fenótipo Resistente	Isolados Resistentes
TIOFANATO -METÍLICO	1 µg/ml	59	10	COL_14; COL_15; COL_18; COL_22; COL_33; COL_35; COL_42; COL_52; COL_65; COL_77;
	10 µg/ml	62	7	COL_14; COL_18; COL_33; COL_35; COL_42; COL_44; COL_65;
	100 µg/ml	61	8	COL_2; COL_14; COL_18; COL_33; COL_35; COL_42; COL_44; COL_65;
TEBUCONAZOL	0,3 µg/ml	65	4	COL_3; COL_18; COL_33; COL_42;
DIFENOCONAZOL	0,1 µg/ml	59	10	COL_1; COL_14; COL_18; COL_21; COL_23; COL_31; COL_33; COL_40; COL_42; COL_43;
	1 µg/ml	69	0	-
	10 µg/ml	69	0	-

Fonte: A autora (2025)

No experimento com o tiofanato-metílico, a concentração de 1 µg/mL apresentou 10 isolados com %ICM < 50, os quais foram classificados fenotipicamente como resistentes, com percentuais de inibição do crescimento micelial variando de -13,400 a 48,898. Os menores índices de inibição foram observados nos isolados COL_42 (-13,400), COL_14 (-8,093), COL_18 (-5,034)

e COL_33 (2,039), indicando que esses isolados foram pouco sensíveis ao fungicida nessa concentração. Os demais isolados com %ICM < 50 (COL_77, COL_65, COL_52, COL_35, COL_15 e COL_22), apresentaram valores mais altos de %ICM, entre 34,470 e 48,898, mas ainda foram considerados resistentes à concentração de 1 µg/mL. Os outros 59 isolados foram classificados como sensíveis, por apresentarem índices de inibição do crescimento micelial superiores a 50%.

Na concentração de 10 µg/mL, houve uma menor presença de fenótipos resistentes, com apenas 7 isolados apresentando essa característica. Assim como na dose de 1 µg/mL, os isolados COL_14 (-6,135), COL_18 (-2,682), COL_42 (9,157) e COL_33 (1,417) continuaram exibindo baixos percentuais de ICM, indicando a pouca sensibilidade ao fungicida. Os isolados COL_65, COL_44 e COL_35 também foram classificados como resistentes por apresentarem %ICM < 50, embora com valores próximos ao limite, variando entre 47,285 e 49,553. Já os isolados COL_15, COL_22, COL_52 e COL_77, anteriormente classificados como resistentes na concentração de 1 µg/mL, foram considerados sensíveis na dose de 10 µg/mL, embora tenham demonstrado apenas um leve aumento na inibição micelial. Um caso particular foi o isolado COL_44, que foi considerado sensível na concentração de 1 µg/mL (%ICM = 51,584), mas resistente na concentração de 10 µg/mL (%ICM = 49,110).

Na concentração de 100 µg/mL, observou-se a presença de fenótipos resistentes com baixa porcentagem de inibição do crescimento micelial (%ICM) nos isolados COL_14 (8,224), COL_18 (2,367), COL_42 (8,332) e COL_33 (5,085), além de valores próximos a 50% nos isolados COL_65, COL_44 e COL_35. Todos esses isolados foram classificados como resistentes ao tiofanato-metílico nas três doses discriminatórias testadas, apresentando pouca variação nos valores de %ICM entre as diferentes concentrações. De forma atípica, o isolado COL_2, que havia sido classificado como sensível nas concentrações de 1 µg/mL e 10 µg/mL, demonstrou resistência na concentração de 100 µg/mL.

Ao se realizar uma análise mais detalhada sobre a inibição do crescimento micelial (%ICM) dos isolados de *Colletotrichum* spp., observa-se na Tabela 2, que nenhuma das concentrações de tiofanato-metílico foi capaz de inibir completamente a maioria dos isolados. O único isolado sensível às

concentrações de 10 e 100 µg/mL, com 100% de inibição, foi o COL_32. Nota-se também que, para a maioria dos isolados, os percentuais de ICM permaneceram entre 50% e 70% nas três concentrações avaliadas, intervalo que apresentou as maiores frequências de ocorrência.

TABELA 2 – OCORRÊNCIA DE ISOLADOS POR INTERVALO DE %ICM PARA O FUNGICIDA TIOFANATO METÍLICO

% ICM	TIOFANATO METÍLICO					
	1 µg/mL		10 µg/mL		100 µg/mL	
	Nº isolados	%	Nº isolados	%	Nº isolados	%
0 – 50	10	14,5	7	10,1	8	11,6
50 – 60	38	55,1	17	24,6	14	20,3
60 – 70	13	18,8	36	52,2	37	53,6
70 – 80	3	4,3	4	5,8	6	8,7
80 – 90	3	4,3	2	2,9	1	1,4
90 – 99	2	2,9	2	2,9	2	2,9
100	0	0,0	1	1,4	1	1,4
Total	69	100,00	69	100,00	69	100,00

Fonte: A autora (2025)

No experimento com o ingrediente ativo tebuconazol, apenas quatro isolados apresentaram fenótipos resistentes, com %ICM inferior a 30%. Os isolados foram: COL_3, com ICM de 26,089%; COL_18, com ICM de 3,574%; COL_33, com ICM de -0,099% e COL_42, com ICM de -6,100%. Esses valores indicam baixa eficácia do fungicida sobre esses isolados.

Ao analisar a Tabela 3, observa-se que, assim como o tiofanato-metílico, o tebuconazol não foi capaz de inibir completamente o crescimento micelial dos isolados na concentração de 0,3 µg/mL, com inibição variando entre 80% e 90% nos isolados mais sensíveis. A maior frequência de isolados foi registrada na faixa de %ICM entre 50% e 60%, com um total de 28 isolados.

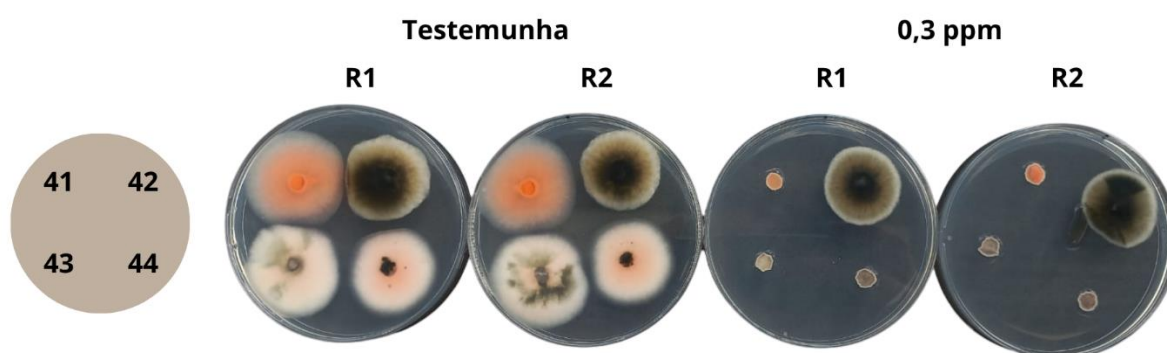
TABELA 3 – OCORRÊNCIA DE ISOLADOS POR INTERVALO DE %ICM PARA O FUNGICIDA TEBUCONAZOL

TEBUCONAZOL	
% ICM	0,3 µg/mL

	N° isolados	%
0 – 30	4	5,8
30 – 40	4	5,8
40 – 50	12	17,4
50 – 60	28	40,6
60 – 70	12	17,4
70 – 80	7	10,1
80 – 90	2	2,9
Total	69	100,00

Fonte: A autora (2025)

FIGURA 5 - CRESCIMENTO MICELIAL DE UM ISOLADO RESISTENTE (COL_42) E DE ISOLADOS SENSÍVEIS AO TEBUCONAZOL



Fonte: A autora (2025)

No experimento com o ingrediente ativo difenoconazol, na concentração de 0,1 µg/mL, foram observados 10 isolados com %ICM < 30, com valores variando de 20,720% a 28,665%. Os demais 59 isolados apresentaram %ICM > 30, com valores superiores a 31,127%.

Nas concentrações de 1 µg/mL e 10 µg/mL, todos os isolados apresentaram %ICM > 30. Na concentração de 1 µg/mL, 61 isolados apresentaram ICM variando entre 41,373% e 97,632%, enquanto 8 isolados foram completamente inibidos. Já na concentração de 10 µg/mL, 43 isolados apresentaram 100% de inibição do crescimento micelial, e os outros 26 isolados exibiram valores de %ICM entre 64,229% e 97,005%.

Na Tabela 4, observa-se que a distribuição dos isolados por faixas de %ICM varia conforme a dose aplicada. Na concentração de 0,1 µg/mL, além dos 10 isolados resistentes, a maior frequência de isolados sensíveis encontra-se na

faixa de 30% a 50% de ICM, correspondendo a aproximadamente 59,4% do total. Na concentração de 1 µg/mL, 42% dos isolados situaram-se na faixa de 70% a 80% de inibição, enquanto 11,6% foram completamente inibidos pelo fungicida. Já na concentração de 10 µg/mL, 62,3% dos isolados apresentaram inibição total, e 23,2% foram inibidos na faixa de 90% a 99%.

TABELA 4 – OCORRÊNCIA DE ISOLADOS POR INTERVALO DE %ICM PARA O FUNGICIDA DIFENOCONAZOL

% ICM	DIFENOCONAZOL					
	0,1 µg/mL		1 µg/mL		10 µg/mL	
	Nº isolados	%	Nº isolados	%	Nº isolados	%
0 – 30	10	14,5	0	0,0	0	0,0
30 – 40	22	31,9	0	0,0	0	0,0
40 – 50	19	27,5	2	2,9	0	0,0
50 – 60	5	7,2	1	1,4	0	0,0
60 – 70	10	14,5	17	24,6	1	1,4
70 – 80	2	2,9	29	42,0	1	1,4
80 – 90	0	0,0	9	13,0	8	11,6
90 – 99	0	0,0	3	4,3	16	23,2
100	1	1,4	8	11,6	43	62,3
Total	69	100,00	69	100,00	69	100,00

Fonte: A autora (2025)

5. DISCUSSÃO

Levando em consideração que a antracnose causada por *Colletotrichum* spp. é uma das principais doenças observadas em olivais comerciais em todo o mundo, além de estar presente em diversas outras culturas, a pulverização com fungicidas se destaca como uma das principais alternativas de controle. Fungicidas sistêmicos têm sido amplamente utilizados no manejo da antracnose na cultura da oliveira devido à sua ação dentro do limbo foliar, ao efeito residual que proporcionam e à capacidade de atuarem de forma curativa, inclusive em fases como a infecção e a colonização do fungo na planta.

No entanto, o manejo inadequado desses produtos, caracterizado por aplicações sucessivas sem a rotação de ingredientes ativos com diferentes

modos de ação, pode levar à redução da sensibilidade do fungo, comprometendo a eficácia dos fungicidas e o controle da doença.

No experimento com doses discriminatórias de tiofanato-metílico, observou-se a presença de isolados com fenótipos resistentes já na primeira concentração testada (1 µg/mL), a qual é considerada elevada para esse ingrediente ativo. Essa concentração já foi eficaz na discriminação da população, pois os ganhos na porcentagem de inibição nas concentrações seguintes foram mínimos.

Conforme apresentado na Tabela 2, na concentração de 1 µg/mL, 14,5% dos isolados apresentaram resistência, com %ICM < 50, enquanto 55,1% dos isolados situaram-se na faixa de ICM entre 50% e 60%. Na segunda concentração (10 µg/mL), houve uma redução de apenas 4,4% no número de isolados resistentes, e a maior frequência (52,2%) ocorreu na faixa de inibição entre 60% e 70%. Já na maior concentração (100 µg/mL), a faixa com maior ocorrência permaneceu entre 60% e 70% de inibição, com 53,6% dos isolados, e o número de isolados resistentes praticamente não mudou.

Essa análise da ocorrência de isolados por intervalos de %ICM permite perceber que independentemente da dose, os isolados que apresentam o gene de resistência em concentrações menores mantêm esse fenótipo mesmo em doses mais elevadas, uma vez que o ganho de inibição entre as concentrações de 1 µg/mL e 100 µg/mL é mínimo.

Em um estudo anterior semelhante, que utilizou doses discriminatórias de 1, 10 e 100 µg/mL de tiofanato-metílico (700 g de i.a./kg) em isolados de *Colletotrichum acutatum*, causador da antracnose do morangueiro, foram observados resultados parecidos, nos quais nenhuma das doses foi capaz de inibir 100% do crescimento micelial do fungo (Baggio et al., 2018). Independentemente da dose, seja a menor ou a maior, a redução do crescimento micelial apresentou resultados semelhantes (Baggio et al., 2018).

O tiofanato-metílico pertence ao grupo dos metil benzimidazol carbamatos (MBC), atuando nos processos de mitose e divisão celular, mais especificamente na polimerização da β-tubulina (FRAC, 2025; Keinath & Zitter, 1998). Como o *Colletotrichum* spp. possui diversas espécies, raças e apresenta ampla variabilidade genética e que o gene da β-tubulina é utilizado para a classificação molecular do gênero *Colletotrichum* (Baggio et al., 2018), estudos futuros de

EC₅₀ são necessários para a identificação mais precisa de isolados sensíveis e resistentes. Além disso, análises moleculares são essenciais tanto para a diferenciação das espécies de *Colletotrichum* quanto para a compreensão da baixa variabilidade nas respostas ao tiofanato-metílico em diferentes doses.

No experimento com o tebuconazol, a maioria dos isolados apresentou sensibilidade à dose discriminatória de 0,3 µg/mL do fungicida, sendo que apenas quatro isolados demonstraram fenótipos resistentes, o que permitiu uma boa discriminação da população. Ao analisar a Tabela 3, observa-se que a concentração de 0,3 µg/mL não foi capaz de inibir completamente nenhum isolado, sendo que a máxima inibição observada ocorreu no intervalo de 80% a 90%. A maior frequência de isolados concentrou-se na faixa de ICM entre 50% e 60%, correspondendo a 40,6% do total.

Embora a maioria dos isolados demonstre tendência à sensibilidade ao tebuconazol, é necessária a determinação da EC₅₀ com concentrações inferiores a 0,3 µg/mL, a fim de caracterizar com maior precisão a presença de resistência e selecionar isolados específicos para estudos posteriores. Considerando que quatro isolados foram classificados como resistentes à concentração de 0,3 µg/mL e que nenhum isolado teve 100% de inibição do crescimento micelial, também se faz necessário testar doses mais elevadas, com o objetivo de avaliar a eficácia do controle e a possibilidade de inibição total dos isolados.

Em um estudo semelhante, foi testada a dose discriminatória de 0,3 µg/mL de tebuconazol (200 g i.a./L) em isolados de *Colletotrichum* spp., agente causal da antracnose em frutos de caqui (Carraro et al., 2024). Assim como no presente estudo, a grande maioria dos isolados apresentou fenótipos sensíveis ao fungicida, sendo que apenas alguns demonstraram sensibilidade reduzida (Carraro et al., 2024).

No experimento com o difenoconazol, as doses discriminatórias testadas foram 0,1, 1 e 10 µg/mL. As duas últimas apresentaram bons resultados na inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum* spp., resultando apenas em fenótipos sensíveis. A concentração de 0,1 µg/mL foi eficaz na discriminação da população, permitindo identificar 10 isolados com fenótipos resistentes. Assim, testes futuros poderão utilizar concentrações inferiores a 0,1 µg/mL para uma distinção mais detalhada entre isolados sensíveis e resistentes.

Ao analisar a Tabela 4, observa-se que a frequência de isolados por faixa

de %ICM varia conforme a concentração do fungicida aplicada, ou seja, quanto maior a concentração, maior a frequência de isolados em faixas com maiores índices de inibição do crescimento micelial. Na concentração de 0,1 µg/mL, 59,4% dos isolados apresentaram ICM entre 30% e 50%. Já na concentração de 1 µg/mL, a maior frequência de isolados encontrou-se na faixa de ICM entre 70% e 80%, com ocorrência de oito isolados apresentando 100% de inibição do crescimento micelial. Por fim, na concentração de 10 µg/mL, os isolados sensíveis ocorreram apenas em faixas com ICM superiores a 60%, sendo que a maior frequência apresentou 100% de inibição.

Para o difenoconazol, não foram encontrados estudos anteriores semelhantes que abordassem a definição de dose discriminatória para isolados de *Colletotrichum* spp. No entanto, as análises descritivas realizadas neste estudo forneceram indícios sobre o comportamento da população frente ao ingrediente ativo testado.

Este trabalho representa uma etapa preliminar de estudos futuros que visam investigar de forma mais aprofundada a sensibilidade dos 69 isolados e a eficácia dos fungicidas sistêmicos ao longo do tempo. A definição da dose discriminatória permite identificar a faixa de concentração na qual se situam os isolados com tendência à resistência, viabilizando sua distinção por meio da aplicação do teste de EC₅₀.

Após a determinação da EC₅₀ e a classificação dos isolados como resistentes ou sensíveis, testes moleculares serão conduzidos com o objetivo de identificar possíveis mutações presentes nesses fungos, buscando compreender os mecanismos responsáveis pelas diferentes respostas aos ingredientes ativos avaliados.

6. CONCLUSÃO

O fungicida tiofanato-metílico apresentou, independentemente da dose, uma média de oito isolados classificados como resistentes, com baixas respostas nos percentuais de inibição do crescimento micelial mesmo com o aumento das concentrações do fungicida. No entanto, a concentração de 1 µg/mL demonstrou boa capacidade de discriminação da população, identificando 10 isolados resistentes e 59 sensíveis.

O fungicida tebuconazol apresentou boa eficiência discriminatória na concentração de 0,3 µg/mL, com a identificação de quatro isolados resistentes e 65 isolados sensíveis.

O fungicida difenoconazol mostrou resposta às concentrações utilizadas, com aumento progressivo na inibição do crescimento micelial à medida que as doses aumentaram. A concentração de 0,1 µg/mL foi eficaz na discriminação dos isolados, resultando em 10 isolados resistentes e 59 sensíveis.

Portanto, o monitoramento contínuo da sensibilidade de *Colletotrichum* spp. aos fungicidas é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle, contribuindo para orientar os produtores quanto ao manejo adequado da antracnose.

7. REFERÊNCIAS

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Agrotóxicos no Paraná**. Curitiba. 2024. Disponível em: <https://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>. Acesso em: 10 mai 2025.

AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF. 2024. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 10 mai. 2025.

AMBROSINI, LB. et al. Cadastro olivícola do Rio Grande do Sul 2022. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2022. 28 p. (**Circular: divulgação técnica, 13**). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202208/25095747-circular tecnica-13-cadastro-olivicola-2022-final.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2025.

BAGGIO, JS. et al. Baseline sensitivity of *Colletotrichum acutatum* isolates from Brazilian strawberry fields to azoxystrobin, difenoconazole, and thiophanate-

methy. **Tropical Plant Pathology**, v. 43, p. 533-542, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40858-018-0232-2> . Acesso em: 30 jun. 2025.

BASTOS, A., EUGENIO, J. *Pesquisa atesta que Brasil produz azeite com padrão de qualidade internacional*. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/82458918/pesquisa-atesta-que-brasil-produz-azeite-com-padrao-de-qualidade-internacional>. Acesso em: 25 jun. 2025.

BELARMINO, LC. et al. Análise econômica exploratória da olivicultura no Brasil e Espanha. **Anais..[do] VIII Simpósio da Ciência do Agronegócio**, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218648/001122676.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 abr. 2025.

CABRAL, A. et al. A antracnose da oliveira em Portugal ainda é causada principalmente por *Colletotrichum nymphaeae*, mas *C. acutatum* está se espalhando e *C. alienum* e *C. cigarro* são relatados pela primeira vez. **Horticulturae** **2024** , 10 , 434, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10050434>. Acesso em: 31 mar. 2025.

CARRARO, TA. Identificação e sensibilidade a fungicidas de espécies de *Colletotrichum*, causadoras da antracnose do caquizeiro no Brasil. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Debora/Downloads/mestrado%20thiago%20carraro%20e%20khalil/MESTRADO%20TIAGO%20CARRARO.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2025.

CARRARO, TA. et al. Sensibilidade a fungicidas de isolados de *Colletotrichum* e eficácia no controle da antracnose do caqui. **Tropical Plant Pathology** , v. 49, n. 1, p. 104-119, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40858-023-00594-5>. Acesso em: 30 jun. 2025.

COUTINHO, EF. et al. Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.). **Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção**, v. 16, 1-125, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Margarete_Nicolodi/publication/267626833_Solos/links/545449d40cf2cf51647c2cfb/Solos.pdf?_cf_chl_tk=A6TJySJ8XILfRHazp6nR3VEbVZZMiRDpqq8KTImxpJs-1745541339-1.0.1.1-0EbS93wHhCnj7KJ34HVcJpJfTZyIV8uWT.MRh3MfYI4. Acesso em: 13 abr. 2025.

CRIZEL, R. L., HOFFMANN, J. F., ZANDONÁ, G. P., LOBO, P. M. S., JORGE, R. O., & CHAVES, F. C. Characterization of extra virgin olive oil from southern Brazil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v.122, n.4, p.1900347, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201900347>. Acesso em: 23/06/2025.

DAVIDSE, LC. Benzimidazole fungicides: mechanism of action and biological impact. **Annual review of phytopathology** , v. 24, n. 1, p. 43-65, 1986. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.py.24.090186.000355> Acesso em: 10 mai. 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. Rome: FAO, 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> Acesso em: 13 abr. 2025.

FILARDO, S. et al. *Olea europaea* L-derived secoiridoids: Beneficial health effects and potential therapeutic approaches. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 254, p. 108595, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0163725824000159>. Acesso em: 13 abr. 2025.

FILHO, C. Produção de azeite de oliva conquista adeptos no Paraná. **Sistema FAEP**, 22 fev. 2017. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/producao-de-azeite-de-oliva-conquista-adeptos-parana/>. Acesso em: 1 mai 2025.

FONTOURA, S. Com altas do azeite importado, produtores do Paraná investem no potencial do estado no setor. **G1**, Campos Gerais e Sul, 15 maio 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/campos-gerais-sul/agro-riqueza-campos-gerais/noticia/2024/05/15/com-altas-do-azeite-importado-produtores-do-parana-investem-no-potencial-do-estado-no-setor.ghtml>. Acesso em: 1 mai 2025.

FRAC-BR. Comitê de Ação à Resistência de Fungicidas no Brasil. Disponível em: <https://www.frac-br.org/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

GAMA, AB. et al. Sensitivity of *Colletotrichum acutatum* isolates from citrus to carbendazim, difenoconazole, tebuconazole, and trifloxystrobin. **Plant disease**, v. 104, n. 6, p. 1621-1628, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-19-2195-RE>. Acesso em: 10 mai. 2025.

GARCIA, et al. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS ASSOCIADOS AO CULTIVO DA OLIVEIRA (*Olea europaea* L.) EM MINAS GERAIS. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S. l.], v. 22, 2018. DOI: 10.5380/abclima.v22i0.56825. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/56825>. Acesso em: 24 jun. 2025.

KEINATH, AP.; ZITTER, T. A. Resistência a benomil e tiofanato-metil em *Didymella bryoniae* da Carolina do Sul e Nova York. **Plant Disease**, v. 82, n. 5, p. 479-484, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.5.479>. Acesso em: 13 abr. 2025.

KOTTARIDI, K. et al. Análise comparativa de algoritmos de classificação de aprendizado de máquina para prever a doença da antracnose da oliveira. **Journal of Autonomous Intelligence**, [SI], v. 7, n. 5, p. 1466, março de 2024. ISSN 2630-5046. Disponível em: < <http://jai.front-sci.com/index.php/jai/article/view/1466> >. Acesso em: 25 abr. 2025.

LEONI, C. et al. Porcentagem de antracnose (*Colletotrichum acutatum* ss) aceitável em azeitonas para a produção de azeite extravirgem. **Proteção de Cultivos**, v. 108, p. 47-53, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.02.013>. Acesso em 22 mar. 2025.

LOPES, LNS. et al. Sensibilidade de Isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* a Fungicidas. **Revista Multi-Ciência**, [S. l.], v. 1, pág. 106–114, 2018. DOI: 10.33837/msj.v1i1.46. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/multiscience/article/view/46>. Acesso em: 10 mai. 2025.

MERTELY, J. C.; LEGARD, D. E. Detection, isolation, and pathogenicity of *Colletotrichum spp.* from strawberry petioles. **Plant Disease**, v. 88, n. 4, p. 407-412, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.4.407> . Acesso em: 26 abr. 2025.

MORAL, J. et al. Elucidation of the Disease Cycle of Olive Anthracnose Caused by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology** , v. 99, n. 5, pág. 548-556, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-99-5-0548> Acesso em 01 mai. 2025.

MORAL, J. et al. Effect of temperature, wetness duration, and planting density on olive anthracnose caused by *Colletotrichum spp.* **Phytopathology**, v. 102, n. 10, p. 974-981, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-11-0343>. Acesso em: 01 mai. 2025.

MORAL, J.; TRAPERO, A. Assessing the susceptibility of olive cultivars to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. **Plant Disease**, v. 93, n. 10, p. 1028-1036, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-10-1028>. Acesso em: 31 mar. 2025.

OLIVEIRA, AF (Ed.) et al. Oliveira no Brasil: tecnologias de produção. **EPAMIG**, 2012. Disponível em: <https://www.livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Livro-Oliveira-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

RICALDE, MP. et al. *Oxycenus maxwelli* (Keifer)(Acari: Eriophyidae) danificando a cultura da oliveira, *Olea europaea* L., no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000022>. Acesso em: 22 abr. 2025.

RICALDE, MP.; GARCIA, FRM. Insetos e ácaros associados à cultura da oliveira na América do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 61-72, 2013. Disponível em: <http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca>. Acesso em: 13 abr. 2024.

RIZZO, C.; ARGUMEDO, FD. Competitividad en la indústria olivícola. **Apuntes de Industrias e Servicios II**, 2011. 30 p.

SÁ, DGCF. A olivicultura e o azeite no Brasil. 2024. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1165759>. Acesso em: 22 abr 2025.

SANDERS, GM et al. Survey of fungicide resistance of *Colletotrichum gloeosporioides* from different avocado production areas. **Afr. Avocado Grow. Assoc. Yearb** , v. 22, p. 35-38, 1999. Disponível em: https://www.avocadosource.com/Journals/SAAGA/SAAGA_1999/SAAGA_1999_PG_035-038.pdf. Acesso em: 10 mai. 2025.

SINCLAIR, J. B.; DHINGRA, O. D. Basic plant pathology methods. 2.ed. **Boca Raton: CRC Press**, 1995.

SMITH, DH; CROSBY, FL. Effects of Foliar Applications of a Benomyl-Oil-Water Emulsion on the Epidemiology of *Cercospora* Leaf Spot on Peanuts. **Phytopathology** , v. 62, p. 1029-1031, 1972. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1972Articles/Phyto62n09_1029.pdf . Acesso em: 10 mai. 2025.

TALHINHAS, P. et al. Epidemiology, histopathology and aetiology of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* in Portugal. **Plant Pathology**, v. 60, n. 3, p. 483-495, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02397.x> . Acesso em: 13 abr. 2025.

TALHINHAS, P. et al. Olive anthracnose: a yield-and oil quality-degrading disease caused by several species of *Colletotrichum* that differ in virulence, host preference and geographical distribution. **Molecular plant pathology**, v. 19, n. 8, p. 1797-1807, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mpp.12676>. Acesso em: 22 mar. 2025.

VARVERI, M.; TSITSIGIANNIS, DI. Controle químico da antracnose da oliveira e perfis de resistência a fungicidas em isolados de *Colletotrichum acutatum* sensu stricto de olivais gregos. **Journal of Plant Pathology** , v. 107, n. 1, p. 649-659, 2025. <https://doi.org/10.1007/s42161-024-01814-w>. Acesso em; 10 mai. 2025.

WAARD, MA De et al. Chemical Control of Plant Diseases: Problems and Prospects. **Annual review of phytopathology** , v. 31, n. 1, p. 403-421, 1993. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.py.31.090193.002155>. Acesso em: 10 mai. 2025.

YOSHIMURA, MA. et al. Sensitivity of *Monilinia fructicola* from stone fruit to thiophanate-methyl, iprodione, and tebuconazole. **Plant disease**, v. 88, n. 4, p. 373-378, 2004.

8. ANEXOS

ANEXO 1 – DESCRIÇÃO DOS ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp.
COLETADAS EM DIFERENTES ÓRGÃOS E REGIÕES DO BRASIL.

ISOLADO	CIDADE	UF	ÓRGÃO DE COLETA	ANO	CULTIVAR
COL_01	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_02	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_03	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_04	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_05	Olimpo Noronha	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_06	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Koroneiki
COL_07	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Koroneiki
COL_08	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_11	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_12	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_13	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_14	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_15	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_16	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Koroneiki
COL_17	Maria da Fé	MG	Folha	2023	Arbosana
COL_18	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_19	Maria da Fé	MG	Folha	2023	Arbequina
COL_20	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Koroneiki
COL_21	Gonçalves	MG	Fruto	2023	Coratina
COL_22	Gonçalves	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_23	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_24	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Coratina
COL_25	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_26	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_27	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_28	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_30	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_31	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_32	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Arbosana
COL_33	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_34	Sapucaí Mirim	MG	Flor	2023	Grappolo 541
COL_35	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_36	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_37	Gonçalves	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_38	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_39	Gonçalves	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_40	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_41	Gonçalves	MG	Fruto	2023	Grappolo 541

COL_42	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_43	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_44	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Grappolo 541
COL_45	Maria da Fé	MG	Fruto	2023	Koroneiki
COL_47	Olímpio Noronha	MG	Fruto	2023	Arbequina
COL_48	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2023	Koroneiki
COL_49	Sapucaí Mirim	MG	Folha	2023	Koroneiki
COL_50	Campo Erê	SC	Fruto	2024	-
COL_51	Palmas	PR	Fruto	2024	-
COL_52	Palmas	PR	Fruto	2024	-
COL_53	Palmas	PR	Fruto	2024	-
COL_54	Luzerna	SC	Fruto	2024	-
COL_56	Balsa Nova	PR	Fruto	2024	-
COL_60	Sapucaí Mirim	MG	Fruto	2024	Koroneiki
COL_61	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Arbosana
COL_62	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Koroneiki
COL_64	Campos do Jordão	SP	Fruto	2024	Arbosana
COL_65	Córrego do Bom Jesus	MG	Fruto	2024	Koroneiki
COL_66	Córrego do Bom Jesus	MG	Fruto	2024	Arbosana
COL_67	Aiuruoca	MG	Fruto	2024	Arbequina
COL_70	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Arbequina
COL_71	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Grappolo 541
COL_73	Andrelândia	MG	Fruto	2024	Coratina
COL_74	Andrelândia	MG	Fruto	2024	Grappolo 541
COL_75	Andrelândia	MG	Fruto	2024	Koroneiki
COL_76	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Arbequina
COL_77	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Koroneiki
COL_78	Itanhandu	MG	Fruto	2024	Arbosana
COL_79	Andrelândia	MG	Fruto	2024	Coratina
COL_80	Andrelândia	MG	Fruto	2024	Grappolo 541
COL_81	Andrelândia	MG	Fruto	2024	Koroneiki

Fonte: A autora (2025)

ANEXO 2 – RESULTADOS DE %ICM E CLASSIFICAÇÃO DE FENÓTIPOS
DOS ISOLADOS DE *Colletotrichum* spp. PARA OS INGREDIENTES ATIVOS
TIOFANATO-METÍLICO, TEBUCONAZOL E DIFENOCONAZOL

ISOLADO	TIOFANATO-METÍLICO		TEBUCONAZOL		DIFENOCONAZOL	
	%ICM	Fenótipo	%ICM	Fenótipo	%ICM	Fenótip

o						
COL_01	1 ppm ----- 63,943	Sensível			0,1 ppm ---- 28,142	Resistente
	10 ppm ---- 66,507	Sensível	0,3 ppm --- 42,422	Sensível	1 ppm ----- 67,374	Sensível
	100 ppm -- 64,919	Sensível			10 ppm ---- 89,203	Sensível
COL_02	1 ppm ----- 55,586	Sensível			0,1 ppm ---- 36,987	Sensível
	10 ppm ---- 56,464	Sensível	0,3 ppm --- 44,470	Sensível	1 ppm ----- 78,740	Sensível
	100 ppm -- 49,200	Resistente			10 ppm ---- 94,847	Sensível
COL_03	1 ppm ----- 80,308	Sensível			0,1 ppm ---- 34,195	Sensível
	10 ppm ---- 90,488	Sensível	0,3 ppm --- 26,089	Resistente	1 ppm ----- 70,299	Sensível
	100 ppm -- 92,562	Sensível			10 ppm ---- 87,472	Sensível
COL_04	1 ppm ----- 63,570	Sensível			0,1 ppm ---- 39,169	Sensível
	10 ppm ---- 64,255	Sensível	0,3 ppm --- 40,934	Sensível	1 ppm ----- 86,478	Sensível
	100 ppm -- 61,514	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_05	1 ppm ----- 82,277	Sensível			0,1 ppm ---- 40,358	Sensível
	10 ppm ---- 80,329	Sensível	0,3 ppm --- 59,849	Sensível	1 ppm ----- 71,803	Sensível
	100 ppm -- 77,923	Sensível			10 ppm ---- 90,618	Sensível
COL_06	1 ppm ----- 59,166	Sensível			0,1 ppm ---- 35,953	Sensível
	10 ppm ---- 59,539	Sensível	0,3 ppm --- 56,572	Sensível	1 ppm ----- 70,324	Sensível
	100 ppm -- 57,001	Sensível			10 ppm ---- 94,927	Sensível
COL_07	1 ppm ----- 53,285	Sensível			0,1 ppm ---- 63,874	Sensível
	10 ppm ---- 59,073	Sensível	0,3 ppm --- 79,064	Sensível	1 ppm ----- 86,957	Sensível
	100 ppm -- 58,869	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_08	1 ppm ----- 51,250	Sensível			0,1 ppm ---- 62,018	Sensível
	10 ppm ---- 62,857	Sensível	0,3 ppm --- 67,381	Sensível	1 ppm ----- 78,282	Sensível
	100 ppm -- 62,698	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_11	1 ppm ----- 57,581	Sensível			0,1 ppm ---- 43,363	Sensível
	10 ppm ---- 61,915	Sensível	0,3 ppm --- 41,214	Sensível	1 ppm ----- 79,459	Sensível
	100 ppm -- 63,646	Sensível			10 ppm ---- 95,015	Sensível
COL_12	1 ppm ----- 55,350	Sensível			0,1 ppm ---- 46,522	Sensível
	10 ppm ---- 60,091	Sensível	0,3 ppm --- 38,921	Sensível	1 ppm ----- 72,296	Sensível
	100 ppm -- 59,211	Sensível			10 ppm ---- 92,680	Sensível
COL_13	1 ppm ----- 53,537	Sensível			0,1 ppm ---- 41,256	Sensível
	10 ppm ---- 55,598	Sensível	0,3 ppm --- 38,741	Sensível	1 ppm ----- 76,296	Sensível
	100 ppm -- 61,886	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_14	1 ppm ----- -8,093	Resistente			0,1 ppm ---- 21,734	Resistente
	10 ppm ---- -6,135	Resistente	0,3 ppm --- 31,356	Sensível	1 ppm ----- 41,373	Sensível
	100 ppm ---- 8,224	Resistente			10 ppm ---- 64,229	Sensível
COL_15	1 ppm ----- 48,548	Resistente			0,1 ppm ---- 45,816	Sensível
	10 ppm ---- 60,636	Sensível	0,3 ppm --- 60,248	Sensível	1 ppm ----- 76,565	Sensível
	100 ppm -- 61,367	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_16	1 ppm ----- 55,791	Sensível			0,1 ppm ---- 46,150	Sensível
	10 ppm ---- 57,500	Sensível	0,3 ppm --- 57,273	Sensível	1 ppm ----- 76,064	Sensível
	100 ppm -- 69,029	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_17	1 ppm ----- 57,719	Sensível			0,1 ppm ---- 39,008	Sensível
	10 ppm ---- 62,294	Sensível	0,3 ppm --- 55,323	Sensível	1 ppm ----- 80,055	Sensível
	100 ppm -- 61,127	Sensível			10 ppm ---- 100,000	Sensível
COL_18	1 ppm ----- -5,034	Resistente			0,1 ppm ---- 24,269	Resistente
	10 ppm ---- -2,682	Resistente	0,3 ppm --- 3,574	Resistente	1 ppm ----- 71,981	Sensível
	100 ppm --- 2,367	Resistente			10 ppm ---- 82,696	Sensível

COL_19	1 ppm ----- 57,092	Sensível	0,3 ppm --- 57,043	Sensível	0,1 ppm ---- 45,494	Sensível
	10 ppm ---- 60,723	Sensível			1 ppm ----- 91,781	Sensível
	100 ppm -- 65,569	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_20	1 ppm ----- 57,660	Sensível	0,3 ppm --- 53,531	Sensível	0,1 ppm ---- 37,542	Sensível
	10 ppm ---- 64,631	Sensível			1 ppm ----- 71,388	Sensível
	100 ppm -- 62,037	Sensível			10 ppm ----- 89,527	Sensível
COL_21	1 ppm ----- 53,197	Sensível	0,3 ppm --- 35,491	Sensível	0,1 ppm ---- 21,368	Resistente
	10 ppm ---- 63,152	Sensível			1 ppm ----- 45,978	Sensível
	100 ppm -- 68,424	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_22	1 ppm ----- 49,898	Resistente	0,3 ppm --- 77,975	Sensível	0,1 ppm ---- 55,689	Sensível
	10 ppm ---- 53,766	Sensível			1 ppm ----- 97,632	Sensível
	100 ppm -- 61,264	Sensível			10 ppm ----- 75,886	Sensível
COL_23	1 ppm ----- 54,583	Sensível	0,3 ppm --- 56,863	Sensível	0,1 ppm ---- 28,665	Resistente
	10 ppm ---- 52,079	Sensível			1 ppm ----- 68,897	Sensível
	100 ppm -- 62,046	Sensível			10 ppm ----- 93,830	Sensível
COL_24	1 ppm ----- 60,160	Sensível	0,3 ppm --- 54,946	Sensível	0,1 ppm ---- 47,559	Sensível
	10 ppm ---- 58,201	Sensível			1 ppm ----- 79,155	Sensível
	100 ppm -- 57,206	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_25	1 ppm ----- 60,000	Sensível	0,3 ppm --- 57,827	Sensível	0,1 ppm ---- 38,379	Sensível
	10 ppm ---- 65,389	Sensível			1 ppm ----- 68,495	Sensível
	100 ppm -- 64,372	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_26	1 ppm ----- 56,759	Sensível	0,3 ppm --- 66,591	Sensível	0,1 ppm ---- 33,136	Sensível
	10 ppm ---- 60,740	Sensível			1 ppm ----- 78,307	Sensível
	100 ppm -- 59,943	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_27	1 ppm ----- 71,894	Sensível	0,3 ppm --- 68,491	Sensível	0,1 ppm ---- 45,671	Sensível
	10 ppm ---- 68,411	Sensível			1 ppm ----- 70,026	Sensível
	100 ppm -- 66,918	Sensível			10 ppm ----- 94,705	Sensível
COL_28	1 ppm ----- 90,251	Sensível	0,3 ppm --- 65,143	Sensível	0,1 ppm ---- 36,436	Sensível
	10 ppm ---- 94,744	Sensível			1 ppm ----- 73,225	Sensível
	100 ppm -- 91,455	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_30	1 ppm ----- 55,807	Sensível	0,3 ppm --- 71,662	Sensível	0,1 ppm ---- 42,991	Sensível
	10 ppm ---- 55,643	Sensível			1 ppm ----- 87,495	Sensível
	100 ppm -- 54,730	Sensível			10 ppm ----- 97,005	Sensível
COL_31	1 ppm ----- 55,872	Sensível	0,3 ppm --- 52,733	Sensível	0,1 ppm ---- 27,430	Resistente
	10 ppm ---- 57,932	Sensível			1 ppm ----- 63,920	Sensível
	100 ppm -- 58,176	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_32	1 ppm ----- 93,296	Sensível	0,3 ppm --- 44,189	Sensível	0,1 ppm ---- 39,096	Sensível
	10 ppm ---100,000	Sensível			1 ppm ----- 73,801	Sensível
	100 ppm -- 100,000	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_33	1 ppm ----- 2,039	Resistente	0,3 ppm --- -0,099	Resistente	0,1 ppm ---- 23,353	Resistente
	10 ppm ---- 1,417	Resistente			1 ppm ----- 68,434	Sensível
	100 ppm ---- 5,085	Resistente			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_34	1 ppm ----- 55,15	Sensível	0,3 ppm --- 76,995	Sensível	0,1 ppm ---- 63,208	Sensível
	10 ppm ---- 55,742	Sensível			1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 52,196	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_35	1 ppm ----- 48,444	Resistente	0,3 ppm --- 57,944	Sensível	0,1 ppm ---- 100,000	Sensível
	10 ppm ---- 49,553	Resistente			1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 49,770	Resistente			10 ppm ----- 100,000	Sensível

COL_36	1 ppm ----- 55,084	Sensível	0,3 ppm --- 52,050	Sensível	0,1 ppm ---- 44,986	Sensível
	10 ppm ---- 63,205	Sensível			1 ppm ----- 87,551	Sensível
	100 ppm -- 62,506	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_37	1 ppm ----- 66,406	Sensível	0,3 ppm --- 54,477	Sensível	0,1 ppm ---- 32,742	Sensível
	10 ppm ---- 67,363	Sensível			1 ppm ----- 72,224	Sensível
	100 ppm -- 65,355	Sensível			10 ppm ----- 96,467	Sensível
COL_38	1 ppm ----- 60,617	Sensível	0,3 ppm --- 59,678	Sensível	0,1 ppm ---- 39,797	Sensível
	10 ppm ---- 68,668	Sensível			1 ppm ----- 74,941	Sensível
	100 ppm -- 67,374	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_39	1 ppm ----- 59,056	Sensível	0,3 ppm --- 59,469	Sensível	0,1 ppm ---- 43,803	Sensível
	10 ppm ---- 63,860	Sensível			1 ppm ----- 76,505	Sensível
	100 ppm -- 63,040	Sensível			10 ppm ----- 87,848	Sensível
COL_40	1 ppm ----- 59,209	Sensível	0,3 ppm --- 59,535	Sensível	0,1 ppm ---- 28,155	Resistente
	10 ppm ---- 64,598	Sensível			1 ppm ----- 78,437	Sensível
	100 ppm -- 67,616	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_41	1 ppm ----- 54,369	Sensível	0,3 ppm --- 46,220	Sensível	0,1 ppm ---- 36,737	Sensível
	10 ppm ---- 55,899	Sensível			1 ppm ----- 62,758	Sensível
	100 ppm -- 60,284	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_42	1 ppm ----- -13,400	Resistente	0,3 ppm --- -6,100	Resistente	0,1 ppm ---- 20,720	Resistente
	10 ppm ----- 9,157	Resistente			1 ppm ----- 64,870	Sensível
	100 ppm ---- 8,332	Resistente			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_43	1 ppm ----- 80,288	Sensível	0,3 ppm --- 60,145	Sensível	0,1 ppm ---- 25,659	Resistente
	10 ppm ---- 80,588	Sensível			1 ppm ----- 67,546	Sensível
	100 ppm -- 80,943	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_44	1 ppm ----- 51,584	Sensível	0,3 ppm --- 48,314	Sensível	0,1 ppm ---- 38,505	Sensível
	10 ppm ---- 49,110	Resistente			1 ppm ----- 70,621	Sensível
	100 ppm -- 49,346	Resistente			10 ppm ----- 93,300	Sensível
COL_45	1 ppm ----- 61,119	Sensível	0,3 ppm --- 57,612	Sensível	0,1 ppm ---- 35,265	Sensível
	10 ppm ---- 63,855	Sensível			1 ppm ----- 88,673	Sensível
	100 ppm -- 68,669	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_47	1 ppm ----- 57,572	Sensível	0,3 ppm --- 77,720	Sensível	0,1 ppm ---- 66,933	Sensível
	10 ppm ---- 56,871	Sensível			1 ppm ----- 90,799	Sensível
	100 ppm -- 55,350	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_48	1 ppm ----- 53,421	Sensível	0,3 ppm --- 76,621	Sensível	0,1 ppm ---- 67,874	Sensível
	10 ppm ---- 58,197	Sensível			1 ppm ----- 84,986	Sensível
	100 ppm -- 52,254	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_49	1 ppm ----- 55,270	Sensível	0,3 ppm --- 54,819	Sensível	0,1 ppm ---- 44,875	Sensível
	10 ppm ---- 69,206	Sensível			1 ppm ----- 68,562	Sensível
	100 ppm -- 67,744	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_50	1 ppm ----- 75,579	Sensível	0,3 ppm --- 65,614	Sensível	0,1 ppm ---- 57,438	Sensível
	10 ppm ---- 68,426	Sensível			1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 70,053	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_51	1 ppm ----- 52,117	Sensível	0,3 ppm --- 46,399	Sensível	0,1 ppm ---- 36,711	Sensível
	10 ppm ---- 73,712	Sensível			1 ppm ----- 57,658	Sensível
	100 ppm -- 73,128	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_52	1 ppm ----- 48,278	Resistente	0,3 ppm --- 66,345	Sensível	0,1 ppm ---- 62,717	Sensível
	10 ppm ---- 60,911	Sensível			1 ppm ----- 78,557	Sensível
	100 ppm -- 61,921	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_53	1 ppm ----- 55,223	Sensível	0,3 ppm --- 55,854	Sensível	0,1 ppm ---- 43,030	Sensível
	10 ppm ---- 60,623	Sensível			1 ppm ----- 73,044	Sensível

	100 ppm -- 59,304	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_54	1 ppm ----- 52,632	Sensível			0,1 ppm ---- 53,764	Sensível
	10 ppm ---- 71,451	Sensível	0,3 ppm --- 62,330	Sensível	1 ppm ----- 81,479	Sensível
	100 ppm -- 74,804	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_56	1 ppm ----- 50,546	Sensível			0,1 ppm ---- 72,710	Sensível
	10 ppm ---- 62,392	Sensível	0,3 ppm --- 76,377	Sensível	1 ppm ----- 83,363	Sensível
	100 ppm -- 65,222	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_60	1 ppm ----- 54,688	Sensível			0,1 ppm ---- 39,552	Sensível
	10 ppm ---- 59,963	Sensível	0,3 ppm --- 53,849	Sensível	1 ppm ----- 66,429	Sensível
	100 ppm -- 60,101	Sensível			10 ppm ----- 90,154	Sensível
COL_61	1 ppm ----- 50,479	Sensível			0,1 ppm ---- 52,830	Sensível
	10 ppm ---- 65,198	Sensível	0,3 ppm --- 55,546	Sensível	1 ppm ----- 66,939	Sensível
	100 ppm -- 65,887	Sensível			10 ppm ----- 92,686	Sensível
COL_62	1 ppm ----- 64,927	Sensível			0,1 ppm ---- 67,578	Sensível
	10 ppm ---- 67,816	Sensível	0,3 ppm --- 80,677	Sensível	1 ppm ----- 77,088	Sensível
	100 ppm -- 67,624	Sensível			10 ppm ----- 90,268	Sensível
COL_64	1 ppm ----- 61,260	Sensível			0,1 ppm ---- 40,023	Sensível
	10 ppm ---- 66,423	Sensível	0,3 ppm --- 64,910	Sensível	1 ppm ----- 62,189	Sensível
	100 ppm -- 68,289	Sensível			10 ppm ----- 88,653	Sensível
COL_65	1 ppm ----- 46,274	Resistente			0,1 ppm ---- 42,800	Sensível
	10 ppm ---- 47,285	Resistente	0,3 ppm --- 58,844	Sensível	1 ppm ----- 61,680	Sensível
	100 ppm -- 45,605	Resistente			10 ppm ----- 92,767	Sensível
COL_66	1 ppm ----- 64,735	Sensível			0,1 ppm ---- 35,175	Sensível
	10 ppm ---- 61,652	Sensível	0,3 ppm --- 55,452	Sensível	1 ppm ----- 62,470	Sensível
	100 ppm -- 68,764	Sensível			10 ppm ----- 89,599	Sensível
COL_67	1 ppm ----- 77,014	Sensível			0,1 ppm ---- 43,598	Sensível
	10 ppm ---- 62,194	Sensível	0,3 ppm --- 59,818	Sensível	1 ppm ----- 61,766	Sensível
	100 ppm -- 61,099	Sensível			10 ppm ----- 90,249	Sensível
COL_70	1 ppm ----- 60,687	Sensível			0,1 ppm ---- 68,936	Sensível
	10 ppm ---- 64,887	Sensível	0,3 ppm --- 80,539	Sensível	1 ppm ----- 79,349	Sensível
	100 ppm -- 62,342	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_71	1 ppm ----- 60,971	Sensível			0,1 ppm ---- 45,296	Sensível
	10 ppm ---- 65,357	Sensível	0,3 ppm --- 57,218	Sensível	1 ppm ----- 68,968	Sensível
	100 ppm -- 61,929	Sensível			10 ppm ----- 91,814	Sensível
COL_73	1 ppm ----- 62,194	Sensível			0,1 ppm ---- 78,988	Sensível
	10 ppm ---- 59,730	Sensível	0,3 ppm --- 67,983	Sensível	1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 57,205	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_74	1 ppm ----- 59,424	Sensível			0,1 ppm ---- 44,205	Sensível
	10 ppm ---- 70,522	Sensível	0,3 ppm --- 55,370	Sensível	1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 71,312	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_75	1 ppm ----- 58,258	Sensível			0,1 ppm ---- 31,978	Sensível
	10 ppm ---- 62,213	Sensível	0,3 ppm --- 56,807	Sensível	1 ppm ----- 71,810	Sensível
	100 ppm -- 63,56	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_76	1 ppm ----- 57,540	Sensível			0,1 ppm ---- 62,739	Sensível
	10 ppm ---- 61,365	Sensível	0,3 ppm --- 42,657	Sensível	1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 62,270	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_77	1 ppm ----- 34,470	Resistente			0,1 ppm ---- 35,155	Sensível
	10 ppm ---- 52,420	Sensível	0,3 ppm --- 43,883	Sensível	1 ppm ----- 78,665	Sensível
	100 ppm (54,681)	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível

COL_78	1 ppm ----- 51,313	Sensível	0,3 ppm --- 46,726	Sensível	0,1 ppm ---- 57,855	Sensível
	10 ppm ---- 70,263	Sensível			1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 70,092	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_79	1 ppm ----- 55,443	Sensível	0,3 ppm --- 47,035	Sensível	0,1 ppm ---- 31,127	Sensível
	10 ppm ---- 62,045	Sensível			1 ppm ----- 66,672	Sensível
	100 ppm -- 58,671	Sensível			10 ppm ----- 87,275	Sensível
COL_80	1 ppm ----- 58,590	Sensível	0,3 ppm --- 66,158	Sensível	0,1 ppm ---- 63,518	Sensível
	10 ppm ---- 65,584	Sensível			1 ppm ----- 100,000	Sensível
	100 ppm -- 64,943	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível
COL_81	1 ppm ----- 63,368	Sensível	0,3 ppm --- 54,547	Sensível	0,1 ppm ---- 32,530	Sensível
	10 ppm ---- 64,550	Sensível			1 ppm ----- 70,272	Sensível
	100 ppm -- 65,774	Sensível			10 ppm ----- 100,000	Sensível

*Unidade em ppm = µg/mL

Fonte: A autora (2024)