

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
CURSO DE AGRONOMIA

WAGNER AUGUSTO CAETANO MAINARDES

CONTROLE QUÍMICO DE *Monilinia* sp. EM FRUTOS DE MACIEIRA ‘GALA’

PONTA GROSSA

2025

WAGNER AUGUSTO CAETANO MAINARDES

CONTROLE QUÍMICO DE *Monilinia* sp. EM FRUTOS DE MACIEIRA ‘GALA’

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, Área de
Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Rafaele Regina
Moreira.

Coorientadora: Prof^a Dr^a. Maristella Dalla
Pria.

PONTA GROSSA

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COLEGIADO DO CURSO DE AGRONOMIA
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OTCC - Ano 2025

AVALIAÇÃO DE TCC

RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Monografia: Controle químico de *Homalinia* sp. em frutos de marieira 'Gala'

Autor (a): Wagner Augusto Caetano Maimar dos

Data da defesa: 23/05/2025 Horário: 15h20 Local: F13

Avaliadores:

1-Orientador (a): Rafael Regina Moreira Assinatura: Rafael R.M.

2-Avaliador (a): Emelo Sorlegagn Assinatura: Emelo Sorlegagn

3-Avaliador (a): Luis Miguel Shiebelbern Assinatura: [Assinatura]

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	1,6	1,6	1,5
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	5,9	5,6	5,5
III- Arguição (Até 2,0)	1,5	1,7	1,3
TOTAL	9,0	8,9	8,3
MÉDIA FINAL *	8,7		

* Orientador(a) nota final com uma casa após a vírgula

Atenção Professor(a) ORIENTADOR(A):

No caso de apresentação de trabalho, em evento técnico-científico, no qual o acadêmico conste como autor, poderá ser acrescentado **ATÉ 10%** da nota, na somatória final. Apresentar **comprovante** junto com os documentos entregues para a Coordenação de TCC.

FORMULÁRIO 4
OTCC
AGRONOMIA

DEDICATÓRIA

A Deus, família e amigos
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida, a saúde e por todas as oportunidades que surgiram ao longo da minha trajetória.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao curso de Agronomia, pela oportunidade de formação acadêmica, bem como a todos os docentes, funcionários e colegas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha família, pelo apoio incondicional e pelo incentivo constante na vida acadêmica. Em especial, aos meus tios Inêz e José Carlos, que foram pais de coração e verdadeiros exemplos de vida. A eles, minha eterna gratidão pelos ensinamentos, pelos valores transmitidos e pela educação que me proporcionaram.

Aos amigos que estiveram ao meu lado durante essa jornada, direta ou indiretamente. Em especial, agradeço a Peterson da Silva Farias, Walter Luiz Almeida, Emanuelle Fogaça, Eduardo Jorge, Evellyn Ferreira Mello e Eder José dos Santos, pelo apoio, parceria e amizade.

À Prof^a. Dr^a. Rafaele, pela orientação dedicada, paciência, suporte constante e pela confiança depositada em meu trabalho.

E a todas as pessoas que, mesmo não citadas nominalmente, contribuíram de alguma forma para minha formação e para o desenvolvimento deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

MAINARDES, A. C. M. **Controle químico de *Monilinia* sp. em frutos de macieira ‘Gala’**
Orientador: Rafaele Regina Moreira, Coorientadora: Maristella Della Pria. Ponta Grossa, 2025.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2025.

A cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh) tem grande importância no Brasil, sendo a terceira fruta mais consumida e a quarta mais produzida, porém a macieira apresenta susceptibilidade a diversos fungos que podem causar doenças e, consequentemente, diminuir seu potencial produtivo. Alguns fungos como *Venturia inaequalis*, *Neofabraea* spp. e *Colletotrichum* spp causam sintomas diretamente nos frutos, depreciando a venda como fruta fresca. Além destes, recentemente, foram observados sintomas em frutos de macieira causados pelo fungo *Monilinia* (G. Winter) Honey. Este fungo não havia sido relatado anteriormente em macieira, mas é conhecido por causar o sintoma de podridão parda em frutíferas de caroço, como pêssago e ameixa, sendo a principal doença que ataca os frutos nestas culturas e podendo ultrapassar perdas de 50% em anos com condições ambientais muito favoráveis e/ou em safras com falhas no controle. Como *Monilinia* sp. é um patógeno muito agressivo nas culturas onde já foi relatado, é importante saber a eficiência de diferentes fungicidas no controle deste fungo em maçãs, caso os sintomas persistam em aparecer nos pomares e, caso medidas de controle passem a ser necessárias especificamente para este patógeno. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes fungicidas para o controle dos sintomas causados por *Monilinia* sp. em frutos de macieira ‘Gala’. O experimento foi realizado em forma de duplicata no laboratório de Fitopatologia no campus Uvaranas da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 4 repetições, sendo cada fruto de macieira considerado uma unidade experimental. Os tratamentos foram testemunha (sem aplicação) com e sem ferimento nos frutos e os, ingredientes ativos pidiflumetofen, ciprodinil + fludioxonil e procimidona com e sem ferimento nos frutos. Após o tratamento e a inoculação com *Monilinia* sp., os frutos foram acondicionados em câmara úmida à 25 °C. Os períodos de incubação e latência, a incidência de frutos com sintomas e o diâmetro de cada lesão foram avaliados diariamente até que a primeira lesão atingisse o diâmetro do fruto. Os resultados deste trabalho mostraram que *Monilinia* sp. não foi patogênico em frutos de macieira ‘Gala’ sem ferimentos e, que a aplicação de pidiflumetofen, ciprodinil + fludioxonil e procimidona, reduzem em 100% os sintomas causados por este patógeno, sendo então boas opções de manejo inclusive visando a rotação de modos de ação para evitar o surgimento de populações resistentes de *Monilinia* sp. O período de latência deste patógeno chega a 7-9 dias em frutos com ferimento, reforçando a importância de um intervalo de aplicação de no máximo uma semana em situações em que os frutos sofreram algum tipo de injúria. Próximos trabalhos podem ser realizados a fim de comprovar a eficiência destes fungicidas em condições de campo e de inóculo natural.

Palavras – chave: Fungicidas; *Malus Domestica*; podridão parda.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Representação visual das principais doenças fúngicas em frutos de macieira (<i>Malus domestica</i>):.....	14
Figura 2– Características morfológicas e sintomas associados à <i>Monilinia</i> sp.....	16
Figura 3 – Placa de Petri contendo colônia do fungo <i>Monilinia</i> sp. em meio de cultivo.....	24
Figura 4 – Exemplares da cultivar de maçã 'Gala' empregados na condução do experimento.....	25
Figura 5 – Recipientes contendo soluções de álcool etílico a 70% e hipoclorito de sódio a 1%, utilizadas na desinfestação dos frutos.....	25
Figura 6– Frutos submetidos à etapa de desinfestação, imersos em água destilada.....	26
Figura 7– Frutos em repouso, submetidos à secagem natural após desinfestação.	26
Figura 8 – Agulha previamente padronizada com profundidade de 1 cm para realização dos ferimentos.	27
Figura 9– Fruto sendo ferido com agulha de profundidade padronizada (1 cm), para simulação de dano mecânico.	27
Figura 10– Fruto em processo de tratamento por imersão em solução contendo fungicida, conforme protocolo experimental.....	28
Figura 11– Micropipeta utilizada no processo de inoculação do patógeno nos frutos.....	29
Figura 12– Aplicação da suspensão contendo esporos do patógeno nos frutos, utilizando micropipeta para garantir precisão no volume inoculado.....	29
Figura 13– Frutos tratados e inoculados acondicionados em caixas plásticas e mantidos em câmara de crescimento do tipo B.O.D., regulada a 25 °C.	30
Figura 14– Unidades experimentais contendo frutos da cultivar 'Gala', tratados com diferentes fungicidas e condições de fermento, individualmente acondicionados em caixas plásticas, para avaliação da incidência de <i>Monilinia</i> sp.	30
Figura 15– Mensuração do diâmetro da lesão no fruto, realizada em duas direções diametralmente opostas com o uso de paquímetro.	31
Figura 16– Evolução da infecção por <i>Monilinia</i> sp., em frutos de macieira 'Gala' após tratamento identificado como “Testemunha 4 – com fermento”.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos fungicidas.	28
Tabela 2 – Período de incubação e período de latência (dias) de <i>Monilinia</i> sp. em frutos de maçã submetidos a diferentes tratamentos com fungicidas, nos Experimentos 1 e 2.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	12
2.1	CULTURA DA MACIEIRA.....	12
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	12
2.3	<i>MONILINIA</i> SP.	14
2.4	CONTROLE DE <i>Monilinia</i> sp. EM OUTRAS CULTURAS.....	17
2.6	FUNGICIDA INIBIDOR DE SUCCINATO DESIDROGENASE.....	19
2.7	INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE METIONINA+ INIBIDORES DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO OSMÓTICA	20
2.8	INIBIDORES TRANSDUÇÃO DE SINAIS OSMÓTICOS MAP-QUINASE.....	20
3	OBJETIVOS	22
3.1	OBJETIVO GERAL	22
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4	HIPÓTESES	23
5	MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1	LOCAL DE EXECUÇÃO	24
5.2	OBTENÇÃO DO INOCULO	24
5.3	OBTENÇÃO DOS FRUTOS E DESINFESTAÇÃO.....	24
5.4	TRATAMENTOS	27
5.5	INOCULAÇÃO DO ISOLADO DE <i>Monilinia</i> sp.	28
5.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, AVALIAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
7.	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira tem grande importância socioeconômica e ambiental, ocupando aproximadamente 2,6 milhões de hectares e produzindo mais de 41 milhões de toneladas por ano, o que representa cerca de 0,3% do território nacional e envolve mais de 940 mil propriedades, das quais 81% são de agricultura familiar (CNA, 2023). Dentre as principais frutas cultivadas no país, a maçã (*Malus domestica* Borkh) se destaca com uma produção aproximada de 1,29 milhão de toneladas, ocupando a quarta posição entre as frutas mais produzidas, ficando atrás apenas da laranja, banana e uva (Revista da Fruta, 2023).

Os estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná são os principais produtores, sendo responsáveis por cerca de 95% da produção nacional. Santa Catarina lidera com 593 mil toneladas, seguida pelo Rio Grande do Sul com 553 mil toneladas e Paraná 26 mil toneladas (IBGE, 2023). No consumo interno, a maçã ocupa a terceira colocação entre as frutas mais consumidas pelos brasileiros, o que demonstra sua relevância tanto na cadeia produtiva quanto na preferência do consumidor (Band, 2023).

A capacidade de armazenamento em câmaras frigoríficas controladas garante que as maçãs mantenham sua qualidade e frescor ao longo do ano, permitindo um consumo contínuo (ABPM, 2025). O fornecimento de frutas de alta qualidade é uma tendência no setor de fruticultura. (Buainain *et al.*, 2007). Para garantir uma maior qualidade, os frutos colhidos geralmente passam por uma inspeção realizada por especialistas. O objetivo principal desse processo é identificar os produtos que não atendem aos padrões desejados (Dubey; Jalal, 2014), e um dos fatores cruciais dos produtos perderem a qualidade e não atenderem os padrões, são as doenças e as pragas que podem causar significativas perdas para os produtores de maçãs. A ocorrência desses problemas pode levar a consequências graves, como a inutilização das frutas para comercialização, o enfraquecimento ou até mesmo a morte das plantas. Isso resulta na diminuição da produção e na redução dos lucros (Valdebenito Sanhueza, 2004).

No Brasil, a cultura da macieira é afetada por diversas doenças que comprometem o rendimento e a qualidade dos frutos, sendo as principais a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), a mancha foliar de *Glomerella* (*Colletotrichum* spp.) podridão amarga (*Colletotrichum acutatum*) e a podridão-olho-de-boi (*Neofabraea* spp.). A sarna da macieira é considerada a doença mais importante em termos econômicos, devido à sua alta severidade em regiões úmidas e ao custo elevado com aplicações de fungicidas (Katsurayama *et al.*, 2019). Já a mancha foliar de *Glomerella* tem se tornado um problema crescente em pomares do sul do Brasil, causando desfolha precoce e queda de frutos (EMBRAPA, 2021). Por fim, a podridão

olho-de-boi, embora menos frequente, é relevante por se manifestar em pós-colheita e reduzir o tempo de prateleira dos frutos (Sanhueza *et al.*, 2013).

A podridão parda (*Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey.) surge como uma doença que pode acometer a cultura, conhecida por ser uma doença importante que afeta frutas de caroço globalmente, mas incomum em macieira. Há registros sobre a capacidade desse patógeno de infectar frutas de pomóideas em alguns países, incluindo, Alemanha, (Grabke *et al.* 2011), Sérvia (Vasić *et al.* 2012), Itália (Martini *et al.* 2013), e Estados Unidos (Peter *et al.* 2015).

A podridão-parda, afeta principalmente os frutos próximos da colheita, podendo causar perdas significativas na fase de armazenamento e comercialização (Miqueloni *et al.*, 2021), comprometendo a qualidade e a comercialização dos frutos. Em pomares de pêssego, as perdas provocadas pela podridão-parda podem ultrapassar 50% da produção em condições favoráveis ao patógeno, mesmo com o uso de controle químico, enquanto na fase de pós-colheita as perdas podem chegar a 25% (Hong *et al.*, 1998; Raseira; Quezada, 2003).

No caso da pêra, embora os dados nacionais sejam escassos, estudos indicam que essa doença também é relevante, especialmente durante o armazenamento e transporte, reduzindo a vida útil dos frutos e seu valor comercial (Xu *et al.*, 2001). Tais impactos evidenciam, o uso de estratégias integradas de manejo, como práticas culturais adequadas, aplicação de fungicidas eficientes e monitoramento climático, é essencial para minimizar as perdas causadas pela podridão-parda (Pavanello *et al.*, 2015). Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes fungicidas com diferentes ingredientes ativos no controle de *Monilinia* sp. em frutos de maçã, visando a manutenção da qualidade pós-colheita e a redução de perdas associadas à doença fúngica.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 CULTURA DA MACIEIRA

Há milhares de anos, a macieira tem sido cultivada em todo o mundo, acredita-se que o centro de origem da macieira esteja localizado na região entre o Cáucaso e o Leste da China. Presume-se que o desenvolvimento das espécies atuais de macieira tenha começado após o final da última era glacial, há aproximadamente 20.000 anos (Kreuz; Bender; Bleicher, 1986; Bleicher, 2006).

No Brasil, os primeiros plantios de maçãs foram realizados com as cultivares *Golden Delicious*, *Starkimson*, *Blackjon* e *Melrose*. No entanto, essas foram rapidamente substituídas pelas cultivares Gala e Fuji, que se destacaram por atenderem com qualidade às demandas do mercado interno e externo. Além disso, essas cultivares proporcionaram significativos ganhos em produtividade, contribuindo para o sucesso da cultura da macieira no país (Petri *et al.*, 2011). Segundo Fioravanço (2009) a combinação de coloração, tamanho e características sensoriais dos frutos conquistou o paladar dos consumidores, tornando-se fatores cruciais para o aumento da produção nacional e a redução da dependência de maçãs importadas.

A produção de maçãs das variedades Gala e Fuji está concentrada na região Sul do Brasil, devido à necessidade, dessas cultivares de um clima temperado, que é favorável ao seu desenvolvimento e produção (Gomes, 2007; Petri *et al.*, 2011). Para alcançar um alto rendimento na produção de maçãs, é essencial que as condições de fecundação e polinização sejam favoráveis. As flores da macieira requerem polinização cruzada para uma produção comercial eficaz, o que significa que devem haver duas ou mais cultivares diferentes no mesmo pomar, com períodos de floração coincidentes (Petri, 2006).

A maçã consolida-se como um alimento funcional de destaque na promoção da saúde humana, reconhecida por sua composição nutricional singular. Estudos como o de Silva (1996) evidenciam seu papel estratégico na prevenção de doenças cardiovasculares e no controle do colesterol, atribuídos principalmente à sinergia entre fibras solúveis, como a pectina, e minerais essenciais como o potássio. Essa dupla atuação não apenas fortalece a saúde metabólica, mas também posiciona a fruta como aliada em dietas equilibradas, reforçando sua relevância tanto para os consumidores quanto para políticas públicas de alimentação saudável.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A maçã é a fruta de clima temperado mais importante e amplamente comercializada para consumo *in natura*, tanto no contexto internacional quanto nacional

(Mello, 2004). E ela é uma fruta de grande importância econômica no Brasil, contribuindo significativamente para a economia local e nacional, e seu cultivo é majoritariamente concentrado na região sul do Brasil, tendo a liderança da produção o estado de Santa Catarina, com 593.140 toneladas, seguido pelo Rio Grande do Sul, com 553.768 toneladas, e o Paraná em terceiro lugar. 26.281 toneladas (IBGE, 2023). A expansão na área colhida e na produção de maçã nos últimos 53 anos é extraordinária, passando de 2.880 hectares em 1970 para 33.358 hectares em 2023, já a produção passou de 30.850 para 1.183.794 toneladas (IBGE, 2023).

Na safra 2023/2024, a produtividade da maçã Gala em Santa Catarina foi de 27,9 toneladas por hectare, uma redução de 27,35% em relação à safra anterior (Epagri, 2024), e para a safra 2024/2025 projetada para alcançar 915 mil toneladas, com Santa Catarina e Rio Grande do Sul responsáveis por cerca de 97% da produção nacional (ABRAFRUTAS, 2025).

Apesar da posição estratégica da maçã como terceira fruta mais consumida no Brasil, a produtividade enfrenta desafios críticos devido a doenças como a sarna-da-macieira (*Venturia inaequalis*) (Figura 1A), que em condições adequadas (clima úmido e temperaturas entre 14°C e 24°C) podem levar a perdas totais da produção (Boneti *et al.*, 2002), outros desafios são a mancha foliar de *Glomerella* (*Colletotrichum* spp.), é observada principalmente nas folhas, provocando manchas circulares de coloração castanho-escuro com halos cloróticos, podendo evoluir para desfolha precoce e comprometer o acúmulo de reservas na planta (Katsurayama *et al.*, 2021).

A podridão-amarga (*Colletotrichum acutatum*) (Figura 1B) se manifesta em pós-colheita, formando lesões afundadas, de coloração marrom-escuro, com aparência “queimada”, podendo gerar perdas econômicas severas devido à inviabilidade comercial dos frutos infectados (Valdebenito-Sanhueza *et al.*, 2006). Ambas as doenças são favorecidas por ambientes úmidos e temperaturas amenas, e seu controle eficaz depende de estratégias integradas que incluem uso de fungicidas, manejo da ventilação no pomar e eliminação de resíduos vegetais infectados (Kuhn *et al.*, 2020).

A podridão olho de boi (*Neofabraea* spp) (Figura 1C), junto com a podridão amarga, comprometem até 35% dos frutos armazenados, depreciando seu valor comercial (Araujo *et al.*, 2016). Esses patógenos, desafiam o controle pois as doenças que acometem diretamente os frutos, como as podridões pós-colheita, não apenas causam perdas quantitativas, mas também depreciam a qualidade visual e sanitária do produto, dificultando sua comercialização como fruto *in natura*. A presença de lesões visíveis, podridões ou deformações comprometem o valor de mercado dos frutos, impactando negativamente a renda dos produtores e a competitividade do setor.

Com o avanço das mudanças climáticas, alterações nos padrões de temperatura e umidade têm influenciado significativamente a dinâmica de doenças nas frutíferas. Patógenos que antes eram considerados secundários ou ausentes em determinadas culturas estão ganhando importância, impulsionados por condições ambientais mais favoráveis à sua instalação e desenvolvimento. Nesse contexto, têm surgido relatos crescentes da ocorrência de podridões em frutos de macieira causadas por *Monilinia* sp., especialmente em regiões onde a doença não era tradicionalmente observada. Esses registros indicam uma possível expansão do hospedeiro e exigem atenção quanto à diagnose, manejo e impactos dessa nova realidade fitopatológica.

Figura 1– Representação visual das principais doenças fúngicas em frutos de macieira (*Malus domestica*):



Fonte: (A) LERNER, M. A. (2022); (B), MOREIRA, Rafaela Regina. *Etiologia da mancha foliar de Glomerella em macieira e sensibilidade do patógeno a fungicidas*. 2017. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/63651>. Acesso em: 12 maio 2025; (C) ALVES, S. A. M. EMBRAPA UVA E VINHO. Podridão "olho de boi" (*Neofabraea* sp.). Bento Gonçalves: Embrapa, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/maca/olhodeboi.html>. Acesso em: 12 maio 2025.

Nota: (A) Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), (B) Podridão amarga (*Colletotrichum acutatum*.) e (C) Podridão olho-de-boi (*Neofabraea* sp.).

2.3 MONILINIA SP.

O fungo *Monilinia* sp. destaca-se como o patógeno de maior relevância econômica em frutíferas de caroço, como no pessegueiro, devido ao seu ciclo imediato de infecção. O fungo inicia seu ataque no início da floração, causando a podridão das peças florais e impedindo o desenvolvimento dos frutos. O fungo permanece no pomar, servindo como fonte de inóculo que promove o desenvolvimento da doença durante a produção dos frutos, levando ao apodrecimento e à mumificação ainda no campo, essa condição se torna ainda mais intensa na fase pós-colheita, quando os frutos estão mais maduros. (Emery *et al.*, 2000).

Os conídios são disseminados pelo vento, água e insetos, atingindo os frutos e penetrando através da cutícula ou por ferimentos. Inicialmente, causam pequenas manchas pardas e circulares que se desenvolvem rapidamente, desidratando o tecido e mumificando o fruto, que pode permanecer preso à planta ou cair no solo, (Ogawa *et al.*, 1995; May-de Mio *et al.*, 2004), permanecendo nesse estado por todo o inverno, até que, com a chegada da primavera, inicia-se a liberação de conídios (Agrios, 1997; Fortes;Martins, 1998).

As infecções latentes nos frutos imaturos geralmente resultam de flores que, mesmo infectadas pelo fungo, sobrevivem e originam frutos que contêm o patógeno (May-de Mio *et al.*, 2004). Existem poucas informações sobre a capacidade do patógeno de infectar os frutos durante seu desenvolvimento, e a penetração direta do fungo pela cutícula pode ocorrer, mas é relativamente rara, o que realmente facilita a infecção é a presença de ferimentos, mesmo nos estágios iniciais do desenvolvimento dos frutos, como os causados por granizo e insetos. Condições climáticas favoráveis próximas ao período de colheita também contribuem para o desenvolvimento do patógeno (Byrde; Willetts, 1977; Moreira, 2005).

Monilinia sp. o principal patógeno responsável por perdas significativas na produção de pêssego, afetando todas as fases do ciclo produtivo, reduzindo diretamente o número de frutos formados, as infecções provocam lesões pardas e apodrecimento, enquanto na pós-colheita, os danos se intensificam devido à reativação de infecções latentes ou novas contaminações durante o armazenamento, podendo resultar em perdas superiores a 50% (Pavanello, E. P. *et al.*, 2015).

Como comentado anteriormente é uma doença que afeta frutas de caroço globalmente, embora seja raramente encontrada em frutas de pomóideas, no entanto há registros de sua capacidade infecciosa em frutas de pomóideas em alguns países, incluindo, Alemanha, (Grabke *et al.* 2011), Sérvia (Vasić *et al.* 2012), Itália, (Martini *et al.* 2013), e Estados Unidos (Peter *et al.* 2015).

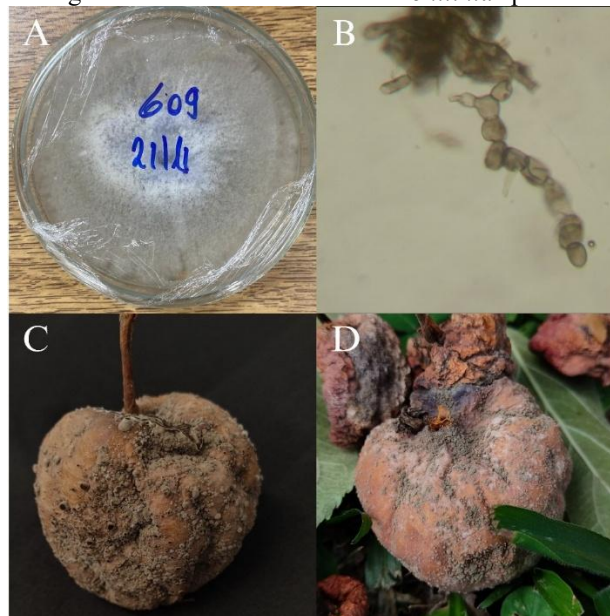
Em janeiro de 2018, uma maçã da variedade Eva, apresentando sintomas de podridão parda, foi identificada em um pomar de 2 hectares na região metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná, Brasil. A fruta infectada exibia uma lesão circular marrom-escura e cariada, com tufos marrons de intensa esporulação fúngica (Pereira; May-De-Mio, 2018).

Pereira e May-De-Mio (2018) relatam que patógeno foi isolado através da transferência de um esporodóquio, coletado da superfície da fruta, para um meio de cultura batata- dextrose-ágar (BDA). O meio foi incubado a 23 °C em condições de escuridão por 7 dias. Em seguida, uma cultura monospórica foi obtida espalhando conídios em meio de ágar-água (AA) e, posteriormente, transferindo um único conídio para o meio BDA.

A colônia no meio BDA exibia uma cor acinzentada (Figura 2A), com anéis concêntricos, apresentava esporulação abundante e tinha uma margem uniforme. Os conídios eram hialinos, ovoides e unicelulares com tamanho de 12 a 16 × 9 a 11 µm (Figura 2B), isso é consistente com as características descritas para *M. fructicola*. A identificação morfológica foi confirmada pela amplificação do DNA genômico do isolado monospórico utilizando primers específicos para a espécie *M. fructicola* (Hily *et al.* 2011).

Posteriormente em 2024, foram obtidos 10 isolados adicionais de *Monilinia* sp., com origem de um pomar comercial localizado no município da Lapa-PR, provenientes de frutos da cultivar Julieta (Figura 2C) e (Figura 2D).

Figura 2— Características morfológicas e sintomas associados à *Monilinia* sp.



Fonte: (A) O autor.; (B) BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. Environmental isolate of *Monilia* magnified 160X. Identified using. (1998) *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. APS Press: St. Paul, MN; pp. 72–3 [ISBN](#) 0-89054-192-2.; (C) e (D) MAY, M. L.L., 2021.

Nota: (A) Colônia do fungo *Monilinia* sp., cultivada em meio BDA; (B) Estruturas observadas em microscopia óptica; (C) Fruto mumificado com esporulação característica do patógeno, obtido em condição controlada; (D) Fruto mumificado com sintomas típicos de podridão parda, observado em campo.

Esses isolados foram selecionados com base em sua representatividade frente à população patogênica local, considerando as condições epidemiológicas específicas da região e a suscetibilidade varietal evidenciada na cultivar. A escolha foi fundamentada na recorrência de infecções latentes e na manifestação de sintomas em frutos durante o período pós-colheita. Após a coleta, os isolados foram encaminhados à Universidade Federal do Paraná (UFPR) para realização dos procedimentos de propagação, conservação e análises complementares.

Fragmentos de cultura fúngica isolados na Universidade Federal do Paraná (UFPR) foram utilizados para propagação e posterior conservação. Para conservação e armazenamento, inicialmente, o micélio foi retirado com o auxílio de um bisturi estéril, cortando-se um fragmento do bloco de BDA contendo crescimento fúngico. Esse fragmento foi posicionado com a face colonizada voltada para baixo sobre uma nova placa de Petri contendo meio BDA, onde haviam sido previamente distribuídos dez pedaços de papel filtro estéreis, conforme protocolo adaptado de Castellani (1939) para crescimento sobre suportes sólidos.

Foram realizadas duas repetições para cada isolado, totalizando vinte fragmentos de papel filtro expostos. Após o crescimento micelial sobre os papéis filtro, estes foram

cuidadosamente removidos e transferidos para placas de Petri contendo sílica gel com indicador azul (indicativo de ambiente seco) para promover a desidratação dos fragmentos, seguindo metodologia baseada em Smith e Onions (1994), que recomendam a secagem controlada para a preservação da viabilidade fúngica.

Após a secagem, as amostras foram reduzidas a uma repetição por isolado, resultando em dez unidades armazenadas. Os fragmentos secos foram então acondicionados em microtubos Eppendorf estéreis, permanecendo armazenados a temperatura ambiente e protegidos da umidade, conforme descrito por Ryan *et al.* (2001) para conservação de microrganismos em estado anidro até sua utilização em estudos posteriores.

Pertence à classe dos Ascomycetos e à ordem Helotiales, caracterizado pela formação de apotécios e escleródios. A fase reprodutiva assexuada dos fungos deste gênero é conhecida como *Monilinia*, no entanto, a diferenciação entre as espécies do gênero na fase assexuada é complexa, pois os conídios de todas as espécies de *Monilinia* são limoliformes, hialinos e produzidos em cadeia (Ogawa *et al.*, 1995). Apesar da importância da correta identificação, não foi realizada a análise molecular por meio de sequenciamento de DNA, uma vez que este procedimento exigiria o envio das amostras e a realização dos testes em laboratório especializado da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o que não foi possível dentro do período previsto para o estudo.

2.4 CONTROLE DE *Monilinia* sp. EM OUTRAS CULTURAS

No ambiente produtivo do pessegueiro, as ações iniciais contra a podridão parda (*Monilinia* sp.) devem ser direcionadas à supressão de fontes de inóculo, incluindo a remoção de frutos mumificados, poda de ramos doentes e destruição de material vegetal infectado, medidas essenciais para interromper a disseminação do patógeno (Landgraf; Zehr, 1982; Hong *et al.*, 1997). Infecções pela colonização assintomática de frutos imaturos se dá por meio de estômatos, microfissuras na cutícula ou remanescentes de infecções florais, representam um desafio para o controle convencional. A ausência de sintomas nas fases iniciais permite que o patógeno persista no tecido vegetal, expressando lesões apenas na fase pós-colheita, quando os frutos tornam se suscetíveis devido ao amadurecimento (Souza, 2006).

A infecção latente prejudica toda a cadeia produtiva do fruto e o consumidor, pois agrava a incidência da podridão-parda nos períodos da colheita, do armazenamento e do transporte. Proporciona que os frutos sadios sejam contaminados pelos frutos infectados com a podridão entre a colheita e o consumo (Agrios, 1997).

O controle químico é o método mais adotado e eficiente, com pulverizações desde a floração à pré-colheita (Moreira; May de Mio, 2009). A aplicação de fungicidas em pré-colheita é indispensável, principalmente para áreas com alta pressão de inóculo (Luo; Morgan; Michailides, 2001) ou em casos de danos por insetos ou granizo na fase da frutificação.

A ineficiência comprovada de produtos, como o benomil, para o qual o fungo desenvolveu resistência, novos fungicidas foram desenvolvidos, como azoxistrobina e tebuconazol (May De Mio *et al.*, 2004), sendo cada vez maior a necessidade de encontrar produtos eficientes e manejo adequado da cultura para minimizar os riscos de resistência do patógeno. O controle químico, até o momento, é o método mais eficiente para o controle da podridão parda, assim é essencial o acompanhamento da eficiência dos produtos utilizados pelos produtores. Desse modo, é importante garantir que os fungicidas protejam os frutos, possibilitando o seu armazenamento e comercialização, sem a necessidade da utilização de tratamentos específicos após a colheita (Pavanello *et al.*, 2015).

Segundo Pavanello (2015), o fungicida iminotadina, pertencente ao grupo químico guanidina e de ação multisítio, passa a ser uma importante alternativa para o controle da doença, e a associação com outros grupos, como os triazóis e os dicarboximida, é uma eficiente estratégia de manejo, dessa forma, o controle da podridão parda torna-se eficiente.

O controle químico continua sendo uma das principais ferramentas no manejo de doenças causadas por *Monilinia* sp. em frutíferas como maçã, pêssigo e pera. No entanto, o uso repetitivo de fungicidas com o mesmo modo de ação pode levar à seleção de populações resistentes, comprometendo a eficácia dos produtos ao longo do tempo. Casos de resistência de *Monilinia* sp. a grupos como benzimidazóis, dicarboximidas e inibidores da desmetilação (triazóis) já foram relatados em diversas regiões produtoras (Zehr; Loschke, 1977; Forster; Adaskaveg, 1999; Ishiimaru *et al.*, 2015).

Diante disso, torna-se fundamental a rotação de fungicidas com diferentes mecanismos de ação, conforme as diretrizes do FRAC (Fungicide Resistance Action Committee), além da integração com práticas culturais e medidas preventivas. O manejo antifúngico racional não apenas aumenta a durabilidade dos produtos disponíveis no mercado, como também contribui para uma agricultura mais sustentável.

2.5 CONTROLE QUÍMICO DE PODRIDÃO PARDA EM PÊSSEGO

A uma gama de fungicidas possuem registro no Brasil para o controle da podridão parda, causada por *Monilinia fructicola*, em pomares de pêssigo tipo pêra. Os princípios ativos mais comumente utilizados pertencem às classes dos triazóis (como o tebuconazol e o

difenoconazol), estrobilurinas (como a azoxistrobina) e benzimidazóis (como o tiofanato-metílico), que atuam de forma preventiva e/ou curativa sobre o patógeno. Segundo o Agrofít (MAPA, 2024), produtos como Score® (difenoconazol), Cercobin® (tiofanato-metílico) Amistar® (azoxistrobina) estão entre os principais registrados para a cultura do pessegueiro contra *Monilinia* sp.

O uso rotacionado de fungicidas com diferentes modos de ação é recomendado para evitar a seleção de isolados resistentes (SANTOS *et al.*, 2020). Além disso, a aplicação em estágios críticos, como pré-colheita e início da frutificação, é essencial para reduzir infecções latentes e proteger os frutos durante o armazenamento (Miqueloni *et al.*, 2021).

2.6 FUNGICIDA INIBIDOR DE SUCCINATO DESIDROGENASE

As moléculas pertencentes ao grupo Inibidores de Succinato-Desidrogenase (ISDHs), assim como as estrobilurinas, agem na respiração celular do fungo, pertencendo ao grupo C de modo de ação. Contudo, as carboxamidas têm como sítio alvo o complexo II da cadeia respiratória, sendo classificadas no subgrupo C2 –Complexo II: succinato-desidrogenase, enquanto as estrobilurinas agem no complexo III (FRAC, 2021).

A enzima succinato desidrogenase (SDH) ou complexo II é um complexo de enzimas que faz parte do ciclo tricarboxílico e da cadeia mitocondrial de transferência de elétrons, onde catalisa a oxidação do succinato a fumarato liberando elétrons via ubiquinona na cadeia respiratória. A enzima SDH é formada por 4 subunidades (SDHA, SDH-B, SDH-C E SDH-D), onde as subunidades B, C, e D formam o sítio de ligação para o substrato natural ubiquinona e também para as carboxamidas. As ISDHs se ligam fortemente ao sítio de ligação da ubiquinona, bloqueando fisicamente o acesso ao substrato, consequentemente inibindo os ciclos de oxidação do succinato (Keon; White; Hargreaves, 1991; Hägerhäll, 1997; Matsson; Hederstedt, 2001; Yankovskaya *et al.*, 2003; Horsefield *et al.*, 2006; Huang *et al.* 2006; Tran *et al.*, 2006; Glättli *et al.*, 2009).

Os fungicidas ISDH foram lançados no mercado no final da década de 60, com os primeiros ingredientes ativos (ia.) carboxina e oxicarboxina, seguido de diversos outros fungicidas. Até a década de 90, os fungicidas ISDH forneciam reduzido espectro de ação, atuavam basicamente sobre basidiomicetos. Em 2003, após alterações estruturais moleculares de ingrediente ativo, foi lançado no mercado o fungicida boscalida com amplo espectro de ação sobre os fungos fitopatogênicos, passando a atuar sobre basidiomicetos e ascomicetos, além de aumentar a eficiência do fungicida. Assim, os fungicidas ISDH passaram a ter maior

importância no mercado de produtos de proteção de plantas (Avenot; Michailides, 2010; Stammler *et al.*, 2015; Lucas *et al.*, 2015; Klappach; Stammler, 2019).

A partir de boscalida, foram disponibilizados no mercado diferentes ingrediente ativos, como os bixafem, fluopyram, fluxapiroxade, sendo estes conhecidos como de segunda geração (Sierotzki; Scalliet, 2013; Stammler *et al.*, 2015; Amaro *et al.*, 2019). Em 2015, foi lançado pidiflumetofem, este pertence a um novo grupo químico dos ISDH, que controla amplo espectro de patógenos, além de fornecer controle prolongado sobre a doença e não fornecer resistência cruzada com os principais ingrediente ativo. Os últimos fungicidas ISDH lançados foram isoflucipram, no ano de 2019, e inpirfluxam lançado em 2020. Pidiflumetofem, isoflucipram e inpirfluxam são considerados uma nova geração a qual pertencentes ao grupo ISDH (Jeanmart *et al.*, 2021; Maienfisch; Mangelinckx, 2021). E um dos principais ingrediente ativo deste grupo químico, Pidiflumetofem apresenta registro no Mapa para controle de *Venturia inaequalis* em maçã (ADAPAR, 2024).

2.7 INIBIDORES DA BIOSÍNTESE DE METIONINA+ INIBIDORES DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO OSMÓTICA

Os fungicidas que atuam inibindo a síntese de aminoácidos e proteínas, com foco específico na biossíntese da metionina, pertencem ao Grupo D da classificação FRAC, especificamente ao subgrupo D1. As anilino pirimidinas atuam na biossíntese de proteínas e enzimas associadas à patogênese dos fungos. O ciprodinil é um dos principais ativos desse grupo, amplamente utilizado para controlar doenças como mofo-cinza e manchas foliares (Morandi; Maffia, 2005).

Os fenilpirróis (Grupo E2 segundo a classificação FRAC) são fungicidas protetores e sistêmicos que atuam na transdução de sinais de fungos, interferindo em processos celulares essenciais, e a combinação ciprodinil (anilino pirimidina) e fludioxonil (fenilpirrol), oferecendo ação sistêmica e de contato. É indicado para combater doenças como podridão cinza, esclerotinia e podridão parda em Pêssego, Nectarina, Nêspera e Pêra (Syngenta, 2023).

2.8 INIBIDORES TRANSDUÇÃO DE SINAIS OSMÓTICOS MAP-QUINASE.

São fungicidas que atuam na transdução de sinais osmóticos em fungos, interferindo em vias regulatórias críticas para a adaptação ao estresse hídrico e formação de estruturas de infecção, a inibição da via MAP-quinase, proteína essencial para funções como, osmorregulação, germinação de esporos impedindo a formação de apressórios e hifas invasivas.

Grupo dicarboximida com atividade sistêmica moderada, usada em culturas alimentares e não-alimentares. Embora a maioria dos usos envolva aplicação foliar, a absorção

pelas raízes ocorre com a translocação para as folhas e flores. Atua inibindo a germinação de esporos, o crescimento micelial como já citado anteriormente, e dentre este grupo estão como principais ingredientes ativos, Iprodiona, Vinclozolina e Procimidona (FAO, 2001; APVMA, 2017).

A Procimidona possui registro para uso em morangueiro no Brasil, conforme consta nos documentos oficiais da Anvisa e do MAPA. O fungicida é aprovado para aplicação foliar no controle de doenças, como o mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) porém ainda não possui registro para maçã e também não possui registro para o controle de *monilinia* sp.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência dos fungicidas com princípios ativos Pidiflumetofem, Cyprodixonil+Fludioxonil e Procimidona no controle de *Monilinia* sp., em frutos de macieira 'Gala'.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência dos princípios ativos Pidiflumetofem, Cyprodixonil+Fludioxonil e Procimidona na redução da incidência e da severidade dos sintomas causados por *Monilinia* sp., em frutos de macieira 'Gala'.
- Avaliar o período de incubação e o período de latência em frutos de macieira 'Gala' tratados com os princípios ativos Pidiflumetofem, Cyprodixonil+Fludioxonil ou Procimidona e inoculados com *Monilinia* sp.
- Avaliar o efeito de ferimentos no progresso das lesões causadas por *Monilinia* sp., e na eficiência dos fungicidas.

4 HIPÓTESES

A escolha dos fungicidas testados baseou-se no fato de que esses produtos já possuem registro para o controle de *Monilinia* sp. em outras culturas agrícolas e apresentaram histórico de eficácia comprovada contra o patógeno. A similaridade do agente causal e das condições de infecção entre culturas distintas sugere que esses fungicidas poderão apresentar desempenho semelhante na cultura da maçã. Além disso, a aplicação de produtos já regulamentados facilita a adoção prática das medidas de controle e pode acelerar possíveis processos de extensão de registro, garantindo uma alternativa eficaz para o manejo da doença em maçãs.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCAL DE EXECUÇÃO

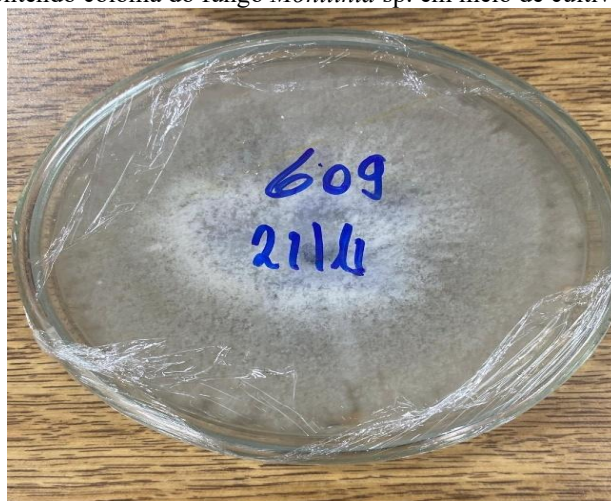
O experimento foi conduzido, na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no laboratório de Fitopatologia, e foi realizado em forma de duplicata, para a avaliação da eficiência de fungicidas no controle de *Monilinia* sp.

5.2 OBTENÇÃO DO INOCULO

Fragmentos de cultura fúngica de 10 isolados, provenientes de um pomar comercial localizado no município da Lapa-PR, coletados no ano de 2018, de frutos vindo da cultivar Julieta, que foram utilizados para propagação e posterior conservação. A escolha do isolado 609.

Para reativação do isolado, discos do papel filtro contendo estruturas de *Monilinia* sp. provenientes do armazenamento, foram transferidas para o centro de placas de Petri (Figura 3), com meio de cultura BDA (Sardin *et al.*, 2017).

Figura 3 – Placa de Petri contendo colônia do fungo *Monilinia* sp. em meio de cultivo.



Fonte: O autor.

5.3 OBTENÇÃO DOS FRUTOS E DESINFESTAÇÃO.

Foram obtidos frutos de maçã da variedade ‘Gala’ da marca comercial Sunny, em estágio de maturação comercial, oriundas da região Sul do Brasil (Figura 4).

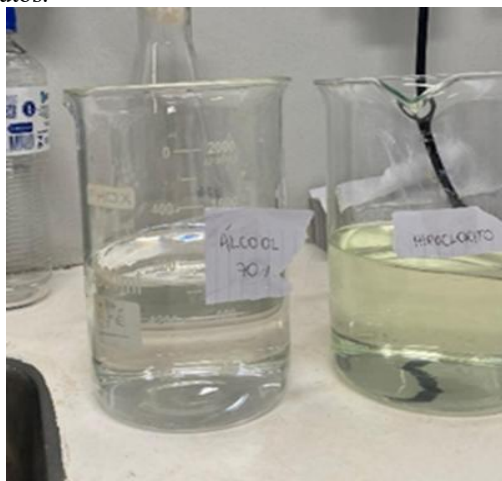
Figura 4 – Exemplares da cultivar de maçã 'Gala' empregados na condução do experimento.



Fonte: O autor.

Os frutos de maçã foram submetidos a um protocolo de desinfestação visando a remoção de contaminantes superficiais. Inicialmente, os frutos foram imersos em solução de álcool etílico a 70% por 1 minuto, seguida da imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% por mais 1 minuto (Figura 5), conforme metodologia descrita por Schaad *et al* (2001). Posteriormente, os frutos foram lavados por meio de três sucessivos enxágues em água destilada estéril (Figura 6) e deixados para secagem ao ar, sob condições assépticas, até a completa evaporação da umidade superficial (Figura 7).

Figura 5 – Recipientes contendo soluções de álcool etílico a 70% e hipoclorito de sódio a 1%, utilizadas na desinfestação dos frutos.



Fonte: O autor.

Figura 6– Frutos submetidos à etapa de desinfestação, imersos em água destilada.



Fonte: O autor.

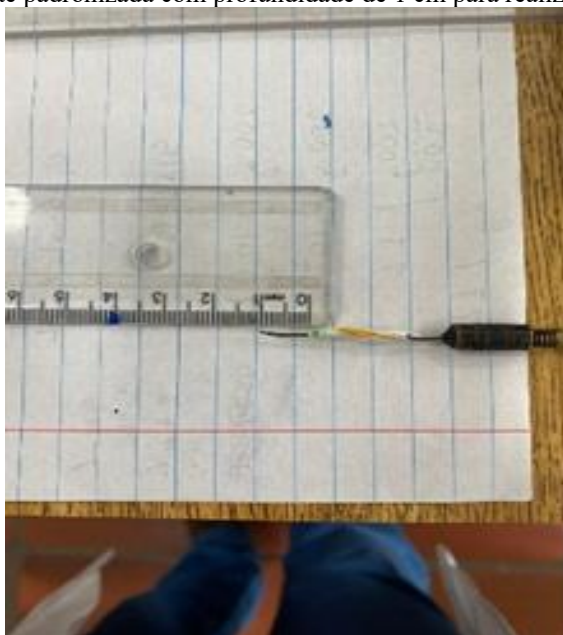
Figura 7– Frutos em repouso, submetidos à secagem natural após desinfestação.



Fonte - O autor.

Após a desinfestação, foi realizado um ferimento superficial em metade dos frutos utilizando uma agulha esterilizada, padronizado com aproximadamente 1 cm de profundidade (Figura 8), conforme metodologia adaptada de Biggs *et al.* (1997). Este procedimento visou simular danos mecânicos (Figura 9), com objetivo de verificar se o ferimento teria alguma influência, para avaliação da infecção e colonização fúngica em condições controladas.

Figura 8 – Agulha previamente padronizada com profundidade de 1 cm para realização dos ferimentos.



Fonte: O autor.

Figura 9– Fruto sendo ferido com agulha de profundidade padronizada (1 cm), para simulação de dano mecânico.



Fonte: O autor.

5.4 TRATAMENTOS

O tratamento dos frutos, foi realizado com os fungicidas listados na Tabela 1 em dosagem comercial, 200g, 375g+250g e 500g ingrediente ativo/100L, respectivamente, de acordo com o registro no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).

Tabela 1 - Descrição dos fungicidas.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Formulação	Modo de ação	Risco de resistência
Miravis	Pidiflumetofem	Suspensão concentrada	Contato multisítio	C2
Switch	Ciprodinil + Fludioxonil	Grânulos dispersíveis em água	Sistêmico	D1 + E2
Sialex 500	Procimidona	Pó Molhável	Sistêmico	E3

Fonte: O autor.

Após a desinfestação e o fermento (quando aplicável), os frutos foram submetidos aos tratamentos químicos. Para isso, foram imersos em solução de fungicida por dois minutos, seguindo as recomendações metodológicas descritas por Alves (2000) (Figura 10). Nos frutos que receberam fermento, a imersão na solução fungicida foi realizada imediatamente após a realização do dano mecânico. Como controle (testemunha), utilizaram-se frutos não tratados com fungicida, tanto com quanto sem fermento. Dessa forma, foram estabelecidos oito tratamentos experimentais: testemunha sem fermento, testemunha com fermento, e aplicações dos fungicidas Miravis® (pidiflumetofen), Switch® (ciprodinil + fludioxonil) e Sialex 500® (procimidona), cada um com e sem fermento.

Figura 10– Fruto em processo de tratamento por imersão em solução contendo fungicida, conforme protocolo experimental.



Fonte: O autor.

5.5 INOCULAÇÃO DO ISOLADO DE *Monilinia* sp.

A inoculação nos frutos foi realizada com suspensão de esporos na concentração de 10^6 esporos por mL de água. Com o auxílio de uma micropipeta, uma gota de 20 μ L (Figura

11) da suspensão de esporos foi depositada na lateral dos frutos após tratamento. Nos frutos com ferimento a suspensão foi depositada sobre o ferimento (Figura 12).

Figura 11– Micropipeta utilizada no processo de inoculação do patógeno nos frutos.



Fonte: O autor.

Figura 12– Aplicação da suspensão contendo esporos do patógeno nos frutos, utilizando micropipeta para garantir precisão no volume inoculado.



Fonte: O autor.

Após a inoculação os frutos foram mantidos em caixa plástica com papel filtro contendo água destilada esterilizada a fim de formar uma câmara úmida e favorecer o desenvolvimento fúngico. As caixas contendo os frutos tratados e inoculados foram mantidas em câmara de crescimento do tipo BOD ajustada à 25 °C (Figura 13).

Figura 13– Frutos tratados e inoculados acondicionados em caixas plásticas e mantidos em câmara de crescimento do tipo B.O.D., regulada a 25 °C.

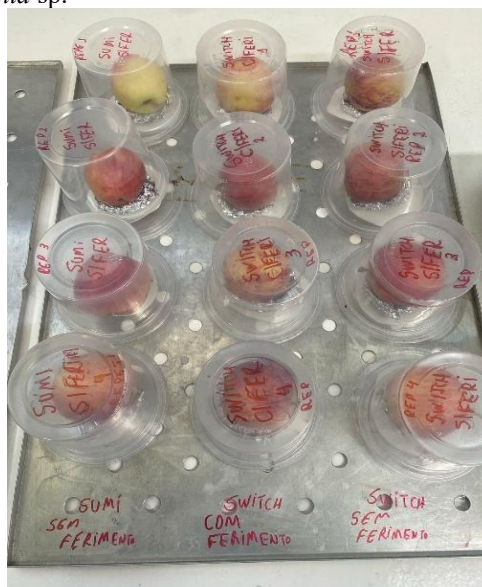


Fonte: O autor

5.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, AVALIAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 4 repetições, sendo cada fruto considerado uma unidade experimental (Figura 14).

Figura 14– Unidades experimentais contendo frutos da cultivar 'Gala', tratados com diferentes fungicidas e condições de fermento, individualmente acondicionados em caixas plásticas, para avaliação da incidência de *Monilinia* sp.



Fonte: O autor.

A coleta de dados teve início 24 horas após a inoculação, por meio da observação diária dos frutos, durante 20 (experimento 1) ou 24 (experimento 2) dias, anotando-se presença ou ausência de sintomas da doença e medindo-se o diâmetro das lesões em duas direções diametralmente opostas, utilizando um paquímetro (Figura 15).

Figura 15– Mensuração do diâmetro da lesão no fruto, realizada em duas direções diametralmente opostas com o uso de paquímetro.



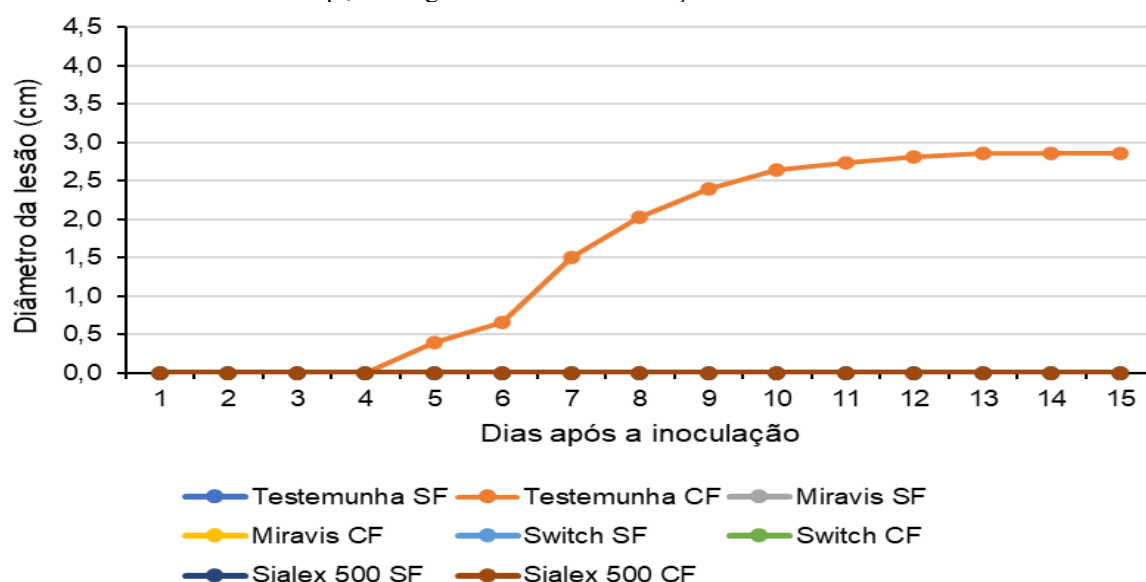
Fonte: O autor.

Também foram monitorados o início do aparecimento de sintomas e o início do aparecimento de sinais. Utilizando dados de dias para o aparecimento de sintomas e sinais, foram determinados o período de incubação e o período de latência, respectivamente. Também foram calculados o diâmetro médio das lesões diariamente para cada tratamento para se confeccionar gráficos de progresso da doença nos frutos. Com o dado do diâmetro médio das lesões 15 dias após a inoculação foi realizado um teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparações de múltiplos tratamentos utilizando o software estatístico RStudio® (R Core Team, 2022). O parâmetro alfa padrão foi 0,05. O teste post hoc utiliza o critério da diferença menos significativa de Fisher. Os métodos de ajuste incluem a correção de Bonferroni e outros.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Experimento 1, foi avaliado o diâmetro das lesões ao longo de 15 dias após a inoculação em diferentes tratamentos. Observou-se (gráfico 1) que o tratamento testemunha com fermento (CF) apresentou crescimento progressivo das lesões a partir do 5º dia, atingindo cerca de 3 cm de diâmetro no 13º dia, estabilizando-se posteriormente. Em contraste, os tratamentos com os produtos Miravis, Switch e Sialex 500, tanto nas condições sem fermento (SF) quanto com fermento (CF), foram eficazes no controle de *Monilinia* sp., mantendo o diâmetro da lesão próximo a zero durante todo o período avaliado.

Gráfico 1 – Diâmetro médio das lesões (cm) em frutos de maçã, tratados com diferentes fungicidas e inoculados com *Monilinia* sp., ao longo de 15 dias de incubação.



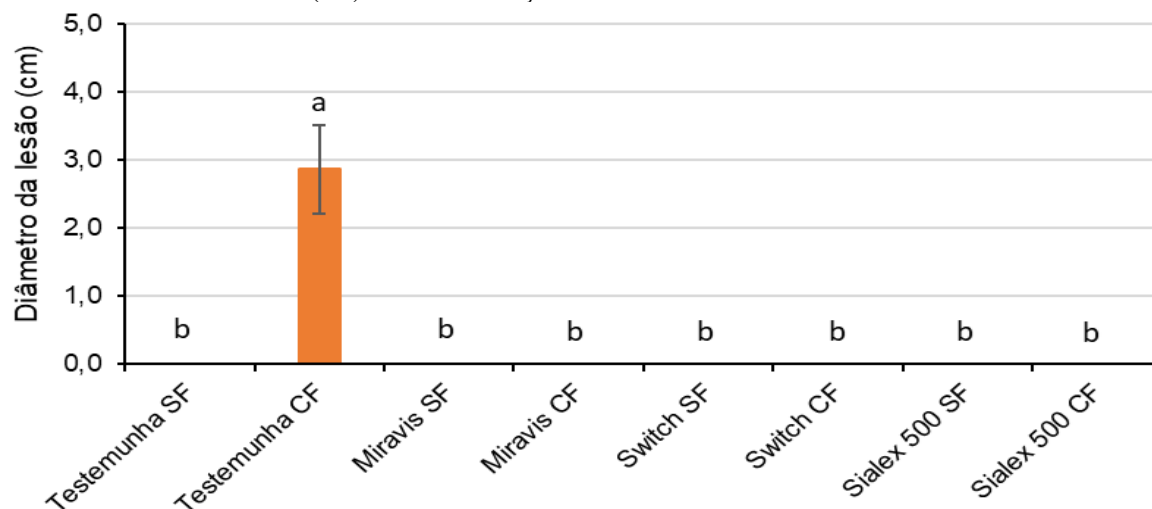
Fonte: O autor.

Nota: SF = frutos sem fermento; CF = frutos com fermento.

Esses resultados indicam que os produtos testados foram eficientes em inibir o desenvolvimento da doença, enquanto a testemunha sem tratamento (CF) permitiu o avanço do patógeno.

A análise estatística apresentada no Gráfico 2 evidencia diferença significativa entre os tratamentos, conforme teste de Dunn com correção de Bonferroni, após Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) % de probabilidade. A testemunha com fermento (CF) apresentou o maior diâmetro de lesão ao 15º dia, sendo estatisticamente inferior aos demais tratamentos, conforme indicado pela letra "a". Os demais tratamentos, Miravis, Switch e Sialex 500, tanto nas condições com fermento (CF) quanto sem fermento (SF), não apresentaram desenvolvimento de lesão, sendo agrupados estatisticamente sob a letra "b", evidenciando eficiência no controle do patógeno.

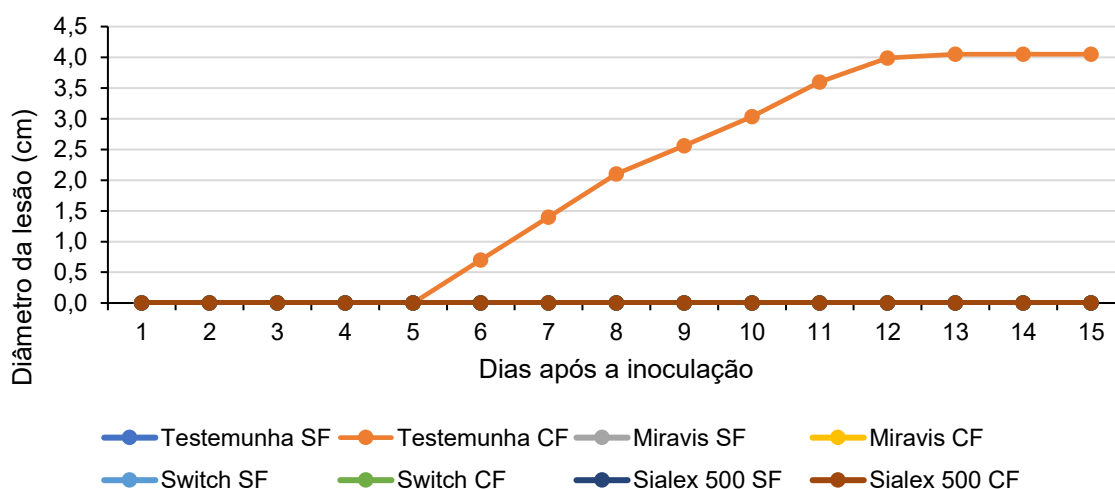
Gráfico 2 – Diâmetro da lesão (cm) do fruto de maçã.



Fonte – O autor.

Nota: SF = frutos sem ferimento; CF = frutos com ferimento. Letras diferentes diferem entre si pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni, após Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$).

O gráfico 3 demonstra que, foi monitorado o progresso da infecção ao longo de 15 dias após a inoculação. A Testemunha com ferimento (CF) apresentou crescimento contínuo no diâmetro das lesões a partir do quinto dia, alcançando cerca de 4 cm no 13º dia, mantendo-se estável até o final do experimento. Em contraste, os tratamentos com os produtos Miravis, Switch e Sialex 500, tanto nas condições SF quanto CF, impediram o desenvolvimento das lesões, com diâmetro próximo a zero durante todo o período. Assim como observado no gráfico 1, os produtos testados demonstraram elevada eficácia no controle da doença, sendo capazes de impedir o avanço da infecção em ambas as condições experimentais.

Gráfico 3 – Diâmetro médio das lesões (cm) em frutos de maçã, tratados com diferentes fungicidas e inoculados com *Monilinia* sp., ao longo de 15 dias de incubação.

Fonte: O autor.

Nota: SF = frutos sem ferimento; CF = frutos com ferimento.

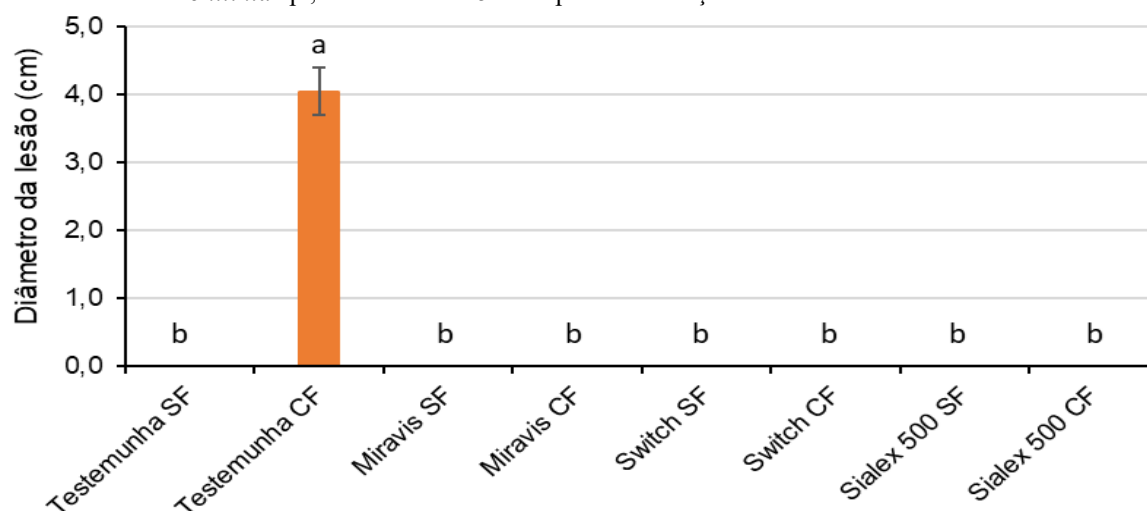
Ambos os experimentos apresentaram o mesmo padrão de resposta: crescimento significativo das lesões apenas na Testemunha com ferimento (CF), enquanto os tratamentos com Miravis, Switch e Sialex 500 mostraram alta eficácia no controle da doença, reduzindo em 100% a evolução dos sintomas causados por *Monilinia* sp.

Os resultados obtidos nos gráficos 1 e 3 demonstram de maneira consistente a eficácia dos tratamentos Miravis, Switch e Sialex 500 no controle do patógeno estudado. Em ambas as avaliações, os tratamentos, tanto nas condições sem ferimento (SF) quanto com ferimento (CF), mantiveram o diâmetro das lesões praticamente nulo ao longo dos 15 dias após a inoculação, indicando que foram capazes de impedir a instalação e o desenvolvimento da doença.

Esse comportamento esperado para a testemunha confirma a eficiência do modelo experimental, já que a ausência de tratamento permitiu o desenvolvimento natural da doença. O fato de a condição com ferimento (CF) ter resultado em lesões enquanto a condição sem ferimento (SF) não apresentou sintomas reforça a importância da integridade física do tecido como barreira inicial contra a infecção. Os sintomas observados no campo devem estar diretamente relacionados à ocorrência de algum tipo de dano, que pode ser causado por fatores bióticos, como doenças e pragas, ou abióticos, como falhas no manejo da cultura e condições climáticas adversas. É fundamental que esses sintomas sejam monitorados de forma contínua para que seja possível identificar a causa subjacente, permitindo uma resposta mais eficaz no manejo e controle da situação.

Observando o gráfico 4, o maior diâmetro médio das lesões foi observado na Testemunha com ferimento (CF), atingindo cerca de 4 cm ao 15º dia. Esse tratamento foi estatisticamente superior negativamente aos demais conforme teste de Dunn com correção de Bonferroni, após Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) % de probabilidade, como indicado pela letra "a" no teste de comparação de médias. Todos os outros tratamentos incluindo Miravis, Switch e Sialex 500, tanto em plantas sem ferimento (SF) quanto com ferimento (CF) apresentaram diâmetro de lesão nulo, agrupando-se estatisticamente entre si na letra "b". A Testemunha SF também apresentou ausência de sintomas, evidenciando que a infecção dependeu da presença de ferimentos.

Gráfico 4 – Diâmetro médio da lesão (cm) em frutos de maçã, tratados com diferentes fungicidas e inoculados com *Monilinia* sp., avaliados no 15º dia após a inoculação.



Fonte: O autor.

Nota: SF = frutos sem fermento; CF = frutos com fermento. Letras diferentes diferem entre si pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni, após Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$)

Os resultados do gráfico 4 reforçam as observações feitas no gráfico 2, evidenciando que o fermento no tecido vegetal é um fator determinante para o estabelecimento da infecção por *Monilinia* sp. A testemunha CF (Figura 16) foi a única a apresentar desenvolvimento significativo da doença, demonstrando que a ruptura da barreira física natural do fruto favorece a penetração do patógeno.

Esses resultados são consistentes com a literatura, que destaca a importância de práticas de manejo integradas, como o controle químico e a minimização de fermentos nos frutos para reduzir as infecções (May-De Mio et al., 2004).

Figura 16– Evolução da infecção por *Monilinia* sp., em frutos de macieira ‘Gala’ após tratamento identificado como “Testemunha 4 – com fermento”.



Fonte: O autor.

Segundo May-De Mio *et al.* (2004), infecções latentes em frutos de pomáceas geralmente se originam a partir de flores infectadas, podendo sobreviver até a fase de

frutificação, ainda que de forma assintomática. Embora sejam escassas as informações sobre a infecção de frutos durante o seu desenvolvimento, Byrde e Willetts (1977) relataram que em pêssegos, a penetração do fungo pode ocorrer através de estômatos em frutos imaturos, da região da inserção dos pelos em frutos maduros, e, em menor frequência, por penetração direta pela cutícula.

Além disso, ferimentos, mesmo nos estágios iniciais de desenvolvimento dos frutos como os causados por granizo e insetos são apontados como fatores que favorecem significativamente a infecção (Byrde; Willetts, 1977). Condições climáticas favoráveis próximas à colheita, como alta umidade e temperaturas amenas, também contribuem para o desenvolvimento do patógeno (Moreira, 2005). Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho, aliando a presença de ferimentos à necessidade do uso de fungicidas, corroboram a literatura quanto à importância de estratégias preventivas para o manejo de doenças pós-colheita. Do ponto de vista prático, esses resultados indicam que os produtos Miravis, Switch e Sialex 500 podem ser alternativas viáveis para o manejo da doença, inclusive em condições de maior pressão de infecção. Analisando a Tabela 2, observa-se que, nos dois experimentos realizados, a doença somente se desenvolveu na Testemunha com ferimento (CF).

Tabela 2– Período de incubação e período de latência (dias) de *Monilinia* sp. em frutos de maçã submetidos a diferentes tratamentos com fungicidas, nos Experimentos 1 e 2.

Tratamentos	Experimento 1		Experimento 2	
	Período de Incubação	Período de Latência	Período de incubação	Período de Latência
Testemunha SF	0	0	0	0
Testemunha CF	7	7	6	9
Miravis SF	0	0	0	0
Miravis CF	0	0	0	0
Switch SF	0	0	0	0
Switch CF	0	0	0	0
Sialex 500 SF	0	0	0	0
Sialex 500 CF	0	0	0	0

Fonte: O autor.

Nota: SF = frutos sem ferimento; CF = frutos com ferimento.

No Experimento 1, o período de incubação e o período de latência para a Testemunha CF foram de 7 dias, enquanto no Experimento 2 o período de incubação foi reduzido para 6 dias e o período de latência foi estendido para 9 dias. Esses resultados indicam que o ferimento no tecido vegetal foi um fator determinante para o sucesso da infecção pelo patógeno.

Os resultados obtidos demonstraram que todos os fungicidas testados foram eficazes em inibir 100% do crescimento das lesões nos frutos inoculados. Esta eficácia é extremamente relevante, visto que, em frutos comerciais, mesmo pequenas lesões depreciam o valor do produto, inviabilizando sua venda. Portanto, considerando que não existe tolerância para o tamanho de lesões em maçãs destinadas ao mercado, a completa inibição do crescimento da doença é essencial para a manutenção da qualidade e comercialização dos frutos (EPAGRI, 2006; Protas; Sanhueza, 2003).

Observou-se que fungicidas com distintos mecanismos de ação foram igualmente eficazes no controle da doença. Esse resultado é altamente positivo, pois possibilita a adoção de estratégias de rotação de princípios ativos durante a condução do pomar, prática fundamental para mitigar o risco de desenvolvimento de resistência por parte do patógeno (Gessner *et al.*, 2007).

A diversidade de mecanismos de ação disponíveis proporciona maior segurança fitossanitária e sustentabilidade no manejo da doença. De acordo com o Comitê Brasileiro de Ação à Resistência a Fungicidas (FRAC-BR, 2020), a rotação de fungicidas com diferentes modos de ação é uma das principais estratégias recomendadas para prolongar a eficácia dos produtos e evitar a seleção de populações resistentes. Além disso, estudos indicam que a utilização contínua de fungicidas com o mesmo mecanismo de ação favorece o aumento da resistência dos patógenos (Schoeny *et al.*, 2015), sendo essencial a alternância entre produtos com modos de ação distintos.

Alguns dos fungicidas avaliados já possuem registro para uso na cultura da macieira, sendo empregados no controle de doenças como a podridão olho-de-boi (*Neofabraea spp.*) e a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*), produtos como Miravis®, Switch® e Sialex 500® são exemplos de fungicidas registrados que têm sido utilizados para essas finalidades.

A existência de dados prévios de eficácia e segurança para esses produtos pode facilitar o processo de extensão de uso para o controle de *Monilinia sp.* na cultura da macieira. Isso pode acelerar a tramitação regulatória, viabilizando o registro emergencial ou a ampliação de bula para essa nova indicação, conforme os critérios estabelecidos pelos órgãos competentes, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Portanto, o manejo fitossanitário atualmente recomendado, envolvendo produtos como Miravis®, Switch® e Sialex 500®, além de controlar doenças tradicionais, também poderá contribuir para o controle de *Monilinia sp.*, ampliando os benefícios das aplicações já estabelecidas e otimizando a proteção dos frutos.

A avaliação dos frutos por um período de 20 a 24 dias evidenciou que não ocorreram lesões em frutos sem ferimentos, mesmo sob inoculação do patógeno. Este resultado demonstra que a integridade do tecido vegetal constitui uma barreira natural altamente eficaz contra a infecção. Assim, a adoção de práticas culturais que minimizem a ocorrência de ferimentos, tais como manejo cuidadoso da colheita e controle de pragas que danificam os frutos, é de extrema importância para a redução da incidência da doença.

A integridade da epiderme dos frutos atua como uma barreira física contra a penetração de patógenos, sendo que lesões ou ferimentos facilitam a entrada e o desenvolvimento de doenças pós-colheita. Segundo Chitarra (1998), a aparência é um dos atributos de qualidade mais importantes, e danos físicos podem comprometer significativamente o valor comercial dos produtos. Além disso, práticas inadequadas de colheita e manuseio podem aumentar a suscetibilidade dos frutos a infecções. Portanto, estratégias que visem a minimização de danos físicos durante a colheita e o transporte são essenciais para manter a qualidade e a sanidade dos frutos.

O período de latência observado para *Monilinia* sp., variou entre 7 e 9 dias, conforme relatado por Silva *et al.* (1994), que avaliaram a incubação do patógeno em frutos de pêssego sob condições controladas. Com base nesse dado, recomenda-se que, em áreas com histórico de ocorrência ou em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, o intervalo entre aplicações de fungicidas não ultrapasse uma semana. Esta estratégia visa evitar o estabelecimento do fungo e a manifestação dos sintomas, assegurando maior proteção aos frutos durante o período crítico de suscetibilidade. Além disso, práticas de manejo integrado, como a aplicação preventiva de fungicidas e medidas culturais que evitem ferimentos nos frutos, são essenciais para o controle eficaz da doença.

Diante dos resultados obtidos, destaca-se a necessidade de ensaios futuros que aprofundem a compreensão da variabilidade populacional de *Monilinia* sp. em macieira. Os dados observados neste estudo, apontam para uma homogeneidade na patogenicidade dos isolados analisados. No entanto, considerando-se a dinâmica evolutiva dos patógenos e os diferentes contextos agroclimáticos das regiões produtoras, é plausível que, ao longo do tempo, ocorram variações regionais que influenciem o comportamento dos isolados e, consequentemente, a eficácia dos fungicidas utilizados. Assim, recomenda-se que estudos futuros incluam um número maior de isolados, oriundos de diferentes regiões onde há relatos da ocorrência de *Monilinia* sp., em maçã, de modo a avaliar a sensibilidade diferencial aos princípios ativos. Além disso, ressalta-se a importância da realização de ensaios em condições

de campo, tanto em áreas artificialmente inoculadas quanto em locais com ocorrência natural da doença, visando validar a correlação entre os resultados obtidos em laboratório e o desempenho dos tratamentos sob condições reais de cultivo.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a elevada eficácia dos fungicidas testados na inibição do crescimento de lesões provocadas por *Monilinia* sp. em frutos de maçã. A completa ausência de lesões nos tratamentos com fungicidas reforça a importância da proteção química, considerando que mesmo pequenas lesões comprometem a qualidade e a comercialização dos frutos. A efetividade de ingredientes ativos com diferentes modos de ação indica a viabilidade da rotação de fungicidas como estratégia para o manejo da resistência do patógeno, assegurando a sustentabilidade do controle a longo prazo.

Além disso, a constatação de que alguns fungicidas já possuem registro para o controle da mesma doença em outras culturas poderá facilitar o processo de registro para a cultura da macieira, caso necessário. A integridade física dos frutos mostrou-se fundamental na prevenção da infecção, uma vez que a ausência de ferimentos impediu o desenvolvimento de sintomas mesmo após a inoculação. Este dado reforça a necessidade de práticas culturais que minimizem danos mecânicos e ferimentos nos frutos.

Considerando o período de latência observado entre 7 e 9 dias, recomenda-se que, em áreas com histórico de ocorrência da doença, o intervalo de aplicação de fungicidas não ultrapasse sete dias, garantindo a proteção contínua dos frutos. Finalmente, a utilização de fungicidas já empregados no manejo de outras doenças da macieira poderá contribuir de forma integrada para o controle de *Monilinia* sp., otimizando os programas de manejo e favorecendo a produção de frutos de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. **Associação Brasileira dos Produtores de Maçã prevê safra com crescimento de 20% em relação ao ciclo anterior impulsionada pela qualidade.** 2025. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2025/01/associacao-brasileira-dos-produtores-de-maca-preve-safra-com-crescimento-de-20-em-relacao-ao-ciclo-anterior-impulsionada-pela-qualidade/>. Acesso em: 3 mar. 2025.
- ADAPAR – AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. *Sialex 500*: produto registrado para o controle de doenças em frutíferas. 2023. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-10/sialex500.pdf. Acesso em: 30 abr. 2025.
- AGRIOS, George N. **Plant pathology.** San Diego: Academic Press, 635 p., 1997.
- ALVES, R.E. **Melão Pós-colheita** (Frutas do Brasil; 10). 1º ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2000.
- ALVES, S. A. M. EMBRAPA UVA E VINHO. Podridão "olho de boi" (*Neofabraea sp.*). Bento Gonçalves: **Embrapa**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/maca/olhodeboi.html>. Acesso em: 12 maio 2025.
- AMARO, A. C. E.; BARON, D.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Physiological effects of strobilurin and carboxamides on plants: an overview. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MAÇÃ (ABPM). Associação Brasileira dos Produtores de Maçã prevê safra com crescimento de 20% em relação ao ciclo anterior impulsionada pela qualidade. **ABRAFRUTAS**, 2025. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2025/01/associacao-brasileira-dos-produtores-de-maca-preve-safra-com-crescimento-de-20-em-relacao-ao-ciclo-anterior-impulsionada-pela-qualidade/>. Acesso em: 3 mar. 2025.
- AUSTRALIAN PESTICIDES AND VETERINARY MEDICINES AUTHORITY (APVMA). **Reconsideration of procymidone: human health risk assessment report (including toxicology and work health safety).** Canberra: APVMA, 2017. Disponível em: https://www.apvma.gov.au/sites/default/files/publication/27621-27621-procymidone_toxicology_and_ohs_report_20171012with_alt_text-25102017_final_0.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.
- AVENOT, H. F.; MICHAILIDES, T. J. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. **Crop protection**, v. 29, n. 7, p. 643-651, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.02.019>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- BAND. **Frutas: saiba quais são as regiões produtoras de maçãs no Brasil.** 2023. Disponível em: <https://www.band.uol.com.br/agro/noticias/frutas-saiba-quais-sao-as-regioes-produtoras-de-macas-no-brasil-16670199>. Acesso em: 7 maio 2025.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. Environmental isolate of *Monilia* magnified 160X. Identified using Illustrated Genera of Imperfect Fungi. **APS Press**: St. Paul, MN; p. 3-72, 1998.

BIGGS, A. R.; NORTHOVER, J.; CERKAUSKAS, R. F. **Effect of wounding, inoculum concentration, and wetness period on infection of sweet cherry fruit by *Monilinia fructicola***. *Plant Disease*, St. Paul, v. 81, n. 3, p. 340–344, 1997. Disponível em: 10.1094/PDIS.1997.81.3.340. Acesso em: 20 abr. 2025.

BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI (Org.). **A cultura da macieira**. EPAGRI: Florianópolis, p. 29-36, 2006.

BONETI, J.I.S., KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da macieira. In: **A Cultura da Macieira**. Florianópolis SC. Epagri, p. 527-555, 2002.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA/MAPA/SPA, 2007.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 42, n. 15, p. 225-226, 1939. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19401100216>. Acesso em: 20 abr. 2025.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 1998.

COMITÊ DE AÇÃO À RESISTÊNCIA A FUNGICIDAS – FRAC-BR. **Manejo de resistência**. 2024. Disponível em: <https://www.frac-br.org/manejo-de-resistencia>. Acesso em: 30 abr. 2025.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA. **Fruticultura brasileira: diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o mundo**. 2023. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo>. Acesso em: 7 maio 2025.

DUBEY, S. R.; JALAL, A. S. Fruit disease recognition using improved sum and difference histogram from images. **International Journal of Applied Pattern Recognition**, v. 1, n. 2, p. 199–220, 2014.

EMBRAPA. **Doenças da macieira. Embrapa Uva e Vinho**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho>. Acesso em: 7 maio 2025.

EMERY, K. M.; MICHAILIDES, T. J.; SCHERM, H. Incidence of Latent Infection of Immature Peach Fruit by *Monilinia fructicola* and Relationship to Brown Rot in Georgia. **Plant Disease**, s.1, v. 84, n. 8, p.853-857, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1094/pdis.2000.84.8.853>. Acesso em: 20 abr. 2025.

EPAGRI. **A cultura da macieira**. 2. ed. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2006. (Sistema de Produção, 8).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAO specifications and evaluations for plant protection products: procymidone**. Roma: FAO, 2001. Disponível em:

https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/procymid.pdf. Acesso em: 29 abr. 2025.

FONSECA, L. A. B. V. Fruticultura Brasileira: Diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o Mundo. **CNABRASIL**, 2022. Disponível

em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo>. Acesso em: 3 mar. 2025.

FORTES, J. F.; MARTINS, O. M. Sintomatologia e controle das principais doenças. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. do C. B. (Org.). **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, p. 243-264, 1998.

FRAC-BR. **Comitê Brasileiro de Ação à Resistência a Fungicidas. Boletim de orientações sobre o manejo de resistência a fungicidas**. 2020. Disponível em: www.frac-br.org. Acesso em: 6 maio 2025.

GESSNER, A. M. *et al.* Manejo de fungicidas e resistência de patógenos. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, v. 30, n. 4, p. 220-229, 2007.

GLÄTTLI, A.; STAMMLER, G.; SCHLEHUBER, S. Mutations in the target proteins of succinate-dehydrogenase inhibitors (SDHI) and 14 α -demethylase inhibitors (DMI) conferring changes in the sensitivity—structural insights from molecular modelling. In: **ASSOCIATION FRANÇAISE DE PROTECTION DES PLANTES (AFPP)**. p. 670–681. 2009.

FORSTER, H.; ADASKAVEG, J. E. Resistance of *Monilinia fructicola* isolates to propiconazole and fenbuconazole in stone fruit orchards in California. **Plant Disease**, v. 83, n. 11, p. 949–954, 1999.

GRABKE, A.; HU, M. J.; LUO, C. X.; BRYSON, P. K.; SCHNABEL, G. First report of brown rot of apple caused by *Monilinia fructicola* in Germany. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, n. 6, p. 772, 2011. Disponível em: 10.1094/PDIS-02-11-0113. Acesso em: 20 abr. 2025.

HÄGERHÄLL, C. Succinate: quinone oxidoreductases: variations on a conserved theme. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, Amsterdam, v. 1320, n. 2, p. 107–141, 1997. Disponível em: 10.1016/S0005-2728(97)00019-4. Acesso em: 20 abr. 2025.

HILY, J. M. *et al.* Characterization of the cytochrome b (cyt b) gene from *Monilinia* species causing brown rot of stone and pome fruit and its significance in the development of QoI resistance. **Pest Management Science**, v. 67, n. 4, p. 385–396, 2011. Disponível em: 10.1002/ps.2074. Acesso em: 20 abr. 2025.

HONG, C. *et al.* Significance of Thinned Fruit as a Source of the Secondary Inoculum of *Monilinia fructicola* in California Nectarine Orchards. **Plant Disease**, s. 1., v. 81, n. 5, p.519-524, 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1094/pdis.1997.81.5.519>. Acesso em: 20 abr. 2025.

HONG, C. X. *et al.* Brown rot of peach caused by *Monilinia fructicola*: a review. **Plant Disease**, v. 82, n. 12, p. 1341–1351, 1998.

HORSEFIELD, R *et al.* Structural and computational analysis of the quinone-binding site of complex II (succinate-ubiquinone oxidoreductase): a mechanism of electron transfer and proton conduction during ubiquinone reduction. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 281, n. 11, p. 7309–7316, 2006. Disponível em: 10.1074/jbc.M508173200. Acesso em: 20 abr. 2025.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2023 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/br>. Acesso em 25 de fev. 2025.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2023 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/pr>. Acesso em 28 de fev. 2025.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2023 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/rs>. Acesso em 28 de fev. 2025.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2023 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maca/sc>. Acesso em 28 de fev. 2025.

ISHIIMARU, C. A. *et al.* Resistência de *Monilinia fructicola* a fungicidas utilizados no controle da podridão-parda do pessegueiro no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 3, p. 202–207, 2015.

JEANMART, S. *et al.* Synthetic approaches to the 2015–2018 new agrochemicals. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 39, p. 116-162, 2021. Disponível em: 10.1016/j.bmc.2021.116162. Acesso em: 20 abr. 2025.

KATSURAYAMA, L. *et al.* Manejo da sarna da macieira: desafios e alternativas sustentáveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, p. e-129, 2019.

KATSURAYAMA, L. R. *et al.* Manejo da mancha foliar de *Glomerella* em macieira na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 1, p. e-126, 2021.

KEON, J. P R.; WHITE, G. A.; HARGREAVES, J. A. Isolation, characterization and sequence of a gene conferring resistance to the systemic fungicide carboxin from the maize smut pathogen, *Ustilago maydis*. **Current Genetics**, v. 19, p. 475-481, 1991.

KLAPPACH, K.; STAMMLER, G. Resistance to plant pathogens to succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI) fungicides (FRAC code 7). In: STEVENSON, K. L.; MCGRATH, M. T.; WYENANDT, C. A. (Ed.). **Fungicide Resistance in North America**. 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, p. 85-95, 2019.

KREUZ, C. L.; BENDER, R.J.; BLEINCHER, J. História e Importância Econômica da macieira. In: **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, p. 13-25, 1986.

KUHN, G. B. *et al.* Eficiência de fungicidas no controle da mancha foliar de *Glomerella* e da podridão-amarga em macieira. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 4, p. 382–388, 2020.

LANDGRAF, F. A.; ZEHR, E. I. Inoculum Sources for *Monilinia fructicola* in South Carolina Peach Orchards. **Phytopathology**, s.l., v. 72, n. 2, p.185-190, 1982. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1094/phyto-72-185>. Acesso em: 20 abr. 2025.

LUCAS, J. A.; HAWKINS, N. J.; FRAAIJE, B. A. The evolution of fungicide resistance. **Advances in applied microbiology**, v. 90, p. 29-92, 2015.

LUO, Y.; MORGAN, D. P.; MICHAILIDES, T. J. Risk analysis of brown rot blossom blight of prune caused by *Monilinia fructicola*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 91, n. 8, p. 759-768, 2001.

MAIENFISCH, P.; MANGELINCKX, S. Recent innovation in crop protection research. *In*: MAIENFISCH, P.; MANGELINCKX, S. (Ed.). **Recent highlights in the discovery and optimization of crop protection products**. London: Academic Press, p. 1-23, 2021. Disponível: 10.1016/B978-0-12-821035-2.00001-2. Acesso em: 20 abr. 2025.

MARTINI, C.; SPADONI, A.; MARI, M. First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* on apple in Italy. **Plant Disease**, v. 97, n. 5, p. 689, 2013. Disponível em: 10.1094/PDIS-09-12-0869-PDN. Acesso em: 20 abr. 2025.

MATSSON, M.; HEDERSTEDT, L. The carboxin-binding site on Paracoccus denitrificans succinate:quinone reductase identified by mutations. **Journal of Bioenergetics and Biomembranes**, New York, v. 33, n. 2, p. 99–105, 2001. Disponível: 10.1023/A:1010744330092. Acesso em: 20 abr. 2025.

MAY-DE MIO, L. L. *et al.* Classificação e manejo dos agroquímicos em fruteiras de caroço. *In*: MONTEIRO, L. B. *et al.* (Org.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 263-297, 2004.

MELLO, L. M. R. de. Aspectos socioeconômicos. *In*: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 10-16, 2004.

MORANDI, M. A. B; MAFFIA, L. A. **Manejo integrado do mofo cinzento, causado por *Botrytis cinerea***. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 35 p., 2005. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 44). ISSN 1516-4691.

MIQUELONI, D. P. *et al.* Epidemiologia e controle de *Monilinia fructicola* em fruteiras de clima temperado. **Summa Phytopathologica**, v. 47, n. 1, p. 25–32, 2021.

MOREIRA, L. M.; MAY-DE MIO, L. M. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. **Ciência e Agrotecnologia Lavras**, v. 33, n. 2, p. 405-411, 2009.

OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I.; BIGGS, A.R. Brown rot. *In*: OGAWA, J. M. *et al.* (Ed.). **Compendium of Stone Fruit Diseases**. Saint Paul: APS, p. 7-10, 1995.

PAVANELLO, E. P. *et al.* Eficiência de fungicidas no controle da podridão parda do pessegueiro e sua relação com parâmetros fisiológicos dos frutos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 45–54, 2015.

PEREIRA, W. V.; MAY-DE-MIO, L. L. First Report of Brown Rot Caused by *Monilinia fructicola* on Apple in Brazil. **Plant Disease**, s. l., v. 102, n. 12, p. 2658-2658, 2018. Disponível em: 10.1094/PDIS-05-18-0755-PDN. Acesso em: 20 abr. 2025.

PETER, K. A. *et al.* First report of brown rot on apple fruit caused by *Monilinia fructicola* in Pennsylvania. **Plant Disease**, v. 99, n. 8, p. 1179, 2015. Disponível em: 10.1094/PDIS-11-14-1099-PDN. Acesso em: 20 abr. 2025.

PETRI, J. L. Formação de flores, polinização e fertilização. *In*: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, p. 229-260. 2006.

PETRI, J.L. *et al.* Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume especial, p. 48 - 56, 2011.

PROTAS, J. F. da S.; SANHUEZA, R. M. V. (Ed.). **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 192, 2003.

RASEIRA, M. C. B.; QUEZADA, C. A. Podridão-parda em pêsegos: perdas e controle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 123–127, 2003.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 16 abril. 2025.

REVISTA DA FRUTA. **Quais as frutas mais produzidas no Brasil? 2023**. Disponível em: <https://revistadafruta.com.br/noticias-do-pomar/quais-as-frutas-mais-produzidas-no-brasil%2C427671.jhtml>. Acesso em: 7 maio 2025.

RYAN, M. J.; SMITH, D.; JEFFRIES, P. A decision-based key to determine the most appropriate protocol for the preservation of fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 16, n. 2, p. 183–186, 2000. Disponível em: 10.1023/A:1008910006419. Acesso em: 20 abr. 2025.

SANHUEZA, R. M. V. *et al.* Podridão olho-de-boi em maçãs: etiologia e estratégias de controle. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, 2013. 24 p. (Circular Técnica, 85).

SANTOS, T. A. *et al.* Manejo químico de doenças do pessegueiro: foco na podridão-parda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2020.

SARDIN, S. M. *et al.* Dataset of differentially accumulated proteins in *Mucor* strains representative of four species grown on synthetic potato dextrose agar medium and a cheese mimicking medium. **Data in Brief**, v. 11, p. 214-220, 2019.

SCHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. (Ed.). **Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria**. 3. ed. St. Paul, MN: APS Press, 2001.

SCHOENY, J. *et al.* Estratégias para controle de resistência em doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 40, p. 231-240, 2015.

SIEROTZKI, H.; SCALLIET, G. A review of current knowledge of resistance aspects for the next-generation succinate dehydrogenase inhibitor fungicides. **Phytopathology**, v. 103, p. 880-887, 2013.

SYNGENTA PROTEÇÃO DE CULTIVOS LTDA. *Miravis®*: fungicida sistêmico à base de Pidiflumetofen. São Paulo: **Syngenta**, 2023. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/produtos/fungicida-miravis>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SYNGENTA. *Switch 62,5 WG*: **fungicida para horticultura e fruticultura**. 2024. Disponível em: <https://www.syngenta.pt/produtos/protecao-culturas/fungicidas/switch-62-5-wg>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SILVA, J. A. *et al.* Eficiência de fungicidas e diferentes doses no controle de *Monilinia fructicola* (Wint) sobre frutos do pessegueiro (*Prunus persicae* var. *vulgaris*), em pós-colheita. **Ciência Rural**, v. 24, n. 1, p. 55-58, 1994.

SMITH, D.; ONIONS, A. H. S. **The Preservation and Maintenance of Living Fungi**. 2. ed. Wallingford, UK: CAB International, 1994.

SOUZA, D. C. **Progresso temporal e padrão espacial de epidemias da podridão parda do pessegueiro**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Área de Concentração em Fitopatologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.

STAMMLER, G. *et al.* Respiration inhibitors: complex II. In: ISHII, H.; HOLLOMON, D. W. (Ed.). **Fungicide Resistance in Plant Pathogens: Principles and a Guide to Practical Management**. Tokyo: Springer Japan, 2015. p. 105–117.

SYNGENTA. **SWITCH: Bula**. Paulínia, SP: Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, 2023. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-09/switch.pdf. Acesso em: 3 mar. 2025.

TRAN, Q. M. *et al.* The quinone binding site in *Escherichia coli* succinate dehydrogenase is required for electron transfer to the heme b. **Journal of Biological Chemistry**, v. 281, n. 43, p. 32310–32317, 2006. Disponível em: 10.1074/jbc.M607476200. Acesso em: 20 abr. 2025.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. Maçã: Fitossanidade, frutas do Brasil. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília DF, p. 34–60, 2004

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. *et al.* Doenças fúngicas da macieira no Brasil: diagnóstico e manejo. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, p. 68, 2006.

XU, X. M. *et al.* Spatial dynamics of brown rot (*Monilinia fructicola*) in apple and pear orchards. **Phytopathology**, v. 91, n. 12, p. 1212–1218, 2001.

ZEHR, E. I.; LOSCHKE, D. C. Resistance in *Monilinia fructicola* to benomyl and related fungicides in South Carolina peach orchards. **Plant Disease Reporter**, v. 61, p. 64–68, 1977.

YANKOVSKAYA, V. *et al.* Architecture of succinate dehydrogenase and reactive oxygen species generation. **Science**, Washington, v. 299, n. 5607, p. 700–704, 2003. Disponível em: [10.1126/science.1079605](https://doi.org/10.1126/science.1079605). Acesso em: 20 abr. 2025.