

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL GUILHERME CORASSA

DOENÇAS DO MIRTILO E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE BIOLÓGICO

CURITIBA

2025

RAFAEL GUILHERME CORASSA

DOENÇAS DO MIRTILO E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dra. Giovana Beger.

CURITIBA

2025

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ser minha fonte constante de força, sabedoria e perseverança.

À minha família, meu alicerce, agradeço profundamente por todo o amor, suporte emocional e estrutura que sempre me proporcionaram. Sem o incentivo, a paciência e a compreensão de vocês, nada disso seria possível.

À empresa que contribuiu financeiramente para que eu pudesse realizar essa pós-graduação, deixo meu sincero agradecimento. O apoio de vocês foi fundamental para que eu pudesse me dedicar aos estudos e concluir esta etapa tão importante da minha vida.

Aos professores e organizadores do curso, agradeço pelo conhecimento compartilhado, pela dedicação e pelo compromisso com a formação dos alunos. Cada aula foi uma oportunidade de crescimento.

À minha orientadora, Giovana Beger, agradeço especialmente pela orientação atenta, pela disponibilidade e pelos valiosos conselhos ao longo de todo o processo. Sua contribuição foi essencial para a construção e finalização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada, meu muito obrigado.

RESUMO

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) é uma frutífera de crescente destaque no Brasil, com produção relevante nas regiões sul e nordeste. No entanto, a cultura enfrenta desafios devido à incidência de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus, que afetam o desenvolvimento da planta e a qualidade dos frutos. Este estudo revisou as principais doenças do mirtilo e as estratégias de controle biológico. As doenças mais comuns incluem podridão de raízes (*Phytophthora* spp.), cancro do caule (*Botryosphaeria* spp.) e antracnose (*Colletotrichum acutatum*), que prejudicam o desenvolvimento vegetativo e a produção. Na pós-colheita, destacam-se podridões como o mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) que causa perdas durante o armazenamento e transporte. O controle biológico, que utiliza organismos vivos para combater patógenos, apresenta-se como uma alternativa promissora. Diversos microrganismos, como *Bacillus* spp. e *Trichoderma* spp., mostram eficácia ao inibir o crescimento de patógenos por meio de antibiose, competição e parasitismo. O manejo integrado, combinando práticas culturais e controle biológico, é essencial para garantir a sanidade da cultura do mirtilo e reduzir as perdas causadas por doenças.

Palavras-chave: *Vaccinium* spp. Patógenos. Agentes biológicos.

ABSTRACT

Blueberry (*Vaccinium* spp.) is a fruit crop of increasing prominence in Brazil, with relevant production in the southern and northeastern regions. However, the crop faces challenges due to the incidence of diseases caused by fungi, bacteria, and viruses, which affect plant development and fruit quality. This study reviewed the main diseases of blueberry and the strategies for biological control. The most common diseases include root rot (*Phytophthora* spp.), stem canker (*Botryosphaeria* spp.), and anthracnose (*Colletotrichum acutatum*), which impair vegetative development and production. In postharvest, rots such as gray mold (*Botrytis cinerea*) are prominent, causing losses during storage and transport. Biological control, which utilizes living organisms to combat pathogens, presents itself as a promising alternative. Various microorganisms, such as *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp., show efficacy in inhibiting pathogen growth through antibiosis, competition, and parasitism. Integrated management, combining cultural practices and biological control, is essential to ensure the health of the blueberry crop and reduce losses caused by diseases.

Keywords: *Vaccinium* spp. Pathogens. Biological agents

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Doenças e agentes etiológicos que afetam o cultivo de mirtilo no Brasil.....	Error! Bookmark not defined.
TABELA 2 – Doenças e agentes etiológicos que afetam o a colheita e a pós-colheita de frutos de mirtilo.....	Error! Bookmark not defined.
TABELA 3 – Organismos que atuam como biocontrole dos principais patógenos que afetam o mirtilo.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 OBJETIVOS	8
1.1.1 Objetivo geral	8
1.1.2 Objetivos específicos.....	8
2 METODOLOGIA	9
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DO MIRTILO.....	9
2.2 LEVANTAMENTO DOS PRINCIPAIS PATÓGENOS.....	9
2.3 ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE BIOLÓGICO E BIOTECNOLÓGICO.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 A CULTURA DO MIRTILEIRO	11
3.2 DOENÇAS QUE AFETAM A CULTURA DO MIRTILO	13
3.3 USO DO BIOCONTROLE EM DOENÇAS DE PLANTAS	15
4 RESULTADOS.....	16
4.1 PRINCIPAIS DOENÇAS DO MIRTILO.....	16
4.2 ORGANISMOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO E BIOTECNOLÓGICO	18
5 DISCUSSÃO	20
5.1 IMPACTO DAS DOENÇAS NA CULTURA DO MIRTILO	20
5.2 ORGANISMOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO E BIOTECNOLÓGICO	21
5.3 ESTRATÉGIAS DE MANEJO COM CONTROLE BIOLÓGICO.....	31
6 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O mirtilo (*Vaccinium spp.*) é uma frutífera que tem ganho destaque no mercado brasileiro, desde a sua introdução em 1983 em Pelotas, Rio grande do Sul (RS), sob coordenação do pesquisador Alverides Machado dos Santos, com a introdução de cultivares oriundas da Universidade da Flórida (EUA). A comercialização inicial das cultivares, principalmente do grupo Rabbiteye, começou em 1990, na cidade de Vacaria (RS), onde as condições climáticas favoreceram a adaptação da cultura (QUEIROGA et al., 2021).

Além disso, a cultura tem uma significativa importância econômica já bem estabelecida na região sul do país, e também tem se tornado relevante na fruticultura da região nordeste como no Vale do São Francisco e na Chapada Diamantina (HORTIFRUTI BRASIL, 2024). Desde então, seu manejo tem sido explorado para melhorar a eficiência produtiva.

No entanto, seu cultivo enfrenta desafios significativos devido a incidência de doenças fúngicas, bacterianas e virais. Essas doenças podem afetar diretamente o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta, diminuindo a eficiência fotossintética, causando redução da área foliar funcional, necroses, cloroses, alterações na fisiologia da planta, e danos consideráveis na qualidade do fruto (O'BRIEN, 2017; COVARRUBIAS-RIVERA et al., 2025).

Diante disso, torna-se essencial conhecer os patógenos que mais afetam a cultura, tanto cultivada em climas frios quanto em áreas de muito calor, a fim de buscar alternativas para o manejo eficiente dos pomares, reduzindo esse problema. O controle dessas doenças nem sempre é completamente eficiente, pois os organismos patogênicos ativam múltiplos sítios de resistência, reduzindo a ação de determinadas moléculas químicas. Além disso, a adoção de agentes de controle biológico e estratégias biotecnológicas podem contribuir para a redução da incidência de patógenos de maneira eficaz e ambientalmente segura (O'BRIEN, 2017). Da mesma forma, a identificação de genes relacionados à resistência ou suscetibilidade a doenças no mirtilo pode viabilizar o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes, ampliando as alternativas para um manejo integrado.

Diante desse contexto, este estudo se justifica pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre os principais patógenos que afetam a cultura do

mirtilo, além de explorar soluções biotecnológicas e biológicas que promovam a sustentabilidade da produção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho será descrever e analisar as principais doenças que afetam a cultura do mirtilo, explorando as soluções moleculares, biotecnológicas e biológicas disponíveis como estratégias para o controle desses patógenos.

1.1.2 Objetivos específicos

a) Descrever os principais patógenos que afetam a cultura do mirtilo, definindo a patogênese e sintomas deles.

b) Determinar organismos biológicos utilizados como método de controle dos patógenos identificados.

c) Traçar estratégias de manejo com controle biológico para aplicação a campo e na pós-colheita de frutos.

2 METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso consiste em uma revisão de literatura exploratória, com o objetivo de compilar e analisar criticamente o conhecimento atual sobre as principais doenças que afetam a cultura do mirtilo (*Vaccinium* spp.), seus impactos produtivos e as estratégias biológicas e biotecnológicas de controle disponíveis.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DO MIRTILO

Inicialmente, foi realizada uma descrição geral da cultura do mirtilo, abordando sua origem, adaptação climática, importância econômica no Brasil e no cenário internacional, bem como aspectos agrônômicos básicos. Essa etapa visa contextualizar a relevância da cultura e justificar a necessidade de aprofundamento no tema das doenças.

2.2 LEVANTAMENTO DOS PRINCIPAIS PATÓGENOS

O levantamento dos principais patógenos que atacam o mirtilo, tanto no Brasil quanto em outros países produtores foi efetuado baseado nos seguintes critérios:

- a) Frequência de ocorrência relatada em publicações científicas ou documentos técnicos;
- b) Severidade dos danos causados à planta, com foco em sintomas, perdas de produtividade e impactos pós-colheita;
- c) Modo de disseminação e ciclo de vida do patógeno;
- d) Presença de registros em órgãos oficiais, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e sistemas como o Agrofit.

Para executar essa busca, foram utilizadas bases de dados como PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Scopus (<https://www.scopus.com/>), Google Scholar (<https://scholar.google.com/>), ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>), SciELO (<https://www.scielo.br/>), assim como informativos da EMBRAPA (<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>), além de livros disponíveis no Portal de

Periódicos da Capes (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>), sendo que os critérios de seleção dos artigos para esta revisão exigem que as publicações tenham ocorrido nos últimos 25 anos, com ênfase em revisões de qualidade e estudos experimentais relevantes.

2.3 ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE BIOLÓGICO E BIOTECNOLÓGICO

A identificação e caracterização das estratégias de controle dos patógenos foram realizadas, sendo consideradas tanto abordagens de controle biológico quanto biotecnológico.

Em relação ao controle biológico, foi realizado um levantamento de agentes microbianos antagonistas, como fungos, bactérias e vírus, com eficácia comprovada contra os principais patógenos da cultura. Foram analisados os mecanismos de ação desses microrganismos, incluindo antibiose, competição, parasitismo e indução de resistência, além da eficácia observada em estudos de campo ou laboratório. Também serão considerados os produtos comerciais já registrados no Brasil, conforme informações disponíveis na plataforma Agrofit (https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).

A seleção dos estudos levou em consideração a aplicação prática das estratégias, o estágio de desenvolvimento em que se encontram (experimental, validado ou disponível comercialmente) e a viabilidade de implementação no contexto da produção brasileira de mirtilo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA DO MIRTILEIRO

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) é um fruto pertencente à família Ericaceae e nativo da América do Norte. Caracteriza-se por ser um arbusto perene que produz pequenas bagas azuladas, recobertas por uma substância cerosa chamada pruína, a qual atua como uma barreira física de proteção. É uma planta caducifólia, com período de dormência durante o inverno, e seu florescimento ocorre entre os meses de julho e setembro (QUEIROGA et al., 2021).

Os frutos do mirtilo têm uma importância socioeconômica marcante, pois são ricos em compostos antioxidantes biologicamente ativos, como antocianinas, arbutina e flavonoides. Por esse motivo, estão entre os cinco alimentos mais saudáveis para os seres humanos, segundo a Organização Mundial da Saúde. Seus fitoquímicos têm potencial para reduzir o risco de doenças como diabetes, câncer, enfermidades cardiovasculares e outras condições importantes (WEI et al., 2025).

Além disso, essa é a 30ª fruta mais produzida do mundo, apresentando uma produção de aproximadamente 1,23 mil toneladas em uma área 186 mil ha (FAO, 2023). Já no Brasil, a produção ainda não é muito expressiva, sendo que segundo estimativas da International Blueberry Organization (IBO), a área cultivada com mirtilo no Brasil manteve-se em 220 hectares entre 2019 e 2022. No entanto, os dados de comercialização nas centrais atacadistas sugerem um crescimento na produção e indicam a expansão de novos empreendimentos no setor (HORTIFRUTI BRASIL, 2024).

Com expressão comercial, os mirtilos são classificados em três grupos: Highbush, Rabbiteye e Lowbush, conforme o genótipo, hábito de crescimento e tipo de fruto. Os cultivares Highbush, originários da costa oeste da América do Norte, são considerados de melhor qualidade em tamanho e sabor. Já os Rabbiteye, do sul da América do Norte, produzem frutos menores e de qualidade inferior, mas com maior produção por planta e melhor conservação pós-colheita, sendo mais adaptados a regiões de clima mais quente e seco. Por fim, os Lowbush apresentam crescimento rasteiro e frutos pequenos, destinados principalmente à indústria processadora (QUEIROGA et al., 2021; PANDOLFO et al., 2017).

Em termos agronômicos, o mirtilo é uma cultura exigente em condições específicas de clima e solo. Requer temperaturas amenas a frias durante o inverno para o cumprimento da exigência de horas de frio necessárias à quebra da dormência, variando conforme a espécie e a cultivar (PANDOLFO et al., 2017). Os solos ideais para o cultivo são ácidos, com pH entre 4,5 e 5,5, bem drenados e ricos em matéria orgânica. A irrigação adequada é fundamental, pois a planta é sensível tanto à deficiência quanto ao excesso de água. Além disso, práticas como o manejo correto da poda, a fertilização balanceada e o controle de pragas e doenças são essenciais para garantir alta produtividade e qualidade dos frutos (RUFATO; ANTUNES, 2016; QUEIROGA et al., 2021).

A qualidade do mirtilo é determinada por atributos como formato, cor, sabor, firmeza e aroma, que também influenciam sua resistência a doenças. Os frutos, de formato esférico a ligeiramente achatado e diâmetro entre 10 e 25 mm, apresentam coloração azul intensa devido às antocianinas e são recobertos por pruína, que, além de realçar o aspecto visual, protege contra a perda de água e o ataque de patógenos (DOS SANTOS et al., 2016).

Os teores de sólidos solúveis variam entre 13 e 14° Brix, e a acidez por porcentagem de ácido cítrico é de 0,4 a 0,5%. O sabor resulta do equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos, sendo que uma alta relação sólidos solúveis/ácidos tituláveis (SS/AT) indica frutos mais doces. Além do sabor, os compostos voláteis como ésteres, aldeídos e terpenos desempenham papel essencial no aroma do mirtilo, influenciando diretamente sua aceitação sensorial e valor comercial. Esses voláteis são altamente sensíveis à maturação, ao armazenamento e à variedade cultivada (WEI et al., 2025; MARTÃO et al., 2023).

A firmeza da polpa é outro atributo crítico de qualidade, especialmente para a comercialização na forma fresca. Frutos mais firmes são menos suscetíveis a amassamentos e rachaduras durante a colheita, transporte e estocagem, o que reduz significativamente a incidência de patógenos oportunistas, principalmente fungos pós-colheita como *Botrytis cinerea* e *Colletotrichum* spp. (DOS SANTOS et al., 2016).

Portanto, a manutenção da qualidade do mirtilo envolve uma cadeia de cuidados, que inclui a colheita no ponto ótimo de maturação, o resfriamento rápido após a colheita, o armazenamento sob temperatura controlada (0–1 °C) e umidade relativa de 85 a 95% dependendo da cultivar, e em geral, o manuseio delicado para

preservar tanto as características sensoriais quanto a integridade física do fruto (QUEIROGA et al., 2021).

Apesar do seu valor nutricional e da crescente demanda, o cultivo de mirtilo enfrenta desafios significativos relacionados à sanidade da planta.

3.2 DOENÇAS QUE AFETAM A CULTURA DO MIRTILLO

Doenças de plantas são alterações fisiológicas ou estruturais prolongadas, que resultam em sinais visíveis. Os efeitos observados na planta são chamados de sintomas, enquanto os sinais referem-se às estruturas do patógeno, como uredósporos, picnídios, corêmios e escleródios (RAVA; SARTORATO, 1994; O'BRIEN, 2017). As doenças de plantas representam uma das principais limitações à produtividade agrícola, afetando sistemas de cultivo tanto agrícolas quanto hortícolas, causadas por uma ampla gama de patógenos, incluindo bactérias, fungos e vírus (O'BRIEN, 2017).

De acordo com a Fao (2022), há uma perda de até 40% das colheitas de alimentos, devido a incidência de pragas e doenças de plantas, afetando assim o rendimento e a renda dos produtores e das comunidades mais pobres que dependem da agricultura para sua subsistência.

No cultivo de mirtilo, embora muitas doenças já sejam reconhecidas, ainda há poucos dados disponíveis sobre sua ocorrência, severidade e manejo, o que limita a adoção de estratégias eficazes de controle. O mirtilo, apesar de seu crescimento rápido e elevado potencial produtivo, é vulnerável a diversas doenças que comprometem seu desenvolvimento e reduzem a qualidade e o volume da produção. A alta densidade de plantio e o uso intensivo de nutrientes favorecem a incidência e disseminação de patógenos nos cultivos (QUEIROGA et al., 2021). Segundo Dos Santos et al. (2016), as doenças fúngicas são as mais prejudiciais à cultura. Entre as principais doenças destacam-se a podridão de raízes causada por *Phytophthora* spp., que afeta o sistema radicular e compromete a absorção de água e nutrientes, o cancro do caule provocado por fungos como *Botryosphaeria* spp., que leva ao enfraquecimento e à morte de ramos, e a ferrugem *Pucciniastrum vaccinii* que causa a necrose das folhas (DOS SANTOS et al., 2016; GYSI, 2023).

Entre as doenças que afetam os frutos, destaca-se a antracnose, causada por *Colletotrichum acutatum*, que se manifesta por lesões escuras, deprimidas e de

bordas irregulares nos frutos em estágio de maturação, frequentemente acompanhadas de estruturas acinzentadas contendo esporos do fungo (BELL et al., 2021; FENG et al., 2024). Já o mofo cinzento, causado por *Botrytis cinerea*, é particularmente relevante em condições de alta umidade e ventilação deficiente, provocando uma podridão aquosa e recoberta por micélio e esporulação acinzentada. Esses patógenos não apenas deterioram os frutos ainda no campo, como também comprometem sua qualidade durante o armazenamento e transporte, resultando em perdas econômicas expressivas na fase pós-colheita (DOS SANTOS et al., 2016; BELL et al., 2021). O ataque de *Aspergillus* spp., responsável pela mancha do fruto, também contribui para a depreciação da aparência e do valor de mercado, especialmente quando as infecções ocorrem em lotes destinados ao consumo *in natura* (Dos Santos et al., 2016).

Essas doenças, em conjunto, impactam diretamente o rendimento da cultura e a rentabilidade da cadeia produtiva do mirtilo. A deterioração da parte aérea, dos tecidos reprodutivos e do sistema radicular interfere negativamente no desenvolvimento da planta e na produção de frutos de qualidade (HOFFMANN; SEBBEN, 2007). Além disso, as perdas pós-colheita reduzem a eficiência da comercialização e elevam os custos logísticos, sobretudo em sistemas que visam o mercado externo, onde os padrões de qualidade e sanidade são mais rigorosos (HOFFMANN; SEBBEN, 2007). A escassez de estudos regionais sistematizados sobre a frequência, sazonalidade e intensidade dessas doenças no Brasil representa um entrave para o avanço técnico da cultura. Sem dados epidemiológicos consistentes, torna-se difícil estabelecer protocolos de vigilância e prever surtos, o que reforça a necessidade de investimentos em pesquisa e monitoramento fitossanitário em escala regional e nacional.

Dessa forma, o mirtilo consolida-se como uma cultura agrícola promissora, combinando alto valor nutricional, qualidades sensoriais atrativas e crescente demanda de mercado. Entretanto, a superação dos desafios agrônômicos e fitossanitários é essencial para o desenvolvimento de uma produção eficiente e rentável.

3.3 USO DO BIOCONTROLE EM DOENÇAS DE PLANTAS

O manejo de doenças é a etapa fundamental para manter a sanidade do pomar, a fim de não prejudicar a produção e a produtividade. Dentre as estratégias de manejo, as mais utilizadas na atualidade no Brasil, são o uso de cultivares resistentes, eliminação de restos culturais e a aplicação de fungicidas químicos (DOS SANTOS et al., 2016; QUEIROGA et al., 2021). Entretanto, as preocupações são crescentes em relação aos efeitos de fungicidas no meio ambiente, sendo que os resíduos em alimentos resultaram no cancelamento do registro de vários fungicidas. Portanto, houve a necessidade de substituí-los e/ou ter outra alternativa, e assim aumentou o interesse no controle biológico de doenças de plantas nos últimos anos (O'BRIEN, 2017).

O controle biológico e as ferramentas biotecnológicas têm ganhado relevância como estratégias sustentáveis, inovadoras e eficazes no manejo de doenças de plantas. Os métodos biológicos de controle ou também chamados de Agentes de Controle (BCA - Biocontrol Agent) utilizam organismos vivos, pela aplicação de fungos, bactérias ou vírus, ou uma mistura destes, na planta ou no solo (O'BRIEN, 2017; Bell et al., 2021, Feng et al., 2024). O BCA atua para prevenir a infecção da planta pelo patógeno ou o estabelecimento do patógeno na planta, capazes de inibir o crescimento de patógenos ou controlar vetores de doenças (O'BRIEN, 2017). Esses organismos atuam por diferentes mecanismos, como antibiose, competição por espaço e nutrientes, parasitismo direto e indução de resistência sistêmica nas plantas hospedeiras em solos (O'BRIEN, 2017; BELL et al., 2021, FENG et al., 2024).

Essas estratégias são uma alternativa viável à tradicional dependência de defensivos químicos, contribuindo significativamente para a preservação da biodiversidade e para a sustentabilidade dos agroecossistemas. No entanto, apesar do potencial promissor, a implementação em larga escala dessas tecnologias ainda enfrenta desafios relacionados à regulamentação, custo, infraestrutura de pesquisa e, sobretudo, à aceitação por parte dos produtores rurais e do mercado consumidor, além do não conhecimento dos mecanismos de ação dos microorganismos que podem contribuir para o desenvolvimento desse método de controle.

4 RESULTADOS

4.1 PRINCIPAIS DOENÇAS DO MIRTILO

A revisão bibliográfica identificou 12 doenças principais que afetam as plantas de mirtilo, causadas por fungos, bactérias e outros patógenos (Tabela 1). Essas doenças comprometem seriamente o desenvolvimento vegetativo, a produtividade e a longevidade das plantas, sendo favorecidas principalmente por altos níveis de umidade, ferimentos (por poda, por exemplo) e condições de solo mal drenado.

TABELA 2 – Doenças e agentes etiológicos que afetam o cultivo de mirtilo no Brasil.

Doença	Agente causal	Sintomas	Ambiente favorável
Cancro da haste	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Morte de ramos, exsudação de goma, cancrios escuros.	Umidade alta, e ferimentos por poda.
Cancro/morte progressiva	<i>Phomopsis vaccinii</i>	Lesões marrons nos ramos, morte de gemas, desfolha precoce.	Clima úmido, estresse hídrico.
Galha-da-coroa	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Formação de galhas ou tumores no colo e raízes principais, com até 5 cm, de textura esponjosa e crescimento rápido. Plantas afetadas apresentam clorose, vermelhidão das folhas e redução do crescimento. Infecções precoces levam a maior severidade e até morte da planta.	Presença de ferimentos, solo úmido, alta população bacteriana.
Cancro do colo	<i>Fusicoccum parvum</i>	Clorose e avermelhamento da borda foliar, seguido de murcha súbita e morte de ramos no verão. Cancros com picnídios pretos e necrose interna em forma de leque levam ao enfraquecimento progressivo da planta.	Umidade alta, e ferimentos provocados pela poda.
Ferrugem da madeira	<i>Botryotinia fuckeliana</i>	Lesões marrons circulares que avançam da flor para a madeira, podendo causar anelamento e seca dos ramos. Escleródios pretos irregulares podem surgir na casca de ramos jovens, especialmente sob excesso de nitrogênio.	Excesso de nitrogênio e umidade alta.

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO... TABELA 3 – Doenças e agentes etiológicos que afetam o cultivo de mirtilo no Brasil.

Doença	Agente causal	Sintomas	Ambiente favorável
Mancha foliar	<i>Pestalotia vaccinii</i>	Acomete talos novos com clorose e morte dos ramos, anel escuro na base e rachaduras. Produz acérvulos no colo e nas folhas com necroses extensas e bordas bem definidas.	Clima úmido e temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento da doença. A alta umidade é essencial para o crescimento do patógeno nas folhas e ramos novos.
Prateado	<i>Chondrostereum purpureum</i>	Folhas com coloração de chumbo e epiderme destacável, seguida de necrose pelo sol. Caule com necrose central, frutos menores e maturação incompleta; a planta morre em 3–4 anos sem controle.	Clima úmido, com alta precipitação e umidade relativa do ar elevada.
Podridão cinzenta	<i>Botrytis cinerea</i>	Afetam flores e frutos, causando necrose, amolecimento, opacidade e desenvolvimento de micélio, com maior intensidade em frutos maduros. Em folhas, surgem lesões marrons que se expandem, resultando em necrose extensiva.	Ambientes com excesso de nitrogênio e alta umidade.
Podridão radicular	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Necrose da base da estaca e falha no desenvolvimento das raízes. Nos pomares, provoca clorose, necrose nas bordas das folhas, desfolhação, redução do crescimento, aborto floral e frutos menores e mais ácidos, além de necrose no sistema radicular.	Solo úmido, com baixa drenagem e alta umidade.
Armilariose	<i>Armillaria mellea</i>	As plantas mostram clorose e declínio lento, com o colo suberoso e a casca desprendendo-se, revelando micélios brancos. Rizomorfos pretos nas raízes primárias ajudam o fungo a colonizar novas plantas.	Clima úmido e solos mal drenados.
Alternaria	<i>Alternaria alternata</i> <i>Alternaria tenuissima</i>	Manchas circulares castanho-escuras nos rebentos, ráceros florais castanhos e pretos, e frutos enrugados com esporulação alaranjada durante a colheita.	Clima úmido e alta umidade relativa, especialmente durante a colheita.

FONTE: O autor (2025), baseado em Queiroga et al. (2021); Gysi (2023).

Em relação as doenças que causam danos aos frutos de mirtilo, foram encontradas 6 principais agentes causais que afetam a colheita e a pós-colheita, descritos na Tabela 2.

TABELA 2 – Doenças e agentes etiológicos que afetam o a colheita e a pós-colheita de frutos de mirtilo.

Doença	Agente causal	Sintomas	Ambiente favorável
Podridão cinzenta	<i>Botrytis cinerea</i>	Apodrecimento com micélio cinza, colapso do fruto.	Alta umidade e ventilação deficiente.
Antracnose	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Lesões afundadas, úmidas e escuras.	Colheita de frutos maduros em clima quente e úmido.
Podridão de Alternaria	<i>Alternaria spp.</i>	Apodrecimento escuro, perda de firmeza, odor desagradável.	Armazenamento em condições inadequadas.
Podridão verde/azul	<i>Penicillium spp.</i>	Lesões aquosas com esporulação verde-azulada.	Ferimentos nos frutos, umidade alta.
Podridão negra	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	Manchas pretas, aspecto enrugado e amolecimento dos frutos.	Alta umidade na pós-colheita.

FONTE: O autor (2025), baseado em Queiroga et al. (2021); Gysi (2023).

4.2 ORGANISMOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO E BIOTECNOLÓGICO

Com o objetivo de minimizar os impactos ambientais, diversos organismos biológicos têm sido estudados para o controle de patógenos que atacam o mirtilo, tanto nas plantas quanto nos frutos. A maioria atua por meio da produção de enzimas e metabólitos secundários, além de induzirem resistência nas plantas hospedeiras. Portanto, foram destacados fungos, leveduras e bactérias capazes de atenuar o desenvolvimento e o ataque dos principais agentes causais patogênicos na uva que se assemelha ao mirtilo, e especialmente, priorizou-se encontrar agentes de biocontrole com eficiência para a própria cultura (Tabela 3).

TABELA 3 – Organismos que atuam como biocontrole dos principais patógenos que afetam o mirtilo.

Organismo	Alvo	Mecanismo de ação	Cultura	Fonte
<i>Streptomyces</i> sp	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Inibe a biomassa do micélio, destruição das hifas e aceleração da glicólise	Mirtilo	WANG et al. (2022).
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Produz substâncias voláteis e bacteriostáticas...	Mirtilo	ABDALLAH et al. (2018).

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO... TABELA 3 – Doenças e agentes etiológicos que afetam o cultivo de mirtilo no Brasil

Organismo	Alvo	Mecanismo de ação	Cultura	Fonte
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	...(lipopeptídeos) que afetam a parede celular patogênica.	Mirtilo	LU et al. (2023).
<i>Serendipita indica</i>	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Mecanismo fisiológico desconhecido – se associa com as raízes da planta e reduz a população do patógeno.	Mirtilo	TRZEWIK; MARASEK-CIOLAKOWSKA; ORLIKOWSKA, (2020).
<i>Trichoderma harzianum</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Rhodosporidium babjevae</i>	<i>Armillaria mellea</i>	Aumento da atividade da quitinase - quebram a parede celular dos fungos patogênicos, levando à sua morte ou inibição do crescimento.	Uva	PELLEGRINI et al. (2013).
<i>Bacillus subtilis</i> <i>Pseudomonas koreensis</i> <i>Pseudomonas moraviensis</i>	<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Alternaria alternata</i>	Ação de lipopeptídeos - desestabilização da membrana celular dos patógenos.	Mirtilo	KURNIAWAN et al. (2018)
<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Fusarium commune</i>	Secreta celulase, protease, β -1,3-glucanase e solubiliza fósforo, indicando potencial para degradar hifas fúngicas e favorecer o crescimento vegetal.	Mirtilo	LI; HOU; ZHANG (2024)
<i>Papiliotrema terrestres</i> <i>Hanseniaspora uvarum</i>	<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Alternaria alternata</i>	Produzem compostos voláteis que causam ruptura das estruturas da parede celular e da membrana.	Mirtilo	LI et al. (2024)
<i>Rhodosporidium glutinis</i> <i>Gliocladium catenulatum</i> <i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Secretam enzimas hidrolíticas e metabólitos secundários que degradam a parede celular do patógeno e inibem seu crescimento.	Mirtilo	VERMA; MACDONALD; PUNJA (2006)
<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Cladosporium cladosporioides</i>	Produz compostos e enzimas hidrolíticas, além de competir por espaço e nutrientes.	Mirtilo	COVARRUBIAS-RIVERA et al. (2025)

FONTE: O autor (2025).

5 DISCUSSÃO

5.1 IMPACTO DAS DOENÇAS NA CULTURA DO MIRTILO

A produção de mirtilo no Brasil apresenta um grande potencial comercial, especialmente devido à crescente demanda por frutos com propriedades funcionais (REQUE et al., 2014). No entanto, a expansão dessa cultura encontra sérios entraves relacionados à ocorrência de doenças que comprometem o desenvolvimento das plantas, a produtividade dos pomares e a qualidade dos frutos, tanto na colheita quanto no armazenamento (QUEIROGA et al., 2021).

Os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 revelam um panorama fitossanitário, em que as doenças que afetam as plantas de mirtilo durante o desenvolvimento vegetativo são, em sua maioria, causadas por fungos e bactérias que se beneficiam de condições climáticas específicas — principalmente alta umidade relativa do ar, solos mal drenados e ferimentos provocados por práticas de manejo, como a poda. Patógenos como *B. dothidea*, *P. vaccinii*, *A. tumefaciens* e *P. cinnamomi* comprometem desde a estrutura dos ramos até o sistema radicular das plantas, causando necroses, murcha súbita, galhas, enfraquecimento progressivo e até a morte da planta (DOS SANTOS et al., 2016; QUEIROGA et al., 2021).

A dependência de ambientes úmidos para o desenvolvimento da maioria dessas doenças revela um desafio importante para os sistemas produtivos brasileiros: o manejo da umidade. Em muitas regiões produtoras, a alta precipitação aliada à baixa drenagem natural dos solos favorece surtos epidêmicos destas doenças (PANDOLFO et al., 2017). Além disso, o uso de insumos como o nitrogênio em excesso, por exemplo, tem sido associado à maior incidência de doenças como a ferrugem da madeira e a podridão cinzenta, demonstrando a necessidade de um manejo nutricional mais equilibrado e tecnificado (QUEIROGA et al., 2021).

A fase de colheita e pós-colheita apresenta um novo conjunto de desafios sanitários, sendo as podridões fúngicas os principais problemas relatados. Dentre essas, a podridão cinzenta, causada por *B. cinerea*, é a mais recorrente, sendo amplamente favorecida pela alta umidade e ventilação deficiente durante o armazenamento (LI et al., 2024; LU et al., 2023). Outras doenças, como a antracnose (*C. acutatum*) e as podridões verde/azul e negra, causadas por *Penicillium* spp. e *C. cladosporioides*, respectivamente, geram perdas significativas de frutos, além de

afetar diretamente atributos comerciais como aparência, firmeza, sabor e conservação (QUEIROGA et al., 2021; COVARRUBIAS-RIVERA et al., 2025).

É importante destacar que muitas dessas infecções são latentes, ou seja, iniciam-se ainda no campo e se manifestam após a colheita, principalmente quando os frutos são armazenados em condições inadequadas de temperatura e umidade (GOMES, 1996; DANTAS et al., 2003). Esse dado reforça a importância de um sistema de produção integrado, no qual os cuidados no campo (como a seleção de frutos saudáveis e o controle da umidade) estejam alinhados com boas práticas de colheita e pós-colheita (como o uso de embalagens ventiladas, refrigeração e higiene).

5.2 ORGANISMOS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE MIRTILO

Diante do cenário fitossanitário, o controle biológico surge como uma alternativa sustentável, capaz de reduzir o uso de fungicidas químicos e seus impactos ambientais. Os dados da Tabela 3 mostram que há uma diversidade de organismos antagonistas com alto potencial de controle sobre os principais patógenos que afetam o mirtilo.

Dentre os mecanismos de ação mais observados dos agentes de biocontrole são a produção de compostos voláteis, lipopeptídeos e a secreção de enzimas hidrolíticas. Alguns fungos e bactérias são capazes de secretar várias enzimas hidrolíticas extracelulares, como β -1,3-glucanase, celulase, protease e quitinase que são responsáveis pela degradação da parede celular do fungo, comprometendo diretamente as suas hifas (LU et al., 2023; LI; HOU; ZHANG, 2024; COVARRUBIAS-RIVERA et al., 2025). Pellegrini et al. (2013), destaca também que alguns fungos patogênicos são atingidos por meio da liberação de substâncias tóxicas, como pirrolnitrina, pioluteorina e 2,4-diacetilfloroglucinol, que é o caso de *P. fluorescens* no ataque de *A. mellea*. Essas substâncias comprometem a integridade da membrana fúngica, causa estresse oxidativo ao gerar espécies reativas de oxigênio que danificam componentes celulares, desestabilizam a membrana plasmática e inibe a respiração celular, levando à falência energética e morte do fungo.

Já os lipopeptídeos produzidos por *Bacillus* atuam como biossurfactantes, alterando a tensão superficial e interferindo na adesão bacteriana. Eles desestabilizam a membrana celular de *A. tumefaciens*, aumentando sua permeabilidade e levando à lise. Além disso, impedem a formação de biofilmes ou promovem sua dispersão ao

dificultar a coesão entre células e matriz extracelular. A ação sinérgica entre diferentes isoformas de lipopeptídeos potencializa esses efeitos, impedindo a fixação do patógeno às superfícies e bloqueando os estágios iniciais da infecção (ABDALLAH et al., 2018).

Bactérias como *Bacillus* e *Pseudomonas* spp. também são capazes de sintetizar arthrofactin que é um lipopeptídeo com atividades que incluem enxameação bacteriana, formação de biofilme, habilidades de biossurfactante e atividade antimicrobiana, e são fundamentais para agir sobre a infecção causada por fungos como *Alternaria* spp. (KURNIAWAN et al., 2018).

Outro mecanismo utilizado e observado por agentes de biocontrole são os metabólitos produzidos por *Streptomyces* sp. CX3 (os CFS – sobrenadante livre de células) atuam diretamente na membrana celular do fungo, aumentando sua permeabilidade e promovendo vazamento de eletrólitos. Isso desencadeia peroxidação lipídica devido à geração de espécies reativas de oxigênio (EROS), levando à desorganização da membrana e danos às organelas. Além disso, o CFS interfere no metabolismo energético do fungo, alterando a atividade de enzimas da glicólise, acelerando o consumo de glicose e o acúmulo de piruvato, o que compromete a homeostase e favorece a apoptose celular (WANG et al., 2022).

Outro dado promissor é a utilização de leveduras epífitas isoladas como *P. terrestris*, *H. uvarum* e *R. glutinis* como biocontrole. Essas leveduras antagonistas controlam fungos pós-colheita principalmente por três mecanismos: competição por espaço e nutrientes nas feridas do fruto, produção de compostos orgânicos voláteis com ação antifúngica, e secreção de enzimas líticas (quitinases e β -1,3-glucanase) que degradam as paredes celulares dos patógenos. Além disso, algumas, como *R. glutinis*, formam biofilmes que reforçam sua adesão e eficácia no controle. Esses mecanismos combinados inibem a germinação de esporos e o crescimento micelial de patógenos como *B. cinerea* e *A. alternata* (LI et al., 2024).

Considerando a ampla variedade de microrganismos e mecanismos de ação, o controle biológico demonstra grande potencial como estratégia de manejo eficaz contra patógenos do mirtilo.

5.3 ESTRATÉGIAS DE MANEJO COM CONTROLE BIOLÓGICO

A implantação e o manejo correto do controle biológico é fundamental para determinar a eficácia dos microorganismos em combater os patógenos causadores de doenças (O'BRIEN et al., 2017). Atualmente no Brasil, embora existam estratégias biológicas de amplo espectro para alvos patogênicos, não existem produtos registrados específicos para a cultura do mirtilo (AGROFIT, 2022).

No presente trabalho, foram encontrados alguns microorganismos que têm como alvo alguns patógenos causadores de doenças no mirtilo (Tabela 3), tanto prejudiciais a formação de mudas e implantação do pomar, quanto na fase de colheita e pós-colheita dos frutos.

O fungo *Schizophyllum commune* G18 foi testado como agente de controle biológico contra a podridão radicular do mirtilo causada por *F. commune*. Aplicado de forma preventiva e curativa em mudas, demonstrou alta eficácia, reduzindo o índice de doença em até 79,14%. Também inibiu o crescimento do patógeno em placas (70,3%) e apresentou ação por metabólitos voláteis e não voláteis. Além do antagonismo direto, o fungo estimulou enzimas antioxidantes nas plantas, indicando indução de resistência (LI; HOU; ZHANG, 2024).

No estudo de Wang et al. (2022), avaliou-se o potencial do sobrenadante livre de células (CFS) produzido por *Streptomyces* sp. CX3 no controle do cancro do mirtilo causado por *B. dothidea*. Em testes laboratoriais, o CFS demonstrou forte atividade antifúngica, inibindo até 92,4% do crescimento micelial do patógeno. Os mecanismos envolvidos incluíram dano à morfologia das hifas, aumento da permeabilidade da membrana celular, peroxidação lipídica e aceleração do metabolismo glicolítico no patógeno, resultando em estresse metabólico. Em experimentos de campo realizados em dois anos consecutivos, o CFS apresentou efeito protetor de até 53,7% e efeito curativo de até 32,3% na redução das lesões nos ramos de mirtilo, sendo mais eficaz como tratamento preventivo do que curativo. Em comparação com fungicidas químicos, o CFS demonstrou desempenho equivalente ou superior em proteção, destacando-se como uma alternativa promissora e ambientalmente segura para o manejo do cancro do mirtilo (WANG et al., 2022).

Para o controle da antracnose em mirtilos, Verma; Macdonald; Punja (2006) utilizaram dois agentes de biocontrole fúngicos comerciais, o *Gliocladium catenulatum* (comercialmente conhecido como Prestop) e o *Trichoderma harzianum*

(comercialmente conhecido como PlantShield). A aplicação desses agentes biológicos envolveu a pulverização das plantas de mirtilo com uma suspensão aquosa de um dos produtos. Após 48 horas, as plantas foram inoculadas por pulverização com uma suspensão de esporos de *C. acutatum*, o fungo causador da antracnose. Foram realizadas três aplicações dos agentes de biocontrole ao longo da estação de crescimento, coincidindo com as fases de 50% de floração, 50% de frutos verdes e 100% de frutos maduros (pré-colheita). A eficácia desses tratamentos na redução da doença foi notável. As aplicações dos agentes de biocontrole resultaram em uma redução da doença nos frutos colhidos de 33% em 2002, 33% em 2003 e 45% em 2004, em comparação com as plantas que foram pulverizadas apenas com água. Ambos os agentes, *G. catenulatum* e *T. harzianum*, demonstraram ser igualmente eficazes na redução da incidência da doença.

O estudo avaliou o uso das leveduras epifíticas *H. uvarum*, *P. terrestris* e *R. glutinis* no controle de *B. cinerea* e *A. alternata* em mirtilos pós-colheita. Todas reduziram significativamente a incidência e severidade das doenças, sendo *H. uvarum* a mais eficaz, com até 46,67% de redução na incidência de *B. cinerea*. Os mecanismos de antagonismo variaram: *H. uvarum* atuou principalmente por VOCs e competição; *P. terrestris*, por enzimas líticas; e *R. glutinis*, pela formação de biofilme. Além disso, as três leveduras também reduziram infecção natural e melhoraram parâmetros de qualidade dos frutos durante o armazenamento (LI et al., 2024).

Para o uso de bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* como agentes de controle biológico contra doenças pós-colheita em mirtilos, especificamente para *B. cinerea* e *A. alternata*. As bactérias foram aplicadas diretamente em frutos feridos, seguidas da inoculação com os patógenos, e os resultados mostraram redução significativa na incidência e severidade das doenças. Para o mofo cinzento, observou-se uma redução de até 33% na incidência e 64% na severidade com cepas como *B. subtilis* F9-2/F9-12, *P. koreensis* F9-9 e *P. brenneri* F9-10. Já na podridão de *Alternaria*, a incidência foi reduzida em até 50% e a severidade em até 59%, especialmente com *P. koreensis* F9-9, *B. subtilis* F9-12 e *P. brenneri* F9-10. Os extratos bacterianos também inibiram a germinação de esporos de *B. cinerea* em cerca de 92%, indicando a produção de compostos antifúngicos, como as artrofactinas. Esses resultados sugerem que a antibiose é um dos principais mecanismos de ação, embora a competição por recursos e a indução de defesas na fruta também possam contribuir. Assim, essas bactérias demonstram potencial

promissor como alternativa ao uso de fungicidas no controle pós-colheita de doenças em mirtilos (KURNIAWAN et al., 2018).

Também na pós-colheita a levedura *M. guilliermondii* LMA-Cp01 foi aplicada in vivo em mirtilos maduros para controlar *B. cinerea* e *C. cladosporioides*, causadores de doenças pós-colheita. A aplicação reduziu o diâmetro das lesões em até 78% e a incidência das doenças em até 68%, sem comprometer a qualidade dos frutos. O estudo confirma seu potencial como agente biológico eficaz contra podridões em mirtilos (COVARRUBIAS-RIVERA et al., 2025).

6 CONCLUSÃO

Com base na revisão de literatura realizada, foi possível identificar um conjunto de doenças que afetam a cultura do mirtilo em diferentes estágios de desenvolvimento, desde a parte aérea até os frutos em pós-colheita.

A ocorrência e severidade dessas doenças estão fortemente relacionadas a fatores ambientais, como alta umidade e solos mal drenados, práticas de manejo inadequadas, uso excessivo de nitrogênio e a falta de cuidados durante a colheita e pós-colheita.

O controle biológico surge como uma estratégia promissora para o manejo dessas doenças, utilizando uma variedade de organismos antagonistas, como fungos, bactérias e leveduras, que atuam por diferentes mecanismos de ação, incluindo a produção de enzimas hidrolíticas, compostos voláteis e lipopeptídeos.

A utilização desses agentes de biocontrole representa uma alternativa sustentável ao uso de fungicidas químicos, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e a produção de alimentos mais saudáveis.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, D. B. et al. Lipopeptides from *Bacillus amyloliquefaciens* strain 32a as promising biocontrol compounds against the plant pathogen *Agrobacterium tumefaciens*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 36, p. 36518–36529, 29 out. 2018.

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: doenças do mirtilo**. 2022. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 5 maio. 2025.

AYUB, R. A. et al. Biotecnologia aplicada à pós-colheita. CASTRICINI, A; DA MOTA, R. V.; GONÇALVES, E. D. In: **Informe Agropecuário - Tecnologias pós-colheita: inovações e desafios**. Belo Horizonte: Epamig, 2021. p. 18–27.

BELL, S. R. et al. Main diseases in postharvest blueberries, conventional and eco-friendly control methods: A review. **LWT**, v. 149, p. 112046, set. 2021.

COVARRUBIAS-RIVERA, L. et al. Isolation and identification of phytopathogenic fungi from blueberry (*Vaccinium corymbosum*) and their biocontrol by *Meyerozyma guilliermondii* LMA-Cp01. **Journal of Plant Pathology**, v. 107, 7 fev. 2025.

DANTAS, S. A. F. et al. Doenças fúngicas pós-colheita em mamões e laranjas comercializados na Central de Abastecimento do Recife. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 528–533, 1 out. 2003.

DOS SANTOS, A. M. et al. **Mirtilo Sistema de Produção do Mirtilo Sumário**. Sistemas de Produção 8 ed. [s.l.] Embrapa Clima Temperado, 2016. p. 52.

FAO. **Crops and livestock products**. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 18 abr. 2025.

FAO BRASIL. **Cinco maneiras pelas quais as mudanças climáticas intensificam as ameaças à saúde das plantas**. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1528084?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 1 maio. 2025.

FENG, W.-K. et al. Identifying the Biological Characteristics of Anthracnose Pathogens of Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) in China. **Forests**, v. 15, n. 1, p. 117–117, 7 jan. 2024.

GYSI, T. **Cultura do mirtilo: uma revisão sistemática**. Monografia (Graduação) em Agronomia - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul: Ibirubá, 2023, 59 p.

GOMES, M.S.O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília. Embrapa-SPI. 1996. 134 p.

HOFFMANN, A.; SEBBEN, S. DE S. **IV Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas**. Documentos 59, 1ª ed. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007.

HORTIFRUTI BRASIL. **Mirtilo Brasileiro**. Piracicaba: o CEPEA - ESALQ/USP, abr. 2024. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/mirtilo-fruta-com-consumo-em-ascensao-mundial-tambem-esta-crescendo-no-brasil.aspx>>. Acesso em: 18 abr. 2025.

KURNIAWAN, O. et al. *Bacillus* and *Pseudomonas* spp. provide antifungal activity against gray mold and Alternaria rot on blueberry fruit. **Biological Control**, v. 126, p. 136–141, nov. 2018.

LI, J. et al. Inhibitory Effect and Potential Antagonistic Mechanism of Isolated Epiphytic Yeasts against *Botrytis cinerea* and *Alternaria alternata* in Postharvest Blueberry Fruits. **Foods**, v. 13, n. 9, p. 1334–1334, 26 abr. 2024.

LI, J.; HOU, R.; ZHANG, F. A new *Schizophyllum commune* strain as a potential biocontrol agent against blueberry root rot. **Archives of Microbiology**, v. 206, n. 5, maio 2024.

LU, Q. et al. Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* QY-1 as a biocontrol agent of *Botrytis cinerea* in postharvest blueberry. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 128, p. 102117, 31 jul. 2023.

MARTÃO, G. A. et al. *Vaccinium* Species (Ericaceae): Phytochemistry and Biological Properties of Medicinal Plants. **Molecules**, v. 28, n. 4, p. 1533, 5 fev. 2023.

O'BRIEN, P. A. Biological control of plant diseases. **Australasian Plant Pathology**, v. 46, n. 4, p. 293–304, 23 mar. 2017.

PANDOLFO, C. et al. Vista do Zoneamento Agroclimático do mirtilo irrigado em Santa Catarina. **Agropecuária catarinense**, v. 30, n. 1, p. 84–88, abr. 2017.

PELLEGRINI, A. et al. Isotope ratio mass spectrometry identifies soil microbial biocontrol agents having trophic relations with the plant pathogen *Armillaria mellea*. **Applied Soil Ecology**, v. 64, p. 142–151, 6 jan. 2013.

QUEIROGA, V. DE P. et al. **Mirtilo (*Vaccinium* spp.) tecnologias de plantio em típicas regiões serranas**. 1. ed. Campina Grande: Associação da Revista Eletrônica A Barriguda, 2021. p. 236.

RAVA, C.; SARTORATO, A. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE DOENÇAS DE PLANTAS DEFINIÇÕES E CONCEITOS. In: **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa, 1994. p. 7–16.

REQUE, P. M. et al. Characterization of blueberry fruits (*Vaccinium* spp.) and derived products. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 34, n. 4, p. 773–779, dez. 2014.

TRZEWIK, A.; MARASEK-CIOLAKOWSKA, A.; ORLIKOWSKA, T. Protection of Highbush Blueberry Plants against *Phytophthora cinnamomi* Using *Serendipita indica*. **Agronomy**, v. 10, n. 10, p. 1598, 18 out. 2020.

VERMA, N.; MACDONALD, L.; PUNJA, Z. K. Inoculum prevalence, host infection and biological control of *Colletotrichum acutatum*: causal agent of blueberry anthracnose in British Columbia. **Plant Pathology**, v. 55, n. 3, p. 442–450, 1 jun. 2006.

WANG, H. et al. Antagonistic activity and biocontrol effects of *Streptomyces* sp. CX3 cell-free supernatant against blueberry canker caused by *Botryosphaeria dothidea*. **Crop Protection**, v. 162, p. 106072, 10 ago. 2022.

WEI, X. et al. Characteristics of key aroma components in blueberry fruits and the regulatory mechanism of aroma formation. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 224, p. 109865, 5 abr. 2025.