

# UMA ABORDAGEM SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO E O MANEJO QUÍMICO E BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE

*Data de submissão: 15/11/2023*

*Data de aceite: 01/12/2023*

### **Jackeline Laurentino da Silva**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0002-9870-3673>*

### **Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0003-0121-699X>*

### **Cecília Hernandez Ramirez**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0002-8639-0470>*

### **Maria Jussara dos Santos da Silva**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0001-9418-854X>*

### **Taciana Ferreira dos Santos**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0002-6040-8353>*

### **Tiago Silva Lima**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0003-0882-2677>*

### **Gaus Silvestre Andrade Lima**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0003-2910-5896>*

### **Iraíldes Pereira Assunção**

*Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0001-5087-0168>*

**RESUMO:** O maracujazeiro (*Passiflora* spp.) é uma das principais frutíferas tropicais cultivadas no Brasil, além de ser o principal produtor mundial da cultura. A região nordeste é responsável por 70% da produtividade nacional. Alguns fatores apresentam-se como entrave, dentre eles estão os problemas fitossanitários causados principalmente por fungos. A antracnose, causada por espécies do gênero *Colletotrichum*, é um dos principais fatores que contribuem para a redução da produção. Conhecendo a importância desse patógeno para cultura e a grande diversidade de espécies deste gênero fúngico é essencial ter conhecimento sobre as técnicas adequadas de controle da doença. O manejo químico é uma das ferramentas mais importantes no controle de doenças fúngicas, sendo os fungicidas, usados de forma adequada, considerados insumos importantes e imprescindíveis para o manejo desses patógenos, com o conhecimento de fatores específicos da

planta, do ambiente e, principalmente, do patógeno que definirão a aplicação do produto. Os fungicidas Difenconazole, Piraclostrobina, Flutriafol e a mistura de Azoxistrobina + Difenconazole são um dos mais estudados para o controle de diversas culturas de expressão econômica. Contudo, a agricultura moderna tende para a ideia de uma produção com qualidade e vem para complementar o uso de fungicidas. O controle biológico com *Trichoderma* e *Bacillus* vem ganhando espaço devido aos bons resultados no que se diz respeito ao controle de fitopatógenos através do antagonismo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Maracujá, *Colletotrichum*, Fungicidas, Antagonistas.

## AN APPROACH TO PASSION FRUIT CULTIVATION AND THE CHEMICAL AND BIOLOGICAL MANAGEMENT OF ANTHRACNOSE.

**ABSTRACT:** Passion fruit (*Passiflora* spp.) is one of the main tropical fruit trees cultivated in Brazil, in addition to being the world's main producer of the crop. The northeast region is responsible for 70% of national productivity. Some factors present themselves as obstacles, including phytosanitary problems caused mainly by fungi. Anthracnose, caused by species of the genus *Colletotrichum*, is one of the main factors contributing to reduced production. Knowing the importance of this pathogen for culture and the great diversity of species of this fungal genus, it is essential to have knowledge about the appropriate techniques for controlling the disease. Chemical management is one of the most important tools in the control of fungal diseases, with fungicides, used appropriately, considered important and essential inputs for the management of these pathogens, with knowledge of specific factors of the plant, the environment and, mainly, of the pathogen that will define the application of the product. The fungicides Difenconazole, Pyraclostrobin, Flutriafol and the mixture of Azoxystrobin + Difenconazole are one of the most studied for the control of various economically important crops. However, modern agriculture tends towards the idea of quality production and comes to complement the use of fungicides. Biological control with *Trichoderma* and *Bacillus* has been gaining ground due to the good results in terms of controlling phytopathogens through antagonism.

**KEYWORDS:** Passion fruit, *Colletotrichum*, Fungicides, Antagonists.

## 1 | INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae é composta por doze gêneros com ampla diversidade morfológica, sendo o gênero *Passiflora* o que apresenta maior importância comercial, por possuir frutos altamente rico em nutrientes, que podem ser utilizados desde a polpa até a casca (MELETTI, 2011; JUNQUEIRA, 2005a; SEBRAE, 2016). Além de apresentarem propriedades sedativas, ainda são utilizados nas indústrias farmacêuticas e cosméticas (CERQUEIRA-SILVA et al., 2014).

A cultura é considerada como uma alternativa agrícola promissora para o pequeno produtor, por desempenhar um importante papel socioeconômico, principalmente no Brasil, que se destaca globalmente como o maior produtor mundial (EMBRAPA, 2022), além de gerar empregos no campo e na indústria, movimentando e enriquecendo o mercado

brasileiro no setor da fruticultura (IBGE, 2022; COSTA et al., 2005; RUGGIERO, 2000). A facilidade no cultivo do maracujá, o rápido retorno econômico e a oportunidade de uma receita distribuída pela maior parte do ano, contribuem para o sustento familiar de pequenos e médios produtores (MELETTI, 2011).

Ao longo dos anos observa-se um aumento extensivo dos plantios de maracujazeiro, com o objetivo de elevar a produção, em decorrência dos investimentos em tecnologia em toda a cadeia da cultura. No entanto, toda essa tecnologia não impediu a suscetibilidade dessa frutífera a ser acometida por doenças economicamente importantes (VIANA et al., 2003; CAVICHIOLI, 2016). Nesse contexto, diversos gêneros fúngicos já foram relatados na literatura como agentes de doenças em potencial para a cultura do maracujazeiro (OLIVEIRA et al., 2013; CAVICHIOLI, 2016; ROSADO et al. 2019; MELO et al. 2020; SILVA et al. 2022), visto que, os fungos são considerados um dos principais agentes associados, devido à ampla distribuição, elevado número de espécies fitopatogênicas e grande variedade de hospedeiros susceptíveis (DEAN et al., 2012). Dentre os fungos, destaca-se as espécies do gênero *Colletotrichum*, considerado um importante patógeno de plantas por ser responsável por ocasionar a doença antracnose em diversas culturas de importância econômica (CANNON et al., 2012; DOYLE et al., 2013; JAYAWARDENA et al., 2021; TALHINHAS; BARONCELLI, 2021; LIU et al., 2022).

Nesse sentido, vários estudos têm sido realizados no sentido de elevar a produtividade, visando principalmente, o manejo fitossanitário que é fundamental para o sucesso da cultura do maracujazeiro (CAVICHIOLI, 2016). Dentre os diversos manejos utilizados na cultura para diminuir a incidência da doença antracnose, destaca-se o manejo químico que realizado de forma adequada e consciente é um dos mais importantes métodos de manejo de doenças, considerado eficiente e economicamente viável, garantindo alta produtividade e qualidade da produção (AMORIM et al., 2018). Em contrapartida, um controle complementar e eficaz é uso dos fungicidas biológicos, como por exemplo, *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. que têm sido conhecidos há alguns anos como potencial agente de controle biológico (BAE & KNUDSEN 2005).

Diante disso, abordaremos uma breve explanação sobre a cultura do maracujazeiro, tendo em vista a doença antracnose e os manejos químico e biológico. Estudos de aplicação de mais de um manejo para controle de doenças são satisfatórios, e assim, pode garantir um aumento na produtividade das culturas.

## 2 | CULTURA DO MARACUJAZEIRO

As plantas geneticamente conhecidas como maracujazeiro (*Passiflora* spp.) pertencem a ordem violares, família Passifloraceae, composta por 18 gêneros, sendo *Passiflora* o mais expressivo em número de espécies, estimando-se em mais de 500, onde 150 são nativas do Brasil, um dos maiores centros de diversidade (VANDERPLANK,

1996; LOPES, 1991; CROCHEMORE et al., 2003). Segundo sua classificação taxonômica pertence ao reino Plantae, filo Tracheophyta, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Malpighiales, família Passifloraceae, gênero *Passiflora* (CEPLAC, 2016).

Dentre as espécies deste gênero que produzem frutos comestíveis estão: *Passiflora edulis* Sims (maracujá roxo), *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (maracujá-amarelo), *P. alata* Curtis (maracujá-doce, maracujá-açu), *P. maliformis* Linn. (maracujá cabaça doce, maracujá maçã, maracujá de osso), *P. setacea* (maracujazeiro-sururuca, maracujazeiro-do-sono, maracujazeiro-de-veado), *P. nitida* Kunth (maracujá-suspiro, maracujá-do-cerrado), *P. cincinnata* Mast., (maracujá-do-mato), *P. gibertii* e *P. quadrangularis* L. (maracujá-de-quilo, maracujá-gigante, badea), porém, as espécies *P. edulis* (maracujá roxo) e *P. edulis* f. *flavicarpa* (maracujá-amarelo) são as mais utilizadas em plantios comerciais devido a qualidade dos frutos para consumo (ARAÚJO, 2007).

## 2.1 Aspectos botânicos do maracujazeiro

O maracujazeiro é uma planta trepadeira herbácea e/ou lenhosa, de crescimento vigoroso e contínuo, perene, de rápido crescimento e frutificação precoce, pode atingir 5 a 10 m de comprimento (RUGGIERO et al., 2000). Apresenta gavinha, apêndice filamentosos, solitárias e axilares que podem ser robustas e tênues. Possuem movimentos chamado de tigmotropismo, e conseguem se enrolarem a suportes para manterem-se fixas (BRUCKNER et al., 2005).

O caule é cilíndrico, angular e raramente quadrangular de onde surgem as gemas vegetativas, das quais, cada uma dará origem a uma folha, uma gavinha e uma flor (MELETTI, 2005). O sistema radicular é superficial do tipo pivotante ou axial, e apresenta maior concentração na profundidade entre 0 e 45cm do solo. As raízes médias e a central são responsáveis pela sustentação da planta, enquanto as pequenas têm a função de absorção de água e nutrientes (KUDO, 2004).

As folhas são bastante variáveis em relação à forma, variando entre espécies e até mesmo dentre a mesma espécie ou planta. As folhas são alternadas e inicialmente são ovaladas e sem lobos. Dentro desse polimorfismo foliar podemos observar as seguintes formas: lobada, digitada, elíptica, ovada, serreada, lisa, glandulosa e subcoriácea (CERVI, 1997). Em sua base, encontram-se brácteas foliáceas que apresentam folhas modificadas e possuem a função de atrair animais polinizadores. Sob estresse, as folhas do maracujazeiro tendem a cair e voltam a brotar no início do ciclo seguinte da cultura (LEITÃO FILHO; ARANHA, 1974).

As flores do maracujazeiro são hermafroditas e vistosas e tem em sua base brácteas foliares. Crescem isoladamente a partir da quinta axila das folhas dos ramos novos. São diclamídeas, apresentando um cálice tubuloso, constituído por cinco sépalas oblongas e esverdeadas e uma corola formada por cinco pétalas oblongas. A corola é seguida por

uma coroa, que é constituída por cinco séries de filamentos, que é uma característica deste gênero, e, na sua base está localizado o opérculo, que protege a câmara nectarífera (BRUCKNER et al., 2005; OLIVEIRA; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2020a).

No centro da flor observa-se um tubo andrógino, em cuja base se localiza o ovário. Em sua parte inferior, se inserem cinco filetes terminados por anteras bem desenvolvidas, em cuja parte superior desenvolvem-se os estigmas (BRUCKNER et al., 2005; OLIVEIRA; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2020a).

O pólen apresenta coloração creme e é pesado, o que desfavorece a polinização pelo vento (BRUCKNER et al., 2005; OLIVEIRA; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2020a). Além disso, Burckner et al. (1995) afirmam que a frutificação é inteiramente dependente da polinização cruzada, em virtude da autoincompatibilidade e a eficiência desse processo depende dos agentes polinizadores.

O fruto é classificado como uma baya indeiscente de forma ovoide ou globosa, com variabilidade na cor, tamanho e no peso. A coloração da casca quando maduro varia de acordo com a espécie. A parte externa é formada pelo pericarpo e a interna constitui a polpa. As sementes são de coloração pardo-escuro, revestidas pelo arilo, de onde é extraído o suco (MARTINS, 2006).

## 2.2 Importância econômica do maracujazeiro

O cultivo do maracujazeiro é uma atividade de grande expressão econômica no Brasil e pouco explorado nos demais países. De acordo com os últimos dados do IBGE (2022) foram produzidas 697.859 toneladas dos frutos em 45.602 hectares, tendo um rendimento médio de 15,303 t/ha da fruta. O maracujazeiro é cultivado em todas as regiões, principalmente, na região Nordeste, que é a maior produtora, responsável por cerca de 70% do total da produção do país (IBGE, 2022). Alagoas está em sétimo lugar na produção nacional da cultura, com cerca de 13.692 toneladas de frutos em 9.704 kg/ha (IBGE, 2022).

No Brasil, durante muitos anos, o maracujá era considerado apenas como uma fruta de pomar doméstico, sendo seu valor comercial descoberto no final da década de 60, quando cafeicultores, após um período de baixa comercialização do café, implantaram pomares de maracujá visando à possibilidade de rápido retorno financeiro oferecidos pela cultura. Assim, o maracujazeiro apresentou-se como uma opção economicamente viável, de grande importância econômica no Brasil, principalmente ao pequeno produtor da agricultura familiar, por ser uma atividade de impacto social, devido à alta rentabilidade do fruto (CAVICHOLI; MELETTI; NARITA, 2018).

A partir da década de 90 ocorreu significativa ampliação da área cultivada do maracujá no País, com crescimento em torno de 75%, em apenas seis anos, o que tornou o maracujá uma cultura de expressão econômica (CRISÓSTOMO, 2009; MELETTI, 2011). Segundo Costa et al. (2005), além da importância econômica da cultura, possui um forte

apelo social, onde cada hectare implantado, gera em torno de treze empregos, sendo 4 diretos e 9 indiretos. Deste modo, ajuda a evitar o êxodo rural e garantido ao pequeno produtor a fonte de renda familiar.

O maracujá é uma das poucas frutíferas que possuem todas as partes da planta comercializável. Além de consumido *in natura*, o fruto também é utilizado na fabricação de polpa, geleia e néctar. Suas sementes, folhas e raízes são utilizadas pela indústria farmacêutica como antiespasmódicos, anti-helmínticos e sedativos. As flores são utilizadas pelo mercado da ornamentação (FALEIRO et al., 2005).

### 2.3 Antracnose em maracujazeiro

Na produção da cultura do maracujazeiro alguns fatores apresentam-se como entrave, dentre eles estão os problemas fitossanitários causados pelos fitopatógenos vírus, bactérias e fungos (SÃO JOSÉ, 2015). No entanto, os fungos são considerados um dos principais agentes associados, principalmente, aqueles que causa a doença antracnose (DEAN et al., 2012).

A antracnose é uma doença disseminada em todas as regiões produtoras de maracujá no Brasil. Possui grande importância por atacar a parte aérea das plantas em qualquer idade, sendo de difícil controle quando as condições climáticas são favoráveis às epidemias (PIO-RIBEIRO; MARIANO, 1997). O gênero *Colletotrichum* é o principal agente causal desta doença, sendo as espécies *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. boninense*, *C. brasiliense*, *C. colombiense*, *C. karstii*, *C. torulosum*, *C. tropicale*, *C. fruticola*, *C. theobromicola*, *C. brevisporum*, *C. plurivorum*, *C. siamense* e *Colletotrichum constrictum* associadas à antracnose de *Passiflora* spp. em vários países ao redor do mundo, causando grandes prejuízos (TOZZE et al., 2010; DAMM et al., 2012; SILVA et al., 2021; SILVA et al., 2022, ZHANG et al., 2022; WANG et al., 2021).

Os sintomas nas folhas apresentam-se na forma de manchas com aparência aquosa, que evoluem para necrose podendo ocorrer uma intensa queda de folhas, morte dos ponteiros e secamento parcial da planta. Nos frutos jovens, apresentam-se em forma de lesões circulares ou irregulares de coloração pardo-clara que aumentam de tamanho de acordo com a maturação do fruto e torna-se pardo-escuras, de aparência oleosa, deprimido e murcho que afetam a polpa, muitas vezes apresentando-se na forma de podridão mole, provocando queda dos frutos (SÃO JOSÉ et al., 2000; KIMATI et al., 2011).

A sobrevivência do patógeno se dá em restos de cultura e em tecidos afetados na própria planta, fazendo com que a doença seja mais frequente e severa em uma determinada área a partir do segundo ano de cultivo. A ocorrência da doença é favorecida por alta umidade, especialmente com chuvas frequentes, abundantes e temperatura média entre 26° e 28°C. Nestas condições, ocorre intenso desfolhamento, morte dos ponteiros e podridão de frutos. A disseminação do patógeno ocorre através de sementes, respingos de

chuva, insetos e implementos agrícolas (KIMATI et al., 2011).

### 3 I MANEJO DA ANTRACNOSE EM MARACUJAZEIRO

O controle de doenças de plantas é um princípio fundamental para minimizar as perdas e garantir o máximo na produtividade (FRANCHINI et al., 2011). Pois sem controle, doenças de plantas podem ocasionar enormes prejuízos, de consequências sociais e econômica (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2018).

Conceituações econômicas e biológicas estão intimamente relacionadas, pois a prevenção da doença leva à diminuição dos danos (reduções na quantidade e/ou qualidade da produção) e, eventualmente, das perdas (reduções do retorno financeiro por unidade de área cultivada) (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2018).

#### 3.1 Manejo químico

O manejo químico é recomendado para controle de doenças da parte área na cultura do maracujazeiro, dentre elas, destaca-se a antracnose. Sendo os fungicidas Difenconazol, Tebuconazol, Clorotalonil, Alquilenobis + Piraclostrobina), Tiofanato metílico, Piraclostrobina, Flutriafol, Mancozebe, Tiabendazol, Tebuconazol + Trifloxostrobina, Fluxapiraxade + Piraclostrobina, Azoxistrobina + Mancozebe, Tiabendazole, Hidróxido de cobre e Óxido cuproso recomendado para a espécie *C. gloeosporioides*, agente causal da doença (AGROFIT, 2023).

Embora exista um número considerável de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose em maracujazeiro no mundo, apenas *C. gloeosporioides* s.s. foi utilizado nos estudos de controle da doença dos fungicidas liberados para uso na cultura. Já foi demonstrado que as espécies de *Colletotrichum* apresentam comportamento diferenciado frente aos diferentes fungicidas e que este conhecimento pode ser utilizado para auxiliar e direcionar a escolha dos ingredientes ativos mais adequados no controle da doença (LIMA et al., 2015). Portanto, estudos comparativos do efeito dos diferentes fungicidas sobre as diferentes espécies que ocorrem em maracujazeiro precisam ser desenvolvidos com o objetivo de evitar a resistência dos patógenos pelo uso indiscriminado desses produtos.

##### 3.1.1 Difenconazole

Fungicidas inibidores de biossíntese de Esteróis constituem o maior e mais importante grupo desenvolvido para controle de doenças fúngicas como as causadas por ascomicetos, basidiomicetos e fungos anamórficos. Este grupo possui grande vantagem em relação a dificuldade de patógenos adquirirem resistência sem afetar sua adaptabilidade. Dentre os diversos compostos químicos, os triazóis são os mais importantes (KIMATI, 2011).

O difenoconazol (cis-trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)methyl])

-1,3-dioxolan-2-ylphenyl 4-chlorophenyl ether) é um fungicida sistêmico de amplo espectro do grupo químico do triazol, amplamente utilizados no controle de doenças fúngicas em culturas agrícolas (DONG et al., 2013; QUANGLIANG et al., 2014). Esses fungicidas foram sintetizados como inibidores da desmetilação (DMI) direcionada ao esteroide 14 $\alpha$ -desmetilase, uma importante enzima que regula a biossíntese do ergosterol, inibindo o crescimento fúngico, apresentando efeito protetivo e curativo (WANG et al., 2008; DONG et al., 2013; PRICE et al., 2015; HE et al., 2019).

O difenoconazol, com nome comercial Score® é indicado para o controle de fungos fitopatogênicos nas seguintes famílias botânicas: Anacardiaceae (*C. gloeosporioides*), Fabaceae (*C. dematium*), Gentianaceae (*C. gloeosporioides*), Lauraceae (*C. gloeosporioides*), Rutaceae (*C. gloeosporioides*; *Elsinoe australis*), Salicaceae (*Melampsora medusae*), Solanaceae (*C. capsici*), Violaceae (*C. gloeosporioides*) (SCORE, 2022). Além da efetividade descrita pelo fabricante sobre *C. gloeosporioides* e *C. dematium*, há relatos na literatura da efetividade do difenoconazol sobre outras espécies do gênero, como *C. acutatum* (BAGGIO et al., 2018; GAMA et al., 2020), *C. fructicola*, *C. siamense*, *C. nymphaeae* e *C. fioriniae* – subgrupos 1 e 2 (CHEN et al., 2016), incluindo a espécie *C. gloeosporioides* que causa a antracnose em Passifloraceae (SCORE, 2023).

De acordo com Liang et al. (2020) o uso de difenoconazol em diferentes isolados de *C. fructicola* apresentou alta atividade inibitória sob o crescimento micelial e baixa germinação dos conídios. Shi et al. (2021) mostram em seu trabalho que as espécies *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. fructicola* e *C. aenigma* provenientes da doença antracnose em pimenta, são sensíveis ao uso deste fungicida, reduzindo significativamente o crescimento micelial em relação à testemunha.

### 3.1.2 Piraclostrobina

Os fungicidas que agem como inibidores da respiração constituem uma das principais classes. As estrobilurinas são derivadas de um metabólito secundário do fungo *Strobilus tenacellus*. Tem amplo espectro e boa ação sobre basidiomicetos, ascomicetos, fungos anamórficos e alguns oomicetos (KIMATI, 2011).

A piraclostrobina (Methyl N-{2-[1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-3-yloxymethyl] phenyl} (N-methoxy) carbamate) é um fungicida sistêmico do grupo químico das estrobilurinas. Apresenta mecanismo de ação dos inibidores do complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio Qo, pertencente ao Grupo C3. Atua como inibidor do transporte de elétrons nas mitocôndrias das células dos fungos, inibindo a formação de ATP, essencial nos processos metabólicos dos fungos. Apresenta excelente ação protetiva, devido a sua atuação na inibição da germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos e proporciona maior atividade metabólica da planta, aumento da atividade da enzima nitrato redutase, resultando em melhor sanidade da planta. Sendo empregado no

controle de *Colletotrichum* spp. de plantas das famílias: Bromeliaceae (*C. gloeosporioides*), Malvaceae (*C. gloeosporioides*), Anonaceae (*C. gloeosporioides*), Dioscoreaceae (*C. gloeosporioides*), Fabaceae (*C. gloeosporioides*; *C. capsici*), Sapindaceae (*C. gloeosporioides*), Actidiaceae (*C. gloeosporioides*), Euphorbiaceae (*C. gloeosporioides*), Rosaceae (*C. gloeosporioides*), Anacardiaceae (*C. gloeosporioides*), Caricaceae (*C. gloeosporioides*), Passifloraceae (*C. gloeosporioides*), Punicaceae (*C. gloeosporioides*) (COMET, 2023).

No estudo de Vasic et al. (2019) mostram que o crescimento micelial dos fungicidas inibidores externos de quinona (Qol) foram os que mais reduziram o crescimento micelial *in vitro* de 24 isolados de *Colletotrichum destructivum*.

### 3.1.3 Flutriafol

O flutriafol ((RS)-2,4'-difluoro-a-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl) benzhydryl alcohol) é um fungicida sistêmico do grupo químico do triazol. Apresenta mecanismo de ação de desmetilase na biossíntese de esterol, pertencente ao Grupo G1, indicado para o tratamento de doenças da parte aérea causadas por *Colletotrichum* ssp. nas famílias: Punicaceae (*C. gloeosporioides*), Solanaceae (*Colletotrichum* sp.; *C. gloeosporioides*) curcubitaceae (*C. gloeosporioides*; *C. gloeosporioides* f. sp. *cucurbitae*), Passifloraceae (*C. gloeosporioides*), Anacardiaceae (*Glomerella cingulata*), Apiaceae (*C. gloeosporioides*), Euphorbiaceae (*C. gloeosporioides*), Caricaceae (*C. gloeosporioides*), Fabaceae (*C. lini*; *C. truncatum*), Dioscoreaceae (*C. gloeosporioides*), Sapindaceae (*C. guaranicola*), Malvaceae (*C. gloeosporioides*), Liliaceae (*C. gloeosporioides* f.sp. *cepa*; *C. dematium* f.sp. *circinans*) e Lauraceae (*Colletotrichum* sp.) (FLUTRIAFOL, 2023).

Vasic et al. (2019) afirmam que os fungicidas inibidores de desmetilação (DMI), como por exemplo o flutriafol são eficazes no controle da espécie *C. destructivum*. Os resultados de Adiano et al. (2022) corroboram com as informações de Vasic et al. (2019) que afirmam a redução da taxa de crescimento micelial da colônia.

### 3.1.4 Azoxistrobina +Difenoconazole

A junção desses dois princípios ativos é sistêmicos e pertence aos grupos químicos estrobilurinas e triazol, respectivamente. A marca comercial amistar top tem atividade predominantemente preventiva, mas também com ação curativa e anti-esporulante, usado em pulverização para controle das doenças da parte aérea. Este fungicida composto apresenta dois diferentes modos de ação, o primeiro pertencente ao grupo C3 (Inibidores de extracelulares de Quinona - Qols) e o segundo pertencente ao grupo dos G1 (inibidores de desmetilação - DMIs). O uso do fungicida é liberado para o controle da antracnose em diversas culturas como abacate (*C. gloeosporioides*), acerola (*C. gloeosporioides*) amora (*C. gloeosporioides*), anonáceas (*C. acutatum*), azeitona (*C. gloeosporioides*), cacau (

*C. gloeosporioides*), caju (*C. gloeosporioides*), carambola (*C. gloeosporioides*), citros (*C. gloeosporioides*), cupuaçu (*C. gloeosporioides*), feijão (*C. lindemuthianum*), framboesa (*C. gloeosporioides*), guaraná (*C. gloeosporioides*), jiló (*C. gloeosporioides*), kiwi (*C. acutatum*), lichia (*C. gloeosporioides*), macadâmia (*C. gloeosporioides*), grão-de-bico (*C. capsici*), lentilha (*C. capsici*), mamão (*C. gloeosporioides*), mandioca (*C. gloeosporioides*), manga (*C. gloeosporioides*), mangaba (*C. gloeosporioides*), mirtilo (*C. gloeosporioides*), pimenta (*C. gloeosporioides*), pimentão (*C. gloeosporioides*), plantas ornamentais (*C. gloeosporioides*), pitanga (*C. gloeosporioides*), romã (*C. gloeosporioides*) e seriguela (*C. gloeosporioides*) (AMISTAR TOP, 2023).

Apesar de não haver recomendações do uso do Amistar top para o controle de antracnose no maracujazeiro, com o agente causal *Colletotrichum*, pode-se observar alguns estudos utilizando este fungicida para o controle da doença. Shanthini et al. (2021) afirmam que Amistar Top obteve um percentual de inibição do crescimento micelial de 94,43%, quando utilizaram a espécie *C. truncatum* proveniente da cultura da pimenta. Testado em condições de campo, Amistar top também mostrou grande eficiência sob o controle da antracnose em capim preto com severidade mínima de 6%, enquanto o tratamento controle com 78,51% (KUMAR et al., 2020).

### 3.2 Manejo biológico

O controle biológico consiste na regulação natural do número de seres vivo por seus inimigos naturais. É um fenômeno que ocorre em todas as cadeia e estágios de vida na natureza. Dentre esses inimigos naturais há um número bastante diversificado, que vai desde mamíferos até microrganismos como vírus, bactérias e fungos (PARRA et al., 2002).

Quando o foco é o uso do controle biológico de doenças de plantas, de modo geral, observa-se uma íntima interação do patógeno, hospedeiro e o antagonista como componentes do controle (BETTIOL, 1991). Esse controle ocorre de um organismo por outro organismo, ou ainda o controle de um agente causal de uma doença de planta por um microrganismo antagonista (BETTIOL; SILVA; CASTRO et al., 2019).

Por definição, o controle biológico é um fenômeno dinâmico que sofre influência de fatores climáticos, disponibilidade de alimentos e competição, além da diversidade (VAN DEN BOSCH et al., 1982). A definição mais aceita é a que foi proposta por Cook & Baker (1983) onde definem o controle biológico como a “Redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem”.

O crescimento expressivo do uso de fungicidas no Brasil mostra a importância do controle químico de fitopatógenos, além de estudos que levem a introdução de alternativas de manejo e o controle biológico destaca-se nesse sentido por não haver impacto ambiental (MORANDI et al., 2009).

Bettiol (2011) define os fungicidas biológicos como organismos vivos (fungos, bactérias, protozoários, straminipila e vírus), animais microscópicos (nematóides) e macrorganismos (predadores e parasitoides, insetos e ácaros) ou produtos naturais derivados desses organismos usados na proteção das plantas.

### 3.2.1 *Trichoderma* spp.

O *Trichoderma* pertence ao filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Hipocreales, família Hipocreaceae. Este gênero é classificado como fungo anamorfo, descrito como decompositor de madeira, onde produzia massas de esporos de coloração verde. Tem como espécie tipo *T. viride*. Após 70 anos foi comprovado que esta espécie era a forma assexual do ascomiceto *Hypocrea rufa* (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019).

O gênero *Trichoderma* potencializou o cenário de controle biológico de doenças de plantas no Brasil tendo seu primeiro produto disponibilizado em 1987. A legislação tem sido fundamental para o crescimento no mercado (BETTIOL; SILVA; CASTRO et al., 2019). Atualmente, há 56 produtos fungicidas microbiológicos a base de *Trichoderma* ou compostos de *Trichoderma* spp + *Bacillus*. Dentre as espécies utilizadas estão *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma afroharzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma amyloliquefaciens*, *Trichoderma koningiopsis* e *Trichoderma reesei*. (AGROFIT, 2023).

Uma das principais características deste gênero é a capacidade de parasitar fungos e controlar, principalmente, fungos habitantes do solo (MORANDI et al., 2009). Quitinases e glucanases são enzimas expressas na interação de espécies de *Trichoderma* com fungos fitopatogênicos que degradam a parede celular.

A produção de metabólitos secundários também apresenta grande potencial, pois possuem grande número de compostos contribuindo com diversidade metabólica do Reino Fungi (HERMOSA et al., 2014). Compostos como os peptaiboles, pequenos peptídeos não ribossômicos (NRP), poliquetídios (PK), terpenos e pironas como a 6-pentil-2H-piran-2-ona (6-PP) são os mais estudados e responsável pela cor amarela e cheiro de coco de muitos cultivos. A atividade antifúngica *in vitro* de muitos dos metabólitos secundários produzidos por *Trichoderma* são reconhecidos em gêneros como *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Stachybotrys*, *Colletotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Gaeumannomyces*, *Phytophthora* e *Pythium* (HERMOSA et al., 2014; MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019).

A espécie *Trichoderma harzianum* Rifai (cepa ESALQ-1306) é uma das mais estudadas e utilizadas para o controle. O fungicida microbiológico Trichodermil SC 1306® (*T. harzianum*) é um microparasita necrotrófico de ocorrência natural em solos, eficaz no controle de inúmeros fungos fitopatogênicos. O conhecimento sobre o modo de ação do agente de biocontrole é essencial para o sucesso (BULA – TRICHODERMIL SC 1306, 2023).

O *Trichoderma* pode atuar por diferentes mecanismos, como é o caso do produto

comercial Trichodermil, que tem ação antagonista, parasita e antibiose. O antagonismo age inibindo a ocupação do espaço por outros microrganismos fitopatogênicos que também se desenvolvem em determinado ambiente. Também agem de forma direta com o microparasitismo inviabilizando as estruturas vegetativas, reprodutivas e de resistência de fungos fitopatogênicos. Além disso, ocorre a interação entre os organismos pela antibiose, na qual os metabólitos produzidos pelo fungo (protease, lipase, glucanase e quitinases) promovem a degradação da parede celular de fungos (BULA – TRICHODERMIL SC 1306, 2023).

Costa et al. (2021) mostram em seu trabalho um grande potencial de *T. piluliferum* como biocontrole em banana na pós-colheita, onde os metabólitos reduziram os danos causados por *C. musae* quando comparadas com o fungicida imazali, ficando com aspecto de hifas inchadas e vacuolizadas.

A efetividade de diferentes espécies de *Trichoderma* foi avaliada no controle de *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Penicillium digitatum* e obteve uma redução em torno de 80% nas infecções de laranjas quando os agentes causais eram resistentes ao fungicida pirimetanil (FERREIRA et al., 2020).

### 3.2.2 *Bacillus* spp.

Uma das primeiras bactérias a ser descrita na literatura foi a espécie *Vibrio subtilis* por Ehrenberg em 1835. No entanto, o primeiro relato do gênero *Bacillus* foi em 1872 quando Cohn renomeou o organismo como *Bacillus subtilis* e descreveu esta como bactérias produtoras de estruturas resistentes ao calor e, a partir desse estudo, tal organismo passou a ser a espécie tipo (COHN, 1872; GORDON, 1981). As espécies do gênero *Bacillus* pertencem ao Reino Monera, Filo Firmicutes; Classe Bacilli; Ordem Bacillales e Família Bacillaceae (MAUGHAN & VAN DER AUWER, 2011).

A principal característica dessa família é a produção de endósporos circulares, ovalados ou cilíndricos, estruturas com alto índice de refração quando expostas à luz, formadas no interior da célula bacteriana. Cohn foi o responsável pela descoberta da resistência dos endósporos ao calor, enquanto Koch foi o primeiro a descrever o ciclo de formação do endósporo em uma célula bacteriana e a formação de uma nova célula a partir do endósporo formado (KEYNAN & SANDLER, 1983). A resistência não usual do endósporo fez com que despertasse o interesse de pesquisadores no gênero até os dias atuais, sendo este o gênero bacteriano mais estudado (MELO; NASCIMENTO, SERRA, 2021).

As bactérias do gênero *Bacillus* são gram positivas, possui crescimento aeróbio, mas também, pode ser anaeróbio facultativo. Possui mobilidade flagelar e tamanho que varia entre 0,5 a 10 µm, e crescimento ótimo em pH neutro e temperaturas entre 30 e 45 °C. As bactérias desse gênero além de ser amplamente utilizada na promoção do crescimento

vegetal também são bastante estudadas para controle de fitopatógenos devido a sua diversidade metabólica (TEJERA-HERNÁNDEZ et al., 2011; VILLARREAL-DELGADO et al. 2018).

Diversos trabalhos mostram que espécies do gênero *Bacillus* podem ser utilizadas como biocontrole de doenças de plantas e aumento da produtividade de diversas culturas de importância econômica (NGUGI et al., 2005; YAO et al., 2006). O antagonismo deste gênero pode ser visualizado de forma indireta e direta. As espécies do gênero *Bacillus* aplicada como biocontrole tem ação indireta quando gera resistência sistêmica induzida, que pode ser ativada por patógenos e organismos não patogênicos, fortalecendo as defesas das plantas (LANNA FILHO et al., 2010; PASCHOLATI, 2011). De forma direta este antagonismo é observado através de antibiose, competição por espaço e nutrientes, além da produção de compostos orgânicos voláteis nocivos às espécies que se quer controlar (LEELASUPHAKUL, 2008).

Diversas espécies do gênero *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* e *B. licheniformis*) são amplamente estudadas acerca de doenças de plantas de importância econômica (RAAIJMAKERS et al., 2010). Galindo et al., (2015) desenvolveu um biofungicida a base de *B. subtilis*, que tem grande eficácia naturalmente sobre diversos fitopatógenos. Este biofungicida tem ação preventiva contra diversos gêneros de fitopatógenos como: *Colletotrichum*, *Erysiphe*, *Leveillula*, *Botrytis*, *Sphaerothecamacularis*, em uma ampla gama de hospedeiros (GALINDO et al., 2015).

*Bacillus subtilis* é encontrada em diversos locais como solo e rizosfera. As colônias possuem grande variabilidade na coloração, indo do esbranquiçado ao preto. É uma bactéria móvel que forma esporos centrais com formato cilíndrico. Está é uma bactéria que desperta interesse devido a produção de secundários utilizáveis tanto para uso agrícola quanto medicinal (MONNERAT et al. 2020).

Venkataramanamma et al. (2022) isolaram dez cepas de *Bacillus* e, em seus ensaios *in vitro*, observaram diferentes respostas comportamentais desses isolados frente a *Fusarium oxysporum* f.sp. *Ciceris*. Dois dos isolados conseguiram inibir significativamente o crescimento do patógeno. Foi possível observar alteração na cor do micélio em alguns dos testes de antagonismo e acredita-se que foi devido aos metabólitos fungistáticos secretados pelos isolados de *Bacillus*.

## REFERÊNCIAS

ADRIANO, B.; ROMÃO, D.; UACIQUETE, A.; MONDJANA, A.M.; BILA, J. In vitro assessment of copper oxychloride and flutriafol for the control of cashew leaf and fruit blight fungi. **Agrarian and Biological Sciences**, v. 11, n. 12, 2022.

AGROFIT. 2023. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso: maio/2023

AMISTAR TOP. **Fungicida amistar top**. Disponível em: [https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/ktgney466/files/media/document/2023/03/08/BULA\\_AMISTAR\\_TOP\\_FEV\\_23.pdf](https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/ktgney466/files/media/document/2023/03/08/BULA_AMISTAR_TOP_FEV_23.pdf). Acesso: maio/2023

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2018, p.561.

ARAÚJO, F. P. **Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no semi-árido brasileiro**. 2007. 94f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botocatu – SP, 2009.

BAE, Y. S.; KNUDSEN, G. R. Soil microbial biomass influence on growth and biocontrol efficacy of *Trichoderma harzianum*. **Biological Control**, 32, 236–242, 2005.

BAGGIO, J.S.; WANG, N.Y.; PERES, N.A.P.; AMORIM, L. Baseline sensitivity of *Colletotrichum acutatum* isolates from brazilian strawberry fields to azoxystrobin, difenoconazole, and thiophanate-methyl. **Tropical Plant Pathology**, v.43, p.533-542, 2018.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Controle de doenças. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2018, p.561.

BETTIOL, W (1991). **Componentes do controle biológico de doenças de plantas**. In: KRETZCHMAR, A.A.; COSTA, A.S.; AUER, C.G. et al. controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991, 388p.

BETTIOL, W. Biopesticide use and research in Brazil. **Outlooks on Pest Management**, v. 22, n. 6, p. 280-284, 2011.

BETTIOL, W.; SILVA, J.C.; CASTRO, M.L.M.P. **Uso atual e perspectivas do *Trichoderma* no Brasil**. In: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. *Trichoderma*: uso na agricultura. Brasília: Embrapa, 2019.

BRUCKNER, C. H.; CASALI, V. W. D.; MORAES, C. F. de; REGAZZI, A. J.; SILVA, E. A. M. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Horticulturae**, v. 370, p. 45-57, 1995.

BRUCKNER, C. H.; SUASSUNA, T.M.F.; RÊGO, M.M.; NUNES, E.S. **Autoincompatibilidade do maracujá - implicações no melhoramento genético**. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Maracujá germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p.315-338, 2005.

BULA TRICHODERMIL SC 1306. Disponível em: [https://www.koppert.com.br/content/brasil/Documents/Trichodermil/F1342060176\\_Trichodermil\\_SC\\_bula\\_-\\_23.08.2021\\_AGROFIT\\_-\\_Cat\\_5\\_\\_2\\_\\_01.pdf](https://www.koppert.com.br/content/brasil/Documents/Trichodermil/F1342060176_Trichodermil_SC_bula_-_23.08.2021_AGROFIT_-_Cat_5__2__01.pdf). Acesso: 10/2023.

CANNON, P. F.; DAMM, U.; JOHNSTON, P. R.; WEIR, B. S. *Colletotrichum*-current status and future directions. **Studies Mycology**, v.73, p. 181–213, 2012.

CAVICHOLI, J.C.; MELETTI, L.M.M.; NARITA, N. **aspectos da cultura do maracujazeiro no Brasil**. Disponível em: <https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/05/MARACUJA.pdf>

CERVI, A.C. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., Subgênero *Passiflora*. **Fontqueria**, v.5, p. 1-92, 1997.

CHEN, S.N.; LUO, C.X.; HU, M.J.; SCHNSBRL, G. Sensitivity of *Colletotrichum* Species, Including *C. fioriniae* and *C. nymphaeae*, from Peach to Demethylation Inhibitor Fungicides. **Plant disease**, v.108, n.12, p. 2434-2441, 2016.

COHN, F. Untersuchungen Über Bakterien. **Beitrage zur Biologie Pflanz**, v.1, p.127-1224, 1872.

COMET. **Fungicida piraclostrobina**. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2023-05/comet.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-05/comet.pdf). Acesso: 05/2023

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: The American phytopathological society, 1983, 539p.

COSTA, A. de F. S. et al. Plantio, formação e manejo da cultura do maracujá. In: COSTA, A. de F. S.; COSTA, A. N. de (Ed.). **Tecnologias para a produção de maracujá**. Vitória: INCAPER, 2005. p. 23-53.

COSTA, A.C.; MIRANDA, R.F.; COSTA, F.A.; ULHOA, C.J. Potential of *Trichoderma piluliferum* as a biocontrol agent of *Colletotrichum musae* in banana fruits. **Biotechnology**, v. 34, 2021

CRISÓSTOMO, L. A; NAUMOV, A. Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. **Embrapa Agroindústria Tropical**, p. 238, 2009.

CROCHEMORE, M.L.; MOLINARI, H.B.; STENZEL, N.M.C. Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p.5-10, 2003.

DAMM, U.; CANNON, P.F.; WOUDEMBERG, J.H.C.; CROUS, P.W. The *Colletotrichum acutatum* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p.37-113, 2012.

DAMM, U.; CANNON, P.F.; WOUDEMBERG, J.H.C.; JOHNSTON, P.R.; WEIR, B.S.; TAN, Y.P.; SHIVAS, JOHNSTON, P.R.; WEIR, B.S.; TAN, Y.P.; SHIVAS, R.G.; CROUS, P.W. et al. The *Colletotrichum boninense* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, n.1, p.1-36, 2012.

DEAN, R. et al. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 4, p. 414–430, 2012.

DONG, F.; LI, J.; CHANKVETADZE, B.; CHENG, Y.; XU, J.; LIU, X.; LI, Y.; CHEN, X.; BERTUCCI, C.; TADESCO, D.; ZANASI, R.; ZHENG, Y. Chiral triazole fungicide difenoconazole: Absolute stereochemistry, stereoselective bioactivity, aquatic toxicity, and environmental behavior in vegetables and soil. **Environmental Science & Technology**, v.47, p. 3386-3394, 2013.

DOYLE, V. P.; OUDEMANS, P. V.; REHNER, S. A.; LITT, A. Habitat and host indicate lineage identity in *Colletotrichum gloeosporioides*. I. from wild and agricultural landscape in North America. **PLoS ONE**, v. 8, n.5, p.1–21, 2013.

EMBRAPA. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1038/maracuja-azedo-brs-sol-do-cerrado-brs-sc1#:~:text=Maracuj%C3%A1%20azedo%20BRS%20Sol%20do%20Cerrado%20%28BRS%20SC1%29,apresentando%20rendimento%20de%20polpa%20em%20torno%20de%2038%25..> Acesso em: 10/2023

FALEIRO, F. G. et al. **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p. 315-338.

FERREIRA, F.V.; HERRMANN-ANDRADE, A.M.; CALABRESA, C.D.; BELLO, F.; VÁZQUEZ, D.; MUSUMECI, M.A. Effectiveness of *Trichoderma* strains isolated from the rhizosphere of citrus tree to control *Alternaria alternata*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *Penicillium digitatum* A21 resistant to pyrimethanil in post-harvest oranges (*Citrus sinensis* L. (Osbeck)). **Journal of Applied Microbiology**, v. 129, n.3, 2020.

FLUTRIAFOL. **Fungicida flutriafol**. Disponível em: [https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-10/tenaz250sc0920.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/tenaz250sc0920.pdf). Acesso em: 05/2023.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H. controle de doenças de plantas é um princípio fundamental para minimizar as perdas e garantir o máximo na produtividade. **Informações Agronômicas**, n. 134, 2011.

GALINDO, E.; SERRANO-CARREÓN, L.; GUTIÉRREZ, C.R.; BALDERAS-RUÍZ, K.A.; MUÑOZ-CELAYA, A.L.; MEZO-VILLALOBOS, M.; ARROYO-COLÍN, J. Desarrollo histórico e os retos tecnológicos e legais para comercializar Fungifree AB®, o primer biofungicida 100% mexicano. **TIP Revista Especializada em Ciências Químico-Biológicas**, v.18, p.52-60, 2015.

GAMA, A.B.; BAGGIO, J.S.; REBELLO, C.S.; LOURENÇO, S.A.; GASPAROTO, M.C.G.; SILVA JÚNIOR, G.J.; PERES, N.A.; AMORIM, E. Sensitivity of *Colletotrichum acutatum* isolates from *Citrus* to carbendazim, difenoconazole, tebuconazole, and trifloxystrobin. **Plant Disease**, v.104, n.6, p. 1621-1628, 2020.

GORDON, R. E. One hundred and seven years of the genus *Bacillus*.

HE, M.; WANG, Y.O.; WU, E.J.; SHEN, L.L.; YANG, L.N.; WANG, T.; SHANG, L.P.; ZHU, W.; ZHAN, J. Constraining evolution of *Alternaria alternata* resistance to a demethylation inhibitor (DMI) fungicide difenoconazol. **Frontiers in Microbiology**, v.10, p.1-12, 2019.

HERMOSA, R.; CARDOZA, R. E.; RUBIO, M. B.; GUTIÉRREZ, S.; MONTE, E.(2014). Secondary metabolism and antimicrobial metabolites of *Trichoderma*. In: GUPTA, V. K.; SCHMOLL, M.; HERRERA-ESTRELLA, A.; UPADHYAY, R. S.; DRUZHININA, I.; TUOHY, M. (Ed.). **Biotechnology and biology of Trichoderma**. Amsterdam: Elsevier, 2014, p. 125-137.

IBGE (2022). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/al>. Acesso em: 10/2023

JAYAWARDENA, R. S.; BHUNJUN, C. S.; HYDE, K. D.; GENTEKAKI, E. ITTHAYAKORN, P. *Colletotrichum*: lifestyles, biology, morpho-species, species complexes and accepted species. **Mycosphere**, v. 12, p. 519–669, 2021.

JUNQUEIRA, N. T. V.; PEIXOTO, J. R.; BRANCHER, A.; JUNQUEIRA, K. P.; FIALHO, J. F. Melhoramento genético do maracujá-doce. In: MANICA, I.; JOSÉ, A. R. S.; BRUCKNER, C. H.; HOFFMANN, M. (Eds.). **Maracujá-doce: Tecnologia de produção, pós-colheita e Mercado**. Porto Alegre: Cinco continentes, 2005, p. 39–46.

KEYNAN, A.; SANDLER, N. Spore research in historical perspective, 1983.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. Editora agronômica ceres, são Paulo-SP, 2011.

KUDO, A. S. **Reação de genótipos de maracujazeiro azedo a *Septoria passiflorae* e a *Cladosporium herbarum***. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

KUMAR, A.; RAWAL, R.; ROY, N.; AHAMAD, A.; KUMAR, H. Evaluation of fungicides for management of anthracnose disease of black gram (*Vigna mungo* L.) in growing areas of district Jhansi of Bundelkhand region. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 12, n. 2, p. 110-114, 2020

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.2, 2010.

LEELASUPHAKUL, W.; HEMMANEE, P.; CHUENCHITT, S. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n.1, p. 113-121, 2008.

LEITÃO FILHO, H. F.; ARANHA, C. Botânica do maracujazeiro. In: **SIMPÓSIO DA CULTURA DO MARACUJÁ**, 1., 1971. Campinas. Campinas: SBF, 1974, 13p.

LIANG, S.; YUXUAN, M.; MIN, F.; NI, H.; GUOPING, W. Sensitivity of difenoconazole to *Colletotrichum fructicola* at major pear cultivation areas in South China. **Chinese journal of pesticide science**, v. 22, n. 1, p. 54-59, 2020.

LIMA, N. B.; LIMA, W. G.; TOVAR-PEDRAZA, J. M.; MICHEREFF, S. J.; CÂMARA, M. P. S. Comparative epidemiology of *Colletotrichum* species from mango in northeastern Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 141, n. 4, p. 679-688, 2015.

LIU, F.; MA, Z. Y.; HOU, L. W.; DIAO, Y. Z.; WU, W. P.; DAMM, U.; SONG, S.; CAI, L. Updating species diversity of *Colletotrichum*, with a phylogenomic overview. **Studies in Mycology**, v. 101, p. 1–56, 2022.

LOPES, S.C. Citogenética do maracujá, *Passiflora* spp. In: SÃO JOSÉ, A.R.; FERREIRA, F.R.; VAZ, R.L. (Eds.) **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1991, p. 201-209.

MARTINS, I. (2006) **Reação de progênies de maracujazeiro-amarelo ao *Colletotrichum gloesporioides* e biocontrole da antracnose com *Trichoderma* spp.** 2006. (Dissertação de Mestrado) Faculdade De Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 137 p.

MAUGHAN, H.; VAN DER AUWERA, G. A taxonomia de *Bacillus* na era genômica considera os fenótipos essenciais, embora muitas vezes enganosos. **Infecção, Genética e Evolução**, v. 11, p.789-797, 2011.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p.083-091,2011.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá, germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p. 55-78.

MELO, A.L.; VIEIRA, R.D.; OLIVEIRA, J.C. Efeito do tipo de armazenamento e de embalagem sobre a germinação e vigor de sementes de maracujá giberti (*Passiflora gibertii* N. E. Brown). **Revista brasileira de fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 257-259, 2000.

MELO, N.J.A.; NEGREIRO, A.M.P.; MEDEIROS, H.L.S.; SALES JÚNIOR, R. Evaluation of *Fusarium* wilt disease in passion fruit species inoculated with *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae*. **Journal of Phytopathology**, v. 168, n.2, 2020.

MELO, T.A.; NASCIMENTO, I.T.V.S.; SERRA, I.M.R.S. The *Bacillus* genus applied to the biological control of plant diseases. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, 2021

MONNERAT, R.; MONTALVÃO, S.C.L.; MARTINS, E.S.; QUEIROZ, P.R.M.; SILVA, E.Y.; GARCIA, A.R.M.; CASTRO, M.T.; ROCHA, G.T.; FERREIRA, A.D.C.L.; GOMESS, A.C.M.M. **Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 46 p.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. In: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília: Embrapa, 2019.

MORANDI, M.A.B.; JÚNIOR, T.J.P.; BETTIOL, W.; TEIXEIRA, H. Controle biológico de fungos fitopatogênicos. In: VENZON, M.; JÚNIOR, T.J.P.; BETTIOL, W.; TEIXEIRA, H. **Controle biológico de pragas, doenças e plantas invasoras**. Epamig, 2009, 124p

NGUGI, H. K.; DEDEJ, S.; DELAPLANE, K. S.; SAVELLE, A. T.; SCHERM, H. Effect of flower-applied Serenade biofungicide (*Bacillus subtilis*) on pollination-related variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, v.33, n.1, p.32-38, 2005.

OLIVEIRA, J.S.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Diversidade genética inter e intraespecífica de acessos do banco de Germoplasma de Passiflora 'Flor da Paixão'. In: FALEIRO, F.G.; OLIVEIRA, J.S.; WALTER, B.M.T. **Banco de germoplasma de Passiflora L. 'Flor da Paixão': Caracterização fenotípica, diversidade genética, fotodocumentação e herborização**. - Brasília, DF : Prolmpress, 2020.

OLIVEIRA, M. Z. A.; PRATES JÚNIOR, P.; BARBOSA, C.J.; ASSMAR, C. C. *Lasiodiplodia theobromae*: um problema para a agricultura baiana. **Revista Bahia Agrícola**, v. 9, n.2, 2013.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M. Controle biológico: Terminologia. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M. **Controle biológico no Brasil: Predadores e parasitóides**. São Paulo: Manole, 2002, 635p.

PASCHOLATI, S.F. Fisiologia do parasitismo: como os patógenos atacam as plantas. In: AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Agronomica ceres, 2011, p.545-591.

PIO-RIBEIRO, G.; MARIANO, R. L. R. Doenças do maracujazeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**. 3 ed. v.2, São Paulo: Agronômica Ceres, 1997.

- PRICE, C.L.; JOSIE, P.; WARRILOW, A.G.S.; KELLY, D.; KELLY, S. Azole fungicides – Understanding resistance mechanisms in agricultural fungal pathogens. **Pest Management Science**, v.71, n.8, p.1054-1058, 2015.
- QUANGLIANG, L.; JUN, C.; YUBIN, X.; JIANLONG, W. Crystal structure of trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl-4-chlorophenyl ether, C<sub>19</sub>H<sub>17</sub>C<sub>12</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>. Zeitschrift für Kristallographie - **New Crystal Structures**, v.229, n.3, p.233-234, 2014.
- RAAIJMAKERS, J. M.; BRUIJN, I.; NYBROE, O.; ONGENA, M. Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. **FEMS microbiology reviews**, v.34, n.6, p.1037-1062, 2010. -related variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, v.33, n.1, p.32-38, 2005.
- ROSADO, A.W.C.; CUSTÓDIO, F.A.; PINHO, D.B.; FERREIRA, A.P.S.; PEREIRA, O.L. *Cladosporium* species associated with disease symptoms on *Passiflora edulis* and other crops in Brazil, with descriptions of two new species. **Phytotaxa**, v. 409, n. 5, p.15, 2019.
- RUGGIERO, C. Situação do maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 21, p. 5-9, 2000.
- SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIRES, M. de M.; ANGEL, D. N.; SOUZA, I. V. B.; BOMFIM, M. P. **Maracujá – Práticas de Cultivo e Comercialização**. Vitória da Conquista, Ba, DFZ/UESB, 2000, 79p.
- SÃO JOSÉ, A.R. **Controle fitossanitário do maracujá**. 2015. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/control-fitossanitario-do-maracuja/>
- SCORE. **Fungicida score**. 2022. Disponível em: [https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/kgtney466/files/media/document/2022/05/06/score\\_1.pdf](https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/kgtney466/files/media/document/2022/05/06/score_1.pdf). Acesso: 05/2023
- SEBRAE. 2016. **O cultivo e o mercado do maracujá**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-maracuja,108da5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em:11/2023
- SHANTHINI, D.V.; THERADIMANI, M.; THIRUVUDAINAMBI, S.; RENUKA, R.; BEAULAH, A.; BRINDHADEVI, S.; VALLAIKUMAR, S. Compatability of Strobilurin fungicides with *Bacillus subtilis* and their efficacy against chilli *Colletotrichum truncatum*. **The Pharma Innovation Journal**, v.10, n. 4, p. 127-130, 2021.
- SHI, N.N.; RUAN, H.C.; JIE, Y.L.; CHEN, F.R. Characterization, fungicide sensitivity and efficacy of *Colletotrichum* spp. from chilli in Fujian, China. **Crop Protection**, v. 143, 2021
- SILVA, J.L.; LOPES, L.E.M.; SILVA-CABRAL, J.R.; COSTA, J.F.O.; LIMA, G.S.A.; ASSUNÇÃO, I.P. *Colletotrichum* species associated with anthracnose in passion fruit in Brazil. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, p. 1205-1224, 2022.
- SILVA, J.L.; SILVA, W.F.; LOPES, L.E.M.; SILVA, M.J.S.; SILVA-CABRAL, J.R.A.; COSTA, J.F.O.; LIMA, G.S.A.; ASSUNÇÃO, I.P. First Report of *Colletotrichum tropicale* Causing Anthracnose on *Passiflora edulis* in Brazil. **Plant disease**, v.105, n.11, p. 3761, 2021.

TALHINHAS, P.; BARONCELLI, R. *Colletotrichum* species and complexes: geographic distribution, hostrange and conservation status. **Fungal Diversity**, v. 110, p. 109–198, 2021.

TEJERA-HERNÁNDEZ, B.; ROJAS-BADÍA, M.M.; HEYDRICH-PÉREZ, M. Potencialidades do gênero *Bacillus* na promoção do crescimento vegetal e no controle de bons fitopatógenos. **Revista CENIC Ciências Biológicas**, v. 42, p.131-138, 2011. **The Aerobic Endospore Forming Bacteria**, p. 9-45, 1981.

TOZZE JÚNIOR, H. J.; FISCHER, I. H.; CÂMARA, B. M. P. S.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. First report of *Colletotrichum boninense* infecting yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) in Brazil. **Plant Disease Notes**, v. 5, p. 70–72, 2010.

VAN DER BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. **An introduction to biological control**. New York. Plenum press, 1982, 247p.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. Massachusetts: MIT Press, 1996, 224p.

VASIC, T.; VOJINOVIC, U.; ZUJOVIC, S.; VESNA KRNJAJA, V.; ZIVKOVIC, S.; MARKOVICA, J.; STEVI, M. Em vitro toxicidade de fungicidas com diferentes modos de ação para alfafungo antracnose, *Colletotrichum destructivum*. **Revista de ciência ambiental e saúde**, v. 54, n. 12, p. 964–971, 2019.

VENKATARAMANAMMA, K., REDDY, BVB, JAYALAKSHMI, RS et al. Isolamento, avaliação in vitro de *Bacillus* spp. contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* e sua atividade de promoção de crescimento. **Egito J Biol Controle de pragas**, v.32, n. 123, 2022.

VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; VIDAL, J. C. **Principais doenças do maracujazeiro na região Nordeste e seu controle**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 11 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 86).

VILLARREAL-DELGADO, M.F.; VILLA-RODRÍGUEZ, E.D.; CIRA-CHÁVEZ, L.A.; ESTRADA-ALVARADO, M.I. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. **Rev. mex. Fitopatol**, v.36, n.1, 2018.

WANG, Z.; YANG, T.; QUIN, D.M.; GONG, Y.; JI, Y. Determination and dynamics of difenoconazole residues in Chinese cabbage and soil. **Chinese Chemical Letters**, v.19, p.969-972, 2008.

YAO, A.; BOCHOW, H.; KARIMOV, S.; BOTUROV, U.; SANGINBOY, S.; SHARIPOV, A. (2006). Effect of FZB 24 *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 39, n. 1, p. 323-328, 2006.

ZHANG, L.; HUANG, X.; ZHANG, Y.; HU, H.; REN, E. First Report of Anthracnose on *Passiflora edulis* Caused by *Colletotrichum siamense* in Guangdong Province in China. **Plant disease**, v.108, n.8, p. 2258, 2022.