

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE BIOAGENTES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE E
NO EFEITO PROMOTOR DE CRESCIMENTO NA CULTURA DA
PIMENTA**

Herlon Souza dos Santos

**ANÁPOLIS-GO
2020**

HERLON SOUZA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE BIOAGENTES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE
NA CULTURA DA PIMENTA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fitopatologia

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Sousa

**ANÁPOLIS-GO
2020**

Santos, Herlon Souza dos

Avaliação de bioagentes no controle da antracnose na cultura da pimenta / Herlon Souza dos Santos. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.
29 páginas.

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Sousa

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

1. Controle biológico 2. Rizobactérias 3. *Trichoderma* sp. I. Herlon Souza dos Santos. II. Avaliação de bioagentes no controle da antracnose na cultura da pimenta.

CDU 504

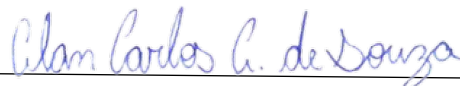
HERLON SOUZA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE BIOAGENTES NO CONTROLE DA ANTRACNOSE
NA CULTURA DA PIMENTA**

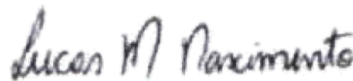
Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Fitopatologia.

Aprovada em: _____ 19/06/2020 _____

Banca examinadora



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
UniEvangélica
Presidente



Prof. Dr. Lucas Marquezan Nascimento
UniEvangélica



Prof^a. Dra. Yanuzi Mara Vargas Camilo
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a Deus que me deu forças para seguir em frente;

A minha família que me auxiliou durante todo o trajeto;

Aos meus amigos e colegas que me apoiaram durante a graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar saúde e sabedoria para trilhar essa jornada, me dando forças para continuar em frente perante as dificuldades.

Aos meus pais Elissandra Gonçalves de Souza e Rildo Ferreira dos Santos, que me auxiliaram durante toda a trajetória de graduação, que mesmo perante as dificuldades sempre fizeram o possível para me ajudar, e sempre estiveram me incentivando para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

A minha irmã Gianinni de Souza Emerique, que sempre me apoiou incondicionalmente e me ajudou sempre que necessário durante o período da graduação.

Aos meus familiares que sempre me demonstraram muito apoio me incentivando e ajudando em momentos de dificuldades, em especial a minha avó Maria dos Anjos Gonçalves de Souza, que sempre me apoiou desde o início da graduação.

Aos meus tios Aroldo Ferreira dos Santos e Siloé Portela dos Santos, que me proporcionaram um local para ficar no início do curso, servindo como a primeira base na minha trajetória de graduação.

Aos meus amigos e colegas, tanto os antigos quanto os novos obtidos nessa jornada da graduação que me apoiaram durante esse período cada um do seu jeito, proporcionando diversos momentos divertidos nessa jornada.

Ao meu orientador Dr. Alan Carlos Alves de Souza, que me orientou de forma brilhante, estando sempre disponível para me auxiliar com o trabalho fornecendo ótimos conselhos e orientações.

A instituição de ensino Centro Universitário de Anápolis - UniEvangélica e a direção e coordenação do curso de Agronomia, que junto ao seu competente corpo docente contribuíram para a minha formação não só acadêmica e profissional, mas também a formação como ser humano.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento”.

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. A CULTURA DA PIMENTA	10
2.2. IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA	11
2.3. ANTRACNOSE.....	12
2.4. CONTROLE BIOLÓGICO	13
2.4.1. Rizobactérias promotoras de crescimento	14
2.4.2. Fungos do gênero <i>Trichoderma</i>	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

RESUMO

As pimentas e pimentões são pertencentes ao gênero *Capsicum*, e são uma das especiarias mais consumidas no mundo em função do aroma e sabor que conferem aos alimentos. Nos últimos anos a demanda por esses produtos vem aumentando, tornando-se um importante segmento na atividade agrícola. Um dos desafios para o cultivo das pimentas do gênero *Capsicum* é a incidência de doenças fitopatogênicas, entre elas destaca-se a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, que ataca toda a planta causando danos inclusive nos frutos, que são os produtos comerciáveis, proporcionando danos diretos e prejuízos econômicos. O controle biológico vem sendo amplamente estudado como uma alternativa na redução ou substituição da utilização dos químicos no controle dos fitopatógenos, e as interações entre os microrganismos que apresentam relações antagônicas a agentes patogênicos são vistas no ambiente científico como um excelente método de biocontrole. Diante da necessidade de se obter mais informações sobre meios de controle alternativos aos químicos, com viabilidade econômica e que sejam ambientalmente seguros, esta pesquisa teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico de trabalhos na literatura que avaliam a eficiência de rizobactérias promotoras de crescimento e fungos do gênero *Trichoderma* no controle da antracnose e seu efeito promotor de crescimento na cultura da pimenta. As ferramentas de pesquisa adotadas se deram por meio de sites de busca online como: Google Acadêmico e demais sites disponíveis para o acesso à rede; Banco de Teses da CAPES; Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária EMBRAPA (BDPA) e plataforma de pesquisa SciELO.ORG, no qual foram pesquisados artigos científicos, normativas técnicas, periódicos agrônômicos, dissertações e teses relacionados ao tema estudado, sendo selecionados predominantemente trabalhos com menos de vinte anos para elaboração do referencial teórico e trabalhos com menos de cinco anos para resultados e discussão. Conclui-se que diversos isolados do gênero *Trichoderma* mostraram-se eficientes na inibição do desenvolvimento do *Colletotrichum gloeosporioides* que é o principal agente etiológico da antracnose em pimentas do gênero *Capsicum*, assim como isolado de *Bacillus amyloliquefaciens*. Verificou-se também que há uma escassez de trabalhos voltada para essa área específica de estudo relacionada a cultura da pimenta.

Palavras-chave: Controle biológico, Rizobactérias, *Trichoderma* sp.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* é um gênero botânico da família das solanáceas que compreende as pimentas e pimentões, sendo uma das especiarias mais consumidas no mundo em função do sabor, aroma e pungência que conferem aos alimentos. O gênero apresenta mais de 30 espécies das quais as cinco seguintes são cultivadas: *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz e Pav., sendo as demais espécies pertencentes ao gênero consideradas selvagens (ISLAM et al., 2015). A pungência presente nos frutos é conferida pelos capsaicinóides, que apresentam propriedades medicinais comprovadas, agindo como cicatrizantes naturais, antioxidantes, auxiliam no controle do colesterol e ajudam a prevenir hemorragias (MOREIRA et al., 2010).

O mercado da pimenta tem se tornado um importante segmento da atividade agrícola no Brasil, devido ao aumento da demanda do mercado consumidor (PEREIRA et al., 2015). Sua comercialização abrange os frutos para consumo *in natura* ou conservas caseiras preparadas de forma artesanal, ou servirem como matéria-prima para segmentos da indústria alimentícia com a produção de molhos líquidos ou a desidratação dos frutos para serem comercializadas em flocos, como a pimenta calabresa e a páprica, além serem utilizados como matéria-prima no segmento das indústrias cosmética e farmacêutica (SIGNORINI et al., 2013).

Assim como qualquer cultura, o cultivo das pimentas do gênero *Capsicum* estão sujeitas a uma gama de agentes patogênicos, dentre eles destaca-se a antracnose, uma doença causada por fungos do gênero *Colletotrichum*. A doença afeta toda a parte aérea da planta demonstrando maior severidade nos frutos, além de ocasionar a redução da produção há a depreciação no valor comercial, o que reduz drasticamente o tempo de armazenagem do produto. Os períodos chuvosos contribuem para uma maior incidência da doença em função do aumento da temperatura e umidade relativa do ar, que associada a capacidade desses patógenos de sobreviverem em restos culturais de diversas culturas, o torna um agente de difícil controle, representando uma ameaça no cultivo das pimentas, podendo ocasionar a redução de produtividade em cerca de 50% (HANADA et al., 2011).

O controle biológico vem sendo amplamente estudado como uma alternativa na redução ou substituição da utilização dos químicos no controle dos fitopatógenos, as interações entre os microrganismos que apresentam relações antagônicas a agentes patogênicos são vistas no ambiente científico como um excelente método de biocontrole, sendo considerada uma medida inteligente e eficaz (LANNA FILHO, 2010). Diversos estudos ao longo do tempo foram

realizados afim de identificarem bioagentes com potencial uso no controle biológico, as rizobactérias promotoras de crescimento (PGPR) obtiveram destaque pela capacidade de suprimir fitopatógenos pela produção de metabólitos inibitórios ou por indução de resistência natural na planta (HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ et al., 2006).

A utilização de rizobactérias dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* apresentam efeito inibitório a antracnose na cultura do milho, apresentando potencial de uso em programas de controle biológico (PINHEIRO et al., 2016). Outro bioagente com alto potencial de controle biológico são os fungos do gênero *Trichoderma*, que são capazes de promover o crescimento das plantas e o controle de diversos microrganismos por meio de ações antagônicas (SILVA, 2010). Modena et al. (2013), conclui em sua pesquisa que a utilização de fungos do gênero *Trichoderma* durante o ciclo produtivo reduziu a incidência de antracnose nos frutos de pimentões amarelo.

Segundo dados do Ministério da Saúde (2018), entre 2007 e 2014 houve incremento da taxa de comercialização de produtos fitossanitários químicos de 7,84 kg ha⁻¹ para 16,87 kg ha⁻¹, e seguindo esse crescimento, elevou-se a quantidade de notificações de intoxicação provenientes de defensivos no país, saltando de 270 mil habitantes em 2007 para 627 mil habitantes em 2014. Diante dos prejuízos que os fitopatógenos do gênero *Colletotrichum* podem causar no cultivo das pimentas do gênero *Capsicum*, e da necessidade de se obter meios de controle alternativos aos químicos, com viabilidade econômica e ambientalmente seguros, esse trabalho teve por objetivo realizar um levantamento bibliográfico na literatura de trabalhos que avaliam a eficiência de rizobactérias promotoras de crescimento e fungos do gênero *Trichoderma* no controle da antracnose e seu efeito promotor de crescimento na cultura da pimenta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DA PIMENTA

As pimentas e pimentões são plantas dicotiledôneas pertencentes ao gênero *Capsicum* da família *Solanaceae* (BARKLEY, 1996). Segundo dados revisados por Silva (2017), o gênero *Capsicum* tem origem nas Antilhas e Américas do Sul e Central, e disseminou-se para Europa, África e Ásia após a expansão marítima, apresentando alta adaptabilidade em diversas regiões do mundo.

As espécies domesticadas desse gênero são arbustivas, apresentando caule semilenhoso podendo ultrapassar um metro de comprimento com ramificações laterais amplas, apresentam sistema radicular pivotante e flores hermafroditas que realizam autofecundação, sendo caracterizadas como plantas autógamas. Conforme a região de cultivo, o ciclo de vida varia, podendo ser perene ou anual. As folhas também são diferenciadas devido à variação nos formatos, tamanhos e cores (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008). Na comercialização algumas características nos frutos são levadas em consideração, como o teor de carotenoides que é responsável pela pigmentação, e o teor de capsaicinóides que são compostos presentes no fruto conferindo-lhe a pungência (MATTOS et al., 2007).

As pimenteiras do gênero *Capsicum* apresentam frutos com alta variabilidade genética em termos de coloração, tamanho, formato, composição química e grau de pungência, eles iniciam o desenvolvimento com a coloração verde e quando completamente maduros, apresentam colorações que vão desde o amarelo até o vermelho intenso, possuindo tamanho e peso bastante variáveis (CARVALHO et al., 2014). A alta variabilidade quanto as características físico-químicas e morfológicas entre as espécies do gênero, motivaram a criação de agrupamentos das espécies em três complexos sendo separados em: 1. *C. annuum*, que inclui as espécies *C. annuum*, *C. frutescens* e *C. chinense*; 2. *C. baccatum*, formado apenas pela espécie *C. baccatum* var. *pendulum*; 3. *C. pubescens*, também constituído de somente uma espécie, *C. pubescens* (BOSLAND et al., 2012).

As pimentas são uma das especiarias mais consumidas no mundo, são conhecidos pelo seu aroma, sabor e pungência. A sensação de queimação, que é sentida após consumir os frutos, ocorre devido à presença de um grupo de alcalóides lipofílicos, conhecidos como capsaicinóides, no qual a maior concentração desses compostos confere uma maior sensação de queimação. Os capsaicinóides são sintetizados na placenta dos frutos por condensação de derivados do aminoácido fenilalanina, presumivelmente via fenilpropanóide com porções

longas de ácidos graxos (ISLAM et al., 2015). A capsaicina e a dihidrocapsaicina são os capsaicinoides mais abundantes nas pimentas. Estima-se que estas duas substâncias representem de 80 a 90% dos capsaicinoides encontrados nas pimentas (SILVA, 2017).

2.2. IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA

As pimentas são cultivadas em praticamente todas as regiões brasileiras, sendo os Estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul, Bahia e Sergipe, os maiores produtores. Estima-se que, anualmente, a área cultivada com pimentas no Brasil seja de cinco mil hectares, permitindo uma produção de 75 mil t, com produtividade média de 15 t.ha⁻¹. Entretanto, a produtividade das pimentas do gênero *Capsicum* é bastante variável, principalmente em razão do tipo ou da variedade de pimenta cultivada, do nível tecnológico adotado pelo produtor, bem como da região e do período de cultivo, podendo variar de 10 a 45 t ha⁻¹ (MOURA et al., 2013).

O cultivo da pimenta desempenha um importante papel socioeconômico na sociedade, sendo um dos melhores exemplos de integração da agricultura familiar com o segmento agroindustrial (CARVALHO et al., 2014). No Brasil, a produção de pimenta é realizada basicamente pelo pequeno produtor rural e a agricultura familiar. O crescimento do mercado consumidor levou a um rápido aumento da demanda pelo produto, tornando essa hortaliça um importante segmento agrícola no Brasil, apresentando importância econômica, devido a sua rentabilidade para o produtor, e social em função da renda gerada aos moradores da região, decorrente da mão de obra empregada no manejo, principalmente durante a colheita, que é realizada manualmente (MOURA et al., 2010).

O mercado para a pimenta é bastante variado, seus frutos podem ser comercializados para consumo *in natura* e em conservas caseiras, fabricadas de forma artesanal, ou podem servir como matéria-prima para indústria alimentícia, no qual podem ser processados e comercializados em molhos líquidos, ou também serem desidratados e comercializados inteiros ou em flocos como a páprica (SIGNORINI et al., 2013). Embora as pimentas do gênero *Capsicum* possuam importância econômica, boa parte da produção é comercializada em mercados regionais e locais, que acabam não entrando nas estatísticas de mercado, tornando escassos e imprecisos os dados sobre sua produção e comercialização no Brasil, dificultando a real compreensão da importância dessa cultura no país (DOMENICO et al., 2010).

2.3. ANTRACNOSE

A antracnose é uma doença causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, e nas pimentas e pimentões são relatadas cinco espécies desse gênero como agentes causais da doença, sendo elas: *C. gloeosporioides*, *C. capsici*, *C. acutatum*, *C. dematium* e *C. coccodes*. No Brasil o agente causal de maior incidência é o *C. gloeosporioides*, sendo as demais espécies pouco relatadas (MENDES et al., 1998). A antracnose é considerada uma doença de grande importância na cultura das pimentas, por afetar toda a planta e atingir diretamente os frutos, depreciando-os e reduzindo o seu valor comercial (GASPAROTTO et al., 2014).

O gênero *Colletotrichum* é considerado um dos principais patógenos mundiais, são agentes fitopatogênicos saprófitos, que ocorrem em diversas espécies de hospedeiros, desde culturas agrícolas de importância econômica a plantas silvestres. Além de atacar praticamente todas as espécies de pimentas, o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* também causa antracnose em pré ou pós-colheita em vários outros frutos, como morango, manga, caju, banana, goiaba, maçã, e outras mais (AZEVEDO et al., 2006). O fungo sobrevive nos restos da cultura em campo, em plantas voluntárias, em outras espécies de solanáceas e no solo (GASPAROTTO et al., 2014), sendo, portanto, uma doença de difícil controle nas áreas infectadas.

A antracnose pode atingir todos os estágios de desenvolvimentos da planta, podendo ser transmitida desde as sementes, até os frutos após a colheita (AZEVEDO et al., 2006). Os sintomas da doença são tipicamente lesões escuras nos frutos, que se iniciam pequenas, com coloração marrom de tom mais escuro, apresentando formato circular e depressão no tecido. Com o tempo progridem, tornando o centro das lesões com coloração de cinza a negro, formando círculos concêntricos onde são observados os acérvulos, estrutura essa que constitui uma massa rosácea e alaranjada, formada pelos esporos do fungo (GASPAROTTO et al., 2014). Os esporos da espécie *C. gloeosporioides* são conídios que conforme descrição de Pernezny et al. (2003) são hialinos, cilíndricos e mede entre 11,1-18,5 x 2,7-5 µm.

As condições ideais para infecção do fungo ocorrem com temperaturas entre 20°C a 24°C, sob altas taxas de umidade relativa do ar e períodos chuvosos, devido a necessidade de água livre na superfície da planta para germinação dos conídios. Após infecção, os esporos produzidos juntos a uma mucilagem solúvel em água nas lesões, são lavados pela água proveniente das chuvas ou irrigação, sendo disseminados na lavoura para repetir o ciclo de infecção (AZEVEDO et al., 2006). A disseminação a longa distância ocorre geralmente por meio da utilização de sementes infectadas (GASPAROTTO et al., 2014).

A utilização do controle cultural é apontada como uma relevante forma de controle, onde práticas como efetuar plantios adotando espaçamentos menos adensados durante a época favorável a doença, visando permitir ventilação adequada entre as plantas; o manejo adequado de irrigação, optando-se preferencialmente por gotejamento; a destruição imediata de restos culturais após colheita; e a adoção de rotação de culturas utilizando gramíneas, reduzem drasticamente as chances do aparecimento da doença, sendo medidas preventivas que minimizam os custos e otimizam a produção (COSTA; HENZ, 2007).

A doença é de difícil controle quando identificada somente na fase de produção de frutos sob condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do fungo, nesses casos, o controle realizado geralmente se dá por meio de controle químico através de fungicidas registrados, tais como produtos à base de clorotalonil, mancozeb, azoxistrobina e cobre, entretanto, nem sempre são eficientes para evitar as epidemias (AZEVEDO et al., 2006).

2.4. CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico é um fenômeno natural, onde ocorre a regulação do número de organismos vivos por inimigos naturais, denominados agentes bióticos de mortalidade, onde uma população é regulada por outra população, com efeitos na regulamentação do crescimento populacional, mantendo o equilíbrio da natureza. Do ponto de vista agrícola, o controle biológico pode ocorrer por meio do controle biológico natural, envolvendo fatores biótico e abióticos combinados no meio ambiente para manter as densidades populacionais equilibradas, e por meio do controle biológico aplicado, no qual ocorre a interferência do homem ao manipular e incrementar as ações antagônicas que ocorrem entre os seres vivos no ambiente (BUENO et al., 2015).

Os agentes de controle biológico e indutores de resistência são alternativas ao uso de produtos químicos no controle de doenças. Com o avanço da agricultura, a utilização de produtos químicos tornou-se cada vez mais frequentes, elevando os danos ao meio ambiente (PERAZZOLLI et al., 2008). Dados do Ministério da saúde (2018), apontam que houve incremento de 215% na comercialização de produtos químicos fitossanitários entre 2004 e 2014, seguidos de acréscimos de 232% nos casos de intoxicação provenientes de defensivos agrícola no país durante o mesmo período, demonstrando a necessidade da utilização de alternativas mais seguras para o manejo de doenças nas lavouras.

2.4.1. Rizobactérias promotoras de crescimento

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) são bactérias que vivem na rizosfera do solo, que colonizam as raízes de plantas, promovendo incremento no seu desenvolvimento, e induzem a resistência a patógenos por meio de diversos mecanismos específicos (KOKALIS-BURELLE et al., 2006).

Como bioprotetoras, as PGPR atuam acionando genes codificadores de compostos de defesa, responsáveis pela produção de antibióticos e substância com ação antifúngica, por meio moléculas constituintes das células bacterianas por elas sintetizadas, induzindo a resistência sistêmica (VAN LOON et al., 1998).

Silva et al. (2008), relatam que os gêneros de bactérias antagonistas de maior prevalência são as *Pseudomonas* (*P. putida* e *P. fluorescens*), *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp. e representantes da família Enterobacteriaceae, apresentando grande potencial para utilização em programas de controle biológico.

2.4.2. Fungos do gênero *Trichoderma*

Os fungos do gênero *Trichoderma* são classificados como pertencentes a classe Sordariomycetes, ordem Hypocreales e família Hypocreaceae, sendo considerados fungos muito eficazes no controle de diversos fitopatógenos (ANVISA, 2011). São fortes competidores da rizosfera, atuando como organismos oportunistas e simbioses de plantas (KUMAR et al., 2012). Apresentam uma diversidade de mecanismos de antagonismo como, antibiose pela produção de metabólitos voláteis e não voláteis, parasitismo direto sobre o patógeno, indução de resistência e competição por espaço e nutrientes devido à alta taxa de crescimento e habilidade em colonizar tecidos e matéria orgânica (CAMPOROTA, 1985).

A eficácia do *Trichoderma* spp. é confirmada em diversos estudos. Modena et al. (2013) concluíram em sua pesquisa que a utilização de fungos do gênero *Trichoderma* durante o ciclo produtivo reduziu a incidência de antracnose nos frutos de pimentões amarelo. Pedro et al. (2012) relatam que isolados de *Trichoderma* spp. podem promover o crescimento e reduzir a severidade da antracnose em plantas de feijão Pérola, em condições de casa de vegetação, comprovando a eficácia desse bioagente no controle de diversas doenças em várias culturas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Lakatos; Marconi (2010), a revisão bibliográfica possui como finalidade obter uma fundamentação precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre determinado tema, sobre suas lacunas e sobre a contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento. Assim, o presente trabalho foi realizado através de pesquisa bibliográfica, considerando a importância do tema para o desenvolvimento da produção de pimenta no país, objetivando verificar, do ponto de vista de vários autores, o efeito de bioagentes no controle da antracnose e sua promoção de crescimento na cultura das pimentas.

Devido à escassez de materiais na literatura abordando a utilização de bioagentes para controle de antracnose e promoção de crescimento na cultura da pimenta, foram coletados para a presente pesquisa artigos científicos, normativas técnicas, dissertações e teses, abordando o tema estudado e alguns segmentos isolados, sendo predominantemente utilizados trabalhos com menos de 20 anos para elaboração do referencial teórico e de menos de cinco anos para resultados e discussão. As ferramentas de pesquisa adotadas se deram por meio de sites de busca online como: Google Acadêmico - <<https://scholar.google.com.br/>> - e demais sites disponíveis para o acesso à rede; Banco de Teses da CAPES; Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária EMBRAPA (BDPA) e Plataforma de pesquisa SciELO.ORG.

Os trabalhos pesquisados sobre o tema abordado foram citados e discutidos em diversos trabalhos científicos, demonstrando a confiabilidade dos dados e conclusões apresentadas por parte da comunidade científica. Sendo, portanto, utilizados como material para discussão dos resultados no presente trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao pesquisar na literatura, verifica-se que não há trabalhos voltado ao tema em específico, sendo necessário a adaptação de alguns estudos de segmentos isolados referente ao tema, para a complementação da pesquisa. Dessa forma foram utilizados diversos trabalhos que abordam assuntos referente ao tema de pesquisa, conforme dispostos na tabela 1.

Tabela 1- Avaliação do controle biológico da antracnose em diferentes trabalhos científicos publicados.

	Trabalhos	Autor
(i)	Potencial antifúngico de extratos brutos de <i>Trichoderma</i> spp.	Marques et al., 2018.
(ii)	Biocontrole de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> por isolados de <i>Trichoderma</i> .	Alves et al., 2018.
(iii)	Manejo do pimentão amarelo através da utilização de controle alternativo e biológico.	Modena et al., 2013.
(iv)	Isolation and Biocontrol Potential of <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> Y1 against Fungal Plant Pathogens	Jamal et al., 2015.

Marques et al. (2018) avaliou em sua pesquisa o potencial antifúngico de extratos brutos de *Trichoderma* spp. testando o potencial antifúngico de oito isolados provenientes da coleção de fungos para o controle de patógenos e plantas daninhas da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), já caracterizados e identificados em estudos anteriores por meio de sequenciamento das regiões ITS1 / 2 do DNA ribossômico (rDNA) conforme dispostos na tabela 2.

Em seu trabalho, Marques et al. (2018) confrontou três placas de ágar micelial de seis patógenos, com o extrato bruto dos agentes antagônicos, sendo o controle inoculado apenas com meio batata-Dextrose-ágar (PDA) e água destilada estéril, avaliando o crescimento micelial radial dos patógenos por medições do diâmetro das colônias em milímetros, que foram utilizados para determinar o índice de inibição do crescimento micelial, os dados foram submetidos convertidos em $\sqrt{x + 1}$ e utilizados na análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey, com nível de 5% de probabilidade de significância, conforme tabela 3.

Tabela 2- Descrição dos agentes de biocontrole e respectivas plantas de origem utilizados neste estudo.

Código de coleção	Origem dos isolados	Fungos
CEN1242	Milho (<i>Zea mays</i> L.)	<i>T. harzianum</i>
CEN1245	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	<i>T. brevicompactum</i>
CEN1251	Milho (<i>Z. mays</i>)	<i>T. harzianum</i>
CEN1255	Tomate (<i>S. lycopersicum</i>)	<i>T. harzianum</i>
CEN1256	Tomate (<i>S. lycopersicum</i>)	<i>T. harzianum</i>
CEN1258	Mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	<i>T. spirale</i>
CEN1270	Mandioca (<i>M. esculenta</i>)	<i>T. spirale</i>
CEN1274	Couve (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Acephala</i>)	<i>T. brevicompactum</i>

Fonte: MARQUES et al., 2018.

Tabela 3- Índice de inibição do crescimento micelial (IMG%) de fungos patogênicos de plantas após serem confrontados com filtrados de culturas de isolados de *Trichoderma*.

Código de coleção	Fungos patogênicos de plantas					
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Cylindrocladium</i> sp.
CEN1242	9,7 a *	1.0 b	1,0 d	1.0 c	2.4 e	5,7 b
CEN1245	9.2 a	8.2 a	6,8 bc	9,5 a	10,2 a	5,7 b
CEN1251	8,9 a	1.0 b	1,0 d	5.0 b	2.4 e	5.0 b
CEN1270	8,9 a	1.0 b	5.1 c	5,6 b	5,5 c	5,3 b
CEN1255	9,4 a	1.0 b	1,0 d	1.0 c	1.0 f	11,0 a
CEN1256	9,5 a	1.0 b	1,0 d	1.0 c	5.2 cd	5,4 b
CEN1258	8,9 a	1.0 b	8,7 ab	1.0 c	4,3 d	5,7 b
CEN1274	9.1 a	7,7 a	9.2 a	5,7 b	9,1 b	5,9 b
CV% **	5.2.	6.5	17,3	11,5	6.5	4.6

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P <0,05).

** CV: coeficiente de variação.

Fonte: MARQUES et al., 2018.

Conforme os resultados apresentados, verificou-se que os extratos de *T. spirale* (CEN1258) e *T. brevicompactum* (CEN1274) mostraram-se com maior capacidade de inibir o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* em teste *in vitro*, não se diferindo estatisticamente entre si, entretanto mostrou que que nem todos agentes possuem capacidades

antagônicas satisfatórias entre o gênero *Trichoderma*, onde o alto coeficiente de variação e a presença de vários tratamentos com baixo índice de inibição do crescimento micelial demonstra que há a necessidade de estudos que determinem corretamente quais espécie e isolados possuem real capacidade antagonista, visto que nem todos apresentaram resultados satisfatórios.

A capacidade antagônica de bioagentes do gênero *Trichoderma* inibir o desenvolvimento de *C. gloeosporioides* também foram comprovadas em estudo realizados por Alves et al. (2018), onde avaliou a capacidade antagônica de isolados de *Trichoderma* spp., sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro. Em seu trabalho Alves et al. (2018) avaliam nove isolados de *Trichoderma* spp. por meio do pareamento de culturas (confronto direto) descrita por Dennis e Webster (1971), onde discos de 10 mm de diâmetro, contendo micélios do patógeno e antagonista são depositados em lados opostos em placas de Petri em meio BDA, a uma distância de 0,5 cm da borda, sendo incubadas em câmara de crescimento tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), a 27 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Os tratamentos foram compostos, pelo pareamento individual dos nove isolados de *Trichoderma* spp. e um tratamento controle apenas com a presença do patógeno, constituindo dez tratamentos (Tabela 4) com quinze repetições, em um delineamento inteiramente casualizado.

Tabela 4. Relação dos tratamentos adotados através do pareamento de culturas entre *C. gloeosporioides* x isolados de *Trichoderma* spp.

Tratamentos	Pareamento de culturas
T1	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 123
T2	<i>C. gloeosporioides</i> x PC 07
T3	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 109
T4	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 133
T5	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 115
T6	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 105
T7	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 103
T8	<i>C. gloeosporioides</i> x TC120
T9	<i>C. gloeosporioides</i> x TC 113
T10	<i>C. gloeosporioides</i> (controle)

Fonte: ALVES et al., 2018.

As avaliações foram realizadas através de medições diárias do diâmetro das colônias do fitopatógeno, com auxílio de uma régua milimetrada. Foram adotados como parâmetros avaliativos, o crescimento médio micelial (CMM), obtido das medidas diárias do crescimento em diâmetro (mm) da colônia do patógeno; índice de velocidade do crescimento micelial (IVCM), obtido a partir das médias dos valores diários de crescimento micelial de cada tratamento e a Porcentagem de Inibição do Crescimento Micelial (PIC).

Os resultados obtidos por Alves et al. (2018), assemelham-se aos obtidos por Marques et al. (2018), quanto a capacidade de isolados do gênero *Trichoderma* inibir o desenvolvimento micelial de *C. gloeosporioides* em teste *in vitro*. Todos os tratamentos utilizando isolados de *Trichoderma* spp. apresentaram diferença estatística do tratamento controle (Tabela 5), com destaque aos isolados TC123; PC 07; TC109; TC133 e TC 115 que apresentaram crescimento médio micelial de 13,07; 13,25; 13,53; 14,33 e 14,47 mm, não se diferenciando estatisticamente entre si, mas diferenciando-se do tratamento controle que apresentou o maior crescimento médio micelial com 47,14 mm.

Tabela 5. Crescimento médio micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* na presença de isolados de isolados de *Trichoderma* spp. e índice de velocidade de crescimento micelial.

Tratamentos	Crescimento Micelial (mm)	IVCM
T1- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 123	⁽¹⁾ 13,07 a	4,68 a
T2- <i>C. gloeosporioides</i> x PC 07	13,25 ab	4,97 b
T3- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 109	13,53 ab	5,21 cd
T4- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 133	14,33 abc	5,28 c
T5- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 115	14,47 abcd	5,61 def
T6- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 105	14,73 bcd	5,22 cd
T7- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 103	15,60 cd	5,86 de
T8- <i>C. gloeosporioides</i> x TC120	15,90 cd	5,57def
T9- <i>C. gloeosporioides</i> x TC 113	19,27 e	6,60 ef
T10- <i>C. gloeosporioides</i> (controle)	47,14 f	12,16 f
C.V%	3,87	4,41

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

⁽¹⁾ Diâmetro médio da colônia de *Colletotrichum gloeosporioides*. (mm).

Fonte: ALVES et al., 2018.

Alves et al. (2018) ainda constataram que o isolado TC 123 mostrou-se mais eficiente na redução do índice de velocidade do crescimento micelial, diferindo-se estatisticamente de todos os outros tratamentos, Além de apresentar maior percentual de inibição do crescimento micelial juntamente com os isolados PC 07 e TC 109, não diferindo-se entre si, e apresentando percentual de inibição do crescimento micelial de 72,61; 72,22 e 71,63%, respectivamente, (Figura 1), enquanto que o tratamento controle apresentou 1,17% diferindo-se de todos os outros tratamentos com isolados do bioagente.

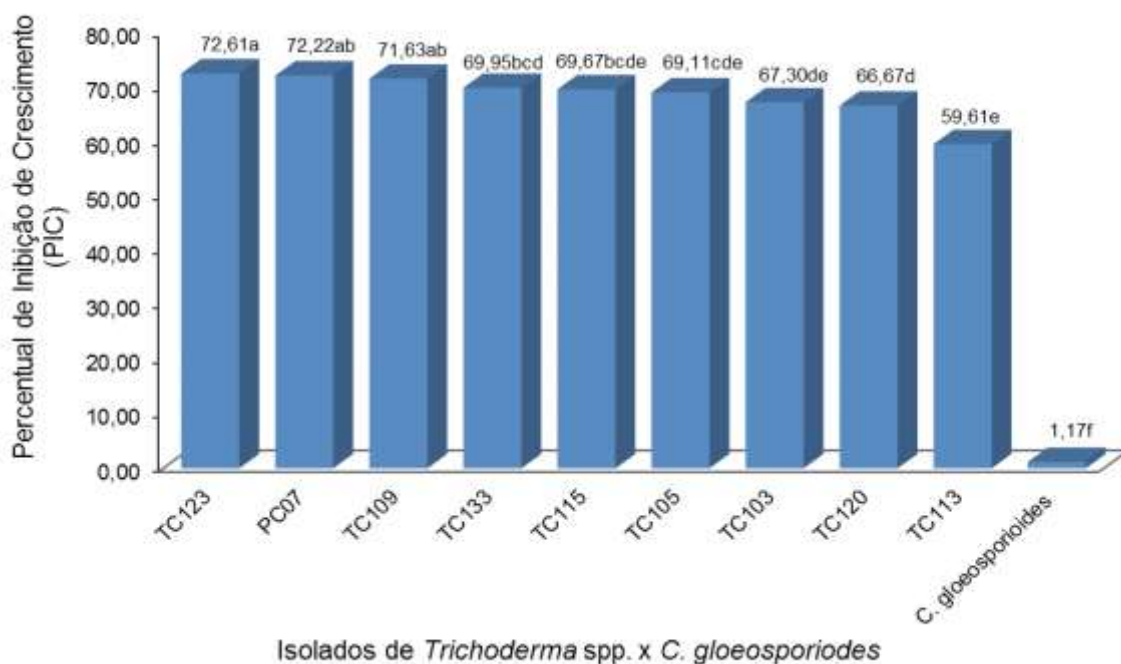


Figura 1. Percentual de inibição de crescimento atribuído ao cultivo pareado de *Colletotrichum gloeosporioides* com diferentes isolados de *Trichoderma* spp.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: ALVES et al., 2018.

A elucidação dos mecanismos de proteção que a utilização de *Trichoderma* spp. proporciona as plantas contra os fitopatógenos, é tema de vários estudos na comunidade científica. Brotman et al. (2010), atribui a capacidade de proteção de plantas por isolados de *Trichoderma* spp. pela colonização da epiderme e das células do córtex de raízes que, conseqüentemente, ativam vias de sinalização, o que desencadeia respostas de defesa induzindo resistência as plantas.

O efeito inibitório causado por bioagentes do gênero *Trichoderma* também é observado em estudos realizados por outros autores, Martins et al. (2005) também constataram a eficiência de isolados de *Trichoderma* spp. em teste *in vitro*, onde observou-se diferença significativa entre os tratamentos, destacando-se os isolados CEN219, CEN162 e CEN201, os quais proporcionaram valores médios de redução de crescimento das colônias de *C. gloeosporioides* de 81,5, 81,2 e 78,3%, respectivamente, atribuindo a capacidade de inibição do patógeno pelo efeito de metabólitos tóxicos.

A capacidade de inibição *in vitro* de *C. gloeosporioides* por isolados de *Trichoderma* spp. é corroborado por vários autores em diversos estudos, entretanto, poucos estudos foram realizados visando verificar essa capacidade antagonista na cultura das pimentas do gênero *Capsicum*. Em um dos poucos trabalhos encontrados na literatura Modena et al. (2013), executaram um experimento visando obter meios de controles de patógenos alternativos no pimentão amarelo (*Capsicum annum* L.) através da utilização de controle biológico com *Trichoderma viride* e *Bacillus subtilis* (biofungicida SERENADE®), além de controle alternativo com calda bordalesa.

O ensaio foi realizado em blocos casualizado com seis tratamentos e cinco repetições, sendo cada parcela constituída por dez plantas, no qual as oito plantas centrais consideradas como área útil e as demais como bordadura. Os tratamentos foram relacionados conforme a tabela 6, realizado-se o tratamento de sementes e pulverizações conforme estabelecido.

Tabela 6. Relação: Doses mL/mL ou mL/L X Tratamentos desenvolvidos nas sementes, nas covas ou nas plantas a campo na Safra 2012/2013.

Tratamento de Sementes	Doses (mL /100 mL)*	Tratamento na cova	Doses (mL / 20L)	Tratamentos das plantas a campo**	Doses (mL / 20L)
<i>T. viride</i>	80	<i>T. viride</i>	100	Serenade ¹ e Bordalesa	60 e 200
<i>T. viride</i>	80	<i>T. viride</i>	100	<i>T. viride</i> e Bordalesa	100 e 200
<i>B. subtilis</i>	90	<i>B. subtilis</i>	60	Serenade ¹ e Bordalesa	60 e 200
<i>B. subtilis</i>	90	<i>B. subtilis</i>	60	<i>T. viride</i> e Bordalesa	100 e 200
Testemunha	-	Testemunha	-	Serenade ¹ e Bordalesa	60 e 200
Testemunha	-	Testemunha	-	<i>T. viride</i> e Bordalesa	100 e 200

*nos tratamentos com *T. viride* as doses realizadas foram de 10⁸ con./mL e nos tratamentos com *B. subtilis* as doses realizadas foram de 10⁹ con./mL.

**os tratamentos foram intercalados a cada semana de aplicação. ¹Serenade Biofungicida comercial a base de *B. subtilis*.

Fonte: MODENA et al., 2013.

Os resultados obtidos nesse estudo demonstram que a aplicação foliar da associação de *Trichoderma viride* com a calda bordalesa quando submetidos a um tratamento de sementes com ambos bioagentes, apresentaram menor incidência de antracnose na cultura do pimentão amarelo diferindo-se estatisticamente dos outros tratamentos, conforme disposto na tabela 7 adaptada de Modena et al. (2013). A mesma associação não se mostrou tão efetiva no tratamento em que não houve tratamento de sementes, demonstrando que a inoculação de um bioagente no tratamento de sementes pode ser um fator condicionante para favorecer o efeito inibitório da associação *Trichoderma viride* com a calda bordalesa sobre a antracnose.

Tabela 7. Incidência da antracnose em frutos de *Capsicum annuum* nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Antracnose (%)
T1- SERENADE® + calda bordalesa ¹	73,05 b
T2- <i>Trichoderma viride</i> + calda bordalesa ¹	14,15 c
T3- SERENADE® + calda bordalesa ²	79,72 ab
T4- <i>Trichoderma viride</i> + calda bordalesa ²	12,77 c
T5- SERENADE® + calda bordalesa *	86,99 a
T6- <i>Trichoderma viride</i> + calda bordalesa *	76,19 ab
C.V%	11,78

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹semente tratada com *Trichoderma viride*; ²semente tratada com *Bacillus subtilis*; *testemunha (sementes sem tratamento).

Fonte: MODENA et al., 2013.

Modena et al. (2013), concluiu que T2 e T4 que corresponde ao uso de *Trichoderma viride* e Calda Bordalesa durante o ciclo produtivo, se demonstrou um eficiente agente de controle biológico pode ter ação preventiva e curativa no controle de *C. gloeosporioides* na cultura do pimentão amarelo. Existem vários relatos na literatura de diversas substâncias de origem biológica, as quais atuam como indutores de resistência. Alfano et al. (2007) mostrou que indução de resistência é um benefício que pode ser conseguido em plantas de tomate quando inoculadas com *T. hamatum*. Esses autores relataram mudanças sistêmicas induzidas nas plantas como a expressão gênica e formação de proteínas relacionadas à patogenicidade, conferindo-lhe resistência a doenças e ao estresse ambiental, além de melhoria na qualidade nutricional.

As rizobactérias promotoras de crescimento também se demonstram como agentes eficientes de biocontrole. Em especial o gênero *Bacillus* destaca-se por apresentar diversos mecanismos antagônicos. Jamal et al. (2015) testaram a atividade antagonista de extrato bruto de isolado de *B. amyloliquefaciens* Y1 sobre diversos fungos patogênicos, medindo-se a zona de inibição da colônia patogênica em placa PDA, em função da adição do extrato bruto do bioagente nas concentrações de 1 mg, 2 mg e 4 mg. Foi verificado uma moderada atividade antifúngica do isolado de *B. amyloliquefaciens* Y1 sobre o isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* KACC 4003, constatou-se uma zona de inibição de 11 mm.

Tabela 8. Atividade antifúngica de *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 contra patógenos fúngicos.

Patógeno	Zona de inibição (mm)	Capacidade antifúngica
<i>Rhizoctonia solani</i> KACC 40111	15	++++
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 4003	11	+++
<i>Phytophthora capsici</i> KACC 40483	9	++
<i>Fusarium oxysporum</i> KACC 40032	6	++
<i>Botrytis cinerea</i> KACC 40854	18	++++

Atividade antifúngica (zona de inibição): - nenhuma zona de inibição; + (muito fraco), 0-5 mm; ++ (fraco), > 5-10 mm; +++ (moderado), > 10-15 mm; ++++ (forte), > 15-20 mm; +++++ (muito forte), > 20 mm como a distância entre o patógeno fúngico.

Fonte: JAMAL et al., 2015.

Jamal et al. (2015) ainda avaliaram a efetividade de filtrados de *B. amyloliquefaciens* Y1 nas concentrações de 0%, 10%, 30% e 50% sobre o desenvolvimento de fungos patogênicos, por meio do confronto do filtrado com discos micelial de *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* e *Botrytis cinerea* incubados a sete dias com 5 mm de diâmetro. Sendo o crescimento micelial medido sete dias após o pareamento para *Colletotrichum gloeosporioides*.

Foi constatado que o filtrado da cultura bacteriana de *B. amyloliquefaciens* Y1 mostrou ser altamente ativo contra todos os fungos testados conforme a figura 2, em relação ao *Colletotrichum gloeosporioides* foi verificado que o aumento da concentração do filtrado resulta em um efeito inverso no crescimento da colônia fungica, resultando assim em maior percentual de inibição conforme aumenta-se a concentração do filtrado utilizado.

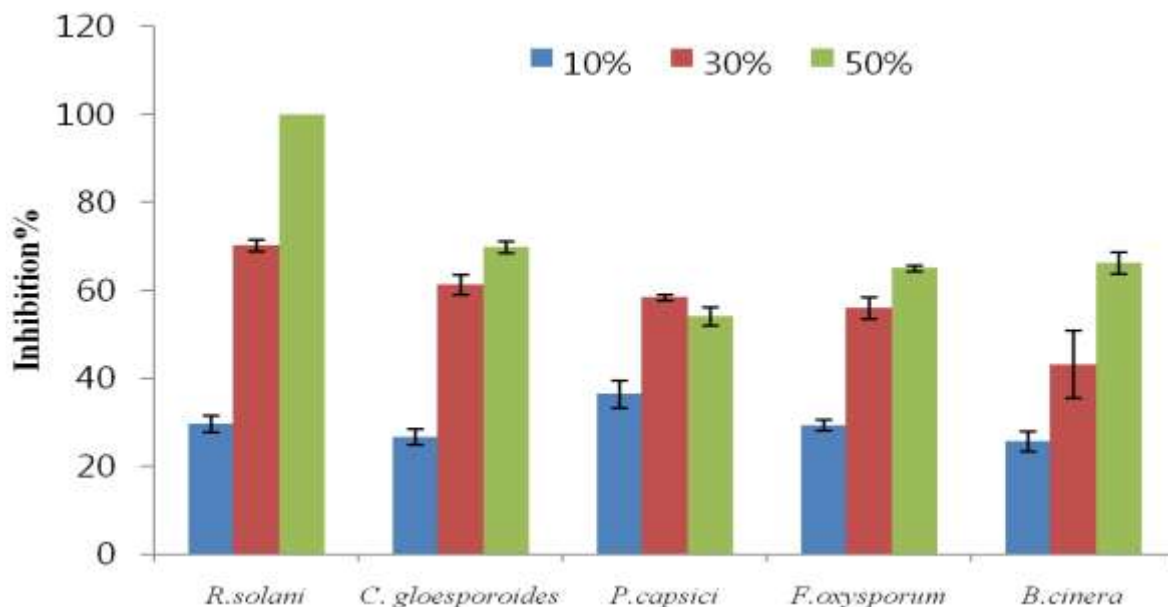


Figura 2. Filtrados da cultura bacteriana (BCF) de *B. amyloliquefaciens* Y1 nas concentrações de 10%, 30% e 50% mostrando inibição do crescimento de *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* f.sp lycopersici e *Botrytis cinerea* em relação a concentração 0% utilizada como controle. As barras de erro representam o desvio padrão do média de três repetições.

Fonte: JAMAL et al., 2015.

Com base nesses resultados, o modo de ação da atividade antifúngica no filtrado da cultura de *B. amyloliquefaciens* ocorre através da produção de enzimas líticas e metabólitos antifúngicos. Ongena et al. (2005), relatam que isolados de *B. subtilis* produzem uma grande variedade de metabólitos antifúngicos, entre os quais se encontram lipopeptídeos das famílias da surfactina, iturina e fengicina. Maget-dana et al. (1992) ressaltam que as iturinas e fengicinas exibem uma forte atividade antifúngica e são inibitórios para o crescimento de uma ampla gama de fitopatógenos. Em relação a surfactina, as mesmas não apresentam propriedades fungicidas, mas exercem algum efeito sinérgico antifúngico, quando em companhia da iturina A.

5. CONCLUSÃO

Com base na metodologia de revisão da literatura adotada, é possível concluir que não há trabalhos específicos na cultura da pimenta e que, portanto, fica conclusivo a capacidade inibitória de *Colletotrichum gloeosporioides* que é o principal agente etiológico da antracnose nas pimentas pelo *Trichoderma* in vitro e em campo em outras culturas, com necessidade de pesquisas na cultura da pimenta. Conclui-se ainda que filtrados de isolado de *Bacillus amyloliquefaciens* também apresenta capacidades inibitórias de *Colletotrichum gloeosporioides* por meio de produção de metabólitos antifúngicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFANO, G.; LEWIS IVEY, M. L.; CAKIR, C.; BOS, J. I. B.; MILLER, S. A.; MADDEN, L. V.; KAMOUN, S.; HOITINK, H. A. J. **Systemic Modulation of Gene Expression in Tomato by *Trichoderma hamatum* 382**. The American Phytopathological Society. v. 97, n. 4, p. 429-437, 2007.
- ALVES, C. F.; MATOS, D. L.; DAVID, G. Q.; PERES, W. M. **Biocontrole de *Colletotrichum gloeosporioides* por isolados de *Trichoderma***. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018.
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Índice Monográfico T-60 - *Trichoderma*. Classificação Taxonômica, 2011**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2557528/Consulta%2BP%25C3%25BAblica%2Bn%25C2%25B0%2B67%2BGGTOX.pdf/f5a582ee-bf28-4238-96d6-a114278eedc5>>
- AZEVEDO, C. P.; CAFÉ FILHO, A. C.; HENZ, G. P.; REIS, A. **Recomendações de manejo da antracnose do pimentão e das pimentas**. Embrapa hortaliças, comunicado técnico 35, ISSN 1414-9850, Dezembro/2006, Brasília-DF.
- BARKLEY, T. M. **On the contribution of Arthur Cronquist to botanical Science at The New York Botanical Garden**. V. 48, n 3, p. 372-375, 1996.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J.; VOTAVA, E. M. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Cabi, P. 13-14, 2012.
- BROTMAN, Y.; GUPTA, J.K.; VITERBO, A. **Trichoderma**. *Current Biology*, v.20, p.390-391, 2010.
- BUENO, V. H. P.; LINS JUNIOR, J. C.; MOINO JUNIOR, A. M.; SILVEIRA, L. C. P. **Controle biológico e manejo de pragas na agricultura sustentável**. Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 2015
- CAMPOROTA, P. **Antagonisme *in vitro* de *Trichoderma* spp. vis-à-vis de *Rhizoctonia solani* Kühn**. Agronomie, v. 5, n. 7, p. 613-620, 1985.
- CARVALHO, A. V.; MACIEL, R. D. A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C. **Caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação**. Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2014.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. **Botânica e recursos genéticos**. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, A. C.; CARVALHO, S. I.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 39-54. 2008.
- COSTA, S. R. C.; HENZ, G. P. **Sistema de produção de pimenta (*Capsicum* spp.)**. Embrapa hortaliças, ISSN 1678-880x Versão eletrônica, Nov/2007, Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_sp/index.html>, acesso em 04/12/2019.

DOMENICO, C. I.; LILLI, A. J. O.; MELO A. M. T. **Caracterização de componentes de produção de híbridos intra-específicos de pimenta-hortícola.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. Anais... Guarapari: ABH. 2010.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. **Antagonistic properties of species-groups of Trichoderma: II. Production of volatile antibiotics.** Transactions of the British Mycological Society, v. 57, n. 1, p. 41-IN4, 1971.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; BERNI, R. F. **A antracnose da pimenta-de-cheiro.** Embrapa Amazônia Ocidental, comunicado técnico 104. ISSN 1517-3887. Maio/2014, Manaus-AM.

HANADA, R. E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; ASSIS, L. A. G. **Ocorrência de *Colletotrichum* sp. em pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) no Amazonas.** EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2011 1p.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, A.; HEYDRICH-PÉREZ, M.; VELÁZQUEZ-DEL VALLE, M. G.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N. **Perspectivas del empleo de rizobacterias como agentes de control biológico en cultivos de importancia económica.** Revista Mexicana de Fitopatología, v. 24, n. 1, p. 42-49, 2006.

ISLAM, M. A.; SHARMA, S. S.; SINHA, P.; NEGI, M. S.; NEOG, B.; TRIPATHI, S. B. **Variability in capsaicinoid content in different landraces of Capsicum cultivated in north-eastern India.** *Scientia Horticulturae*, 183, p. 66-71, 2015.

JAMAL, Q.; LEE, Y. S.; JEON, H. D.; PARK, Y. S.; KIM, K. Y. **Isolation and Biocontrol Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* Y1 against Fungal Plant Pathogens.** ISSN 2288-2162 (Online) Korean J. Soil Sci. Fert. 48(5), 485-491, 2015 Acesso em: 15/05/2020, disponível em: < <http://dx.doi.org/10.7745/KJSSF.2015.48.5.485>>.

KOKALIS-BURELLE, N.; KLOEPPER, J.W.; REDDY, M. S. **Plant growth-promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms.** *Applied Soil Ecology*, v.31, p.91–100, 2006.

KUMAR, D. P.; THENMOZHI, R.; ANUPAMA, P. D.; NAGASATHYA, A.; THAJUDDIN, N.; PANEERSELVAM, A. **Selection of potential antagonistic *Bacillus* and *Trichoderma* isolates from tomato rhizospheric soil against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*.** *Journal of Microbiology and Biotechnology Research, Alberta*, v.2, p.78-89, 2012.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7ª ed. São Paulo: Atlas. 2010.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. **Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*.** *Revista Tropica - Ciências Agrárias e Biológicas* V. 4, N. 2, p. 12, 2010.

MAGET-DANA, R.; THIMON, L.; PEYPOUX, F.; PTAK, M. **Surfactin/Iturin A interactions may explain the synergistic effect of surfactin on the biological properties of iturin A.** *Biochimie*, v.74, p.1047–1051, 1992.

MARQUES, E.; MARTINS, I.; MELLO, S. C.M. **Potencial antifúngico de extratos brutos de *Trichoderma* spp.** *Biota Neotrop.* [Conectados]. 2018, vol.18, n.1 [citado 2020-05-16]. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032018000100503&lng=en&nrm=iso>. Epub 22 de janeiro de 2018. ISSN 1676-0611. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0418>.

MARTINS, I.; ÁVILA, Z.; MELLO, S.; PÁDUA, R.; SILVA, M.; PEIXOTO, J. **Efeito de metabólitos produzidos por isolados de *Trichoderma* SPP. sobre o crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides*.** In *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: ENCONTRO DO TALENTO ESTUDANTIL DA EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 10, 2005, Brasília, DF. Anais: resumos dos trabalhos. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. HENZ, G. P. **Protocolos de avaliação da qualidade química e física de pimenta (*Capsicum* spp.).** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 12 p. 2007. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 48).

MENDES, M. A. S.; SILVA, V. L.; DIANESE, J. C.; FERREIRA, M. A. S. V.; SANTOS, C. E. N.; GOMES NETO, E.; URBEN, A. F.; CASTRO, C. **Fungos em plantas no Brasil.** Embrapa, 1998, SPI. 555p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** v. 1. t. 2, Brasília-DF, 2018

MODENA, C. M.; RUFATTO, L. C.; PANSERA, M. R.; SILVA-RIBEIRO, R. T.; SARTORI, V. C. **Manejo do pimentão amarelo através da utilização de controle alternativo e biológico.** Cadernos de Agroecologia, v. 8, n. 2, 2013.

MOREIRA, A.; TEIXEIRA, P. C.; ZANINETTI, R. A.; PLÁCIDO JÚNIOR, C. G. **Fertilizantes e corretivo da acidez do solo em pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense*) cultivada no Estado do Amazonas (1ª aproximação).** Embrapa Amazônia Ocidental- Documentos (INFOTECA-E), 2010.

MOURA, A. P., MICHEREFF FILHO, M., GUIMARÃES, J. A., & AMARO, G. B. **Manejo integrado de pragas de pimentas do gênero *Capsicum*.** Embrapa Hortaliças - Circular Técnica ISSN 1415-3033, 2013.

MOURA, M. C. C. L.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, T. N. S. **Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta.** Horticultura Brasileira 28: p. 155-161, 2010.

ONGENA, M.; DUBY, F.; JOURDAN, E.; BEAUDRY, T.; JADIN, V.; DOMMES, J.; THONART, P. **Bacillus subtilis M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression.** Applied Microbiology and Biotechnology, v.67, 692-698 . 2005.

PEDRO, E. A. S.; HARAKAVA, R.; LUCON, C. M. M.; GUZZO, S. D. **Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.47, n.11, p.1589-1595, nov. 2012.

PERAZZOLLI, M.; DAGOSTIN, S.; FERRARI, A.; ELAD, Y.; PERTOT, I. **Induction of systemic resistance against *Plasmopara viticola* in grapevine by *Trichoderma harzianum* T39 and benzothiadizole.** Biological Control, v.47, p.228-234, 2008.

PEREIRA, I. S.; BARRETO, F. Z.; BALSALOBRE, T. W. A.; SALA, F. C.; COSTA, C. P.; CARNEIRO, M. S. 2015. **Validação de marcadores moleculares associados à pungência em pimenta.** Horticultura Brasileira 33: 189-195. DOI – disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000200009>>, acesso em: 21/10/2019.

PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPHY, J. F.; GOLDBERG, N. P. **Compendium of Pepper Diseases.** The American Phytopathological Society, 2003.

PINHEIRO, C.; BENCHIMOL, R.; SILVA, C. M.; SOUSA, I. A. L.; SOUZA, F. R. S.; CARVALHO, E. D. A. **Biocontrole in vitro de *Colletotrichum graminicola*, agente etiológico da antracnose foliar do milho.** In Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20. SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 4., 2016, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016.

SIGNORINI, T.; RENESTO, E.; MACHADO, M. F. P. S.; BESPALHOK, D. N.; MONTEIRO, E. R. 2013. **Diversidade genética de espécies de *Capsicum* com base em dados de isozimas.** Horticultura Brasileira 31: 534-539.

SILVA, J. R. C.; SOUZA, R. M.; ZACARONE, A. B.; SILVA, L. H. C. P.; CASTRO, A. M. S. **Bactérias endofíticas no controle e inibição in vitro de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, agente da pinta bacteriana do tomateiro.** Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.1062-1072, 2008.

SILVA, J.C. **Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. no controle biológico da queima-da-bainha (*Rhizoctonia solani* Kuhn) em arroz (*Oryza sativa* L.).** Dissertação. Belém-PA, 2010.

SILVA, V. M. B. D. **Pimentas do gênero *Capsicum*: constituintes químicos e potencial antioxidante.** Dissertação do programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos - UFPB, João Pessoa-PB, 2017.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. **Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria.** Annual review of Phytopathology, v. 36, p. 453-483, 1998.