

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

**SUPRESSÃO DE FUSARIOSE NO FEIJOEIRO COMUM COM O USO
DE BIOAGENTES**

Gabriella Thairine Soares da Silva

**ANÁPOLIS-GO
2019**

GABRIELLA THAIRINE SOARES DA SILVA

**SUPRESSÃO DA FUSARIOSE NO FEIJOEIRO COMUM COM O USO
DE BIOAGENTES**

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 Souza

**ANÁPOLIS-GO
2019**

Silva, Gabriella Thairine Soares da
Supressão de fusariose no feijoeiro comum com o uso de bioagentes / Gabriella Thairine
Soares da Silva. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.
43p

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos
Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis
– UniEVANGÉLICA, 2019.

1. Patógenos Vasculares. 2. *Trichoderma* 3. Rizobactérias I. Gabriella Thairine Soares da
Silva. II. Supressão de fusariose no feijoeiro comum com o uso de bioagentes.

CDU 504

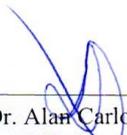
GABRIELLA THAIRINE SOARES DA SILVA

**SUPRESSÃO DE FUSARIOSE NO FEIJOEIRO COMUM COM O USO DE
BIOAGENTES**

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

Aprovada em: 06/12/2019

Banca examinadora



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
UniEvangélica
Presidente



Prof. Dr. Yanuzi Mara Vargas Camilo
UniEvangélica



Prof.ª M. Sc. Lucas Markezan Nascimento
UniEvangélica

Ao meu querido avô Olindio Bispo Ferreira

DEDICO.

iii

AGRADECIMENTOS

Sou extremamente grata a Deus, pela vida, condição e saúde que me foram concedidos para estar cursando o ensino superior. Todas as vezes que precisei, fui sustentada por forças maiores que não cabem ao entendimento humano. Sou grata por ser amparada pela luz Divina!

Agradeço à todas as adversidades da vida, que me ensinaram na prática sobre a humildade, especialmente nos cinco anos que frequentei a UniEVANGÉLICA, e pude encarar adversidades de frente. Foram nos momentos mais difíceis, que aprendi a arte da resiliência. Qualidade que levarei por toda a vida, sou grata!

Agradeço aos meus familiares que estiveram presentes em todos os momentos da minha graduação, com ênfase à minha mãe Alessandra Soares Ferreira, que sempre me incentivou a estudar e agregar conhecimentos. Como uma boa professora e mãe, me ensinou infinitas lições, me sustentou financeiramente, e me deu todo apoio que necessitei, oferecendo até mais do que mereci. Ela é meu exemplo de mulher e profissional, um dos meus maiores anseios é me tornar íntegra, igual à ela. Te amo e sou grata!

À minha avó Nadir Soares de Moura Ferreira, sou grata pelo carinho, amor e colo, em diversas ocasiões. Obrigada por todas as longas conversas no telefone e pessoalmente, que me sustentavam e não me fizeram desistir do curso. Ao meu avô Olindio Bispo Ferreira sou grata por todos os ensinamentos, entre eles, o gosto pela agricultura. Sou grata por ter ido atrás de oportunidades pra mim, por ter viajado comigo várias vezes, pra que eu pudesse apresentar trabalhos e fazer estágios, sempre muito prestativo, fazendo de tudo um pouco pra me ajudar a formar, ele é peça chave nessa maravilhosa conquista. Amo vocês dois imensamente!

Ao meu irmão Gabriel Messias Soares Ferreira sou grata por todo amor que me fez sentir, a sua chegada em minha vida me incentivou a conseguir alcançar meus maiores objetivos. Agradeço todos os abraços nos intervalos entre aulas e trabalhos, seu carinho foi essencial nesse processo da minha vida.

Agradeço também à alguns familiares que contribuíram diretamente e indiretamente em minha graduação, que me abrigaram em suas casas, que me ofereceram carona em outra cidade quando precisei, que abriram as portas para oportunidades que tive que agregaram muito em meus conhecimentos profissionais, em especial ao meu primo Valdo. Sou grata!

Sou grata à todos os professores e professoras que tive durante toda minha vida como estudante até agora, e me passaram seus conhecimentos, me ajudando a subir todos os degraus, até conseguir chegar onde estou. A educação foi um dos maiores presentes que me foi dado na vida. Se não fosse por eles, nada disso seria possível. Sou grata à todos vocês!

Agradeço as amizades que fiz ao longo da vida, em muitas situações essas pessoas me deram apoio, conselhos, escutaram muitas conversas de desabafo, e me amparam em diversas situações. Por mais que os intempéries da vida tenham nos afastado um pouco, sou grata e feliz por todos os maravilhosos momentos, sejam eles na infância, no ensino fundamental, no ensino médio, e até aqui no ensino superior, sou grata à vocês!

Sou grata por todas as amizades que pude fazer no curso de agronomia ao longo desses cinco anos, e ter convivido com tantas pessoas diferentes, pelas conversas e as trocas de experiências. Ao meu Orientador Dr. Alan Carlos Alves de Souza, por toda ajuda e prestatividade, sua colaboração foi essencial para a elaboração desse trabalho. Agradeço também a professora Klênia Rodrigues Pacheco por toda ajuda!

“Recuse-se a cair. Se não puder se recusar a cair, recuse-se a ficar no chão. Eleve seu coração aos céus. É no meio da aflição que tantas coisas ficam claras. Quem diz que nada de bom resultou disso, ainda não está escutando.”

Clarissa Pinkola Estés

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO	x
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM.....	12
2.2. DOENÇAS VASCULARES	15
2.2.1. <i>Fusarium oxysporum</i>	15
2.3. CONTROLE BIOLÓGICO	17
2.3.1. <i>Trichoderma</i>	18
2.3.2. Rizobactérias promotoras de crescimento	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
3.2. ISOLADO BACTERIANO.....	22
3.3. ISOLADO FÚNGICO.....	23
3.5. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA FUSARIOSE	24
3.6. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO.....	25
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. SEVERIDADE DA FUSARIOSE.....	26
4.2. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1-** Suspensão preparada com isolado de *Bacillus* sp. utilizada para o tratamento de sementes de feijão (A). Tratamento de sementes feijão com suspensão preparada com *Trichoderma asperellum* (B). Anápolis, GO, Brasil (2019)22
- FIGURA 2-** Imersão de raízes de feijão para inoculação do fitopatógeno *Fusarium oxysporum oxysporum* f. sp. *phaseoli* aos 21 dias após o plantio (A). Suspensão contendo conídios de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, utilizado na imersão de raízes de feijão aos 21 dias após o plantio (B). Anápolis, GO, Brasil (2019)24
- FIGURA 3-** Aspecto geral dos diferentes tratamentos após a última avaliação da severidade da fusariose na cultura do feijoeiro comum. Anápolis, GO, 2019.....27
- FIGURA 4.** Severidade e curva de progresso da doença fusariose (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*) nos diferentes tratamentos, aos 1, 4 e 8 dias após a inoculação (d.a.i) do patógeno em plantas de feijoeiro comum em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.....28
- FIGURA 5.** Avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz de plantas de feijoeiro comum em condições de telado nos diferentes tratamentos. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.....29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Avaliação da severidade da fusariose (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>phaseoli</i>) e da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em plantas de feijoeiro comum nos diferentes tratamentos em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.....	27
TABELA 2. Avaliação da biomassa de plantas de feijoeiro comum mediada pelos diferentes tratamentos em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.....	30

RESUMO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) é fortemente consumido em diversos países do mundo, e no Brasil sua produção tem ligação direta com a economia. A queda de produtividade está diretamente relacionada com o ataque de patógenos de solo, que provocam murchas vasculares, como o *Fusarium oxysporum*. Esses patógenos são de difícil controle e a utilização de produtos fitossanitários é insuficiente. Evidenciando o controle biológico para o manejo da fusariose na cultura do feijoeiro-comum, o trabalho teve como objetivo avaliar a supressão do *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, com o uso de bioagentes, assim como, avaliar a promoção de crescimento das plantas na cultura do feijoeiro comum. O experimento foi conduzido na Unidade Experimental da UniEVANGÉLICA na cidade de Anápolis – GO, em condições de telado, composto de cinco tratamentos e quatro repetições, em delineamento de blocos inteiramente casualizados. A cultivar de feijoeiro comum utilizada foi a BRS Valente. O ensaio foi realizado em copos plásticos (300 mL), contendo o substrato comercial. Os tratamentos consistiram em: T1- Testemunha; T2- Vitavax Thiram® (Carboxanilida + Dimetilditiocarbamato); T3- Trichodermil® (*T. harzianum*); T4- *Bacillus* sp. e; T5- *Trichoderma asperellum*. As aplicações foram realizadas via tratamento de sementes, nas dosagens de 500 mL para 100 kg de sementes para o *Bacillus* sp., 50 g para 100 Kg de sementes para o *T. asperellum* e Trichodermil® e, 250 mL para 100 kg de sementes para o Vitavax Thiram® e, via pulverização foliar, com as mesmas dosagens e vazão de 200 L.ha⁻¹. O fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* foi inoculado aos 21 dias após o plantio, com a técnica imersão de raízes. As avaliações de severidade da doença foram feitas a partir de escala diagramática, aos 1, 4 e 8 dias após a inoculação. Os dados coletados foram submetidos a análise estatística de variância e teste Tukey no software SPSS versão 21, a 95% de significância. Observou-se diferença estatística entre os tratamentos na avaliação da severidade da fusariose, com destaque para os bioagentes *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* que apresentaram 54,55% de supressão da doença em comparação com a testemunha. Para a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença, os tratamentos compostos por *Bacillus* sp. e Trichodermil apresentaram supressão de 51,64% em relação a testemunha. Houve diferença estatística entre os tratamentos em relação a promoção do crescimento de raízes do feijoeiro, se destacando o bioagente *Trichoderma asperellum*. Em relação a biomassa de parte aérea, o tratamento composto pelo bioagente *Bacillus subtilis* se destacou entre os demais, apresentando. Para a biomassa da raiz, o produto comercial Trichodermil se destacou, apresentando 31,31% em relação a testemunha. O manejo da fusariose no feijoeiro mediado por bioagentes é viável, assim como o uso dos mesmos da promoção de crescimento e da biomassa de plantas de feijoeiro comum, favorecendo a sustentabilidade do manejo da cultura.

Palavras-chave: Patógenos Vasculares, *Trichoderma*, Rizobactérias Promotoras de Crescimento

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*, L.) é considerado uma das principais culturas produzidas no território brasileiro e no mundo. Participando diretamente da economia brasileira. O feijoeiro é bastante cultivado e, devido seu intenso consumo pela população de diferentes países e culturas, apresenta relevante importância nutricional, constituindo uma importante fonte de proteínas na dieta humana. Devido suas características agronômicas, culturais e técnicas, a cultura é manuseada como sucessão de cultivos ao longo do ano, sendo bastante cultivada na agricultura familiar (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

O Brasil é um grande produtor de alimentos, e o feijão é um dos mais produzidos, sendo plantado em todas as regiões do país e, sendo cultivado em até três safras anuais, com diversas espécies. Sendo um dos maiores produtores de feijão do mundo, um dos problemas que o Brasil enfrenta na exportação do produto é a oscilação de preço e a autossuficiência, devido principalmente a condições climáticas e fatores sanitários (SILVEIRA, 2015).

Dentre os fatores que causam perdas na produção do feijoeiro, a incidência de doenças se destaca, causando redução significativa na produtividade final. A cultura abriga inúmeras doenças bacterianas, viróticas, fúngicas e as causadas por nematoides. A patogenicidade desses agentes causais associada com condições favoráveis de ambiente, como chuvas frequentes e alta umidade relativa do ar, contribuem com o surgimento das doenças (SARTORATO, 2006).

O feijoeiro é atingido por uma grande diversidade de fungos fitopatogênicos que sobrevivem no solo e, esses patógenos podem causar doenças radiculares e vasculares. O controle das doenças que são causadas por fungos que conseguem sobreviver no solo é um desafio, porque esses patógenos possuem estruturas de resistência, que contribuem para a sobrevivência dos mesmos no solo por anos (SARTORATO, 2006). Dentre esses patógenos o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* se destaca, devido as perdas consideráveis na produção, que resultam de seus danos, causando a doença conhecida como fusariose (CARDOSO, 1990).

A fusariose leva a planta a morte em qualquer fase de seu desenvolvimento. O fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* infecta especificamente o feijão caupi (*Vigna unguiculata*) ou o comum. Através de estruturas chamadas de clamidósporos, o fungo sobrevive no solo por anos, até que ocorra condições favoráveis e ele consiga penetrar nas raízes da planta, através de ferimentos naturais, ou ferimentos causados por outros patógenos, como nematoides. Uma vez que o fungo consiga infectar a planta, ele começa a obstruir os vasos e, a mesma, não consegue

translocar água e nutrientes através deles, causando amarelecimento da parte aérea e murcha da planta (CARDOSO, 1990).

O controle de patógenos de solo é trabalhoso, pois se trata, geralmente, de patógenos necrotróficos com alta especificidade, podendo sobreviver durante anos nas camadas inferiores do solo e suplantando a resistência de cultivares resistentes. Nestas condições, o uso do controle químico e genético se torna insustentável, necessitando de outras alternativas para compor um manejo integrado no controle da doença (ZAGO et al., 2007). Para o manejo integrado da doença, o emprego do controle biológico se torna viável, garantindo a sanidade da planta e contribuindo para o manejo sustentável da cultura. Para obter resultados desejáveis nos cultivos, o controle biológico trabalha no manuseio dos microrganismos antagonistas, que mantêm o equilíbrio populacional de organismos patogênicos (MATHRE et al., 1999).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de controlar doenças em diversas plantas, além de promover crescimento e induzir resistência contra fitopatopatógenos (MOHAMED; HAGGAG., 2006). Quando utilizados no controle biológico, o *Trichoderma* atua inibindo os fitopatógenos através da competição por nutrientes, parasitismo direto, produção de metabólitos secundários e microparasitismo de estruturas de resistência, como os clamidósporos e escleródios (MELO, 1998).

O uso de Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (RPCPs) no controle biológico também se mostra como uma opção viável, promovendo o crescimento de plantas através da produção de fitohormônios, ácido cianídrico, fixação de nitrogênio, solubilização de fosfatos, aumento da absorção de raízes, mineralização de nutrientes. Quando a planta se encontra infectada com algum patógeno, essas bactérias agem como biocontroladoras, competindo com o patógeno por espaço, com parasitismo e, induzindo resistência através da produção de ácido cianídrico, bacteriocinas e antibióticos (MARIANO et al., 2013).

Evidenciando o controle biológico para o manejo da fusariose na cultura do feijoeiro-comum, o trabalho teve como objetivo avaliar a supressão do *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, com o uso de bioagentes, assim como, avaliar a promoção de crescimento das plantas na cultura do feijoeiro comum.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DO FEIJOEIRO-COMUM

O feijão comum, pertencente da ordem *Fabales*, família *Fabaceae* (*Leguminosae*), gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris* L. é a espécie de feijão mais cultivada no mundo, sendo o Brasil o maior consumidor (VILHORDO et al., 1996). Diferentes técnicas agrônômicas têm sido desenvolvidas para alavancar a cadeia produtiva do feijão, visando ganhos de produtividade e de características do produto (SILVA, 2006).

Os cultivos do feijoeiro no Brasil são realizados em até três safras, dependendo da região e da tecnologia aplicada: na safra “das águas”, na safra seca ou safrinha e, na safra de inverno ou irrigada (WANDER, 2007). A safra das águas é plantada na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, entre os meses de agosto a novembro. A segunda safra ocorre nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, entre os meses de dezembro a abril. Já a safra de inverno é cultivada no Centro-Sul do país, entre abril e junho (SILVA; WANDER, 2013).

O Brasil é considerado o maior produtor de feijão comum, sendo o feijão-comum do tipo cores o mais cultivado na primeira safra nacional, nas regiões Norte e Nordeste, destacando o estado da Bahia, e na região Centro-Oeste (CONAB, 2019). Porém, na safra 2018/2019, o feijão-comum cores sofreu redução na área cultivada. No estado do Mato Grosso, devido aos baixos índices pluviométricos, o volume final da produção decresceu 54,4%, quando comparada com safra 2017/2018. O veranico e as chuvas dos meses de dezembro na época da colheita, comprometeram a qualidade dos grãos em algumas regiões, com isso a produtividade média esperada será de 1750 Kg ha⁻¹ na primeira safra, 7,2% menor que na safra anterior (CONAB, 2019).

Cada espécie de *Phaseolus vulgaris* possui características específicas de acordo com seu grau de interação com o meio ambiente. Esses caracteres podem ser fixos, que também são chamados de qualitativos, e que são de fácil identificação e pouco influenciados pelo meio ambiente, como por exemplo a cor da flor. Já os caracteres variáveis interagem diretamente com o meio ambiente, e são influenciados por ele, citando a altura da planta e a cor da semente, esses genes se manifestam fenotipicamente (SILVA, 2005).

As flores na cultura do feijoeiro favorecem a autofecundação, devido à disposição dos seus órgãos reprodutores, sendo consideradas do tipo papilionácea, com simetria bilateral. A inflorescência é originada de um emaranhado de gemas que ficam localizadas na axila das brácteas. Os componentes principais da inflorescência são o eixo, as brácteas e os botões florais

(VILHORDO et al., 1996). O feijoeiro-comum realiza a autopolinização para a fertilização da flor, caracterizando a fusão dos núcleos sexuais masculino e feminino, gerando o óvulo e, conseqüentemente, o fruto (PORTES, 1996).

O fruto é um legume deiscente que é constituído por uma casca, a vagem, e por várias sementes. A estrutura do fruto contém três camadas: a camada externa, a camada mediana e a camada interna (DOUTT, 1932; SINHA et al., 1978). O tamanho da estrutura formada pela parede do fruto e sementes é influenciado por fatores ambientais que interagem entre si, dentre eles, a disponibilidade de água. Mecanismos da planta, da semente e do fruto também interferem (HUDSON et al., 1973).

O feijoeiro apresenta hábito de crescimento determinado e indeterminado, podendo ser divididos em quatro tipos. Tipo I que são plantas de crescimento determinado, tipo II, plantas de crescimento indeterminado e guia curta, tipo III, plantas de crescimento indeterminado e guia longa, e o tipo IV, que são plantas parecidas com o tipo III, só que com internódios mais alongados (COLLICCHIO et al., 1997).

O sistema radicular do feijoeiro é típico das dicotiledôneas, formado por raiz principal, raízes basais e raízes adventícias (RUBIO; LYNCH., 2007). A raiz primária emerge das sementes, já as raízes basais desapontam do hipocótilo. Na cultura do feijão as raízes basais sobrevivem em verticilos distintos ao longo do hipocótilo, cada verticilo gera em média quatro raízes basais (MORROW DE LA RIVA, 2010). As raízes adventícias surgem na base subterrâneos do hipocótilo, se localizando acima das raízes basais, e crescendo no solo horizontalmente (MILLER et al., 2003).

O caule do feijoeiro tem início no meristema apical do embrião, e se eleva originando nós e entrenós. O primeiro nó é chamado de nó cotiledonar, que ao cair deixa cicatrizes na planta. O segundo é o nó das folhas primárias, e os outros são de disposição alternada. Podendo apresentar pilosidade e coloração, o caule é herbáceo e pode apresentar crescimento determinado ou indeterminado (VILHORDO et al., 1996). As folhas são simples, sendo as folhas mais velhas compostas e trifolioladas, com pecíolo alongado e duas estípulas triangulares. Os três folíolos das folhas mais velhas são de tamanhos diferentes, podendo esse fator, variar de acordo com cada cultivar (SILVA, 2003).

O feijoeiro comum é sensível a deficiência hídrica, devido seu sistema radicular pouco desenvolvido. Na época da germinação, a estiagem resulta em estande de plantas deficientes, as sementes não germinam, e se germinam, as plântulas não conseguem romper a superfície do solo. Na fase de floração a ausência de água no solo provoca o aborto e queda das flores, com

isso a quantidade de grãos por vagem diminuem (GUIMARÃES, 1996). Após a germinação a cultura exige uma quantidade maior de nutrientes para o seu estabelecimento, mesmo que o solo tenha sido devidamente corrigido, nessa fase ficar atento à sintomas iniciais de deficiência é necessário, para atender corretamente as necessidades da planta. A adubação equilibrada, juntamente com o monitoramento da lavoura, evita o comprometimento da produção pela falta de nutrientes necessários à planta (OLIVEIRA et al., 1996).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelo feijoeiro. Através das bactérias fixadoras de nitrogênio, boa parte é fixada pela própria planta, mas mesmo essa quantidade não é suficiente para suprir todas as necessidades da cultura, portanto são necessárias aplicações de nitrogênio. Uma certa quantidade deve ser aplicada na época da semeadura e o restante até a floração, que são fases que a planta exige bastante desse nutriente para a formação de vagens e grãos. A cultura também necessita de fósforo e potássio, e os mesmos devem estar presentes nas adubações (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

Devido seu sistema radicular pouco profundo e por ser uma cultura de ciclo curto, o feijoeiro é bastante exigente com nutrientes. A absorção de nitrogênio ocorre durante todo o ciclo praticamente, porém, em torno de 35 a 50 dias da emergência, essa exigência é maior, coincidindo com a fase de florescimento, absorvendo de 2,0 a 2,5 kg de N/ha¹.dia¹. O fósforo é bastante absorvido até o final do florescimento e a demanda pelo nutriente nessa época é alta, aproximadamente de 30 a 55 dias da emergência (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Os cultivos de feijão irrigado em regiões de Cerrado brasileiro, apresentam dificuldades para chegar a altas produtividades, como o uso de equipamentos de irrigação desregulados, problemas com pragas e, principalmente, com doenças. As principais pragas que atacam a cultura do feijoeiro são, a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), pulgão da raiz (*Smynturodes betae*), que são pragas que atacam a plântula. As pragas que atacam as folhas são a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), a cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), o ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*), a mosca branca (*Bemisia tabaci*), a tripses (*Caliothrips phaseoli*), a lagarta das folhas (*Hedylepta indicata*). A lagarta da vagem (*Thecta jebus*), a broca da vagem (*Etiella zinckenella*), percevejos (*Nezara viridula* e *Piezodorus guildini*) são pragas que atacam a vagem (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

As principais doenças do feijoeiro comum são a antracnose que ocorre com maior severidade (*Colletotrichum lindemuthianum*), a ferrugem (*Uromyces phaseoli*), a mancha angular (*Isariopsis griseola*), a podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*), o mosaico dourado (VMDF), e com alta incidência na cultura, a fusariose (*Fusarium oxysporum*

f. sp. *phaseoli*) (ROSOLEM; OSVALDO, 1994). O fator do uso de equipamentos de irrigação desregulados provoca distribuição desuniforme da água na área de cultivo, e isso, associado com plantio sucessivo de leguminosas, pode favorecer o aparecimento de doenças fúngicas e vasculares, como Rizoctoniose, Mofo-Branco e Fusariose (GUERRA et al., 2000).

2.2. DOENÇAS VASCULARES

Os patógenos vasculares são aqueles que colonizam os vasos do xilema da planta, causando doenças vasculares, também conhecidas como murchas. O processo interferido pelos patógenos são a translocação de água e nutrientes que são absorvidos pelas raízes, comprometendo a longevidade e produção da planta. Esses patógenos podem ser tanto fungos como bactérias (BEDENDO, 2011).

As murchas vasculares resultam em escassa translocação de água, o sistema vascular se torna obstruído. Dentre os patógenos causadores de murchas vasculares estão fungos como o *Fusarium oxysporum* e o *Verticillium albo-atrum*, bactérias e também nematóides (MICHEREFF et al., 2005). A Fusariose, causado pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, é considerada a doença vascular mais importante da cultura do feijoeiro. O fungo penetra pelas raízes da planta e coloniza os vasos do xilema e, com o avanço da doença, a planta apresenta senescência prematura. O principal sintoma reflexo é, inicialmente, o amarelecimento das folhas jovens e, logo em seguida, das folhas mais velhas, acompanhado pela murcha da planta (BIANCHINI et al., 1997).

2.2.1. *Fusarium oxysporum*

O gênero *Fusarium* é responsável por causar diversas doenças importantes economicamente. Ele é composto por espécies e *formae speciale* (f. sp.). Algumas espécies do fungo, causam tombamento como o *Fusarium* spp. e outras causam podridões, como é o caso do *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, que causa a murcha-do-feijoeiro (BEDENDO 1995; BEDENDO 1995b). O agente etiológico da murcha de Fusarium no feijoeiro é o fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, pertencente a classe de fungos mitospóricos ou imperfeitos (HAWSKWORTH et al., 1995). São da ordem Tuberculariales e classe Hyphomycetes (ALEXOPOULOS et., 1996).

O fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* caracteriza-se por produzir colônias de micélios de forma rápida. A morfologia dessas colônias é mutável, podendo ser de dois tipos: o tipo micelial, onde a produção de micélios é excessiva, a coloração pode ir da cor pêssego a rosa e mais frequentemente, de uma tonalidade roxa intensa. O outro tipo de colônia é caracterizado pela pouca formação de micélios, com estruturas denominadas de microconídios abundantes (BOOTH, 1970).

A sobrevivência do *Fusarium oxysporum* se dá partir de restos culturais com estruturas chamadas de clamidósporos, e através de hospedeiros alternativos. A disseminação acontece por meio de sementes infectadas, através de seus esporos, que ficam apoiados na mesma (BEDENDO, 2011). O vento transporta as partículas de solo infestados e os conídios para plantas mortas. O patógeno consegue sobreviver em restos culturais por vários anos, graças aos clamidósporos. O fungo penetra na planta através de suas raízes e também por ferimentos naturais (BIANCHINI et al., 1997).

O ciclo de vida do fungo envolve duas etapas, uma de crescimento saprófito e a outra de crescimento parasitário. O inóculo primário pode ser encontrado na semente ou no solo, a partir de clamidósporos, que por intermédio da produção de exsudados, conseguem germinar e penetrar em raízes secundárias das plantas, por meio dos ferimentos naturais ocasionados pelo crescimento (LUGO, 2008). Logo após a penetração o fungo começa o seu desenvolvimento no córtex da planta com direção ao sistema vascular. Ao se estabelecer ele começa a produzir microconídios, que através do fluxo de água irão até a região apical, formando novos pontos de infecção (BECKMAN, 1987).

Na colonização as hifas crescem em direção aos vasos do xilema, colonizando toda a planta e, com a evolução da doença, os vasos se tornam escurecidos. O sintoma reflexo de murcha nas folhas, ocorre porque os vasos são bloqueados e a água absorvida pelas raízes, não consegue ser translocada. A reprodução do fungo acontece através de esporos e de estrutura de sobrevivência (BEDENDO, 2011). Na fase final de desenvolvimento da doença, o fitopatógeno cresce em direção as células do tecido cortical, e produz clamidósporos em grande quantidade. Pode ocorrer produção de conídios na superfície do tecido infectado, caracterizado por micélios de com coloração rosada (ABAWI, 1989).

Quando a umidade é elevada, a multiplicação do fungo aumenta e há grande concentração de números de conídios sobre as lesões das hastes que estão infectadas. O micélio também pode ser espalhado, formando clamidósporos e iniciando a fase saprófita da vida do

fungo (LUGO, 2008). A sobrevivência na forma de micélios ou clamidósporos pode ocorrer por anos, em restos de culturas no solo (ALEXOPOULOS et al., 1996).

Para o controle de patógenos de solo, existem disponíveis no mercado produtos químicos, como fungicidas tradicionais e, também, os produtos de origem biológico. Para a prevenção do ataque de fungos como *Fusarium*, os fungicidas são aplicados como tratamento de sementes, ou mesmo através de aplicações no solo (BONNIE et al., 2010). Já o biocontrole do fungo *Fusarium*, apresenta resultados satisfatórios quando realizado com *Trichoderma harzianum*, que coloniza o fungo e as raízes, provocando uma competição com o fitopatógeno. A bactéria *Bacillus subtilis* também é eficaz no tratamento de sementes, que deixa os antagonistas do patógenos de solo, mais perto possível do alvo (BONNIE; MARK, 2010).

A utilização do controle químico para patógenos vasculares é falha, pois sua eficiência e aplicação são dificultadas por se tratar de fungos e bactérias saprófitas do solo com uma ampla gama de hospedeiros. Sendo essas condições propícias para a atuação de microrganismos benéficos, tornando assim, o controle biológico uma alternativa viável para compor o manejo integrado de doenças vasculares (ZAGO ETHUR et al., 2007).

2.3. CONTROLE BIOLÓGICO

A redução da eficiência de produtos químicos levaram ao aumento do preço dos mesmos e sua utilização excessiva causou danos ao meio ambiente, isso impulsionou as buscas por novas alternativas para o controle de doenças de plantas (MICHEREFF; MARIANO, 1993). Entre essas alternativas estão o uso do controle biológico, que está sendo cada vez mais estudado e discutido (MORANDI; BETTIOL, 2009).

O controle biológico se define como a diminuição das atividades determinantes de uma doença, através de um ou mais microrganismos, que não incluem o homem. A doença indica uma interação entre a planta, o patógeno, o ambiente e alguns não patógenos que podem ser encontrados no sítio de infecção e com capacidade de elevar ou diminuir a atividade do patógeno e resistência do hospedeiro (COOK; BAKER, 1983).

De acordo com Gricoletti et al. (2000), a interação entre um patógeno e a planta hospedeira sinaliza um desequilíbrio biológico e, quando um microrganismo benéfico participa desta interação, a resistência do hospedeiro volta a ser regra, tornando a interação patógeno-hospedeiro incompatível. Para se obter sucesso com o biocontrole, são necessárias práticas que

favoreçam os antagonistas, como a introdução dos mesmos no solo, cultivados em substrato (BETTIOL, 1991).

Desde o ano de 2010 já haviam registrados no mercado na USEPA 14 bactérias e 12 fungos para biocontrole de doenças de plantas, sendo eles comercializados como bioprodutos. As pesquisas em relação ao tema ainda são recentes. Os bioprodutos a base de *Bacillus subtilis* são recomendados para diversas culturas, como tomate, soja, algodão, hortaliças, soja. Não há registros desses produtos no Brasil ainda (LANNA et al., 2010).

Os agentes de biocontrole conseguem reduzir a sobrevivência ou as ações que estão causando a doença na planta, através do antagonismo (BONNIE; MARK, 2010). Os mecanismos de ação utilizados pelos antagonistas são a antibiose, competição, parasitismo, hipovirulência, predação e indução de resistência, podendo eles atuar através de um ou mais desse mecanismos de ação (MICHEREFF; MARIANO, 1993). Pretendendo alcançar um ambiente favorável para os antagonistas e para a resistência da planta, o controle biológico pode ser acompanhado de práticas culturais (BETTIOL, 2003).

Tem crescido cada vez mais o desenvolvimento de tecnologias que levam como prioridade a sustentabilidade do meio ambiente. Algumas delas são o uso da energia solar para controlar patógenos de solo, a chamada solarização, a premunização de plantas cítricas para evitar a tristeza dos citrus e o *Trichoderma* para o controle de tombamento na cultura do fumo, causado por patógenos de solo (GHINI; BETTIOL, 2000).

2.3.1. *Trichoderma*

O *Trichoderma* spp. é um fungo saprófita bastante interativo no solo, raízes e interior da planta, considerados de vida livre (POMELLA; RIBEIRO, 2009). Sua formação contém uma estrutura de conidióforos ramificados, conídios verdes brilhantes e crescimento acelerado. São pertencentes ao filo dos Ascomycetos, encontrados em todo o mundo (SCHUSTER; SCHMOLL, 2010). O fungo tem capacidade de conter populações de diferentes patógenos e oferece proteção à planta e, devido a isso, tem sido amplamente estudado e comercializado. Além disso, o fungo produz enzimas que são capazes de degradar a parede celular e metabólitos secundários (VINALE et al., 2008).

O fungo *Trichoderma* também é usado como promotor de crescimento nas plantas, estimulando o crescimento de raízes, fazendo com que a planta absorva maior quantidade de

água e nutrientes (HARMAN et al., 2004). No controle biológico, o principal mecanismo de defesa utilizado pelo fungo é o parasitismo, em que o fitopatógeno serve de alimento para o antagonista (SHORESH et al., 2005). Na cultura do feijão, isolados de *Trichoderma harzianum* dispõem de potencial como antagonistas no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (CARVALHO et al., 2011).

Assim como Erthur (2006), que através de experimentos com tratamento de sementes, concluiu que isolados de *Trichoderma harzianum* possuem capacidade de diminuir severidade de Fusariose no tomateiro e pepineiro. Também utilizando isolados de *Trichoderma*, Santos (2008), verificou que ocorreu redução do crescimento micelial de *F. oxysporum* em cultivo pareado com o bioagente, concluindo que os isolados são ótimos no controle biológico in vivo de *F. oxysporum*.

O uso de produtos comerciais à base de *Trichoderma* é eficaz e sua ação diminui a incidência de patógenos que causam tombamentos e patógenos de solo, como *Fusarium*, *Pythium* e *Sclerotinia*. Os produtos são aplicados via tratamento de sementes ou com pulverizações. Os produtos disponíveis no mercado são encontrados na forma de pó molhável, grânulos dispersíveis em água e através de esporos, na forma líquida. As aplicações são feitas no fim do dia quando há alta umidade relativa, sob boas condições para o desenvolvimento do fungo (POMELLA; RIBEIRO, 2009).

Estudos realizados relataram que o *Trichoderma spp* são parasitas de outros fungos, simbioses de plantas e oportunistas. Penetram nas plantas através da epiderme e algumas células abaixo, estabelecendo colonizações vigorosas. Sua falta de patogenicidade nas plantas é explicada devido aos compostos que liberam, que incitam resposta de resistência sistêmica ou localizada (HARMAN et al., 2004).

2.3.2. Rizobactérias promotoras de crescimento

O uso de Rizobactérias Promotoras de Crescimento, também conhecidas como RPCPs, vem sendo empregado com sucesso no controle biológico de doenças de plantas. Além de biocontroladoras, também proporcionam benefícios diretos sobre a planta, como a solubilização de minerais como o fósforo, a fixação de nitrogênio e através da produção de fitormônios reguladores de crescimento. Indiretamente produz substâncias antagônicas ao patógeno presente na planta, e induzem a resistência da mesma (GLICK et al., 1995).

Como promotoras de crescimento as rizobactérias colonizam as raízes das plantas impulsionando um acréscimo no seu crescimento. Para induzir resistência nas plantas contra patógenos, elas utilizam de diversos mecanismos específicos (KOKALIS-BURELLE et al., 2006). A sua atuação na promoção de crescimento pode ser direta, como a fixação de nitrogênio, produção de hormônio de crescimento e solubilização de minerais como o fósforo. Ou indireta, com a indução de resistência ao patógeno produzindo substâncias antagônicas ao mesmo (GLICK et al., 1995).

As bactérias utilizadas como promotoras de crescimento de plantas (RPCPs) e que também são utilizadas no controle biológico podem ser epifíticas e não fitopatogênicas, podendo ser utilizadas no tratamento de sementes, via pulverização ou incorporadas no substrato que será utilizado. Para patógenos de solo, como o *Fusarium* spp., existem produtos comerciais a base de *Bacillus subtilis* GBO3 e *Streptomyces griseoviride* K61 (MARIANO et al., 2013).

As RPCPs quando presentes nas raízes atuam como eliciadoras através de moléculas que constituem as células bacterianas que elas sintetizam. Os eliciadores acionam os genes codificadores de defesa, mandando sinais mediados pelo ácido jasmônico (AJ) e o etileno (ET). Com essa ação são produzidos antibióticos e substâncias com ação antifúngica, incitando a indução sistêmica de resistência nas plantas (VAN LOON et al., 1998).

O gênero de bactérias que mais se destacam como promotoras de crescimento são *Bacillus*, *Serratia*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* e *Azotobacter* (ZAADY et al., 1993; RODRIGUES E FRAGA, 1999). Um estudo realizado em casa de vegetação na cultura do arroz, com o uso de isolados de *Pseudomonas* sp. e *Burkholderia* sp., obteve aumento em até 65% do acúmulo de biomassa, e ainda uma redução de 90% de brusone foliar (FILIPI et al., 2011). Na cultura do feijão a o uso de estirpes de *Paenibacillus* e *Bacillus*, em simbiose com *Bradyrhizobium* estimulam melhor eficiência na fixação de Nitrogênio (DA SILVA et al., 2007).

Um estudo realizado por Sottero et al. (2006), teve como um dos objetivos verificar se a promoção de crescimento das rizobactérias é exercida devido ao controle biológico ao fitopatógeno. Utilizando rizobactérias do gênero *Pseudomonas* do grupo fluorescente, as mesmas apresentaram capacidade de competição com o gênero *Fusarium* sp., quando testadas in vitro, porém a conclusão foi que não há relação entre a promoção de crescimento estimulada pelas bactérias e o biocontrole, também exercidos pelas mesmas.

Em testes de antagonismo in vitro, Barbosa (2009) utilizou 274 rizobactérias para testar o controle das mesmas sobre o fungo de *Sclerotium rolfsii* na cultura do tomate. Chegaram à conclusão de que das 274 rizobactérias, 54 apresentaram redução micelial do fungo *Sclerotium rolfsii*, e essa inibição ocorreu certamente pela produção de compostos antimicrobianos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi realizado na Unidade Experimental da UniEVANGÉLICA, em Anápolis, pertencente ao Estado de Goiás, de latitude Sul de 16° 19'36'', longitude Oeste de 48° 57'10'' e 1017 m de altitude. O clima da região, conforme o Köppen, é classificado como Aw (tropical com estação seca), com mínima de 18 °C e máxima de 28 °C, com temperatura média de 22 °C, e precipitação pluviométrica média anual de 1450 mm.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos inteiramente casualizados contendo cinco tratamentos e oito repetições, sendo quatro repetições para a avaliação da severidade da doença e o restante para avaliação da promoção de crescimento. Foram utilizados tratamentos contendo um produto químico comercial, um produto biológico comercial e os seguintes bioagentes: o fungo *Trichoderma asperellum* e a rizobactéria *Bacillus* sp. Os tratamentos consistiram em: T1- Testemunha; T2 – Vitavax Thiram® (Carboxanilida + Dimetilditiocarbamato); T3- Trichodermil® (*T. harzianum*); T4- *Bacillus* sp. e; T5- *T. asperellum*. O ensaio foi realizado em copos plásticos (300 mL) contendo o substrato comercial Ouro Negro® (esterco de gado e de aves, húmus de minhoca, bokashi e casca de pinus), de composição 100% natural, isento de pragas e patógenos. A cultivar utilizada foi a de feijoeiro comum BRS Valente, sendo plantadas duas sementes por repetição. Os tratamentos foram aplicados de duas formas: via semente (tratamento das sementes) e via pulverização foliar (aos 7 e 14 dias após o plantio).

3.2. ISOLADO BACTERIANO

A rizobactéria *Bacillus* sp. (AGL 14) foi obtida da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab, localizado na cidade de Goiânia (GO). A bactéria foi multiplicada em placa de Petri, contendo o meio de cultura 523, em seguida as placas foram inseridas em uma câmara de crescimento BOD por 48 horas, em aproximadamente 28 °C. Passado esse tempo as placas foram lavadas com água destilada com a ajuda de uma alça de Drigalski, preparando-se a suspensão bacteriana (KADO; HESKETT, 1970). A suspensão foi padronizada com o auxílio de um espectrofotômetro e ajustada com comprimento de onda de 540 nanômetros e 0,5 de absorbância, obtendo a concentração de 1×10^8 UFC.mL⁻¹ (FILIPPI et al., 2011). Para o tratamento de sementes e pulverização com *Bacillus* sp. foi utilizada a suspensão preparada.

Através dessa suspensão utilizou-se as dosagens de 500 mL para 100 Kg de sementes para o tratamento de sementes, como mostra a figura 1, e para a pulverização foliar, utilizou-se a concentração de 200 L.ha⁻¹



Fonte: Silva, 2019.

FIGURA 1. Suspensão preparada com isolado de *Bacillus* sp. utilizada para o tratamento de sementes de feijão (A). Tratamento de sementes feijão com suspensão preparada com *Trichoderma asperellum* (B). Anápolis, GO, Brasil (2019).

3.3. ISOLADO FÚNGICO

O isolado fúngico *T. asperellum* (T-08) foi obtido da Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Arroz e Feijão, sendo preservado em grãos de arroz triturados e mantido em freezer -5 °C. Para o tratamento das sementes com o *Trichoderma asperellum*, foram pesados os grãos de arroz triturados com o isolado preservado e a dosagem recomendada foi de 50 g para 100 Kg de semente, com a concentração de 3×10^5 conídios.mL⁻¹ (FRANÇA, 2012), como pode ser observado na figura 1. Para a pulverização foliar de *T. asperellum*, os grãos de arroz triturados com o isolado preservado foram diluídos em água e coados, aplicando a dosagem recomendada de 100 g para 200 L de água, mantendo a mesma concentração de 3×10^5 conídios.mL⁻¹, conforme Filippi et al. (2011). Para a pulverização foliar a dosagem utilizada foi de 200 L.ha⁻¹.

3.4. INOCULAÇÃO COM OS PRODUTOS COMERCIAIS

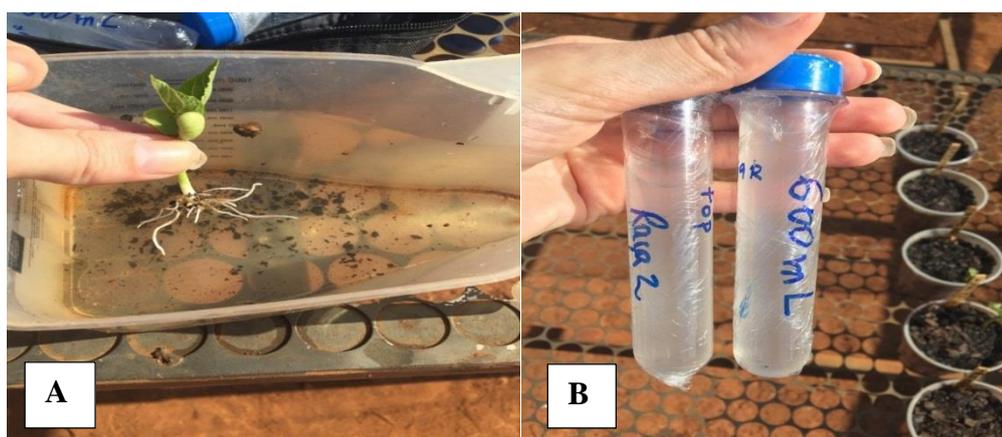
As dosagens adotadas para o tratamento de sementes com os produtos comerciais foram de 50g para 100 kg de sementes para o produto Trichodermil® e, 250 mL para 100 kg de sementes

de Vitavax Thiram[®], conforme a recomendação da bula para a cultura do feijão. Já para a pulverização foliar a dosagem utilizada para o Trichodermil[®] foi de 50g.ha⁻¹ e, para o Vitavax Thiram[®] foi de 250 mL.ha⁻¹. A vazão utilizada todas as pulverizações foi de 200 L.ha⁻¹.

3.5. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA FUSARIOSE

Para o preparo do inóculo do patógeno *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* foi realizada a multiplicação do microrganismo em placas de Petri contendo meio de cultura BDA e, deixadas em câmara de incubação durante 5 dias, com temperatura de 28 °C e fotoperíodo de 12 horas de luz. Após a incubação, as placas de Petri, contendo o patógeno com colônia crescida, foram rapadas e lavadas com água destilada, com o auxílio de um pincel esterilizado, liberando os conídios da estrutura do patógeno e formando a suspensão. A suspensão de conídios foi padronizada na concentração de 3×10^5 conídios.mL⁻¹ com o auxílio da Câmara de Neubauer (PASTOR-CORRALES E ABAWI, 1987). O isolado *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* foi proveniente da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab.

O patógeno foi inoculado aos 21 dias após o plantio, com a técnica da mergulhia (Figura 2A), através da imersão de raízes, onde as plantas foram retiradas dos copos com substrato e, em seguida, as suas raízes foram previamente cortadas a 1 cm da coifa e logo após imergidas em uma suspensão contendo 600 mL de conídios do fitopatógeno (Figura 2B) por 5 minutos. Em seguida, as plantas foram transferidas para os copos plásticos contendo substrato novamente (PASTOR-CORRALES; ABAWI, 1987).



Fonte: Silva, 2019.

FIGURA 2. Imersão de raízes de feijão para inoculação do fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* aos 21 dias após o plantio (A). Suspensão contendo conídios de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, utilizado na imersão de raízes de feijão aos 21 dias após o plantio (B). Anápolis, GO, Brasil (2019).

Os parâmetros a serem analisados foram a severidade da doença e a Área Abaixo da Curva Progresso da Doença (AACPD). Para a severidade da doença e a AACPD, a avaliação foi realizada aos 1, 4 e 8 dias após a inoculação do fitopatógeno, com o auxílio de uma escala descritiva adaptada, em que 0 = plantas sem sintomas, 1 = menos de 10% das folhas com sintoma de clorose e/ou murcha; 2 = aproximadamente 25% de folhas com clorose e/ou murcha; 3 = 50% de folhas e ramos com clorose e/ ou murcha e, plantas evidenciando nanismo, 4 = 75% ou mais das folhas e ramos apresentando murcha, nanismo severo e desfolha prematura, acarretando na morte da planta (SCHOONHOVEN; PASTOR – CORRALES, 1987). A AACPD foi calculada conforme Pastor – Corrales (1987), seguindo a fórmula: $AACPD = \Sigma(y_i + y_{i+1}) * (t_{i+1} - t_i)$, em que: i = número de avaliações; y = severidade de *Fusarium*; t = tempo (dias).

3.6 AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO

Para a promoção de crescimento foram avaliadas a biomassa e o comprimento da parte aérea e das raízes, aos 20 dias após o plantio. Para a avaliação do comprimento das plantas, estas foram medidas com o auxílio de uma régua milimetrada, separando fisicamente a parte aérea da parte radicular. Em seguida, as plantas foram colocadas em sacos de papel e levadas a estufa de secagem, presente no laboratório de solos do Centro Tecnológico da UniEVANGÉLICA, onde permaneceram durante 72 horas a 60 °C. Após a secagem, a matéria seca foi pesada em balança de precisão, estimando a biomassa. Parte aérea e raízes foram pesadas separadamente.

3.7 ANÁLISE ESTADÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e teste Tukey a 95% de significância. A análise foi realizada com o auxílio do software SPSS versão 21.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. SEVERIDADE DA FUSARIOSE

Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados. As sementes inoculadas e plantas pulverizadas com o produto comercial Trichodermil® e o bioagente *Bacillus* sp. obtiveram os melhores resultados (Tabela 1), apresentando os menores índices de severidade da doença de 31,25%, seguido do tratamento com o *Trichoderma asperellum*, que apresentou índice de 37,50% de severidade da doença nas plantas.

TABELA 1. Avaliação da severidade da fusariose (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*) e da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em plantas de feijoeiro comum nos diferentes tratamentos em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.

Tratamento	Severidade (%)	AACPD
Testemunha	68,75 b	129,25 b
Vitavax Thiram®	68,75 b	125,00 b
<i>Bacillus</i> sp.	31,25 a	62,50 a
Trichodermil®	31,25 a	62,50 a
<i>Trichoderma asperellum</i>	37,50 a	93,75 ab
CV (%)	9,18	8,43

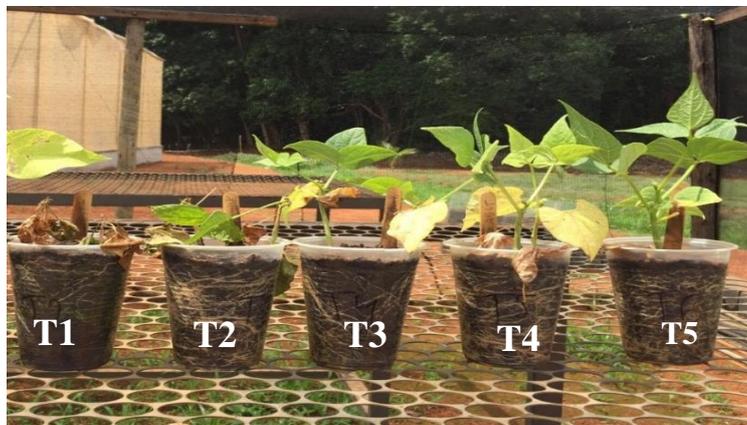
*Teste Tukey a 95% de significância

As sementes inoculadas e plantas pulverizadas com o produto químico Vitavax Thiram® apresentou maior porcentagem de severidade da doença, se assemelhando a testemunha, chegando a 68,75%. De acordo com a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença os melhores tratamentos, assim como na severidade, também foram com o produto comercial Trichodermil e o bioagente *Bacillus* sp., que apresentaram a menor área com plantas doentes, de 62,50%, apresentando supressão de 51,64% em relação a testemunha.

O produto comercial Trichodermil® e o bioagente *Bacillus* sp. apresentaram porcentagem de supressão de *Fusarium oxysporum* no feijoeiro de 54,55% quando comparado com a testemunha, obtendo a maior taxa de controle da doença entre todos os tratamentos. O bioagente *Trichoderma asperellum* apresentou porcentagem de controle da doença de 45,46% em relação a testemunha.

As maiores severidades da doença podem ser observadas na figura 3, onde da direita para a esquerda, logo após realizada a última avaliação, acarretando em morte das plantas a testemunha (T1) e o tratamento com o produto químico Vitavax Thiram® (T2), seguido dos

tratamentos com Trichodermil® (T3), *Bacillus* sp. (T4) e *Trichoderma asperellum* (T5), que apresentaram plantas doentes, porém ainda vivas, comprovando o potencial de supressão dos bioagentes.



Fonte: Silva, 2019.

FIGURA 3. Aspecto geral dos diferentes tratamentos após a última avaliação da severidade de fusariose na cultura do feijoeiro comum. Anápolis, GO, 2019.

A partir da primeira avaliação da severidade da doença, houve o surgimento dos primeiros sintomas nas outras avaliações, realizadas aos quatro e oito dias após a inoculação (d.a.i). O aumento da severidade, conforme passado os dias foi consideravelmente percebido no tratamento testemunha e no tratamento utilizando o Vitavax Thiram® (Figura 4). Nos tratamentos onde foram utilizados os bioagentes *Bacillus* sp., *Thichoderma asperellum* e o produto comercial Trichodermil®, a severidade aumentou aos 4 dias após a inoculação e no oitavo dia, caiu, apresentando decréscimo da curva de progresso da doença (Figura 4).

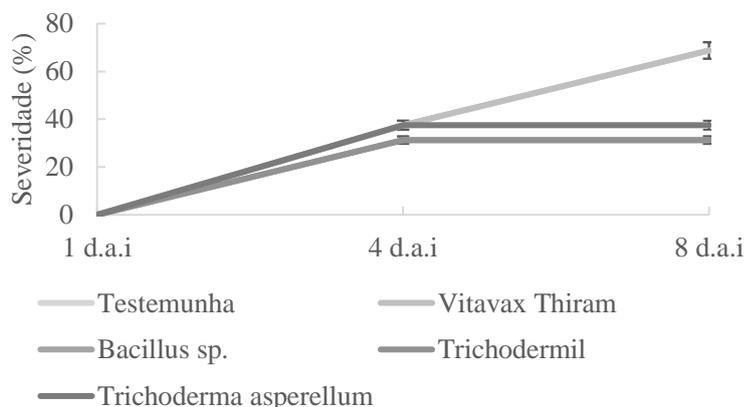


FIGURA 4. Severidade e curva de progresso da doença fusariose (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*) nos diferentes tratamentos, aos 1, 4 e 8 dias após a inoculação (d.a.i) do patógeno em plantas de feijoeiro comum em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.

Similarmente, Dias et al. (2013) em experimento realizado em casa de vegetação utilizando isolados de *Trichoderma* spp. para o controle de *Fusarium oxysporum* no feijoeiro, notaram uma redução da severidade murcha de *Fusarium* no feijão vagem a partir de um biopreparado com um isolado de *Trichoderma*, que reduziu 43,4% a severidade da doença, em comparação com a testemunha. Assim como Carvalho et al. (2011), que utilizaram seis isolados de *Trichoderma* em experimento para o controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, na cultura do feijoeiro comum e, quatro desse total de isolados do fungo apresentaram porcentagem de controle do patógeno de 35 e 51%.

Também obtendo resultados significativos no controle de patógenos de solo com bioagentes, Yu & Xianmei et al. (2011), concluíram que a rizobactéria *Bacillus subtilis* reduziu em 44,4% da murcha da pimenta, causada pelo patógeno *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, induzindo a resistência sistêmica das plantas. Apresentando conclusões semelhantes, Cao & Yun et al. (2011), constataram em um experimento a supressão de 49 a 61% de plantas de pepino inoculadas com *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* e tratadas com uma cepa recém-isolada de *Bacillus subtilis*, em condições in vitro e in vivo, respectivamente.

O potencial de controle de fitopatógenos do gênero *Fusarium* a partir do fungo *Trichoderma* está relacionada a sua capacidade de parasitismo de fungos fitopatogênicos, competição e produção de metabólitos voláteis (FILIPPI et al., 2011). Assim como o potencial de controle de *Fusarium* a partir de *Bacillus* sp. está relacionado a capacidade das rizobactérias de produzir substâncias antagonicas ao patógeno, induzindo a resistência da planta (FILIPPI et al., 2011).

4.2. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

Houve diferença significativa entre os tratamentos testados em relação ao comprimento da raiz de plantas de feijoeiro comum. O tratamento composto por plantas de feijoeiro comum tratadas com o produto comercial Trichodermil®, a base do fungo *Trichoderma harzianum*, obteve a maior média de comprimento de raízes entre os tratamentos, chegando a 20,25 centímetros de tamanho das raízes (Figura 5).

Em comparação com a testemunha, o tratamento à base de Trichodermil obteve potencial de promoção de crescimento de raízes de 28,32% (Figura 5). Não houve significância entre os tratamentos para a promoção de crescimento da parte aérea das plantas, porém a maior média foi obtida pelo produto comercial Trichodermil, com 15,50 centímetros de altura de planta (Figura 5).

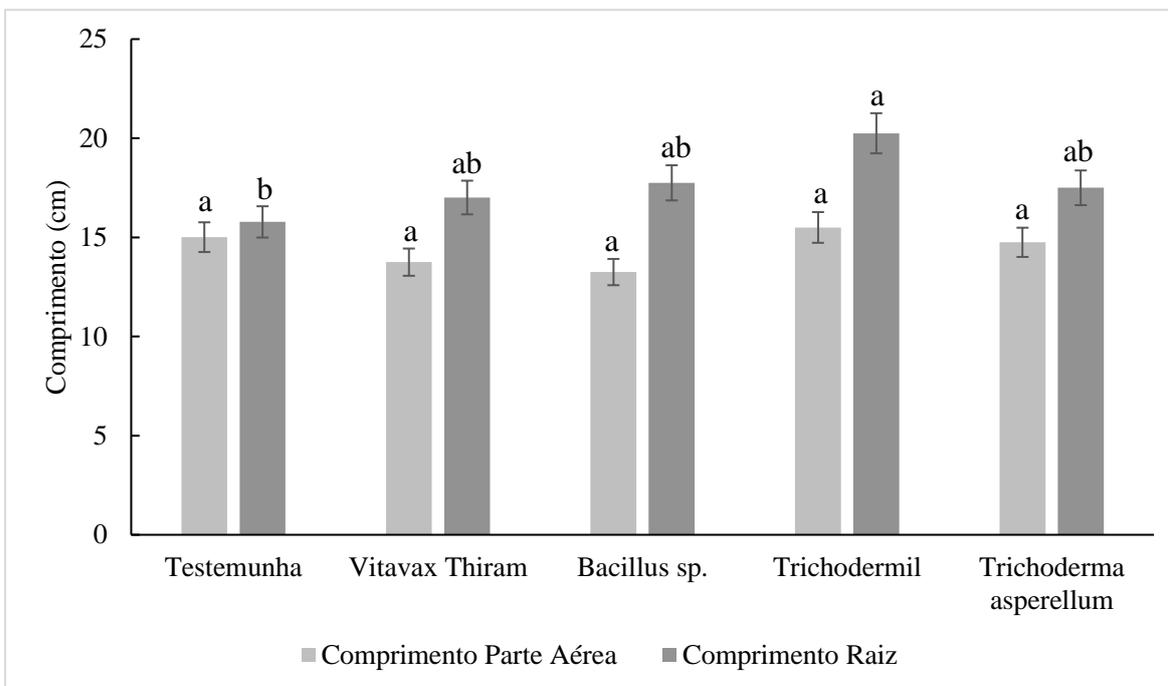


FIGURA 1. Avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz de plantas de feijoeiro comum em condições de telado nos diferentes tratamentos. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.

Em experimento em campo, Santos (2008), utilizou sementes de feijoeiro microbiolizadas com isolados de *Trichoderma*, que apresentaram potencial de aumento de matéria seca e de parte aérea das plantas. Assim como, Pedro et al. (2012), também verificou a eficiência de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento em plantas de feijoeiro e de matéria seca, quando comparados ao tratamento controle.

Utilizando o bioagente *Bacillus subtilis* na promoção de crescimento inicial do feijoeiro, Lazzaretti (2005), constatou que a bactéria inoculada em sementes plantadas em solo naturalmente infestado com os patógenos *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, proporcionou um incremento no peso seco das raízes das plantas, não apresentando nenhuma influência negativa no cultivo in vivo da cultura.

Em relação a avaliação da biomassa de parte aérea e raízes, ocorreu diferença significativa entre os tratamentos testados. Se destacou na biomassa de parte aérea o tratamento

composto pelo bioagente *Bacillus subtilis*, com 0,649 gramas de média de biomassa de parte aérea, apresentando promoção de 23,14% em relação a testemunha (Tabela 2). Quanto a biomassa de raízes de destacou o tratamento que foi utilizado o produto comercial Trichodermil, com a média entre os tratamentos de 0,717 gramas de biomassa de raízes, apresentando promoção de 31,31% em relação ao tratamento testemunha (Tabela 2).

TABELA 2. Avaliação da biomassa de plantas de feijoeiro comum mediada pelos diferentes tratamentos em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis, Goiás, 2019.

Tratamento	Biomassa (g)	
	Parte Aérea	Raiz
Testemunha	0,527 b	0,546 c
Vitavax Thiram®	0,557 b	0,644 b
<i>Bacillus</i> sp.	0,649 a	0,524 c
Trichodermil®	0,556 b	0,717 a
<i>Trichoderma asperellum</i>	0,600 ab	0,577 c
CV (%)	5,31	9,72

*Teste Tukey a 95% de significância

Semelhantemente, Aguiar et al., (2012), com objetivo de avaliar promoção de crescimento no feijoeiro mediado por isolados do gênero *Trichoderma* na cultura do feijoeiro, concluíram que além de promover maior crescimento de plantas, as médias de massa seca em gramas também foi superior a testemunha, sendo eficaz o uso do bioagente na promoção de crescimento da cultura.

Utilizando a rizobactéria *Bacillus subtilis* para avaliar a promoção de crescimento inicial no feijoeiro em casa de vegetação através do tratamento de sementes, Oliveira et al., (2016), concluíram que o bioagente contribuiu significativamente no incremento de matéria seca de plântula e de raízes, sendo benéfico para a cultura em seu estágio inicial de desenvolvimento.

A capacidade de estimular a promoção de crescimento de fungos do gênero *Trichoderma* já vem sendo estudada a bastante tempo. Como promotor de crescimento, o *Trichoderma* age como um bioestimulante, melhorando o desenvolvimento de raízes através da produção de hormônios, permitindo que a planta aumente a sua massa radicular, melhorando a absorção de nutrientes e água, bem como, induzindo a resistência sistêmica e localizada das plantas (CARVALHO et al., 2011). Assim como, as rizobactérias que estimulam a produção dos hormônios ácido jasmônico e etileno, a fixação de nitrogênio atmosférico, a solubilização

de minerais como fósforo, a produção de sideróforos que solubilizam e sequestram o ferro, aumentando o percentual de crescimento de raízes e parte aérea (FILIPPI et al., 2011).

5. CONCLUSÃO

O controle do patógeno de solo *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* na cultura do feijoeiro comum mediado por bioagentes foi eficaz na supressão da doença e se mostrou superior comparado com a testemunha e, também, com o produto químico Vitavax Thiram, comprovando que o uso do controle biológico no manejo da murcha de fusarium é eficaz. Os bioagentes apresentaram potencial na indução do crescimento da parte aérea de plantas e comprimento de raízes, com destaque para o *Trichoderma harzianum* na indução de crescimento de raízes do feijoeiro, evidenciando os benefícios do controle biológico também no aumento de matéria seca de plantas. A utilização de bioagentes no manejo do feijoeiro comum se torna uma prática viável, contribuindo para a resistência das plantas a patógenos e favorecendo o desenvolvimento vegetativo da cultura, favorecendo a sustentabilidade da produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAWI, G. S., 1989. Root rots. Bean production problems in the tropics, Eds. Schwartz, H., F.; Pastor-Corrales, M. A. Cali, **CIAT**, 105-157.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. J.; BLACKWELL. M. **Introductory mycology**. 4. Ed. New York: J. Wiley. 800 p. 1996.
- BARBOSA, F. R., GONZAGA, A. D. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.
- BARBOSA, R. N. T. Seleção de rizobactérias visando o controle biológico da murcha-de-esclerócio em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.). **Revista Agro@ mbiente**. On-line, v. 3, n. 2, 2009.
- BECKMAN, C. H., 1987. **The nature of with diseases of plants**. St. Paul: APS Press, 175pp.
- BENDENDO, I. P. Doenças vasculares. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres. Cap. 44, v. 1, p. 838-847, 2011.
- BENDENDO, I. P. Podridões de raiz e colo. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres. Cap. 43, v. 1, p. 829-837, 1995a.
- BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2003.
- BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna: **EMBRAPA-CNPDA**, 226 p, 1991.
- BETTIOL, W., GHINI, R., MORANDI, M. A. B., STADNICK, M. J., KRAUSS, U., STEFONA, M., COTES PRADO, A. M. Controle biológico de doenças de plantas na América Latina. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2008.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle Biológico. In: BERGAMIN, A. F.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia**. Princípios e Conceitos. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.717-728.
- BIACHINI; A.C. MARINGONI; S.M.T.P.G. CARNEIRO. **Manual De Fitopatologia – Doenças das plantas cultivadas**. In: H. Kimati; L. Amorim; J.A.M. Rezende; A. Bergamin Filho; L.E.A. Camargo. São Paulo, SP, 2005, cap. 37, p. 341 – 342.
- BONNIE. H; OWLEY; MARK T. WINDHAM. Controle Biológico de Fitopatógenos. **Fitopatologia – Conceitos e exercícios de laboratório**. In: Robert, N Trigiano; Mark T. Windham; Alan S. Winhdam. Rio Grande do Sul, 2010, cap. 37, p. 447 – 450.

BONNIE, H; OWNLEY; D. MICHAEL BENSON. Fitopatógenos do Solo. **Fitopatologia – Conceitos e exercícios de laboratório**. In: Robert, N Trigiano; Mark T. Windham; Alan S. Windham. Rio Grande do Sul, 2010, cap. 22, p. 238 – 240.

BOOTH, C. *Fusarium oxysporum* CMI descriptions of plant pathogenic fungi and bacteria. No. 211. **Commonwealth Agricultural Bureaux**. London, 1970.

CAO, Y., ZHANG, Z., LING, N., YUAN, Y., ZHENG, X., SHEN, B., SHEN, Q. *Bacillus subtilis* SQR 9 pode controlar a murcha de *Fusarium* no pepino colonizando as raízes das plantas. **Biologia e Fertilidade dos Solo**, v. 47, n. 5, p. 495-506, 2011.

CARDOSO, J. E. (1990). Doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo. **EMBRAPA-CNPAF. Documentos**, 1990.

CARVALHO, D. D., MELLO, S. C., LOBO JÚNIOR, M., & SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. Emprapa **Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011.

COLLICCHIO, E., RAMALHO, M. A. P., & ABREU, Â. D. F. B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 297-304, 1997.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Quinto Levantamento**. 2019. V.6, N.5. Brasília. D

COOK, R.J. & BAKER, K.F. **Nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul. APS Press. 1983.

DA SILVA, V. N., MARTÍNEZ, C. R., SELDIN, L., BURITY, H. A., & FIGUEIREDO, M. D. V. B. Estirpes de *Paenibacillus* promotoras de nodulação específica na simbiose *Bradyrhizobium-caupi*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 331-338, 2007.

DE AGUIAR, A. R., MACHADO, D. F. M., PARANHOS, J. T., DA SILVA, A. C. F. Seleção de isolados de *Trichoderma spp.* na promoção de crescimento de mudas do feijoeiro cv. Carioca e controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Ciência e Natura**, v. 34, n. 2*, p. 47-58, 2012.

DIAS, P. P., BERAARA, R. L. L., FERNANDES, M. D. C. D. A. *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* control by biopreparation with *Trichoderma spp.* isolates. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 4, p. 258-262, 2013.

DOS SANTOS, H. A. *Trichoderma spp.* como promotores de crescimento em plantas e como antagonistas a *Fusarium oxysporum*. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Tese/dissertação (ALICE)**, 2008.

DOUTT, M.T. Anatomy of *Phaseolus vulgaris* L. var. Black. **Valentine, East Lansing, Michingan Agricultural Experiment Station**. (Michigan Agricultural Experiment. Michigan Technical Bulletin, 128), 1932.

ETHUR, L. Z. Dinâmica populacional e ação de *Trichoderma* no controle de fusariose em mudas de tomateiro e pepineiro. **Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.** 2006.

FILIPPI, M.C.C.; SILVA, G.B.; SILVA-LOBO, V.L.; CORTES, M.M.C.B.; MORAES, A.J. G.; PRABHU, A.S. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control**, v. 58, p. 160-166, 2011.

FRANÇA, S.K.S. *Trichoderma*: estratégias de aplicação no biocontrole de queima das bainhas do arroz em várzea tropical. **Dissertação**, Belém-PA, 2012.

GHINI, R., BETTIOL, C., W. **Proteção de plantas na agricultura sustentável. Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v.17, n. 1, p. 61-70, 2000.

GLICK, B. R.; PATTEN, C. L.; HOLGUIN, G.; PENROSE, D. M. **Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth-promoting bacteria.** London: Imperial College Press, 1995.

GUERRA, A. F., DA SILVA, D. B., RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.

GUIMARÃES, C. M., STONE, L. F., DEL PELOSO, M. J., DE OLIVEIRA, J. P. Genótipos de feijoeiro comum sob deficiência hídrica. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species- opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviewer**, 2: p.43-56, 2004.

HAWSKWORTH, D. I.; KIRK, P. M.; SUTTON, B. C.; PEGLER, D. M. **Ainsworth and bisby's dictionary of the fungi**, 8. Ed. Eghani, United Kingdom: International Mycological Institute, 1995.

HOSTALÁCIO, S.; VÁLIO, I. F. Desenvolvimento dos frutos de feijão em diferentes regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 53-57, 1984.

HUDSON, L.V., DIETZ, A.M., PESHO, G.R. Bean inventory (*Phaseolus vulgaris* L). **Western Regional Plant Introduction.** Pullman, Wash, 1973.

IVAN P. BENDENDO. **Manual de Fitopatologia Volume 1 – Princípios e Conceitos.** In: Lilian Amorin; Jorge Alberto Marques Rezende; Armando Bergamin Filho. São Paulo, SP, cap 24, p.452 – 457, 2011.

JÚNIOR, A. G., DOS SANTOS, Á. F., AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

KADO, C.I; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, 60: 24-30. 1970.

- 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.
- LANNA FILHO, R., FERRO, H. M., DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, 2010.
- LAZZARETTI, E. Influência de *Bacillus subtilis* na promoção de crescimento de plantas e nodulação de raízes de feijoeiro. **Embrapa Meio Ambiente-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2005.
- LUGO, L. S. C. Manejo biorracional de la pudrición de la corona y raíz (*Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopercisi*) del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Tese de Mestrado, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa, Departamento Agropecuario, Guasave, Sinaloa, México, 79pp, 2008.**
- MARIANO, R. D. L. R., SI, E. B., DA SILVEIRA e ASSIS, S. M. P., GOMES, A. M. A., NASCIMENTO, A. R. P., DONATO, V. M. T. S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 1, p. 89-111, 201, 2013.
- MARIANO, R. L., SILVEIRA, E. B., GOMES, A. M. Controle biológico de doenças radiculares. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**, p. 303, 2005.
- MATHRE, D.E.; COOK, R.J.; CALLAN, N.W. From discovery to use: Traversing the world of commercializing biocontrol agents for plant disease control. **Plant Disease** 83; 972-983, 1999.
- MELO, I.S- Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. *In*: Melo, I.S. e Azevedo, J.L. (Ed.) - **Controle Biológico**, v.1. Jaguariúna,Embrapa, p.17–60, 1998.
- MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E., PERUCH, L. A., MENEZES, M. **Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais**. *Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais*, v. 1, p. 1-18, 2005.
- MICHEREFF, S. J., MARIANO, R. Controle Biológico de doenças de plantas. Periódicos existentes no Brasil e onde encontrá-los-Guia Básico. Recife. **Imprensa Universitária-UFRPE**, 1993.
- MILLER, C. R.; OCHOA, L.; NIELSEN, K. L.; BECK, D.; LYNCH, J. P. Genetic variation for adventitious rooting in response to low phosphorus availability potential utility for phosphorus acquisition from stratified soils. **Functional Plant Biology**, v. 30, n. 9, p. 973-985. ISSN 1445-4416, 2003.
- MOHAMED, H.A.L.A. & HAGGAG, W.M. Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*. *Braz. J. Microbiol.* 37(2):181-191, 2006.
- MORANDI, M. A. B., BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009.

MORROW DE LA RIVA, L. Root etiolation as a strategy for phosphorus acquisition in common bean. **MSc thesis, The Pennsylvania State University, University Park, PA, 2010.**

OLIVEIRA, G. R. F., SILVA, M. S., MARCIANO, T. Y. F., PROENÇA, S. L., SÁ, M. E. Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis*/EARLY GROWTH OF COMMON BEAN PLANTS IN RESPONSE TO VIGOUR SEEDS AND INOCULATION WITH *Bacillus subtilis*. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 4, p. 439-448, 2016.

OLIVEIRA, P. I.; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição Mineral e fixação biológica de nitrogênio. **Cultura do Feijoeiro no Brasil**. In: Ricardo Silva Araujo; Carlos Agustín Rava; Luis Fernando Stone; Mario José De Oliveira Zimmermans. Piracicaba, p. 170 – 171, 1996.

PASTOR-CORRALES MA, ABAWI GS. Reactions of selected bean germplasm to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. **Plant Disease** 71:990-993, 1987.

PEDRO, E. A. D. 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**, v. 47, n. 11, p. 1589-1595, 2012.

POMELLA, A. W. V., & RIBEIRO, R. T. S. (2009). Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas—uma visão empresarial. **Biocontrole de Doenças de Plantas**, p. 239, 2009.

PORTES, TOMAS DE AQUINO. Ecofisiologia. **Cultura do Feijoeiro no Brasil**. In: Ricardo Silva Araujo; Carlos Agustín Rava; Luis Fernando Stone; Mario José De Oliveira Zimmermans. Piracicaba, p. 108 – 110, 1996.

ROSADO, R. D.S. Caracterização do sistema radicular do feijoeiro e seu uso no melhoramento genético. 92f. **(Tese de pós-graduação em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa, Minas Gerais, 2012.

ROSOLEM, C. A., MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações agronômicas**, v. 68, p. 01-16, 1994.

RUBIO, G.; LYNCH, J. P. Competition among root classes in *Phaseolus vulgaris* L. **Plant and Soil**, v. 290, n. 1, p. 307-321. ISSN 0032-079x, 2007.

SARTORATO, A. (2006). Desafios no controle de doenças na cultura do feijoeiro na região Centro-Oeste. **VI SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO**, p. 15-17, 2006.

SCHOONHOVEN, A. V.; PASTOR-CORRALES, M. A. **Standard system for the evaluation of bean germplasm**. Cali: CIAT, 53p, 1987.

SOTTERO, A. N., DOS SANTOS FREITAS, S., DE MELO, A. M. T., TRAINI, P. E. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 225-234, 2006.

SCHUSTER, A., SCHMOLL, M. Biologia e biotecnologia de *Trichoderma*. **Microbiologia Aplicada e Biotecnologia**, v. 87, n. 3, p. 787-799, 2010.

SHORESH, M.; YEDIDIA, I.; CHET, I. Involvement of Jasmonic Acid/Ethylene Signaling Pathway in the Systemic Resistance Induced in Cucumber by *Trichoderma asperellum* T203. **Biological Control**, v.95, n. 1, 2005.

SILVA GC, GOMES DP, KRONKA AZ, MORAES MH (2008) Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. **Semina Ciências Agrárias (Londrina)** 29:29-34.

SILVA, H. T. Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2005.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L.(*Leguminosae*). **Embrapa Arroz e Feijão**, 2003.

SILVA, O. F., & WANDER, A. E. O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2013.

SILVA, T. R. B. D., LEMOS, L. B., TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 739-745, 2006.

SILVEIRA, M. A. D. 183f. (**Dissertação ao mestrado em Agronomia**). Percepção da competitividade da produção e comercialização de feijão pela agricultura familiar no estado de Goiás. **Universidade Federal de Goiás**. Goiânia, Goiás, 2015.

SINHÁ, S.K.; GANAPARHY, P.S.; SAVITHRI, K.S. Fruit and seed development in mung beans (*Faba eobis aurea* Roxb.). *J. Agric. Sci., Camb.*, 90:551-6, 1978.

SOTTERO, A. N., DOS SANTOS, F. S., DE MELO, A. M. T., TRANI, P. E. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 225-234, 2006.

VAN LOON, L.C. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Eur. J. Plant Pathol.* **119**, 243–254. 2007.

VILHORDO, B. W., MULLER, L., EWALD, L. F., & LEÃO, M. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre**, v. 16, n. 1, p. 79-98, 1980.

VILHORDO. B.W; MIKUSINSKI. O.M.F; BURIN. M.E; GANDOLFI. V. H. Morfologia. **Cultura do Feijoeiro no Brasil**. In: Ricardo Silva Araujo; Carlos Agustín Rava; Luis Fernando Stone; Mario José De Oliveira Zimmermans. Piracicaba, p. 71 – 92, 1996.

VINALE F., SIVASITHAMPARAM, K., GHISALBERTI, EL, MARRA, R., WOO, SL, & LORITO, M. Interações *Trichoderma* – planta – patógeno. **Biologia do Solo e Bioquímica**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2008.

WANDER, A. E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2007.

YU, X., AI, C., XIN, L., ZHOU, G. A bactéria produtora de sideróforos, *Bacillus subtilis* CAS15, tem um efeito de biocontrole na murcha de *Fusarium* e promove o crescimento da pimenta. **Revista Europeia de Biologia do Solo**, v. 47, n. 2, p. 138-145, 2011.

ZAADY, E.; PEREVOLOTSKY, A.; OKON, Y. Promotion of plant growth by inoculum with aggregated and single cell suspensions of 61 *Azospirillum brasilense* Cd. **Soil Biology and Biochemistry, Oxford**, v. 25, p. 819-823, 1993.

ZAGO ETHUR, L., BLUME, E., BRIÃO MUNIZ, M. F., & VEIGA FLORES, M. G. Seleção de antagonistas fúngicos a *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* em substrato comercial para mudas. **Ciencia rural**, v. 37, n. 6, 2007.