

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA

USO DE BIOAGENTES NA SUPRESSÃO DA *Macrophomina phaseolina*
NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM

Geana Jesus Caixeta

ANÁPOLIS-GO
2020

GEANA JESUS CAIXETA

**USO DE BIOAGENTES NA SUPRESSÃO DA *Macrophomina phaseolina*
NA CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM**

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
2020**

Caixeta, Geana Jesus

Uso de bioagentes na supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do feijoeiro comum/ Geana Jesus Caixeta. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

38 páginas.

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos Alves De Souza

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

1. Controle biológico. 2. Fungos 3. Rizobactérias 4. Feijão 5. Promoção de Crescimento
I. Geana Jesus Caixeta. II. Uso de bioagentes na supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do feijoeiro comum.

CDU 504

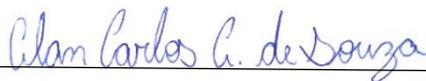
GEANA JESUS CAIXETA

**USO DE BIOAGENTES NA SUPRESSÃO DA *Macrophomina phaseolina* NA
CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM**

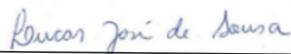
Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Fitopatologia

Aprovada em: 14 de dezembro de 2020.

Banca examinadora



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
UniEvangélica
Presidente



Me. Lucas José de Souza
Me. em Fitopatologia - UNB



Dra. Lorena Alves de Oliveira
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a minha família, em especial a minha mãe, por ter me dado todo o apoio e incentivo necessário para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força para chegar até aqui apesar dos pesares.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe Márcia, por ter me incentivado e me apoiado tanto nessa jornada.

Agradeço a todo o corpo docente, que sempre estiveram dispostos a ajudar, em especial a Cláudia F. A. Rezende, por toda a atenção e dedicação, e por ser uma profissional excepcional.

Ao meu orientador Dr. Alan Carlos Alves De Souza, por todo o suporte, atenção, paciência e conhecimento compartilhado, os quais vou levar de lição para vida.

Aos meus colegas de sala, em especial a Monielly Barreto, por todos os trabalhos e conhecimentos compartilhados, pelas ajudas e dúvidas tiradas, e também por todas as brincadeiras e risadas.

E agradeço a mim mesma, por não ter desistido mesmo com tantas dificuldades no caminho, principalmente as que a hemodiálise me proporciona.

E a todos que fizeram parte direta ou indiretamente da minha formação, o meu muito obrigada.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos”.

Friedrich Nietzsche

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| RESUMO | vii |
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 10 |
| 2.1. A CULTURA DO FEIJOEIRO | 10 |
| 2.2. PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE (<i>Macrophomina phaseolina</i>) | 11 |
| 2.3. CONTROLE BIOLÓGICO | 13 |
| 2.3.1. <i>Trichoderma</i> spp..... | 15 |
| 2.3.2. Rizobactérias promotoras de crescimento | 18 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 20 |
| 3.2. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS..... | 20 |
| 3.3. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA DOENÇA..... | 21 |
| 3.4. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO..... | 22 |
| 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA | 23 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 4.1. BIOMASSA E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO..... | 24 |
| 4.2. SUPRESSÃO DA DOENÇA..... | 25 |
| 5. CONCLUSÃO | 30 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 31 |

RESUMO

A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid causa a doença Podridão-cinzenta-do caule na cultura do feijoeiro e leva a perdas significativas do grão, devido às dificuldades para o controle. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de *Trichoderma* e de rizobactérias como bioagentes na supressão da doença na cultura do feijoeiro comum. O experimento foi realizado em condição de telado e adotou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados. Foram realizados seis tratamentos com quatro repetições (sendo quatro repetições para avaliação da doença e quatro repetições para avaliar a promoção de crescimento), onde foi utilizando o fungo *Trichoderma harzianum*, e três rizobactérias, sendo elas a *Pseudomonas fluorescens*, a *Burkholderia pyrrocinia* e *Bacillus* sp. A inoculação do fitopatógeno foi realizada aos 21 dias após o plantio, a partir de um isolado fúngico da *Macrophomina phaseolina*, cultivados em meio de cultura BDA juntamente com palitos-de-dente, que foram utilizados para inocular as plantas. A avaliação da severidade da doença e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi realizada aos 1, 2, 4 e 8 dias após a inoculação, por meio de uma escala de notas descritivas que variam de 1 a 9. A avaliação da promoção de crescimento foi realizada aos 21 dias após o plantio, com o auxílio de uma régua métrica, avaliando parte aérea e radicular. Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados, apresentando significância em relação aos dados de biomassa das plantas sobre a parte aérea, evidenciando que as plantas de feijoeiro comum que tiveram o tratamento de sementes e a pulverização foliar com as rizobactérias *P. fluorescens* e *Bacillus* sp. se sobressaíram significativamente, aumentando a biomassa da parte aérea em 46,73 % e 41,43 %, respectivamente, em relação a biomassa da testemunha. As plantas tratadas via sementes e via pulverização foliar com a rizobactéria *Bacillus* sp. obtiveram os melhores resultados, apresentando menor índice de severidade da doença, com supressão de 51,67 % em relação a testemunha. Segundo a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) o tratamento que apresentou menor área com presença de plantas doentes, com porcentagem de 34,58 %, foi o tratamento com a bactéria *Bacillus* sp. De acordo com os resultados obtidos, a utilização dos bioagentes *Bacillus* sp. e *Trichoderma harzianum* se mostraram eficientes na supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do feijoeiro comum, quando aplicado em tratamento de sementes e em pulverização foliar, e com as mesmas aplicações, a utilização de *Pseudomonas fluorescens* e o *Bacillus* sp. são eficientes na promoção de crescimento de biomassa de parte aérea.

Palavras-chave: Controle biológico, Fungos, Rizobactérias, Feijão, Promoção de Crescimento.

1. INTRODUÇÃO

Sendo uma das principais culturas produzidas no Brasil e constituindo a base da alimentação humana, o feijoeiro teve origem na América Central (MARTINS, 2015) e foi largamente distribuído em todo o mundo (SILVA; COSTA, 2003). Sua importância socioeconômica vem principalmente da agricultura familiar, devido a geração de renda, além de ter grande destaque nutritivo na dieta da população, por ser imprescindível fonte de proteína (VAZ, 2020).

A cultura do feijoeiro apresenta sua implantação em três épocas diferentes, dependendo da região. Sendo a primeira safra com a época de plantio entre agosto e novembro, a segunda safra com época de plantio de dezembro a março, e a terceira safra com época de plantio entre abril e julho (VAZ, 2020).

Estima-se que a área plantada no Brasil seja de 2.964,9 mil ha na safra 2019/2020, para a cultura do feijão nas três safras. A estimativa para as três safras, é que se obtenha uma produtividade de 1.059 kg ha⁻¹, onde o maior produtor de feijão nacional seja o Estado do Paraná, produzindo 763,8 mil t, ficando o Estado de Goiás em quarto lugar, com uma produção de 302,0 mil t (CONAB, 2020a).

No Brasil, a área de primeira safra do feijão vem sendo reduzida ao longo dos anos, isso devido a competição com o milho (*Zea mays* L.) e a soja (*Glycine max* L.), e também da época de sua colheita acabar acontecendo no período de chuva, o que acaba ocasionando grandes problemas na qualidade do produto (CONAB, 2020a). As pragas e doenças fazem parte desses problemas, devido encontrarem seu hospedeiro grande parte do ano, favorecendo sua multiplicação (ADAMSKI, 2019).

As principais patologias que ocorre no feijoeiro são causadas por vírus, nematoides, bactérias e por fungos. Dentre as principais tem-se o Mosaico-dourado (*Bean Golden Mosaic Virus*), o Crestamento-bacteriano-comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), as Podridões radicular de rizoctonia e seca (*Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* respectivamente), o Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), a Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a Podridão-cinzenta-do-caule (*Macrophomina phaseolina*), sendo esta a principal doença da cultura do feijoeiro (PAULA JUNIOR et al., 2008).

A *Macrophomina phaseolina* é um fungo do solo que pertence à família Botryosphaeriaceae, ordem Botryosphaeriales, da classe Dothideomycetes e filo Ascomycota (CROUS et al., 2006). Este fungo causa seca e morte de plântulas, cancro e lesões no caule de

coloração cinzentas, ocorrendo epidemias da doença quando em temperaturas altas e baixa umidade (ATHAYDE SOBRINHO, 2004). O controle é muito difícil pelo fato da existência de estruturas de resistências, que aumentam sua sobrevivência nas mais adversas condições ambientais, e por quase não existir no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) produtos registrados para seu controle no feijão. Tais fatores acabam favorecendo o uso ilegal de fungicidas e o aumento do uso indiscriminado dos produtos químicos, o que tem estimulado a procura por controles alternativos (DIAS et al., 2019).

A utilização de microrganismos vivos no biocontrole de patógeno é a principal alternativa para eliminar ou reduzir a utilização de agrotóxicos no controle de fitopatógenos. A grande quantidade de microrganismos, ligada a suas ações antagônicas tornam-se importante ferramenta de controle biológico para o manejo integrado da doença (VIEIRA et al., 2017). Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do uso de *Trichoderma* e de rizobactérias como bioagentes na supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do feijoeiro comum.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DO FEIJOEIRO

Pertencente ao gênero *Phaseolus* e à ordem *Rosales*, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) faz parte da subtribo *Phaseolinae* e tribo *Phaseoleae*, e da subfamília *Papilionoideae* e família *Leguminosae* (SILVA; COSTA, 2003). Originado na América Central, a intensa disseminação do feijoeiro é resultado de sua aptidão alimentar, fácil adaptação a variadas classes de solo e acondicionamento, inteirada por sua vasta diversidade de utilização (MARTINS, 2015). Suas variedades, em particular o feijoeiro comum, são largamente distribuídas no mundo (SILVA; COSTA, 2003).

O feijão constitui a alimentação básica proteica na dieta humana e, devido à grande diversidade de ecossistemas, sua implantação e colheita ocorre durante todo o ano, classificando o Brasil como o maior cultivador e consumidor mundial desta leguminosa (SILVA; COSTA, 2003). Pertinente a imensa quantidade de mão-de-obra que se utiliza durante o ciclo da cultura, acaba se tornando um dos interesses agrícolas de maior importância social e econômica (VIEIRA et al., 2006).

De acordo com Silva; Wander (2013), no cultivo do feijoeiro ao longo do ano pode se encontrar até três safras, dependendo de sua localização, sendo que a 1ª safra ou também chamada de safra das águas com o plantio de agosto a novembro, a 2ª safra ou safra da seca tem o plantio entre dezembro e março, e a chamada safra irrigada ou safra de 3ª época com o plantio de abril a julho. No Estado de Goiás as três safras são destaques em sua produção, porém o maior nível de rendimento é proveniente da 3ª safra, sendo seu foco na 1ª e 2ª safra, com grande movimento de agricultores familiares e corporativos, com predominância do feijão comum de cores em relação ao território total cultivado do estado.

Segundo o acompanhamento da safra brasileira de grãos realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB] (2020b), a produção de feijão na safra 2019/2020 atendeu mais de 3,05 milhões t, em uma área de cultivo de 2,9 milhões ha nas três safras. No decorrer das últimas safras, a melhor safra para produção do feijão tem sido a 2ª safra, devido apresentar redução de área plantada em função dos riscos específicos a cultura.

A produção na cultura do feijão comum pode ser afetada por diversos fatores, por exemplo fertilidade de solo, densidade de plantio, qualidade da semente, luz e fotossíntese, condições ambientais, plantas daninhas, pragas e doenças (MONDO; NASCENTE, 2018). O clima afeta propriamente o crescimento da cultura em divergentes estádios fenológicos,

sobretudo na floração e no enchimento de grãos (MAPA, 2012) e o tamanho e desenvolvimento é limitado pela precipitação (MARCO et al., 2012). Segundo Rohrig (2016), a temperatura vista como ideal para o feijão encontra-se na faixa de 15 a 29° C, enquanto que a precipitação é de 300 a 400 mm.

No plantio do feijão a adubação ou correção do solo é uma prática universal e essencial para a preservação da produtividade no decorrer dos anos. A maioria dos solos brasileiros dispõe de ausência referente ao estoque de nutrientes, no qual os nutrientes descobertos acabam não suprimindo as exigências da cultura. Os nutrientes mais exigidos no cultivo do feijão são os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), e os micronutrientes, cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e boro (B) (EPAGRI, 2012).

Um dos motivos que colaboram para a redução da produção do feijoeiro é a intervenção das plantas daninhas. Comumente, a cultura é altamente sensível a mato-competição, podendo ter redução de produtividade de até 50 a 70% dos grãos (MANABE et al., 2015). O ataque de pragas provoca danos significativos na cultura, podendo ocorrer a partir da semeadura até a colheita, sendo capaz de causar danos em qualquer estágio fenológico da cultura (MODA-CIRINI, 2007).

Causando consideráveis perdas, quando não contidas, as doenças estão entre os vários problemas que prejudicam a cultura do feijoeiro, sendo de imprescindível importância o seu controle (LEITE, 2019). O feijoeiro é hospedeiro de diferentes patologias, podendo ser elas de origem nematódea, virótica, bacteriana e fúngica. Os patógenos de parte aérea podem causar as principais patologias do feijão, sendo causadas por bactérias, como o Crestamento-bacteriano-comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), por vírus, tal como Mosaico-dourado (*Bean Golden Mosaic Virus*), e por fungos habitantes de solo, onde os mesmos desenvolvem estruturas de sobrevivência no solo, como a Podridão radicular de rizoctonia (*Rhizoctonia solani*), Podridão-radicular-seca (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*), Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), o Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e, principalmente, a Podridão-cinzenta-do-caule (*Macrophomina phaseolina*) (PAULA JUNIOR et al., 2008).

2.2. PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE (*Macrophomina phaseolina*)

A podridão-cinzenta-do-caule ou também conhecida como podridão-do-carvão é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina*. Este microrganismo pertence ao Reino Fungi

e filo Ascomycota, e conta com duas fases assexuadas bem estabelecidas sendo elas picnidial e esclerodial (ROSA, 2006). Através de pesquisas usando ferramentas moleculares, Crous et al. (2006) evidenciaram que embora sua fase teleomórfica ainda não seja conhecida, *M. phaseolina* faz parte do gênero *Machophomina*, da família Botryosphaeriaceae, da ordem Botryosphaeriales e da classe Dothideomycetes.

Sendo um importante fitopatógeno que habita o solo, a *M. phaseolina* destaca-se como um fungo polífago, com alta variabilidade patogênica e competência de permanecer no solo em circunstâncias adversas (GOMES et al., 2008). É caracterizada por apresentar micélio aéreo numeroso, cotonoso, de coloração cinza-escuro (SARR et al., 2014). Sua disseminação ocorre especialmente na forma de microescleródios ou em restos de culturas como picnídios, onde estas podem sobreviver cerca de 2 a 15 anos conforme as condições (GUPTA et al., 2012). Seu desenvolvimento é beneficiado por temperaturas altas (30°C) e declínios da umidade de solo, sendo facilmente disperso por sementes contaminadas (GOMES et al., 2008). Possuindo grande quantidade de hospedeiros, o fungo atinge cerca de 500 espécies de plantas cultivadas (FERREIRA, 2019). O sorgo (*Sorghum bicolor* L.), o milho (*Zea mays* L.), a soja (*Glycine max* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.), o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), e o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) são as principais culturas impactadas pela *M. phaseolina*, dentre tantas outras, não sendo tão eficiente o uso da rotação de cultura como controle (MOURA, 2019).

Após sobreviver no solo, ocorre a germinação das estruturas de sobrevivência próximo as radículas ou na superfície do solo, estimuladas por exsudatos liberados pelas raízes, originando os tubos germinativos e posteriormente os apressórios (HARTMAN et al., 1999). Os apressórios atravessam a epiderme do hospedeiro por força mecânica, pela utilização de enzimas ou indiretamente por ferimentos ou fissuras naturais da planta (MAYEK et al., 2002).

Após adentrar os tecidos vasculares, o patógeno se desenvolve sentido a raiz principal, bloqueando vasos e interrompendo o acesso de água, murchando os tecidos (WYLLIE, 1988). A alta infestação nas raízes pode matar a planta por conta do colapso das células ao lado da colonização micelial, devido as toxinas fúngicas ou o bloqueio dos canais do xilema (RAMEZANI et al., 2007). Posteriormente a morte da planta, ocorre a colonização pelo fungo e a produção das estruturas de resistência (microescleródios), os quais são liberados no solo sendo agentes primários de propagação (SHORT, 1980).

Os principais indicativos de sintomas da doença são manifestados pela contenção do crescimento dos vegetais, seguido de amarelecimento das folhas, que acabam caindo com a

progressão do ataque. Em seguida, ocorre a seca e morte das plantas agredidas. No caule são visíveis pequenas pintas pretas (picnídios) que são ressaltados na superfície pardo-acinzentada da haste senescente. Dentro das hastes que apresentam os sintomas podem ser vistas estruturas do patógeno, confirmando o reconhecimento da doença (ATHAYDE SOBRINHO et al. 2018).

O controle do patógeno na cultura é de grande dificuldade, devendo ter início no momento de planejamento e estabelecimento da cultura em campo, com cautela no momento de preparo do solo, utilização de sementes certificadas e sadias, e também uso de rotação de cultura. Várias estratégias e métodos já vêm sendo estudadas e utilizadas para o manejo deste patógeno no solo, como solarização, o tratamento de sementes com produtos químicos comerciais, incorporação de materiais orgânicos e o controle biológico (MOURA, 2019).

2.3. CONTROLE BIOLÓGICO

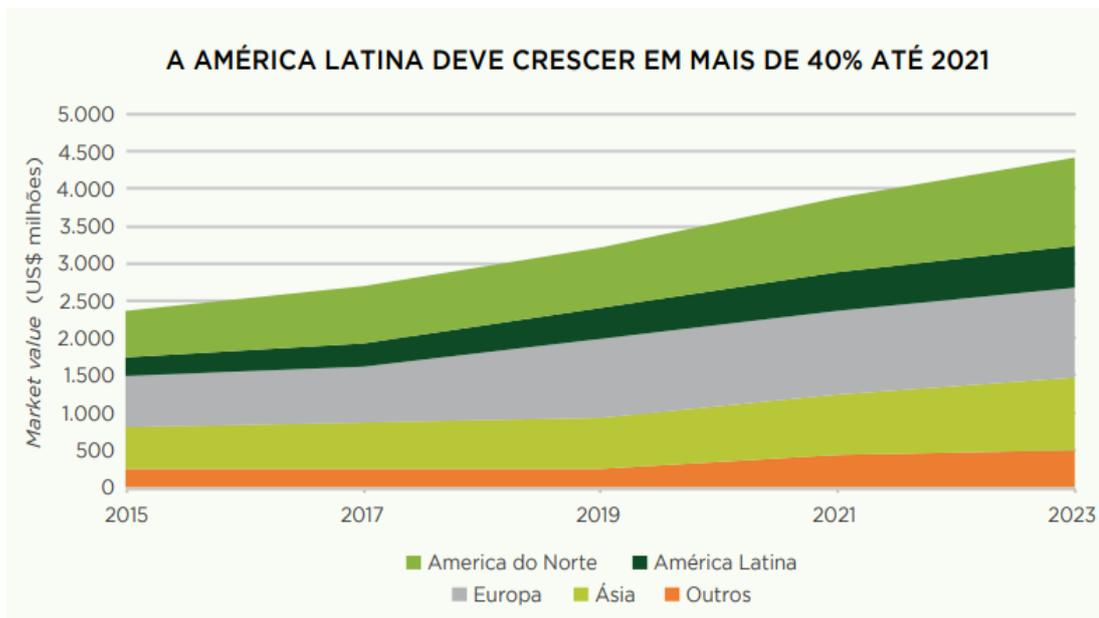
Na produção agrícola uma das mais importantes preocupações são as doenças fúngicas das plantas, e os produtos utilizados para o manejo destas doenças têm grande efeito tóxico tanto para o ser humano quanto para o ecossistema, onde juntamente com seu uso errôneo e excessivo motivaram a procura de opções que possibilite trocar ou compatibilizar o uso de químicos na agricultura (MOSCOSO et al., 2020). Uma dessas opções é o controle biológico, o qual é definido como um feito natural que se baseia na normalização da quantidade de pragas, doenças ou plantas por inimigos naturais (PARRA et al., 2002).

Esses microrganismos vivos, originário ou inseridos, modificados geneticamente ou naturais para o controle de doenças de plantas. Tais organismos, conhecidos como biocontroladores, atuam usando de mecanismos como inibição, parasitismo, hipovirulência, favorecimento da planta, predação ou competição (MOSCOSO et al., 2020). Existem diversos grupos de inimigos naturais, sendo eles fungos, bactérias, insetos, vírus, nematoides, protozoários, entre tantos outros (PARRA et al., 2002).

Segundo dados da ABCBio (2020), existem no Brasil 231 produtos comerciais registrados para controle biológico. Em 2018, o valor nacional de mercado de uso de produtos biológicos para todas as culturas do Brasil foi calculado em R\$ 527,7 milhões (BORSARI, 2018).

A divisão dos produtos biológicos (Figura 1) utilizados na agricultura é feita entre macrobiológicos, utilizados no controle de ácaros predadores e insetos parasitoides e em

microbiológicos, para nematoides, vírus, bactérias e fungos. Pensando em valores, tem-se a atuação de 11% dos macrobiológicos e 89% dos microbiológicos (BORSARI, 2018).



Fonte: BORSARI, 2018

FIGURA 1- Mercado de produtos biológicos em diferentes localidades entre 2015 e 2023.

De acordo com Silva; Brito (2015), existem três tipos de controle biológico. O primeiro tipo é chamado de natural, que ocorre de forma natural no ambiente, sendo facilmente reconhecido quando as práticas errôneas de manejo não afetam o meio, e podendo ser favorecida ao realizar manejos que preservem os inimigos naturais do ecossistema. O segundo tipo de controle é o clássico, que se trata da colonização dos microrganismos utilizados no local em que foram inseridos para o controle do patógeno. Os microrganismos são liberados através de inoculação.

O terceiro tipo é o controle aplicado, que se fundamenta na criação massal de microrganismo em laboratório e posterior liberação como agentes de biocontrole, tendo ação rápida. Os agentes de biocontrole tem ação direta, com interações sobre o patógeno, e ação indireta, com a indução de resistência do hospedeiro (HECK, 2019). Assim, uso do controle biológico torna-se uma das principais alternativas para redução no uso de controle químico e consequentemente a redução dos problemas ambientais de contaminação (SILVA; BRITO, 2015).

Os microrganismos utilizados no controle biológico são as bactérias, as leveduras e os fungos, relata Grigoletti Júnior et al. (2000), onde as principais espécies são *Ampelomyces*

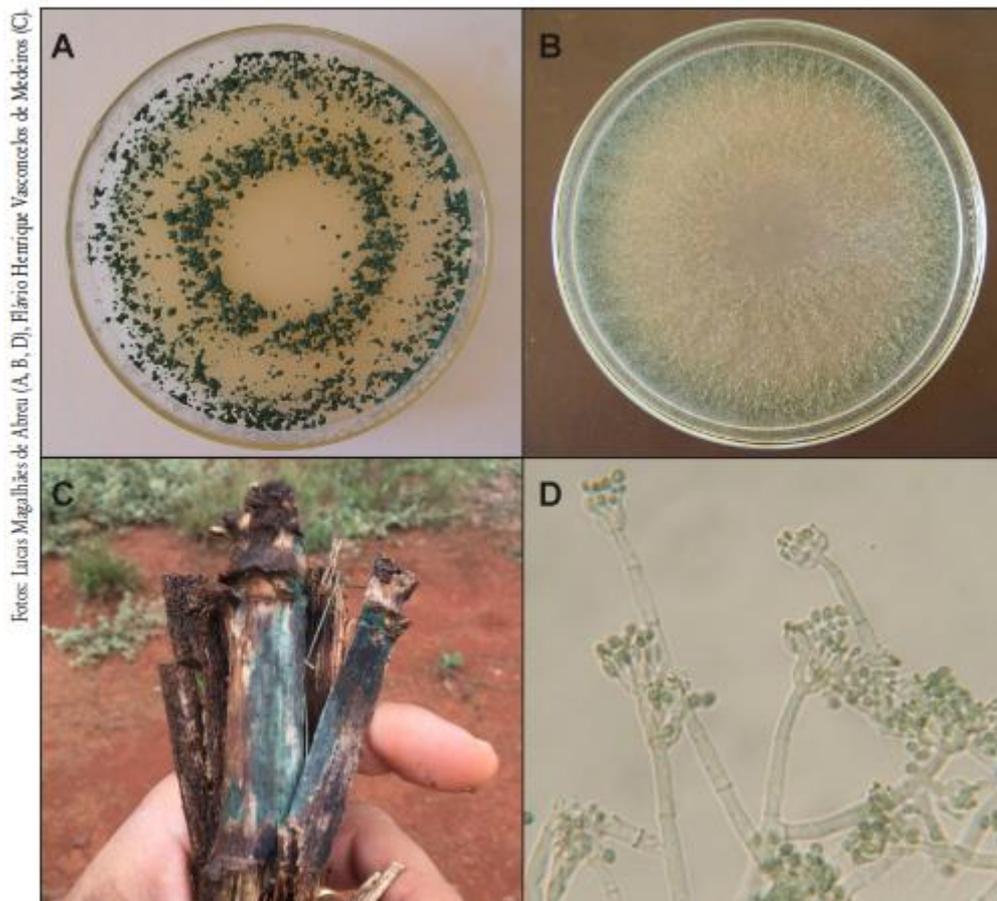
quisqualis, *Bacillus* spp., *Gliocladium* spp., *Peniophora gigantea*, *Pseudomonas putida* e *P. fluorescens*, *Streptomyces* spp., *Trichoderma* spp. e *Verticillium lecanii*. Vários estudos já evidenciaram os resultados positivos na utilização das rizobacterias promotoras de crescimento e do *Trichoderma* no controle de patógenos, alguns são mostrados por Souza Júnior et al. (2017), Pérez et al. (2017), Sá et al. (2018), Silva et al. (2018), Silva et al. (2019), Miranda et al. (2019).

2.3.1. *Trichoderma* spp.

Fazendo parte do reino Fungi, *Trichoderma* spp. são fungos de vida livre que exercem importante função no controle biológico de doenças de plantas. Estes, que tem muita interatividade com as raízes, no solo e nas folhas estão presentes em grande parte dos solos agrícolas (SABA et al., 2014). O gênero *Trichoderma* faz parte da família Hypocreaceae, pertencendo a ordem Hypocreales do filo Ascomycota (SILVA, 2019), e classe Sordaromycetes (ABREU; PFENNING, 2019).

Este fungo de vida livre geralmente se reproduz assexuadamente e sua presença tem maior frequência nos solos onde as regiões são de clima temperado e tropical (HARMAN et al., 2004). A reprodução assexual do *Trichoderma* (Figura 2) é caracterizada pela produção de conídios a partir do micélio vegetativo, que são formados pelos conidióforos (KRUGER; BACCHI citado por MACHADO, 2012), os quais apresentam ramificações laterais advindas de um eixo central, terminando em espirais distintas de células conidiogênicas do tipo fiálide. Os conídios que são unicelulares, alongados, ovais ou esféricos, são produzidos na ponta das fiálides, tendo na maioria das espécies a coloração verde (KRUGER; BACCHI citado por MACHADO, 2012).

Nas espécies onde se tem o conhecimento da fase sexuada, esta é caracterizada por formar corpos de frutificação tipo peritécio, compostos por estromas de coloração marrom, creme, amarelada ou verde, que são produzidos sobre o local de colonização. Os ascos cilíndricos que são formados nos peritécios contem oito ascósporos bicelulares, os quais se dividem em 16 esporos hialinos ou esverdeados (ABREU; PFENNING, 2019).



Fonte: ABREU; PFENNING, 2019.

FIGURA 2- Características morfológicas do *Trichoderma*; A, B: Colônia em meio de cultura. C: *Trichoderma* em ambiente natural. D: Hifas e conidióforos de *Trichoderma*.

As espécies mais importantes utilizadas como agentes de controle biológico são: *Trichoderma harzianum*, *T. stromaticum*, *T. asperellum*, e *T. viride*. Porém, alguns produtos biológicos são comercializados sem ter a espécie identificada. Os alvos das principais espécies de *Trichoderma* utilizados são principalmente das culturas de soja, fumo, algodão tomate, feijão, morango, alho, cebola, cacau e plantas ornamentais, sendo que os principais patógenos incluem o *Fusarium*, a *Sclerotinia*, o *Botrytis*, o *Sclerotium*, a *Rhizoctonia*, o *Pythium*, o *Crinipellis*, e a *Macrophomina* (MORANDI, 2009). Algumas espécies de *Trichoderma* são usadas no controle biológico de fitopatógenos e no incremento de crescimento vegetal por conta de sua versátil ação, como antibiose, parasitismo e competição, além de induzir resistência nas plantas contra patógenos (LOUZADA et al., 2009).

A utilização de cada mecanismo (antibiose, parasitismo e competição) provoca a produção de metabólitos e compostos específicos, assim, ao trabalhar como agente de controle biológico, as cepas do *Trichoderma* percebem outros organismos e crescem em direção a eles,

ocorrendo sequencialmente a liberação de enzimas que vão agir em seu hospedeiro. Quanto as respostas de resistência da planta, tanto as sistêmicas quanto as localizadas, são ativadas devido ao processo de colonização do *Trichoderma*, que atravessam a epiderme das plantas e se aprofundam ao nível das células, liberando diversos compostos limitadas as regiões corticais externas das raízes. Nessa relação microrganismo/raiz, as culturas são protegidas dos variados patógenos (BARROS, 2019).

Em harmonia com Machado et al. citado por Oliveira (2012), fungos do gênero *Trichoderma* spp. apresentam mecanismos que fazem com que consigam converter materiais de forma a ser útil para a planta, solubilizar muitos nutrientes e aumentar a disponibilidade de Fe e P (BARROS, 2019), e produzir hormônios que instigam o crescimento ou desenvolvimento da planta, realizando a interação planta/fungo que acontece pelas raízes (MACHADO et al., citado por OLIVEIRA, 2012). Como vantagem da promoção de crescimento causada pelo fungo Machado (2012), cita a precocidade de germinação das plantas, o rendimento de altura e área foliar, e um resultado superior no peso seco.

Para Sousa (2019), os resultados no uso de *Trichoderma* para a promoção de crescimento foram eficientes em *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã (capim-marandu), ocorrendo por compostos voláteis, sendo que os tratamentos com *T. asperellum* obteve os melhores resultados. Já segundo Chagas et al. (2017), o uso de *Trichoderma* apresentou grandes resultado positivos, demonstrando seu potencial na promoção de crescimento na cultura do milho, soja, arroz e feijão-caupi, tendo os melhores resultados apresentados no arroz, soja e no feijão-caupi.

Já em relação ao controle de patógenos, Sá et al. (2019) constataram que isolados de *Trichoderma* sp. são capazes de impedir o crescimento do fungo *Sclerotium rolfsii*, patógeno causador da podridão de esclerócio no feijão, com ação do antagonismo, em condições de laboratório. Para Silva et al. (2019), em avaliações realizadas em campo e em laboratório, *Trichoderma* spp. são capazes de controlar o crescimento micelial do patógeno *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno causador do mofo-branco, concluindo que seu uso como biofungicida é favorável.

Segundo Miranda et al. (2019), o uso de isolados de *Trichoderma* na cultura do mamoeiro tiveram resultados de antagonismo com sucesso no controle do fitopatógeno causador da antracnose do mamoeiro, o fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. Há uma grande quantidade de trabalhos em diferentes culturas que mostram resultados positivos no uso do

trichoderma, seja na promoção de crescimento ou no controle de patógenos (MIRANDA et al., 2019).

2.3.2. Rizobactérias promotoras de crescimento

As Rizobactérias Promotoras de Crescimento (RBPC) são bactérias que em resposta aos exsudatos produzidos e liberados pelas plantas, colonizam as raízes das mesmas (SCHROTH; HANCOCK citado por MACHADO et al., 2012). Grande parte dessas bactérias possuem a capacidade de promover o crescimento das plantas e o biocontrole de patógenos, onde os metabólicos por elas produzidos tem efeito antagônico na sobrevivência e reprodução de fitopatógenos, provocando sua morte (SIDDIQUI; MAHMOOD citado por MACHADO et al., 2012).

As rizobactérias podem ser separadas pelas interações que realizam com as plantas, sendo como bactérias simbióticas, que vivem dentro das plantas e fazem trocas diretas de metabolitos, e como bactérias de vida livre, que existem fora das plantas. Quanto aos mecanismos utilizados pelas mesmas podem ser citados a promoção do crescimento radicular, limitação de distúrbios das plantas, estímulo indireto de crescimento e controle de patógenos, seja por indução de resistência, antibiose ou competição (VEJAN et al., 2016).

De acordo com Mariano et al. (2004), dentre as principais de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas estão algumas espécies pertencentes ao gênero *Pseudomonas* (fluorescentes e não fluorescentes). Destacam-se também *Bacillus*, *Rhizobium*, *Acetobacter*, *Streptomyces*, *Bradyrhizobium* e *Herbaspirilu*, e as espécies *Agrobacterium radiobacter*, *Burkholderia cepacia* e *Enterobacter cloacae*.

Há relato dos benefícios da promoção de crescimento pelas rizobactérias em diversas culturas, como arroz, soja, milho, feijão, trigo, alface e tomate (RATZ et al., 2017). Dentre os benefícios das RBPC tem-se o aumento da produção de grãos, maior porcentagem de germinação tanto no campo quanto em casa de cultivo, superior absorção de nutrientes e aumento de peso seco e de altura das cultivares (RATZ et al., 2017). Para tais benefícios as RBPC agem diretamente fixando biologicamente nitrogênio, solubilizando minerais de forma a aumentar a disponibilidade de Fe e P principalmente, produzindo hormônios com função de reguladores de crescimento, e indiretamente, produzindo substâncias antagônicas a patógenos que limitam o desenvolvimento da planta (SOUZA, 2014).

Pensando no controle biológico de doenças, a utilização das rizobactérias implica uma redução de custos de produção devido ao não uso de fungicidas e a diminuição de riscos de contaminação de trabalhadores e do ambiente (SOUZA JÚNIOR et al., 2017). Ao atuarem como bioprotetoras, as PGPR presentes nas raízes sintetizam moléculas componentes das células bacterianas que agem como estímulos. Intervindo pelo etileno (ET) e pelo ácido jasmônico (AJ), tais estímulos atuam como sinais, que mobilizam os genes codificadores de compostos de defesa encarregados por produzirem substâncias com ação antifúngicas e antibióticas, transcorrendo a indução de resistência sistêmica da planta (VAN LOON et al. citado por SOUZA, 2014).

Ratz et al. (2017) relatam o sucesso da utilização de algumas espécies de *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. licheniformes*, *B. amylolichefaciens* e *B. cereus*), no cultivo da soja, que proporcionam ganhos tanto econômicos quanto ambientais. Rodrigues et al. (2017), concluem que as rizobactérias testadas inibiram o crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* devido a substâncias voláteis produzidas por elas. Oliveira et al., (2016) complementam a eficiência do *Bacillus subtilis* na cultura do feijoeiro como promotor de crescimento, tanto de comprimento de plântula quanto de raiz em seu estágio de desenvolvimento inicial.

Quanto ao controle de patógenos, Silva et al. (2018), relata ótimos resultados quanto ao uso de *Bacillus sp.* e *Pseudomonas sp.* no controle do nematoide *Bursaphelenchus cocophilos*. Souza Júnior et al. (2017), concluiu o controle por rizobactérias de fungos patógenos de doenças do arroz, como a queima do arroz, a queima de folhas e mancha marrom. Pérez et al. (2017) conclui que a utilização do *B. subtilis* e *P. fluorescens* no tratamento de semente do feijoeiro possibilitou a proteção da cultura contra o patógeno *Macrophomina phaseolina*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Estação Experimental da EMATER, que se localiza na cidade de Anápolis – GO, próximo a GO 060, Km 121, na zona rural, com latitude 16° 20' 12.614" S, longitude 48° 53' 13.101" O e altitude média de 1.051 m, o qual foi feito em condições de casa de vegetação. O local da instalação do experimento possui características climáticas tropicais, com temperaturas mínima de 18 °C e máxima de 28 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1.450 mm.

O ensaio foi conduzido em delineamento em blocos inteiramente casualizados, em condição de telado, recebendo seis tratamentos com quatro repetições (sendo quatro repetições para avaliação da doença e quatro repetições para avaliação da promoção de crescimento). Utilizou-se um tratamento como testemunha, um tratamento contendo fungicida comercial, e os demais com os seguintes bioagentes: o fungo *Trichoderma harzianum*, e três rizobactérias, sendo elas a *Pseudomonas fluorescens*, a *Burkholderia pyrrocinia* e *Bacillus* sp.

O fungo *T. harzianum* foi oriundo do produto biológico Trichodermil 1306[®], no qual a empresa fabricante é a Koppert Biological Systems. As rizobactérias *P. fluorescens* e *B. pyrrocinia* são oriundas da Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Arroz e Feijão, e o *Bacillus* sp. da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab.

Os seis tratamentos utilizados eram dispostos da seguinte maneira: T1– testemunha; T2 – *Pseudomonas fluorescens*; T3 – *Burkholderia pyrrocinia*; T4 – *Bacillus* sp.; T5 – Trichodermil 1306[®] (*Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ-1306 48 g/L) e T6 – Rancona T[®] (Ipconazol 10 g/L e Tiram 350 g/L). O ensaio foi realizado em copos plásticos (400 mL), com furos no fundo e contendo o substrato comercial Ouro Negro[®] (mistura de esterco de gado e de aves, húmus de minhoca, bokashi e casca de pinus), de composição 100% natural, livre de pragas ou patógenos, onde foram semeadas três sementes por copo. A cultivar de feijão utilizada foi a BRS FC 104, feijão carioca.

3.2. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

A aplicação dos tratamentos foi realizada via tratamento de sementes, momentos antes do plantio, e via pulverização foliar, a qual foi feita aos 14 e aos 21 dias após o plantio. Para a realização do tratamento das sementes e da pulverização foliar com as bactérias, foi produzido

uma suspensão, onde os microrganismos foram separadamente cultivados em placa de Petri contendo o meio de cultura Batata Dextrose Agar (BDA), e posteriormente, as placas foram inseridas em uma câmara de crescimento BOD por 48 h, em aproximadamente 28 °C. Depois de passar o tempo necessário, as placas foram lavadas com água destilada com o auxílio de uma alça de Drigalski, elaborando-se a suspensão bacteriana (KADO; HESKETT, citado por COSTAMILAN et al., 2017).

As suspensões bacterianas foram padronizadas com a colaboração de um espectrofotômetro e ajustadas com comprimento de onda de 540 nanômetros e 0,5 de absorvância, obtendo a concentração de 1×10^8 UFC mL⁻¹ com o auxílio de uma câmara de Neubauer (FILIPPI et al., 2011). Com a suspensão das bactérias prontas, a dosagem adotada para realizar o tratamento das sementes, foi de 300 mL para 50 Kg⁻¹ de sementes, e para a pulverização foliar foi de 1 L ha⁻¹.

Para a utilização do produto biológico Trichodermil 1306[®], foi utilizado a dosagem de 200 g para 100 kg⁻¹ de sementes no tratamento de sementes, com a concentração de 2×10^9 conídios mL⁻¹, e não foi realizado a pulverização foliar na cultura. Para o produto comercial Rancona T[®], foi adotado a dosagem de 150 mL para 50 Kg⁻¹ de sementes no tratamento de sementes, e não foi realizado a pulverização foliar. Os tratamentos descritos acima estão seguindo as recomendações em bula pelos fabricantes para cultura do feijão. No tratamento das sementes, foram utilizados sacos plásticos, onde as sementes eram adicionadas juntamente com os devidos tratamentos, agitando-os até obter homogeneidade completa das sementes com os tratamentos.

3.3. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA DOENÇA

Para a inoculação do patógeno nas plântulas de feijoeiro foi utilizado o isolado fúngico de *Macrophomina phaseolina*, proveniente da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab. Inicialmente foi levado à fervura cerca de 100 palitos-de-dente da madeira pinus, com a intenção de eliminar sua resina, e posteriormente foram levados a secagem. Em seguida foram cortados em ½ de seu tamanho normal mantendo uma ponta em uma de suas extremidades (TESSO; EJETA, 2011).

Após cortados os palitos foram colocados nas placas de Petri, em uma quantidade de cerca de 50 palitos-de-dente por placa de Petri, os quais foram esterilizados em autoclave por 30 min a 120 °C e 1 atm. O meio de cultura BDA foi adicionado na placa já contendo os palitos,

sendo distribuído em uma quantidade em que o palito na posição vertical fique fora do meio, cerca de 3 a 4 mm na extremidade apontada. Após o resfriamento o fungo foi repicado sobre o meio de cultura e os palitos, os quais foram levados a incubação a uma temperatura de 30 °C durante o prazo de 10 dias, até que a placa fosse totalmente colonizada pelo fungo (TESSO; EJETA, 2011).

Ao completar 21 dias após o plantio foi feita a inoculação das plantas com o isolado fúngico da *M. phaseolina*, espetando a extremidade afiada de dois palitos por planta em cerca de 1 cm abaixo do nó cotiledonar, sendo dispostos em lados opostos na planta, e com o distanciamento de cerca de 1 cm entre si. A inserção do palito na haste foi realizada sem que a atravesse totalmente, finalizando a inoculação do patógeno. As plantas foram mantidas em temperatura ambiente e sob regime hídrico com irrigação a cada dois dias (TESSO; EJETA, 2011).

Para a avaliação da severidade da doença e da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), foi realizado avaliações aos 1, 2, 4 e 8 dias após a inoculação do patógeno, na qual foi empregada uma escala de notas adaptada de Abawi; Pastor Corrales (1990), tendo esta, variação de 1 a 9, onde: 1 = ausência de sintomas visíveis; 3 = discreta lesão necrótica a até 10% do hipocótilo com lesões superficiais; 5 = aproximadamente 25% do hipocótilo apresentando lesões necróticas; 7 = aproximadamente 50% do hipocótilo lesionada, com percepção discreta das estruturas fúngicas; e 9 = aproximadamente 75% ou mais dos tecidos do hipocótilo apresentando lesões, sendo observado intenso crescimento fúngico. Para calcular a AACPD, utilizou-se dos dados obtidos da severidade, tendo como fórmula para tal, a seguinte: $AACPD = \sum(y_i + y_{i+1}) * (t_{i+1} - t_i)$, onde i = número de avaliações; y = severidade; t = tempo (dias), conforme metodologia de Campbell; Madden (1990).

3.4. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

Aos 21 dias após o plantio foi realizado a avaliação de crescimento das plântulas de feijoeiro, com o auxílio de uma régua métrica. As plantas foram medidas avaliando o tamanho da parte radicular e da parte aérea (cm). Após as medições e com uma tesoura, tais partes medidas foram separadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas para a estufa, onde ficaram cerca de 72 h em uma temperatura de 60 °C para a secagem. Após secas, as plantas foram pesadas em uma balança de precisão, para a determinação de biomassa (g) de cada uma das amostras (repetição dos tratamentos).

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Para tal foi utilizado o software SPSS, versão 21.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. BIOMASSA E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados na biomassa de parte aérea. Com a avaliação de biomassa da parte aérea, os resultados obtidos evidenciaram que as plantas de feijoeiro comum que tiveram o tratamento das sementes e a pulverização foliar com as rizobactérias *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus* sp. se sobressaíram significativamente, se revelando eficientes no aumento da biomassa, aumentando-a em 46,73% e 41,43%, respectivamente, em relação a biomassa da testemunha (Tabela 1).

TABELA 1. Avaliação do comprimento e da biomassa da parte aérea e da raiz, realizadas no vigésimo primeiro dia após o plantio em plantas de feijoeiro, em condição de telado. Teste de Tukey a 5% de significância. Anápolis, Goiás, 2020.

| Tratamento | Comprimento (cm) | | Biomassa (g) | |
|--------------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|
| | Raiz | Parte Aérea | Raiz | Parte Aérea |
| Testemunha | 17,08 a | 11,00 a | 0,530 a | 0,659 b |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 19,99 a | 11,21 a | 0,578 a | 0,967 a |
| <i>Burkholderia pyrrocinia</i> | 18,67 a | 12,23 a | 0,684 a | 0,846 ab |
| <i>Bacillus</i> sp. | 19,06 a | 12,96 a | 0,710 a | 0,932 a |
| <i>Trichoderma harzianum</i> | 18,56 a | 12,28 a | 0,684 a | 0,874 ab |
| Controle químico | 18,51 a | 11,51 a | 0,534 a | 0,743 ab |
| CV (%) | 15,07 | 19,43 | 16,31 | 10,91 |

Em relação aos dados da biomassa das plantas sobre a raiz não houve significância, porém, o tratamento com o *Bacillus* sp. obteve a maior média. Não houve significância entre os tratamentos de avaliação da promoção de crescimento da raiz e da parte aérea das plantas, contudo, as maiores médias foram obtidas pelos tratamentos com a *P. fluorescens* e o *Bacillus* sp., respectivamente (Tabela 1).

Em experimento conduzido em condições de campo, Cerqueira et al. (2015) utilizando sementes de feijoeiro comum microbiolizadas com suspensões bacterianas do gênero *Bacillus*, obtiveram contribuição significativa para o incremento da biomassa da parte aérea, da biomassa fresca da parte aérea e da raiz e no número de sementes, porém, não foi especificado a porcentagem de aumento da biomassa. Em conclusões semelhantes, após estudos sobre a

microbiolização na qualidade de sementes e crescimento de plantas de feijão-caupi, Sá (2019) concluiu a promoção do aumento da massa seca da parte aérea de 61,88% através da utilização de *Bacillus subtilis*, e da raiz de 57,89% e 28,94% por meio da utilização de *Trichoderma* sp. e *Bacillus* sp. respectivamente, em condição de casa de vegetação. Araújo et al. (2012), utilizando sementes de feijão-caupi inoculadas com rizobactérias promotoras de crescimento, em trabalho conduzido em campo, na avaliação de produção de massa seca da parte aérea de feijão-caupi, concluiu que a utilização de *Bacillus subtilis* inoculado sozinho contribuiu para o aumento da produção de massa seca na leguminosa, aumentando em 52,43% a produção de biomassa. Assim, esses trabalhos corroboram com os resultados obtidos.

A atuação das Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (RPCP's) no desenvolvimento e na promoção de crescimento das plantas podem ser notadas de diversas maneiras. As mais notáveis são a fixação biológica de nitrogênio, a produção de hormônios como o etileno, giberelinas, auxinas e citocininas, o aumento da atividade do nitrato redutase quando desenvolvem endofiticamente nas culturas, a solubilização do fosfato, além de trabalharem como biocontroladores de pragas e patógenos. Acredita-se que o trabalho agrupado de todos esses mecanismos é o responsável pela ocorrência da promoção de crescimento em diversas plantas (FERREIRA, 2018a).

As bactérias do gênero *Pseudomonas* podem ser encontradas na água, solo, folhagens e sedimentos, destacando-se em razão da imensa versatilidade nutricional na produção agrícola, pela gigantesca capacidade de colonização radicular e sua habilidade de crescimento em grande variedade de ambientes (BARBORA, et al., 2017). As bactérias *Bacillus* spp. são formadoras de endósporos, que proporciona resistência e garantia de sobrevivência em condições diversas de ambiente, logo, a facilidade de colonização é maior (FERREIRA, 2018b).

4.2. SUPRESSÃO DA DOENÇA

Constatou-se diferença estatística entre os tratamentos testados. As plantas tratadas via sementes e via pulverização foliar com a rizobactéria *Bacillus* sp. obtiveram os melhores resultados, apresentando menor índice de severidade da doença, com supressão de 51,67% em relação a testemunha, seguido do tratamento contendo sementes tratadas com *Trichoderma harzianum*, apresentando 11,66% de supressão da doença em relação a testemunha (Tabela 2).

TABELA 2. Avaliação da severidade da podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*) em plantas de feijoeiro comum em diferentes tratamentos realizados em condição de telado. Teste de Tukey a 5% de significância. Anápolis, Goiás, 2020.

| Tratamento | Severidade (%) |
|--------------------------------|----------------|
| Testemunha | 75,00 b |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 75,00 b |
| <i>Burkholderia pyrrocinia</i> | 75,00 b |
| <i>Bacillus</i> sp. | 36,25 a |
| <i>Trichoderma harzianum</i> | 66,25 ab |
| Controle químico | 75,00 b |
| CV (%) | 10,31 |

Segundo a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (Figura 3A), o tratamento que se destacou apresentando menor área com presença de plantas doentes, foi o tratamento com a bactéria *Bacillus* sp., seguido do tratamento com *Trichoderma harzianum*, apresentando supressão de 65,42% e 10,77%, respectivamente. Os primeiros sintomas da doença puderam ser observados a partir do segundo dia de avaliação, realizado dois dias após a inoculação do patógeno. O aumento da severidade da doença foi agressivo na testemunha e nos tratamentos com *P. fluorescens*, *B. pyrrocinia* e com o produto químico, porém, nos tratamentos com *Bacillus* sp. e *T. harzianum* o fungo não se desenvolveu com a mesma agressividade, mesmo apresentando ambiente propício a seu desenvolvimento, com temperaturas altas e baixa umidade devido a irrigação controlada.

Os resultados da aplicação dos tratamentos podem ser observados no proceder da doença ao decorrer dos 8 dias após a inoculação do patógeno (Figura 3B), onde a partir do 2º d.a.i. (dias após a inoculação), o tratamento com *Bacillus* sp. se diferencia dos demais tratamentos, manifestando menor severidade da doença. A evolução da severidade da doença nos demais tratamentos foram constantes, com progressiva evolução até o 8º d.a.i. (Figura 3B).

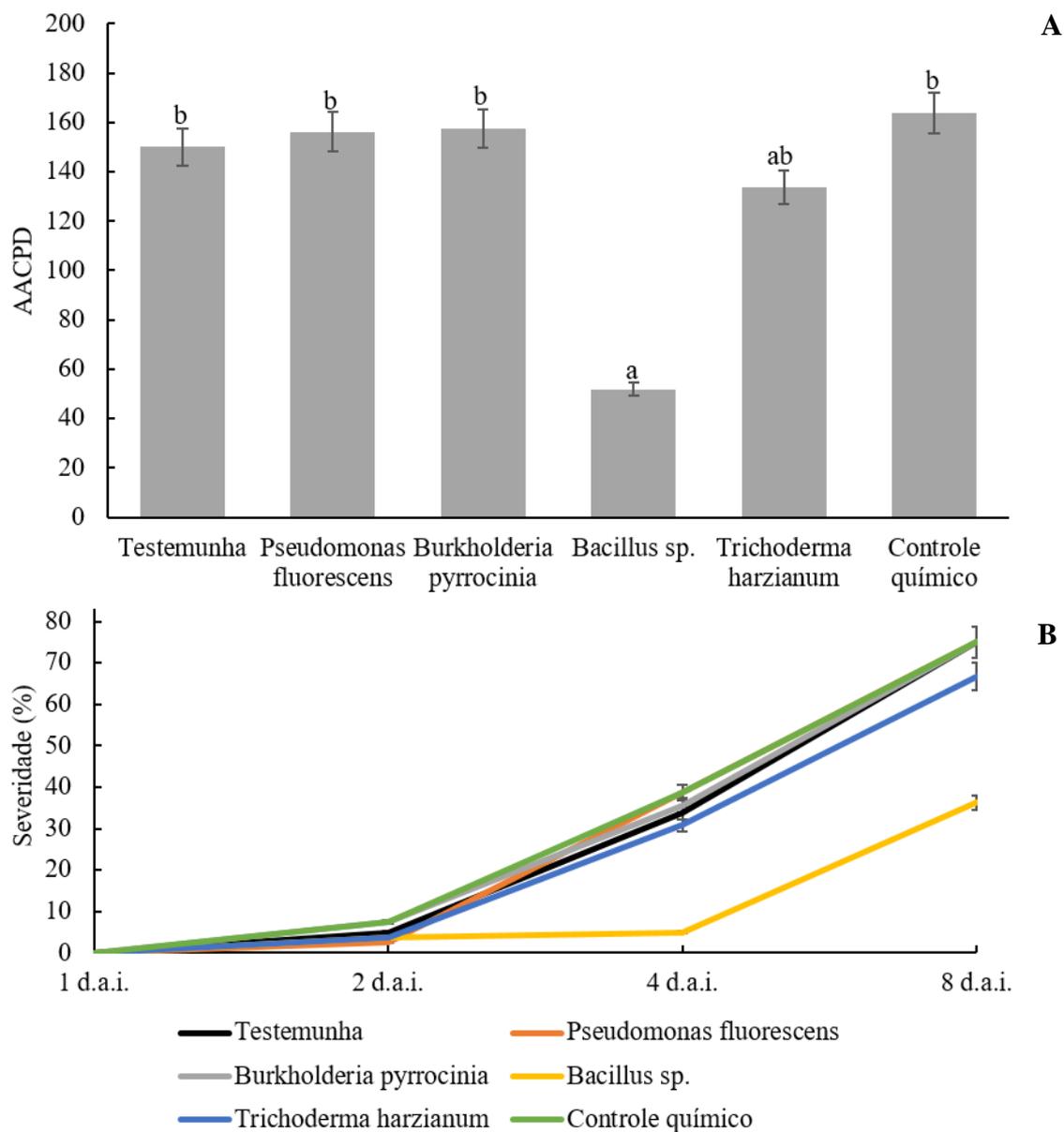


FIGURA 3 – A: Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) em uma média geral dos dados de AACPD e B: Avaliação da severidade da podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina*) ao longo do tempo de 1, 2, 4 e 8 dias após a inoculação (d.a.i.) do patógeno em plantas de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*), submetidas a diferentes tratamentos. Teste de Tukey a 5% de significância. Anápolis, Goiás, 2020.

A severidade da doença pode ser observada na Figura 4, onde da esquerda para a direita, são observados os resultados da última avaliação, que acarretou em morte das plantas em Testemunha, *P. fluorescens*, *B. pyrrocinia* e Racona T[®], além, dos tratamentos *Bacillus sp.*, Trichodermil[®], que apresentavam plantas ainda vivas e com o mínimo de severidade da doença, comprovando a potencial supressão do patógeno.



Fonte: CAIXETA, 2020.

FIGURA 4- Aspectos gerais da última avaliação da severidade da *Macrophomina phaseolina* nos diferentes tratamentos utilizados na cultura do feijoeiro comum. Anápolis, Goiás, 2020.

Não se tem conhecimento de estudos *in vivo* do controle biológico da *M. phaseolina* na cultura do feijoeiro, porém, dentre os trabalhos encontrados, a grande maioria são realizadas em laboratório, com testes *in vitro*. Vieira et al. (2016), em laboratório, utilizando de placas de Petri de 9 cm, avaliou o potencial efeito fungicida de *B. subtilis* contra *Fusarium* spp., *M. phaseolina* e *R. solani*, os quais são patógenos radiculares da cultura do feijoeiro, onde pode concluir que a relação direta do bioagente com os fungos *M. phaseolina* e *R. solani* resultaram no impedimento do crescimento micelial de 100% em comparação com suas respectivas testemunhas.

Com trabalho desenvolvido *in vitro*, Silva et al. (2013) avaliaram a inibição do crescimento de *M. phaseolina* por isolados de *Bacillus* (retirados ao acaso de amostras de nabo, trigo, aveia, tremoço e milho), os quais foram cultivados em placas de Petri com meio de cultura BDA, onde comprovaram que apenas as bactérias do gênero *Bacillus* sp. foram capazes de controlar o desenvolvimento da *M. phaseolina*. Villela-Marroni (2015), também com trabalho conduzido *in vitro* em laboratório, avaliou a eficiência de 19 isolados da bactéria *Bacillus* sp. no controle do fungo de solo *M. phaseolina*, onde concluiu a eficácia do *Bacillus* como

antagonista do fungo fitopatogênico, apresentando grande potencial de proteção e como agente de controle biológico para a *M. phaseolina*.

Menezes et al. (2004), avaliando em vasos o efeito de isolados de fungo do gênero *Trichoderma* tanto no tratamento de sementes de feijão sobre o patógeno *M. phaseolina* presentes no solo, como no tratamento de solo sobre o patógeno presente em sementes de feijão, evidenciou como resultado a maior conservação das plantas de feijão quando o patógeno foi aplicado no solo esterilizado e tratado com o *Trichoderma* antes do plantio, com uma suspensão contendo conídios do bioprotetor. Ainda que a totalidade das espécies de *Trichoderma* avaliadas no trabalho se mostraram com resultados promissores, o controle da *M. phaseolina* apresentou maior resultado na supressão da doença com a utilização de *T. harzianum* em todos os experimentos executados.

Em geral, o controle biológico parte do princípio do antagonismo entre microrganismos, podendo ser eles a competição, o parasitismo, a predação e a indução de resistência. A inibição de fitopatógenos por muitos microrganismos ocorrem por competição de nutrientes, pela produção de metabólito e através do parasitismo direto, onde podem operar de maneira só ou conjunta. A competição se dá pela relação entre dois ou mais organismos comprometidos na mesma ação, acontecendo em especial por espaço, alimentos e oxigênio. No parasitismo, o fato ocorrido é através da nutrição de certo microrganismo a partir de estruturas reprodutivas ou/e vegetativas de outro microrganismo. Já na predação, o microrganismo se alimenta de fitopatógenos e de múltiplas fontes. A indução de resistência acontece com estímulos os dispositivos de defesa do hospedeiro através da inserção da estrutura não deletéria ou/e de seus metabólitos (SOUSA; FRANCA, 2020).

Ao agirem sobre o agente patogênico, as rizobactérias produzem bacteriocinas, ácido cianídrico, antibióticos, enzimas líticas, sideróforos e ainda acabam por induzirem resistência sistêmica. A atuação na supressão de doenças é indireta e seu uso no aumento de rendimento e como bioprotetores, será certamente, uma das técnicas para alta produtividade de maior valor nesse século, tudo isso devido à crescente demanda da redução da compulsão por produtos químicos sintéticos e a primordialidade de desenvolvimento da agricultura sustentável (MARCUIZZO, 2011).

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a utilização dos bioagentes *Bacillus* sp. e *Trichoderma harzianum* se mostraram eficientes na supressão da *Macrophomina phaseolina* na cultura do feijoeiro comum, quando aplicado em tratamento de sementes e em pulverização foliar. Com as mesmas aplicações, a utilização de *Pseudomonas fluorescens* e o *Bacillus* sp. são eficientes na promoção de crescimento de biomassa de parte aérea. A integração da utilização destes microrganismos na produção agrícola contribui para uma produção sustentável, além de redução de custos e tempo de investimento, reduzindo também a utilização de produtos químicos. É necessário a realização de mais estudos para identificação de biocontroladores do fungo *M. phaseolina* com capacidade antifúngica, em especial com estudos em condição de campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. **Root rots of beans in Latin America and Africa: diagnoses, research methodologies and management strategies.** Colômbia. CIAT. 1990.

ABCBio. Importância dos Patógenos de Solo na Cultura do Feijoeiro. Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico. **Biodefensivos registrados.** 2020.

ABREU, L. M.; PFENNING, L. H. **Trichoderma uso na agricultura: O Gênero Trichoderma.** Embrapa Soja- Livro científico (ALICE). Capítulo 3. 2019. p.163-179.

ADAMSKI, A. **Avaliação de cultivares de feijão quanto à qualidade tecnológica de grãos.** Universidade Federal da Fronteira Sul. 2019.

ALMEIDA, D. **Feijão-verde e outros Phaseolus.** Manual de Culturas Hortícola. Lisboa: Editorial Presença. Vol. II, p.247-270. 2006.

ARAÚJO, F. F. de; ARAÚJO, A. S. F. de; SOUZA, M. R. de. Inoculação do feijão-caupi com rizobactérias promotoras de crescimento e desempenho na produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana.** 17 (1), 53-58. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.12661/pap.2012.010>

ATHAYDE SOBRINHO, C.; SANTOS, A. R. B.; SILVA, P. H. S. da.; SILVA, K. J. D. **Ocorrências de doenças fúngicas em feijão-mungo (*Vigna radiata* L.) no Piauí.** Comunicado Técnico 245. Teresina, PI. 2018

ATHAYDE SOBRINHO, C. **Patossistema caupi X *Macrophomina phaseolina*: método de detecção em sementes, esporulação e controle do patógeno.** Tese. Universidade de São Paulo. 2004.

BARBOSA, A. F. S.; SILVEIRA, L. A.; LEAL, P. L. Caracterização de rizobactérias associadas à melocactus conoideus quanto a mecanismos de promoção de crescimento de plantas. **Revista Ciência e Desenvolvimento.** 10.3: 328-345. 2017.

BARROS, J. L. A. P. P de. **EFEITO DE *Trichoderma* spp. NO CONTROLE BIOLÓGICO DE *Rhizoctonia solani* E NA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE TOMATEIRO.** Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.

BEZERRA, G. de A.; MUSSI-DIAS, V.; SANTOS, P. H. D.; AREDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F. Identificação e seleção de espécies de *Trichoderma* spp. endofíticos de bromélias de restingas como agentes de biocontrole da fusariose em frutos de abacaxi. **Summa phytopathol.** vol.45 no.2 Botucatu. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/189165>

BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. **Mercado e percepção do produtor Brasileiro.** AgroANALYSIS, 38(10), 32-37. 2018.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York NY. John Wiley & Sons. 1990.

CERQUEIRA, W. F.; MORAIS, J. S.; MIRANDA, J. S.; MELLO, I. K. S.; SANTOS, A. F. J. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o crescimento do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer. Goiânia-Go. v.11, n.20: p.82. 2015.

CHAGAS, L.F.B.; MARTINS, A.L.L.; CARVALHO FILHO, M.R. de; MILLER, L. de O.; OLIVEIRA, J.C. de; CHAGAS JUNIOR, A.F. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. **Agri-environmental Sciences**. 3, 2, 10-18. 2018.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 6 – Sexto levantamento. Março, 2020a.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 5 - Quinto levantamento. Fevereiro, 2020b.

CROUS, P. W.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M. J.; RHEEDER, J.; MARASAS, W. F.O.; PHILIPS, A. J. L.; ALVES, A.; BURGESS, T.; BARBER, P.; GROENEWALD, J. Z. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. **Studies in Mycology**, v. 55, p. 235–253, 2006.

COSTAMILAN, L. M.; TOMM, G. O.; CLEBSCH, C. C.; KIIHL, T. A. M.; DENARDIN, N. **Avaliação de resistência de canola à Podridão Negra das Crucíferas**. In Embrapa Trigo- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CANOLA, 1., Passo Fundo. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2017.

DIAS, L. R. C.; SANTOS, A. R. B.; PAZ FILHO, E. R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. Oleo essencial de *Lippia sidoides* Cham (alecrim-pimenta) no controle de *Macrophomina phaseolina* em feijão-caupi. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 24, n. 1, 2019.

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Informações Técnicas para o Cultivo do Feijão na Região Sul brasileira**. Florianópolis, 2012.

FERREIRA, D. dos S. A. **Eficiência de *Bacillus amyloliquefaciens* na promoção de crescimento e produtividade do milho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso. Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais. Sinop. 35f. 2018a.

FERREIRA, T. C. ***Bacillus* spp. como agentes de controle de *Thielaviopsis paradoxa* e *Fusarium verticillioides* e promotores de crescimento de cana-de-açúcar e milho**. Tese de Doutorado. Unesp Câmpus de Botucatu. 2018b.

FERREIRA, C. S. **Interação diferencial entre *Phaseolus vulgaris* e *Macrophomina phaseolina***. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás - UFG. Goiânia. 2019.

FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B.; SILVA-LOBO, V. L.; CÔRTEZ, M. V. 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. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.04.016>

FRANCA, A. C. A. **Controle biológico da Antracnose na cultura do feijão-vagem com o uso de bioagentes.** Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Agronomia. Anápolis-GO. 2020.

GIEHL, J.; REINIGER, L. R. S.; FRUET, S. F. T.; SILVA, B. R.; SWAROWSKY, A. Efeito de *Trichoderma* spp. no cultivo de feijoeiro comum em condições de campo sob estresse por nematoides. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 10, n. 3, 2016. ISSN 2236-7934.

GOMES, D.P.; SILVA, G.C.; KRONKA, A.Z.; TORRES, S.B.; SOUZA, J.R. Qualidade fisiológica e incidência de fungos em sementes de feijão-caupi produzidas do Estado do Ceará. **Revista Caatinga**, v.2, n.21, p.165-171, 2008.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, A. F.; AUER, C. G. **Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais.** *Floresta*, 30(1/2). 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v30i12.2362>

GUPTA, G. K.; SHARMA, S. K. ; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, v.160, p.167–180, 2012.

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

HARTMAN, G. L, SINCLAIR, J.B.; RUPE, J. C. **Compendium of Soybean Diseases.** The American Phytopathological Society, Edition IV, St. Paul, MN, USA, APS Press, 1999.

HECK, D. L. **BIOCONTROLE DE PATÓGENOS NECROTRÓFICOS DO MILHO VIA MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES COM PROCARIOTOS.** Universidade Federal da Fronteira sul. Cerrado Largo. 2019.

KADO, C.I. & HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 60:969-979. 1970.

KRUGER, T. L.; BACCHI, L.M.A.- Fungos. In: Filho, A.B.; Kimati, H.; Amorim, L.; Rezende, J.A.M., Camargo, L.E.A. - **Manual de Fitopatologia.** 3 ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 46–95. 1995.

LAGE, P.; JÚNIOR, M. A. da S.; FERREIRA, E. A.; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, E. de B. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **Journal of Neotropical Agriculture**, 2017, 4.3: 61-68.

LEITE, J. J. de M. **Conhecimento dos produtores, percepção e uso de práticas de manejo de doenças da cultura do feijoeiro no Agreste de Pernambuco.** Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2019.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L.M. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes ecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota neotropica**, 9, 3: p.145–149. 2009.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**. Volume 35. Lisboa. 2012a.

MACHADO, V.; BERLITZ, D. L.; MATSUMURA, A. T. S.; SANTIN, R. C. M.; GUIMARÃES, A.; SILVA, M. E.; FIUZA, L. M. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides. **Oecologia Australis**. 16(2): 165-182, 2012.

MANABE, P. M. S. MATOS, C. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; MANABE, A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, C. T. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 31, n. 2, p. 333-343, 2015.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em 04 de mar. 2020.

MARCUZZO, L. L. Efeito de rizobactérias sobre o biocontrole e promoção de crescimento de plantas. **Ágora: Revista De divulgação científica**, 17(1), p. 1-11. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.24302/agora.v17i1.16>

MARIANO, R. de L. R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A.; NASCIMENTO, A. R.; 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 Agrônômica, v. 1, p.89 - 111, 2004.

MARTINS, M. F. **Avaliação da resistência de linhagens de feijoeiro ao Nematóide *Meloidogyne javanica* e ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.** Master's Thesis. 2015.

MARCO, K.; DALLACORT, R.; JÚNIOR, C. A. F.; FREITAS, P. S. L.; VILLELA, T. G. Aptidão Agroclimática e Características Agrônômicas do Feijão-Comum Semeado na Safra das Águas em Tangará da Serra –MT. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 8, n. 15, p.160, 2012.

MAYEK, N.; GARCIA-ESPINOSA, R.; LOPEZ-CASTANEDA, C.; ACOSTAGALLEGOS, J. A.; SIMPSON, J. Water relations, histopathology, and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. **Physiological Plant Pathology**, v. 60, p. 185–195, 2002.

MENEZES, M.; MACHADO, A. L. M.; SILVEIRA, M. do C. V. da; SILVA, R. L. X. da. Biocontrole de *Macrophomina phaseolina* com espécies de *Trichoderma* aplicadas no

tratamento de sementes de feijão e no solo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**. Recife. vol. 1, p.133-140, 2004.

MIRANDA, R. F.; ULHOA, C. J.; CONTO, L. M.; COSTA, F. de C. **Uso de isolados de *Trichoderma* no controle do fungo causador da antracnose do mamoeiro**. UFMS - Campo Grande - MS. 2019.

MODA-CIRINO, V. **Desafios ao controle de pragas na cultura do feijoeiro: Desafios na região Sul**. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOERIO, 6., 2006, Campinas, Palestras..., Campinas: Instituto Agrônômico, 2007.

MONDO, V. H. V.; NASCENTE, A. S. Produtividade de feijão-comum afetado por população de plantas. **Agrarian**. v.11, n.39, p. 89-94, Dourados, 2018.

MORANDI, M. A. B.; WAGNER, B. **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil**. Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE). 2009.

MOSCOSO, M. A. P.; RAMÍREZ, I. J. N.; ANGARITA, C. C.; ROJAS, E. T. Atividade biocontroladora *in vitro* de macrohongos contra diferentes fungos fitopatógenos. **Acta Biológica Colombiana**, 25(2). 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.75303>

MOURA, I. N. B. M. de. **Incorporação de materiais vegetais associados à simulação da solarização e produtos comerciais na sobrevivência de *Macrophomina phaseolina*, no crescimento do meloeiro e atributos do solo**. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO. MOSSORÓ, 2019.

OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v7i3.1338>.

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*. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 10(4). 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2016v10n4p439-448>.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico: terminologia**. Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo. Manole editora, 1-16. 2002.

PAULA JÚNIOR, T.J. de; VIEIRA, R.F; TEIXEIRA, H. et al. **Informações técnicas para cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira 2007-2009**. Belo Horizonte: Epamig, 180p. (Epamig. Documentos, 42), 2008.

PÉREZ, D. H.; CASTELLANOS, M. D.; RAMOS, R. Q.; BERMÚDEZ, R. S.; GONZÁLEZ, N. P. HERRERA, I. L. Empleo de rizobacterias para la protección de plantas de frijol frente al tizón ceniciento (*Macrophomina phaseolina*). **Centro Agrícola**. Volume 44. Santa Clara. 2017.

RAMEZANI, M.; SHIER, W. T.; ABBAS, H. K.; TONOS J. L.; BAIRD R. E.; SCIUMBATO, G. L. Soybean charcoal rot disease fungus *Macrophomina phaseolina* in 58 Mississippi produces the phytotoxin botryodiplodin but no detectable phaseolinone. **Journal of Natural Production**, v. 70, p. 128–129, 2007.

RATZ, R. J.; PALÁCIO, S. M. ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; VICENTINO, R. C.; MICHELIM, H. J.; RICHTER, L. M. Potencial biotecnológico de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas no cultivo de milho e soja. **Engevista**, V. 19, n.4, p. 890-905, 2017.

RODRIGUES, K. R. R.; DE PINHO, R. S. C.; DA SILVA RUBIM, G.; BERGMANN, M. D.; ARNS, R. B.; STELLA, M. R. **Substâncias voláteis de rizobactéria no controle de *Sclerotinia sclerotiorum***. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 8(2). 2017.

ROHRIG, B. **Bioprospecção de bactérias, isoladas de diferentes sistemas de cultivo, para o controle de patógenos habitantes de solo da cultura do feijão**. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. 2016.

ROSA, J. **Seleção de genótipos de guandu para resistência a *Macrophomina phaseolina* e esporulação do fungo**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Jaboticabal.

SÁ, M. N. F.; LIMA, J. de S.; JESUS, F. N.; PEREZ, J. O.; GAVA, C. A. T. Efeito de *Bacillus sp.* e *Trichoderma sp.* no crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii*. **Acta Brasiliensis**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 79-81, 2019. ISSN 2526-4338. Disponível em: <https://doi.org/10.22571/2526-4338158>.

SÁ, M. N. F. **Microbiolização na qualidade de sementes e crescimento de plantas de feijão-caupi**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. Campus Petrolina Zona Rural. Petrolina-PE. 2019.

SABA, H; VIBHASH, D.; MANISHA, M.; PRASHANT, K. S.; FARHAN, H.; TAUSEEF, A. *Trichoderma* – a promising plant growth stimulator and biocontrol agent. **Mycosphere**. 3(4), 524–531. 2012. Disponível em: <10.5943 /mycosphere/3/4/14>.

SARR, M. P.; NDIAYE, M'baye; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. **Phytopathologia Mediterranea**, Itália, v. 53, n. 2, p. 250-268, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-13736.

SHORT GE, WYLLIE TD, BRISTOW PR. Survival of *Macrophomina phaseolina* in soil and in residue of soybean. **Phytopathology**, v. 70, p.13–17, 1980.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus L.* (Leguminosae)**. Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 156. 2003.

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, A. R.; SILVA, M. R.; DELAMUTA, J. R. M.; SANTOS, J. A.; RIBEIRO, R. A.; BINNECK, E.; ALMEIDA, A. M. R. **Identificação e eficiência de *Bacillus* spp. inibidor do crescimento de *Macrophomina phaseolina***. In *Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, p. 42-45.2013.

SILVA, O. F. da; WANDER, A. E. **O feijão comum no Brasil passado, presente e futuro**. Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 287. Santo Antônio de Goiás-GO. 2013.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**. v.36 (1): 248-258. 2015.

SILVA, C. M.; PINHEIRO, C. C. C.; SOUSA, I. A. L.; LINS, P. M. P.; SILVA, G. B.; CARVALHO, E. A. C. Controle biológico de *Bursaphelenchus cocophilus* por rizobactérias e *Trichoderma* spp. **Nativa, Pesquisas Agrárias e Ambientais**. v. 6, n. 3, p. 233-240. 2018.

SILVA, L. R.; MELLO, S. C. M.; MARTINS, I.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Efeito de compostos orgânicos voláteis de *Trichoderma* spp. no crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 346. EMBRAPA. Brasília-DF. 2019.

SILVA, G. R. **Análise fenotípica de mutantes de *Trichoderma harzianum* TR274 na busca por genes com papel em seu crescimento e micoparasitismo**. viii, 82 f., il. Dissertação (Mestrado em Biologia Microbiana) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SILVEIRA, M. A.; TEIXEIRA, S. M.; WANDER, A. E.; CAMPOS, W. P. Produção de Feijão nos Sistemas de Plantio Direto e Convencional no Município de Água Fria de Goiás (GO). **Conjuntura Econômica Goiana**. Marco, 2015.

SOUSA, B. C. M. **Promoção de crescimento vegetal de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã por compostos voláteis do fungo *Trichoderma* spp.** Universidade Federal do Tocantins. GURUPI-TO, 2019.

SOUZA JÚNIOR, I. T.; SCHAFER, J. T.; CORRÊA, B. O.; FUNCK, G. D.; MOURA, A. B. Expansion of the biocontrol spectrum of foliar diseases in rice with combinations of rhizobacteria. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 3, p. 513-522, 2017.

SOUZA, A. C. A. **Silício e bioagentes na supressão da brusone foliar em arroz**. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4306>.

TESSO, T.; EJETA, G. Stalk strength and reaction to infection by *Macrophomina phaseolina* of brown midrib maize (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*). **Field Crops Research**. Estados Unidos, v.120, p.271-275, 2011.

VAZ, F. N. **Desempenho agrônômico de genótipos de feijoeiro comum do grupo carioca normal, nas águas, em Uberlândia–MG.** 2020. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0002-6662-9544>

VEJAN, P.; ABDULLAH, R.; KHADIRAN, T.; ISMAIL, S.; BOYCE, A. N. Papel do crescimento das plantas que promove rizobactérias na sustentabilidade agrícola - uma revisão. *Molecules*, 21 (5), 573. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>.

VIEIRA, B. S.; VIEIRA, H. M. P.; SOUSA, L. A.; DE MENDONÇA, K. D. R. Potencial antagonístico do isolado bacteriano (bsv-05) contra os patógenos radiculares do feijoeiro: *Fusarium solani f. sp. phaseoli*, *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*. *Revista Ciência Agrícola*, 14(1), 59-66. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v14i1.2333>.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 146 p, 2006.

VILLELA-MARRONI, I. Triagem de bactérias do gênero *Bacillus* para o controle do fungo fitopatogênico *Macrophomina phaseolina*. *Biocontrol Science and Technology*, 25 (3): 302-315, 2015.

WYLLIE, T. D.; FRY, G. Liquid nitrogen storage of *Macrophomina phaseolina*. *Plant Disease Report*, v. 57, p. 478–480, 1988.