

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

**USO DE BIOAGENTES NO CONTROLE DA VASSOURA DE BRUXA E
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO CACAUEIRO**

**Bárbara de Carvalho Moreira
Mikaelle Conceição da Silva**

**ANÁPOLIS-GO
2020**

**BÁRBARA DE CARVALHO MOREIRA
MIKAELLE CONCEIÇÃO DA SILVA**

**USO DE BIOAGENTES NO CONTROLE DA VASSOURA DE BRUXA E
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO CACAUEIRO**

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**

Moreira, Bárbara de Carvalho; Silva, Mikaelle Conceição da

Uso de bioagentes no controle da vassoura de bruxa e promoção de crescimento da cultura do cacauzeiro /Bárbara de Carvalho Moreira; Mikaelle Conceição da Silva. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

41 p.

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- Indução de crescimento 3- *Trichoderma* I. Bárbara de Carvalho Moreira; Mikaelle Conceição da Silva. II. Uso de bioagentes no controle da vassoura de bruxa e promoção de crescimento da cultura do cacauzeiro

CDU 504

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – As Autoras.

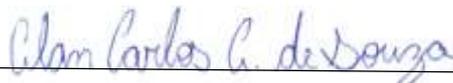
**BÁRBARA DE CARVALHO MOREIRA
MIKAELLE CONCEIÇÃO DA SILVA**

**USO DE BIOAGENTES NO CONTROLE DA VASSOURA DE BRUXA E
PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO CACAUEIRO**

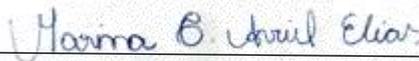
Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Fitopatologia

Aprovada em: 15 de dezembro de 2020.

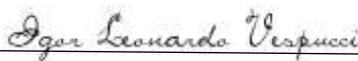
Banca examinadora



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
UniEvangélica
Presidente



Me. Marina Teixeira Arriel Elias
Me. em Agronomia - UFG



Prof^a. Me. Igor Leonardo Vespucci
UniEvangélica

Dedicamos esse trabalho as nossas famílias.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por saúde e coragem para persistir na realização deste sonho, por nos proporcionar conhecimento suficiente para chegarmos até aqui, agradece-lo também por nos conceder saúde e a oportunidade de podermos partilhar esse momento de conquista com nossos familiares e amigos.

Ao nosso orientador, prof. Dr. Alan Carlos, por dividir seus conhecimentos e experiências. Agradecemos pelo empenho, paciência, disponibilidade, colaboração com desenvolvimento deste trabalho e pela confiança depositada em nós.

A todos os professores do Centro Universitário de Anápolis, que com seus ensinamentos e dedicação nos transmitiram seus conhecimentos, que foram de suma importância no nosso crescimento profissional e pessoal, e que ajudou no desenvolvimento desse trabalho.

Nossos sinceros agradecimentos ao prof. Dr. Lucas Markezan, por contribuir na execução dos experimentos realizados, pelos ensinamentos e experiências, que contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, saúde, coragem para persistir na realização de mais um sonho e a oportunidade de partilhar essa conquista com todos, pois com dedicação e fé os obstáculos são vencidos.

Sou grata aos meus pais, Patrícia da Conceição e Sinésio Lopes da Silva e aos meus irmãos Maiko C. da Silva e Breno Henrique C. da Silva, que não mediram esforços para esse sonho ser concretizado, mesmo com todas as dificuldades, sempre estiveram presentes e me dando forças para nunca desistir dos meus objetivos. Agradeço por todo amor, carinho, apoio, compressão, cuidado, paciência e por toda dedicação que fizeram para esse sonho ser realizado. Sem vocês isso não seria possível.

As minhas amigas, Bárbara de Carvalho Moreira e Rafaela Miguel Vieira, agradeço vocês e a família de cada uma, por todos os momentos bons e ruins que estiveram ao meu lado e por se fazerem presentes nessa caminhada. Obrigada por todo apoio, carinho, incentivo, paciência e conhecimentos compartilhados. A todos que direta ou indiretamente me incentivaram para a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Meus sinceros agradecimentos aos meus pais Luzia Rodrigues de Carvalho e Roberto Moreira da Silva, que sempre com muito amor, carinho e dedicação estiveram ao meu lado, me dando todo apoio, encorajamento para persistir nos estudos, me fornecendo todo suporte que precisei durante esses anos e me mostrando com seus belos exemplos a lutar pelo meus sonhos e fazer tudo com dedicação. Agradeço também a minha irmã Nathália de Carvalho Moreira,

que desde o início da minha carreira escolar, esteve ao meu lado me dando apoio e força para conquistar meus sonhos e que através da sua persistência e dedicação me inspirou a conseguir chegar até aqui.

Agradeço a todos meus familiares e amigos que me deram apoio e palavras de incentivos em momentos cruciais para continuar essa caminhada, em especial aos meus padrinhos Ricardo Moreira da Silva e Tânia Maria Corrêa Silva, que sempre estiveram dispostos a ajudar e as minhas primas e amigas Ludmilla Moreira da Silva, Priscilla Moreira da Silva e Isabella Moreira da Silva, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, com palavras de incentivo, com uma mão amiga com seus belos exemplos de pessoas inteligentes e esforçadas.

Por fim gostaria de agradecer todos meus colegas e amigos que fiz durante esses anos na faculdade, em especial meus sinceros agradecimentos a Mikaelle Conceição da Silva, que compartilhou comigo momentos especiais ao longo desses anos em momentos de dificuldades e todos os momentos de angústias no desenvolvimento desse trabalho. Fica toda minha gratidão a Rafaela Miguel Vieira, que com toda sua paciência e carinho dividiu seus conhecimentos e amizade comigo.

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação.
Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”
Mahatma Gandhi

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
RESUMO.....	xi
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO LITERARIA	10
2.1. CULTURA DO CACAUEIRO.....	10
2.2. VASSOURA DE BRUXA.....	12
2.2.1. Etiologia.....	12
2.2.2. Histórico da doença.....	12
2.2.3. Sintomatologia.....	13
2.2.4. Ciclo do patógeno.....	13
2.2.5. Epidemiologia.....	14
2.2.6. Controle.....	15
2.3. CONTROLE BIOLÓGICO.....	15
2.3.1. Rizobactérias promotoras de crescimento.....	17
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.....	22
3.4. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO.....	23
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E BIOMASSA.....	24
4.2. SUPRESSÃO DA DOENÇA.....	26
5. CONCLUSÃO.....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ciclo do fungo <i>Moniliophthora perniciosa</i> , agente causal da doença vassoura de bruxa na cultura do cacau.....	14
FIGURA 2 – Vista aérea da Estação Experimental de Anápolis – GO.....	20
FIGURA 3 A – Aplicação de tratamentos à base de produtos biológicos via foliar na cultura do cacau, Anápolis- GO.....	21
FIGURA 3 B – Aplicação de tratamentos à base de produtos biológicos via rega na cultura do cacau, Anápolis- GO.....	21
FIGURA 4 – Deposição de disco contendo o agente patológico no meristema apical da planta na cultura do cacau. Anápolis – GO.....	22
FIGURA 5 – Medição de raiz e parte aérea com auxílio de régua em plantas de cacau, para avaliação da promoção de crescimento. Anápolis – GO.....	23
FIGURA 6 - Avaliação de supressão da Vassoura de Bruxa em plantas de cacau tratado com bioagentes em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – GO.....	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Avaliação de comprimento de raiz e parte aérea da planta, realizadas no trigésimo quarto dia após o plantio de cacau. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – GO.....	24
TABELA 2 – Avaliação de biomassa de raiz e parte aérea da planta, realizadas no trigésimo sétimo dia após o plantio de cacau. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – GO.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS

BDA – Batata-dextrose-ágar

BOD – Câmara de crescimento

BPCP – Bactérias promotoras de crescimentos de plantas

CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

CM – Centímetros

KCL – Cloreto de potássio

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ML – Mililitro

MM – Milímetro

PGPR – Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas

RPCP – Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas

SPSS – Software para rodagem estatística

US\$ – Moeda utilizada nos Estados Unidos.

RESUMO

O cacau (*Theobroma cacao*) é um fruto de origem brasileira, característico da região da bacia amazônica, tem preferência por regiões de clima quente e úmido. Os grandes problemas na produtividade do cacau é o ataque de várias doenças, sendo a principal a vassoura de bruxa, que é causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*. As medidas para o controle da vassoura de bruxa é manejo integrado da doença utilizando o controle biológico, empregando o uso de bioagentes para o controle da doença. Dentro deste enfoque, este trabalho objetiva-se avaliar o uso de bioagentes no controle da vassoura de bruxa e promoção de crescimento da cultura do cacau. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos inteiramente casualizados, em condições de telado, contendo 4 tratamentos e 8 repetições, sendo 4 para avaliação da supressão da doença e 4 para avaliação da promoção de crescimento. Os tratamentos foram: T1- testemunha; T2- Trichodermil[®] (*Trichoderma harzianum*); T3- *Bacillus* sp.; T4- *B. pyrrocinia*. O ensaio foi conduzido a partir de mudas com idade de 90 dias. Foi realizado dois tipos de aplicações, uma via foliar e outra via rega, ocorrido de forma simultânea, para a avaliação da severidade da doença, os tratamentos foram aplicados aos 7, 14, 82 e 90 dias após o plantio, para a avaliação da promoção de crescimento os tratamentos foram aplicados da mesma forma que a avaliação anterior, porém, realizada aos 7 e 14 dias após o plantio. Foram avaliados a severidade da doença, a promoção de crescimento radicular e da parte aérea, a biomassa e o teor de nutrientes foliares. Para promoção de crescimento os bioagentes compostos por *Burkholderia pyrrocinia* e *Trichoderma*, apresentaram resultados satisfatórios em relação a testemunha. Para a supressão da vassoura de bruxa os bioagentes que apresentaram resultados positivos foram *Burkholderia pyrrocinia*, *Bacillus* e *Trichoderma*. Nos resultados obtidos, todos os bioagentes testados foram capazes de controlar o fungo *Moniliophthora perniciosa* na cultura do cacau, além de apresentarem potencial na promoção de crescimento das plantas.

Palavras-chave: Controle biológico, Indução de crescimento, *Trichoderma*.

1. INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao*) é um fruto característico da região da bacia amazônica, originário de regiões de floresta pluviais da América Tropical, pertencente a regiões de clima quente e úmido. O cacau já era cultivado pelos índios, principalmente os Astecas, no México, e os Maias, na América Central, quando os primeiros colonizadores espanhóis chegaram à América. Hoje em dia ainda pode ser encontrado em estado silvestre, desde o Peru até o México. É de conhecimento que há, predominantemente, três variedades de cacauzeiro, o Criollo, Forasteiro e o Trinitário (SOUZA, 2019).

O interesse econômico do cacau está na utilização de suas amêndoas para a produção de chocolate e gordura. Para a obtenção do chocolate, além dos fatores genéticos, modificações que ocorrem no seu beneficiamento também são fundamentais para a formação do flavor característico (SILVEIRA, 2016). A importância econômica do cacau no contexto internacional está no fato de ser uma commodity de participação expressiva no comércio mundial de produtos agrícolas, tanto em importações, quanto exportações (EFRAIM, 2004).

No ano de 2019 a produção girou entorno de 252.540 t e a área plantada de cacau chegou a 620.573 ha⁻¹. No ano de 2020 a produção foi de 238.879 t e, a área plantada de 606.116 ha⁻¹. De um ano para o outro, a produção caiu cerca de 13.661 t, e essa queda está relacionada a redução da área cultivada e a ocorrência de diversos problemas nestas áreas, que reduziu em 14.457 ha⁻¹ (IBGE, 2020).

Dentre os grandes problemas que atrapalham a produtividade do cacau é o ataque de patógenos, podendo causar diversas doenças (GRAMACHO et al. citado por PINTO et al., 2014). O cacau é alvo de várias doenças que causam grandes perdas, ocasionando assim grande impacto econômico. Entre estas, a principal é a vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) (SANTOS et al., 2010).

A vassoura de bruxa promove diversos sintomas na planta, como: as folhas apresentam tamanho exagerados e deformação; no meristema apical pode ocasionar inchaço, superbrotamento e necrose; nas almofadas florais ocorre aglomeração de flores grandes e compridas. Desenvolve, também, vassouras vegetais, da qual ramos emitem flores e brotos deformados. Os frutos menores transformam em frutos inchados e deformados com amadurecimento precoce. Os frutos maiores apresentam mancha dura. Nas partes doentes e apodrecidas aparecem os basidiocarpos ou cogumelos (GRAMACHO et al., citado por EFRAIM, 2009).

As medidas propostas para o controle da vassoura de bruxa estão incluídas no manejo integrado da doença, utilizando-se métodos de controle químico, genético, cultural e biológico (COSTA et al., 2006). Entre os métodos recomendados para o controle da vassoura de bruxa, o controle biológico vem se destacando, atuando no uso de microrganismos antagônicos a *M. perniciosa*, como fungos do gênero *Trichoderma* e Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (COSTA; BASTOS, 2000). Segundo Fortes et al. (2007), os fungos do gênero *Trichoderma* spp. e Rizobactérias Promotoras de Crescimento são promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças e ainda são capazes de atuar como agentes de controle de doenças de várias plantas cultivadas, servindo de opção para o controle biológico. Dentro deste enfoque, este trabalho objetivou-se avaliar a supressão da doença vassoura de bruxa e a avaliação da promoção de crescimento em mudas de cacaueteiro com o uso de bioagentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DO CACAUEIRO

O cacau é uma planta de origem brasileira que se adaptou bem as regiões norte e nordeste do país, regiões que possuem clima que a planta tem preferência. É originário de regiões de floresta pluviais da América Tropical, há indícios que foi na região Amazônica. Pertence ao gênero *Theobroma* da família Sterculiaceae e ordem Malvales (COSTA, 2007).

O cacau tem uma longa história como uma das mais importantes culturas tropicais. Sua principal importância está ligada, principalmente ao uso de suas amêndoas para a fabricação do chocolate, um produto responsável por impulsionar um mercado anual de bilhões de dólares (PRADO, 2016).

A domesticação do cacau e conversão a lavoura, ocorreu no Brasil no século 17, como ato inicial da administração colonial lusitana, que objetivava a redução da dependência de Portugal em relação à produção de amêndoas de cacau na América Espanhola. Através da Carta Régia que autorizava os colonizadores a plantar cacau em suas terras e estabelecer o cultivo do mesmo, iniciou no Brasil no ano de 1679. Foi no litoral baiano, na Capitania de Ilhéus, que a atividade prosperou como lavoura conduzida racionalmente, mesmo a disseminação original da cultura sendo na região amazônica. Estima-se que o cultivo se estabeleceu em 1746, quando Antônio Dias Ribeiro, da Bahia, recebeu algumas mudas trazidas do Pará por Louis Frederic Warneaux, colono francês. (ASSAD citado por BAIARDI; RIBEIRO, 2018).

Possui uma extensa importância socioeconômica para o país, os Estados maiores produtores do fruto são Pará e Bahia. As sementes de cacau apresentam várias utilidades, dentre elas são matérias primas para a produção de chocolates e para a fabricação de mudas, mais especificamente de porta-enxertos para a formação de lavouras de alta produtividade e para agro-reflorestamento (SALLES et al., 2019).

Além do chocolate, obtém-se outros subprodutos do cacau, incluindo manteiga, líquido, torta, chocolate em pó e óleo de cacau (CARNEIRO, 2008). É utilizado também na indústria farmacêutica e cosmética, sendo usufruído óleo e manteiga do cacau, sendo possível, também, produzir o mel de cacau (SOUZA, 2019).

A temperatura média é capaz de influenciar na ativação da floração, cultura do cacau se adapta bem em regiões com temperatura média acima dos 23 °C, temperatura mínima para a indução floral, requer altitude inferior a 300 m, latitude entre 15°N e 15°S para um bom desenvolvimento do seu ciclo vegetativo e produtivo. Exige também precipitações

pluviométricas superiores a 1.200 mm anuais, bem distribuídos ao longo do ano (ALVIM citado por LEITE, 2013).

Os solos para o cultivo de cacau, devem ser profundos e bem drenados, sendo os mais indicados Latossolos Vermelho escuro e aluviais de boa fertilidade. Os espaçamentos de plantio para a implantação da cultura variam de acordo com o objetivo da exploração econômica, podendo ser 1.000 a 2.000 plantas ha⁻¹ (SENAR, 2018).

O plantio do cacau ocorre por meio de mudas e a técnica de multiplicação do cacau mais utilizada, é propagação vegetativa, tornando a planta conhecida como “cacaueiro clonado”, que é propagado através da estaquia e também pela enxertia, utilizando porta-enxerto de mudas seminais (SENAR, 2018). Para que haja boas mudas de cacau é necessário utilizar o seguinte substrato: 100 kg de esterco de gado curtido e peneirado; 5 kg de superfosfato simples; 2 kg de calcário dolomítico; 50 g de KCl (cloreto de potássio); 30 g de micronutrientes misturados (5 g de ácido bórico + 2 g de sulfato de cobre + 13 g de sulfato ferroso + 7 g de sulfato magnésiano + 3 g de sulfato de zinco); 900 kg de terriço de mato peneirado (MALAVOLTA citado por SOUZA et al., 2006).

A necessidade de usar corretivos no solo, não se faz só para a correção da acidez do solo, toxidez de alumínio (Al) e manganês (Mn) como também para a nutrição das plantas. Na planta do cacaueiro com a calagem, objetiva alcançar no solo uma relação equimolar Ca:Mg (Cálcio e Magnésio) de 3:1. Nos solos que possuem baixa fertilidade e são ácidos, necessitam de correção, nos Latossolos distróficos, tende à elevação dos teores trocáveis de Ca²⁺ + Mg²⁺ para 3 cmol_c dm⁻³. Em contrapartida, nos solos Neossolos Flúvicos, e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, que expressam baixos teores de Ca²⁺ Mg²⁺ e, saturação de alumínio (m) elevada, a quantidade de corretivo precisará ser calculada para elevar a saturação de bases (V) para 60% (CHEPOTE, 2013).

Os desafios da produção de cacau são as doenças. As doenças são responsáveis por perda de 40% da produção anual. As principais são causadas por fungos a Podridão parda (*Phytophthora spp.*); a Vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) e a Monilíase (*Moniliophthora roreri*) (EVANS citado por BARRETO, 2014).

2.2. VASSOURA DE BRUXA

2.2.1. Etiologia

A doença vassoura de bruxa, é causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, segundo Rosa et al. (2011), é um fungo hemibiotrófico, que possui duas fases: fase biotrófica, onde a doença começa, é definida por um micélio monocariótico; a segunda fase é necrotrófica que é descrita por um micélio dicariótico causando a necrose dos tecidos infectados.

Como descrito por Pria, Camargo (1997), o fungo pertencente a subdivisão Basidiomycota. O patógeno produz basidiocarpos em forma de cogumelos róseos e pequenos, sua produção é favorecida pela ocorrência de dias chuvosos, seguidos por dias secos. O diâmetro do píleo está entre 5 a 20 mm e o estipe entre 2 e 10 mm de comprimento. A dispersão dos basidiósporos ocorre através do ar, no período noturno, sob alta umidade relativa e temperatura baixa.

A infecção ocorre, em tecidos jovens, meristemáticos, como brotos vegetativos, almofadas florais e frutos, ocasionando sintomas de desequilíbrio hormonal, que geralmente ocorre em interações patógenos-hospedeiros. Os basidiomas são produzidos em todos os tecidos afetados depois de morto e mumificados, estando na planta ou no solo. O micélio secundário do fungo não possui a capacidade de infecção. Os basidiósporos que possui coloração hialina e tamanho de 10-14 μ x 4-5 μ , tem sua produção no interior dos basidiomas, possuindo a capacidade de infectar novos tecidos sadios (CAMILO, 2009).

2.2.2. Histórico da doença

É considerada a doença mais importante na cultura do cacau, sua descoberta foi no Suriname, relatada no ano de 1895, se proliferou para parte do Caribe e América do Sul. Essa doença pode ocasionar perdas significativas, podendo chegar a 50%, é uma doença endêmica. No Brasil, a aparição da doença foi no ano de 1898, na Região Amazônica. Chegou no estado da Bahia no ano de 1989, é uma ameaça grande para a produção de cacau local, que chega a produzir 85% da produção brasileira de cacau (PRIA; CAMARGO, 1997).

2.2.3. Sintomatologia

A vassoura de bruxa apresenta como uma característica marcante, a formação dos brotos hipertrofiados, com a maior aparição nas regiões terminais da planta, surgimento de inúmeras ramificações com entre nó curtos e folhas geralmente grandes, curvadas ou retorcidas, possuindo aparência de vassouras. (SIMÕES, 2010). Pria; Camargo (1997) propõem que as plantas que apresentam os seguintes sintomas, possuem a doença vassoura de bruxa. Nas folhas os sintomas aparecem como manchas de forma circular, com cerca de 0,5-1,5 cm de diâmetro, sua coloração é de pardo-clara a marrom-escura, com centro branco-acinzentado, envoltas por anel de coloração arroxeada, com aparência de olho. No ponto central das lesões, quando o estágio da doença já está mais avançado, são observadas as estruturas de frutificação do fungo, que normalmente apresenta pontuações pequenas pretas. As desfolhas e seca dos ramos infectados são observadas aceleradamente, após a contração da doença.

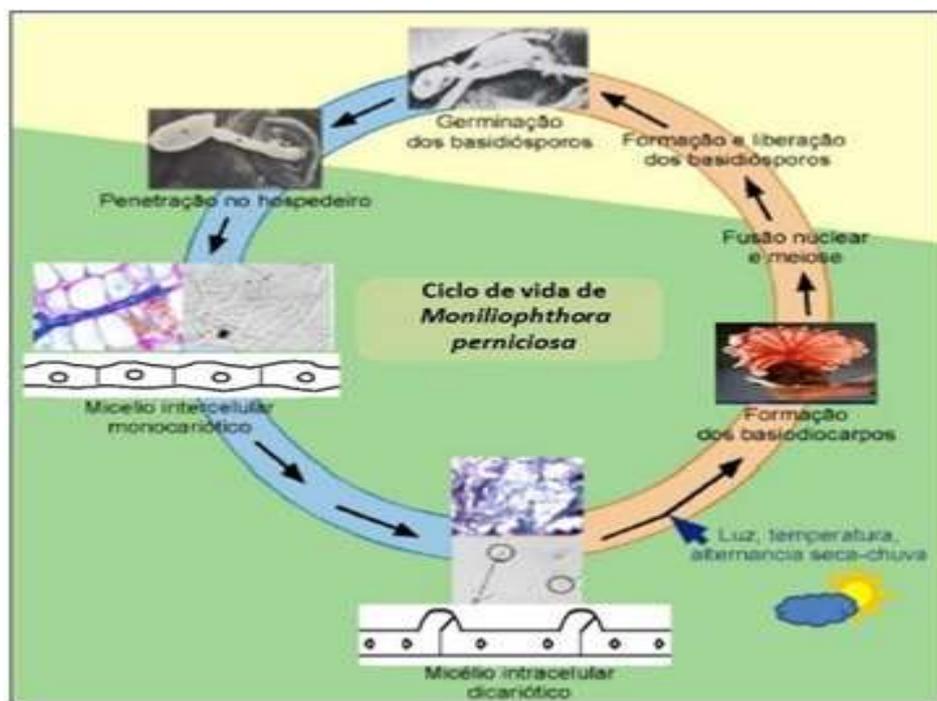
Nos frutos, os sintomas começam a aparecer, quando os mesmos, ainda estão pequenos, possibilitando o aumento do ataque no início da granação. O aparecimento ocorre nas partes que são mais expostas aos raios solares, na forma de manchas pequenas e de coloração castanhas, deprimidas que tendem em direção as extremidades do fruto. De acordo com o envelhecimento das manchas, elas passam para um aspecto ressecado e escuro, fazendo com que a casca, nesse pedaço, grude a semente, quando os ataques são mais severos, ocorre o chochamento. As lesões persistem até o amadurecimento dos frutos (PRIA; CAMARGO, 1997).

2.2.4. Ciclo do patógeno

Os basidiósporos do fungo são produzidos em lamelas medias localizadas na parte inferior do píleo do basidiomas. Esse fungo pertence ao grupo dos homobasidiomicetos, pois a produção dos basidiósporos em basídios é realizada na superfície da membrana, que são desenvolvidas em um basidiocarpo visível (NIELLA citado por SIMÕES, 2010).

Para que ocorra infecção é necessário que os basidiósporos sejam depositados sobre regiões meristemáticas (gemas vegetativas, florais e/ou frutos em formação até os três meses de idade), onde penetram diretamente ou através dos estômatos. Nas gemas dormentes, a infecção torna-se latente, assumindo o aspecto de pequenos cancos ou pontos necróticos que entram em atividade quando a planta reinicia a brotação (Figura 1). Essas infecções latentes

têm importância epidemiológica, pois permitem a sobrevivência do fungo entre os períodos sucessivos de crescimento (lançamentos foliares) e de frutificação (safra) da planta (LUZ et al. citado por SIMÕES, 2010).



Fonte: BASSO, 2015.

Figura 1 – Ciclo do fungo *Moniliophthora perniciosa*, agente causal da doença vassoura-de-bruxa na cultura do cacau.

2.2.5. Epidemiologia

As condições de ambiente essenciais para a liberação dos basidiósporos são a que apresenta uma umidade relativa do ar próxima à saturação e temperaturas entre 20 e 30 °C (ROCHA; WHEELER citado por ALVES, 2002). O fungo produz basidiocarpos exclusivamente em vassouras de bruxa secas (necróticas) após a ocorrência de chuvas. Apesar disso, a precipitação pluvial, isoladamente, não determina a frutificação do fungo, mas deve estar correlacionada à evaporação. Os basidiocarpos são produzidos quando ocorre precipitação pluvial no final da tarde ou no início da noite, o que coincide com períodos de evaporação mais baixa, cerca de 1,9 mm (ANDEBRHAN citado por NUNES et al., 2001).

Os esporos são disseminados a longas distâncias através do vento, e pela água da chuva quando são em pequenas distâncias. A disseminação ocorre também através do transporte de

mudas e sementes presentes nos frutos que já foram infectados, as vassouras que se encontram na copa das árvores, são as principais fontes de inóculos (ALVES, 2002).

2.2.6. Controle

O método alternativo eficiente e é remoção do material infectado pelo patógeno. as remoções devem ser feitas de três em três meses, de acordo com o calendário, afim de anteceder o lançamento de folhas. Outro método eficiente é o rebaixamento e adequação de copa, ou seja, realizar a poda da planta. É um método que possibilita um controle rápido e eficiente da doença e promove aumento da produção individual das plantas (BETTIOL, 2003). A aplicação de óxidos cuprosos nas almofadas floras do cacauero, controla eficientemente a vassoura de bruxa (ALMEIDA et al., 2002).

O controle químico geralmente é realizado a pulverizações com óxido cuproso com: 3 g planta⁻¹ mensalmente; 6 g planta⁻¹ a cada dois meses; 9 g planta⁻¹ a cada três meses, essa alternativa impede o estabelecimento do patógeno na planta, devido a necessidade de reaplicação esse método tem valor alto. Fungicidas sistêmicos como etil-trianol e triadimefon, nas dosagens de 1000 ppm de i.a. são eficazes na redução de plantas já infectadas (PRIA; CAMARGO, 1997).

Outra alternativa eficaz é o uso de controle biológico, que combate o fungo da vassoura de bruxa sem agredir a planta nem o meio ambiente. O produto consiste no fungo *Trichoderma stromaticum* que é capaz de combater a *Moniliophthora perniciosa*, fungo que provoca a vassoura. O controle ocorre partir da aplicação direta do produto na plantação, que em contato com as condições ideais de reprodução, o fungo prolifera e cria suas próprias colônias contra o inimigo natural (MATOS, 2013).

2.3. CONTROLE BIOLÓGICO

Segundo Agrios (2005), o controle biológico é definido pela a redução da somatória de inóculo ou das atividades dominantes da doença, causada por um fitopatógeno, que surge por meio de um ou mais indivíduos que não o homem. O conhecimento do ciclo do fitopatógeno é crucial para o sucesso de alguma tática de controle de uma determinada doença.

De acordo com Amorim et al. citado por Tullio (2017), os agentes de controle biológico conseguem atuar em maneiras diferentes em relação ao patógeno. Os principais

mecanismos são: Antibiose, indução de resistência, competição, predação e parasitismo. Antibiose é determinada pela ação entre indivíduos, onde um ou mais metabólitos são gerados por antagonista que apresentam eficiência negativa ao patógeno, ocasionando a inibição do crescimento e/ou eclosão.

A indução de resistência é a força dos sistemas de guarda do hospedeiro por meio de entrada de organismo não patogênicos, avirulentas do patógeno, linhagens fracas ou seus metabólitos. Por meio da abertura de algum agente de controle biológico é capaz de acontecer a coincidência de vários métodos de controle pelo meio do mesmo indivíduo. Competição é a ação por meio de dois ou mais indivíduos forçados na mesma interação. A predação acontece no momento que um indivíduo adquire alimento a partir de fitopatógenos e por vários princípios. O parasitismo decorre no momento que um microrganismo se nutre através dos órgãos vegetativos e/ou reprodutivos do outro (AMORIM et al. citado por TULLIO, 2017).

Conforme MAPA (2019), no último ano a produção de produtos biológicos para combater doenças e pragas agrícolas cresceu mais de 70% no Brasil. O percentual apresentado pelo mercado internacional é superado pelo o resultado brasileiro que é considerado o mais expressivo da história do setor que apresentou crescimento de 17% no mesmo período. O mercado brasileiro de defensivos biológicos segue tendência de crescimento para minimizar o uso de agroquímicos para o controle de doenças e pragas nas lavouras. Segundo a consultoria, a Dunham Trimmer - International Bio Intelligence a expectativa para 2020 é que a zona dos biológicos fature no mundo US\$ 5 bilhões e que em 2025 chegue a US\$ 11 bilhões.

Os conjuntos de microrganismos fitopatogênicos podem conceder isolados para a finalidade de uso em estudos na avaliação de resistência a doenças, patogenicidade, no controle de doenças, no diagnóstico, variabilidade, entre outros. Permitem a validade aos resultados alcançados permanecendo disponíveis para comprovação de estudos e também para novas pesquisas reduzindo, assim, a inversão em inventário e levantamentos, além disso, constituem o produto dos fundos investidos em coletas de campo e em trabalhos executados em laboratório (SMITH; ONIONS citado por NOGUEIRA et al., 2009). Segundo Figueiredo et al. (2008), as regiões tropicais são certamente aquelas que formam a mais rica fonte de novas espécies, e que os microrganismos exercem um papel essencial na sustentabilidade da agricultura.

Os microrganismos endofíticos como o *Furarium oxysporum* f. sp. *Vasinfectum* em algodão, *Verticillium albo-atrum* e *Rhizoctonia solani* em batata e *Sclerotium rolfsii* em feijão, têm mostrado significativo no controle, diminuindo a ocorrência de doenças, em patossistemas fúngicos envolvendo patógenos de colonização de sistêmica (PLEBAN et al. citado por SILVA

et al., 2006). De acordo com Lu et al. (2000), o fungo endofítico *Colletotrichum* sp., separado de *Artemisia annua*, defendeu a sua hospedeira do ataque do fungo *Gaeummanomyces graminis* var. *tritici* pela formação de metabólitos tóxicos ao patógeno. Analisaram que esses são tipos clássicos de antibiose como método de controle de patógenos.

Os principais agentes utilizados são as rizobactérias promotoras de crescimento e o fungo *Trichoderma*. Um dos tipos de rizobactérias que tem o poder de antagonista de maior destaque é o *Bacillus* spp., que tem grande versatilidade nos mecanismos de ação e de inibir as defesas dos fitopatógenos, se destacando por produzir endósporo resistentes a condições adversas e mostrar uma multiplicidade de mecanismos antagônicos, proporcionando assim, a sua extensa manutenção e sobrevivência em nichos ecológicos específicos. *B. subtilis* como biocontrole tem um grande potencial devido a inúmeros entre eles a antibiose (LANNA FILHO et al., 2010).

O *Trichoderma* é um fungo de filamentos, que são chamados de mofo ou de bolor, que gera colônias de coloração verde e de crescimento rápido. Praticamente, pode ser visto em todos os tipos de solos, apesar de ser encontrado mais nas de clima tropical e temperado, relativo à matéria orgânica morta e raízes das plantas. Por ser saprófito, auxilia na decomposição de animais e dos resíduos vegetais, logo depois de ser decompostos, voltam ao solo e servem de subsistência para as plantas. O *Trichoderma* por habitar com facilidade as raízes e solos, colabora para que as plantas continuem saudáveis, por competir com os patógenos presentes (LUCON et al., 2014).

2.3.1. Rizobactérias promotoras de crescimento

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas são eficientes competidoras com organismos deletérios na região da rizosfera e também conhecidas por estimularem o crescimento vegetal. Como resultado, podem ser utilizadas no controle biológico de fitopatógenos, no uso mais eficiente de fertilizantes e como rizoremediadoras, pela degradação de compostos nocivos às plantas (BAKKER et al., 2007).

O conceito de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs) é para designar o grupo todo de bactérias que surgem espontaneamente no sistema radicular das plantas ou que colonizam as raízes logo após serem inoculadas em plantas cultivadas. Sendo capaz também de caracterizar aquelas que ocasionam aumento de produção e crescimento nas plantas (SCHROTH; WEINHOLD citado por COSTA, 2007). As bactérias são conhecidas

como endofíticas, rizosféricas ou de vida independente e livre de uma área específica de habitat que mostram os mesmos métodos para possibilitar o crescimento das plantas (DOTY, 2013).

As bactérias são classificadas em modo diferentes, como neutro que tem um certo convívio, porém, não tem resultado nenhum sobre a planta. De outra forma, termos o deletério e benéfico. As bactérias no benéfico são chamadas de promotoras de crescimento vegetal (MELO citado por COSTA, 2007).

As PGPR possuem a capacidade de beneficiar o crescimento das plantas através de mecanismos diretos ou indiretos. A promoção por mecanismos diretos ocorre quando as PGPR sintetizam compostos benéficos, como fitormônios, aumentam a capacidade de absorção de nutrientes pela fixação biológica de nitrogênio e solubilização de fosfatos. A promoção indireta do crescimento de plantas se dá pelo controle biológico de fitopatógenos, que por sua vez pode ocorrer por produção de antibióticos, sideróforos, pela indução de resistência e pela competição por sítios e nutrientes com o patógeno na planta (FREITAS citado por BUBANZ, 2018).

De acordo com Mantelin; Touraine (2004), a supressão de doenças causadas por microrganismos, saúde, assimilação, crescimento e aceleração da disponibilidade de nutrientes tem mostrado benefícios para as plantas hospedeiras provenientes das interações com as RPCP.

Segundo Romeiro (2005), as rizobactérias como promotoras de crescimento é como agentes de controle biológico de fitopatógenos que tem se destacado como excelente opção. As bactérias podem agir em diferentes mecanismos, como antibiose, fixação de nitrogênio, mineralização de fosfatos, indução de resistência, competição por ferro e reguladores de crescimento, além de ter a capacidade de inibir o crescimento de outros organismos no solo.

Os mecanismos de ação das RPCPs são variados, por isso, podem ser tanto de forma direta como de forma indireta o favorecimento do crescimento. Quando a promoção de crescimento é direta os microrganismos possibilitam a absorção de alguns nutrientes do solo, solubilizando minerais como o fósforo e tornando-o pronto à planta, de acordo com o que diz (ROSAS et al. citado por CAMPOS, 2010).

Conforme Tarnawski citado por Balbinot (2018), há diversos modos que as rizobactérias beneficiam as plantas e exercem, como a indução de resistência, antibiose, produção de fitohormônios e a produção de sideróforos. As rizobactérias além de prevenir a invasão de patógenos deletérios, são capazes de colonizar rapidamente o sistema radicular das plantas (KLOEPPER et al. citado por MATTOS, 2017).

O fungo *Trichoderma* spp., ter um papel importante na função ecológica, por ser um microrganismo naturalmente encontrado no solo, que contribuir com a disponibilização de

nutrientes para as plantas, além disso, participa da decomposição e mineralização dos resíduos vegetais. O *Trichoderma* é um fungo de crescimento rápido, por isso tem a grande vantagem de utilização como agente de biocontrole em larga escala. É considerado também, um biofungicida natural, que reduz em até 100% as chances de qualquer fungo atingir a cultura (MENEZES et al. citado por SAITO et al., 2009).

Segundo Santos (2008), a competência dos fungos do gênero *Trichoderma* na promoção de desenvolvimento de plantas estar relacionada juntamente com sua ação decompositora, à sua capacidade de associação simbiótica às raízes das plantas, a sua habilidade como agente de controle biológico, inibindo a ação de fitopatógenos, que podem interferir de forma direta no desenvolvimento normal da planta, e ainda, disponibilizando nutrientes prontamente absorvíveis para as plantas. O mecanismo de ação do *Trichoderma* sobre qual ele atua são: antibiose, parasitismo, competição e degradação de parede celular fúngica. Mostrando-se ter uma boa capacidade de proliferação na rizosfera, apresentando uma diversidade de estratégias de sobrevivência, que os tornam fungos altamente competitivos no ambiente (RESENDE et al., 2004).

Na antibiose o antagonista gera uma ou mais substâncias que impedem a reprodução ou o crescimento do fitopatógeno na planta ou no ambiente. No parasitismo o antagonista se nutre do fitopatógeno, causando assim, enfraquecimento ou sua morte. Já na competição, o antagonista e o patógeno competem com os mesmos recursos de espaço e alimentos para sobreviver. É fundamental ressaltar que um ou mais mecanismos de ação podem ser usados ao mesmo tempo pelas linhagens de *Trichoderma* (LUCON et al., 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi conduzido na empresa EMATER – Agência goiana de assistência técnica, extensão rural e pesquisa agropecuária, uma entidade autarquia estadual. Unidade de Anápolis - Estação Experimental de Anápolis, está localizada na BR 060 km 89, Zona Rural, Anápolis, GO. A área possui uma altitude de 1.017 metros, Latitude – 16°20'12.614" S e Longitude 48°53'13.1010" (Figura 2), com um clima tropical e estação seca, sua área total é de aproximadamente 933 km².



Fonte: Google Earth, 2020.

FIGURA 2 – Vista aérea da Estação Experimental de Anápolis – GO.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos inteiramente casualizados, em condições de telado, contendo 4 tratamentos e 8 repetições, sendo 4 para avaliação da supressão da doença e 4 para avaliação da promoção de crescimento. Foi utilizado como tratamento um produto comercial a base de *Trichoderma*, com nome Trichodermil[®] e, rizobactérias, como o *Bacillus* sp. AGL 21, provenientes da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab e, a rizobactéria *Burkholderia pyrrocinia* BRM 32113, oriunda da Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Arroz e Feijão.

Os tratamentos foram: T1- testemunha; T2- Trichodermil[®] (*Trichoderma harzianum*); T3 - *Bacillus* sp.; T4- *B. pyrrocinia*. O ensaio foi conduzido a partir de mudas com idade de 90 dias, cultivadas em sacos plásticos com substrato Ouro Negro[®] (esterco de gado e de aves, húmus de minhoca, bokashi e casca de pinus). A cultivar utilizada foi a Forasteiro.

3.2. APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Os tratamentos foram aplicados em épocas diferentes de acordo com a avaliação realizada. Para a avaliação da severidade da doença, os tratamentos foram aplicados aos 7, 14, 82 e 90 dias após o plantio, sendo realizado dois tipos de aplicações, uma via pulverização foliar e outra via rega, (Figura 3A e 3B), ocorrido de forma simultânea, ou seja, os mesmos tratamentos receberam pulverização foliar, também a rega no mesmo dia.



Fonte: MOREIRA, B. C.

FIGURA 3 – Aplicação de tratamentos à base de produtos biológicos na cultura do cacau, Anápolis- GO. (A) aplicação via foliar. (B) aplicação via rega.

Para a aplicação dos tratamentos compostos por rizobactérias, foram preparadas suspensões bacterianas. As rizobactérias foram multiplicadas em placas de Petri, contendo o meio de cultura BDA, em seguida, as placas foram levadas para uma câmara de crescimento BOD por 48 horas, em aproximadamente 28 °C. Após esse tempo, as placas foram lavadas com água destilada com a ajuda de uma alça de Drigalski, preparando-se a suspensão microbiana (KADO; HESKETT, 1970). A suspensão bacteriana foi padronizada com o auxílio de um espectrofotômetro e ajustada com comprimento de onda de 540 nanômetros e 0,5 de absorvância, obtendo a concentração de 1×10^8 UFC mL⁻¹, conforme Filippi et al. (2011). Para as aplicações via rega das suspensões bacterianas foi adotada a dosagem de 30 mL por repetição e, para as aplicações via foliar a dosagem adotada foi de 1 L.ha⁻¹, aplicado com o auxílio de um borrifador manual. Para as aplicações do produto Trichodermil® a dosagem utilizada foi de 1 L.ha⁻¹, aplicando via foliar e 30 mL de calda via rega, conforme recomendações do fabricante.

Para a avaliação da promoção de crescimento os tratamentos foram aplicados da mesma forma que a avaliação anterior, via rega e pulverização foliar, porém, realizada somente aos 7 e 14 dias após o plantio.

3.3. INOCULAÇÃO DO PATÓGENO E AVALIAÇÃO DA DOENÇA

O isolado do patógeno *M. perniciosa*, obtido no laboratório da Coleção de Isolados Microbianos do Laboratório Agrolab, foi multiplicado em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata, Dextrose, Agar) e incubado em câmara de crescimento BOD, com 28 °C, fotoperíodo de 12 horas, durante 10 dias (COSTA et al., 2010).

A inoculação foi realizada aos 90 dias após o plantio, ocorrendo por meio da deposição de disco de micélio do patógeno, de 1 cm de diâmetro, no meristema apical de cada planta (Figura 4). Em 24 horas antes e após a inoculação do patógeno as plantas foram mantidas a umidade de 100%, em câmara úmida, com o intuito de manter o ambiente favorável para a penetração do fungo. A avaliação da doença foi realizada aos 8 dias após a inoculação, adotando como parâmetro a medição da necrose do meristema apical, com o auxílio de uma régua milimetrada.



Fonte: MOREIRA, B.

FIGURA 4 – Deposição de disco contendo o agente patológico no meristema apical da planta na cultura do cacau. Anápolis – GO.

3.4. AVALIAÇÃO DA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

Para a promoção de crescimento foram avaliados o comprimento e a biomassa das raízes e da parte aérea das plantas, aos 34 dias após o plantio (Figura 5). As plantas foram medidas com o auxílio de uma régua, medindo-se o tamanho da parte aérea e da parte radicular.



Fonte: SILVA, M. C.

FIGURA 5 – Medição de raiz e parte aérea com auxílio de régua em plantas de cacau, para avaliação da promoção de crescimento. Anápolis – GO.

Posteriormente às medições, com o auxílio de uma tesoura, foram separadas a raiz da parte aérea e as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para a estufa, onde ficaram por 72 horas a 60 °C para a secagem. Após a secagem, as plantas foram pesadas em balança de precisão, determinando a biomassa de cada amostra (g).

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

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

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E BIOMASSA

Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados. Os resultados obtidos a partir do comprimento da parte aérea, com plantas tratadas com produto a base do agente biológico *Burkholderia pyrrocinia* BRM 32113, via rega e via foliar, se destacou em comparação aos demais tratamentos, apresentando aumento de 27,65% de tamanho em relação a testemunha. Os resultados obtidos através do comprimento da parte radicular, com plantas submetidas ao tratamento via rega e via foliar com o produto comercial Trichodermil[®], apresentaram resultados positivos quando comparados com a testemunha, havendo aumento de 74,17% na raiz dessas plantas. (Tabela 1).

TABELA 1- Avaliação de comprimento de raiz e parte aérea da planta, realizadas no trigésimo quarto dia após o plantio de cacau. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás, 2020.

Tratamentos	Comprimento (cm)	
	Raiz	Parte Aérea
Testemunha	8,75 ab	12,73 bc
Trichodermil [®]	15,24 a	14,50 ab
<i>Bacillus</i> sp.	7,88 b	12,00 c
<i>Burkholderia pyrrocinia</i>	11,94 ab	16,25 a
CV (%)	13,82	7,56

Fonte: Moreira, B.C., 2020.

Em relação a biomassa da parte aérea, o tratamento composto por plantas tratadas com o bioagente *Burkholderia pyrrocinia* BRM-32113, se destacou entre os demais, promovendo um aumento de 30,18% na biomassa em relação com a testemunha. Na avaliação da biomassa da parte radicular o tratamento contendo plantas tratadas via rega e via pulverização foliar com o produto Trichodermil[®], a base do fungo *Trichoderma*, apresentaram resultados significativos, onde observou-se o destaque no aumento de 171,87% em relação a testemunha (Tabela 2).

TABELA 2- Avaliação de biomassa de raiz e parte aérea da planta, realizadas no trigésimo sétimo dia após o plantio de cacau. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – Goiás, 2020.

Tratamentos	Biomassa (g)	
	Raiz	Parte Aérea
Testemunha	0,032 b	0,772 bc
Trichodermil®	0,087 a	0,915 ab
<i>Bacillus</i> sp.	0,039 ab	0,610 c
<i>Burkholderia pyrrocinia</i>	0,074 ab	1,005 a
CV (%)	10,90	14,50

Fonte: SILVA, M.C., 2020.

As rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) e os fungo benéficos são microrganismos que habitam na rizosfera e vinculam-se às raízes das plantas e, ainda, conseguem contribuir em uma série de métodos que ocasionam um melhor desenvolvimento das culturas agrícolas (LUVIZOTTO, 2008). Dentro destes métodos associados às BPCP, pode-se mencionar exemplos de mecanismos diretos de promoção de crescimento, como a produção de fitohormônios de crescimento, fixação biológica de nitrogênio (FBN), solubilização e mineralização de nutrientes, como fósforo. (CATTELAN; HARTEL, citado por AHMAD et al., 2008). Como promotor de crescimento o *Trichoderma* tem a capacidade de atuar como bioestimulante no crescimento radicular, favorecendo o crescimento das raízes por meio de fitohormônios e assim, aprimorar a absorção de nutrientes, proporcionando aumento na área radicular da planta, aumento na absorção de nutrientes e desenvolvimento na assimilação de nutrientes e água (HARMAN et al., 2004).

Castro et al. (2020), relataram que a rizobactéria *Burkholderia pyrrocinia* BRM 32113, como agente biológico na agricultura, foi capaz de estimular o crescimento e desenvolvimento das plantas, e ainda capaz induzir o aumento dos teores de nutrientes foliares em mudas de açaizeiro. Neste mesmo ensaio foi provado que houve acúmulo na biomassa de 95% para a massa seca total nas mudas inoculadas com a BRM-32113. Em outro ensaio, Castro (2018) relatou que em mudas açaizeiro a *Burkholderia pyrrocinia* BRM 32113 apresentou aceleração superior no crescimento da parte aérea e radicular, aumentando a eficiência fotossintética, induzindo o acúmulo de biomassa e de nutrientes foliar e colaborando na diminuição de obtenção de mudas (5 meses) padrão de qualidade para campo.

Resultados obtidos por Baldotto et al. (2010), mostraram que a inoculação com *Burkholderia* spp. reforçada pela ligação com ácidos húmicos, resultou em maior massa da

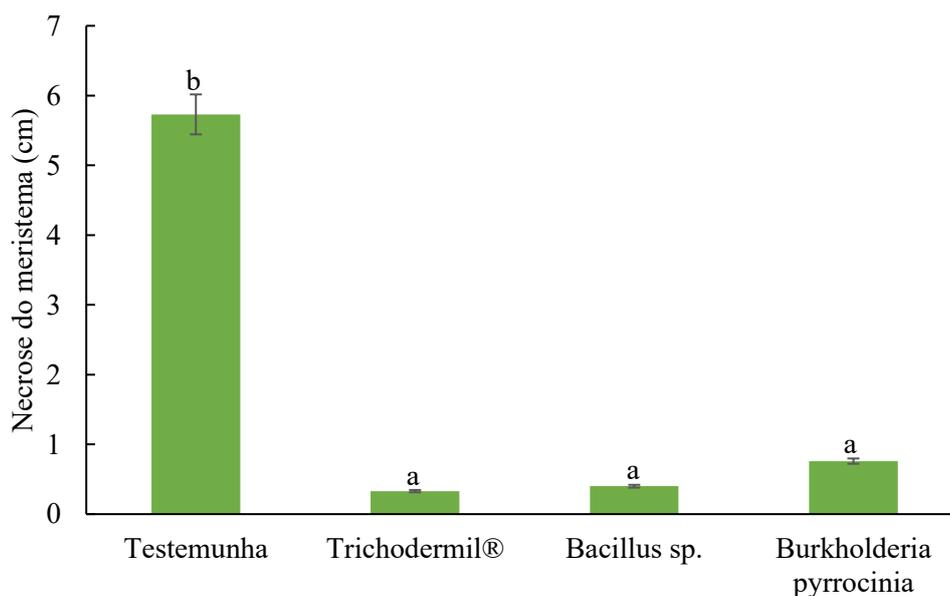
parte aérea e radicular e com maior capacidade conduzir nutrientes (N, 132 %; P, 131 %; K, 80 %) quando comparado com mudas de abacaxizeiro ‘Vitória’ não inoculadas. Silva et al. (2011), constataram que dezenove isolados de *Trichoderma* e o produto comercial Trichodermil[®], proporcionaram o crescimento da parte aérea e radicular no pepineiro em até 100%, em avaliação ao potencial de diferentes isolados de *Trichoderma*.

Em um ensaio na cultura do milho, Resende et al. (2004), observaram que o *Trichoderma* mostrou-se ter maior acumulação de matéria seca do sistema radicular. Em outro experimento Chacón et al. (2007), verificaram que as plantas de tomateiro, inoculadas com *T. harzianum*, promoveram crescimento significativo na parte aérea e radicular, no qual as raízes secundárias aumentaram três vezes mais. O autor explicou que essa promoção significativa do crescimento da planta é devido ao desenvolvimento de uma relação simbiótica planta-fungo ou à secreção de fitormônios por *T. harzianum*.

4.2. SUPRESSÃO DA DOENÇA

Houve diferença estatística entre os tratamentos testados. Em relação a severidade da doença no controle do *Moniliophthora perniciosa*, os tratamentos compostos por plantas tratadas via rega e pulverização foliar com *Burkholderia pyrrocinia* BRM 32113, *Bacillus* sp. AGL 21 e Trichodermil[®], apresentaram resultados positivos em relação a testemunha, apresentando 86,74%; 93,02% e 94,24% de supressão da doença, respectivamente (Figura 6).

As rizobactérias apresentam eficiência na supressão contra diversos fitopatógenos, as quais conseguem colonizar plantas de diversas espécies botânicas, podendo, também, atuarem na promoção do crescimento vegetal (KLOEPPER et al., citado por PASCHOLATI et al., 2019). As RPCPs oferecem benefícios associados ao controle de doenças de plantas. Esses benefícios podem ser vistos em diferentes culturas. Esses benefícios partem de uma variedade de mecanismos, como o controle biológico por meio da competição com patógenos por nutrientes, resistência induzida a doenças, a produção de antibióticos e outros mecanismos (SOTTERO et al, 2006).



Fonte: SILVA, M.C.; MOREIRA, B.M., 2020

FIGURA 6 - Avaliação de supressão da Vassoura de Bruxa em plantas de cacau tratado com bioagentes em condições de telado. Teste de Tukey a 95% de significância. Anápolis – GO.

O *Trichoderma* possui algumas espécies que são micoparasitas, eficientes no controle de fungos fitopatogênicos, principalmente os que possuem estruturas de resistências difíceis de serem atacadas por microrganismos. A atuação do microrganismo pode ser através de um mecanismo ou da associação como parasitismo, antibiose e competição (BETTIOL; GHINI, citado por REMUSKA; DALLA PRIA, 2007). As informações sobre o uso de antagonistas para o controle de doenças causadas por fungos fitopatogênicos retrata o *Trichoderma* spp. como o agente mais favoráveis entre os microrganismos de biocontrole (SILVA et al., citado por REMUSKA; DALLA PRIA, 2007). Fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de produzir enzimas que podem degradar as paredes celulares de outros fungos, produzindo, também, substâncias antifúngicas, que atuam como antibióticos (MELO; RESENDE et al. citado por LOUZADA et al., 2009).

Estudos realizados por Santos et al. (2018), mostraram que o tratamento biológico com *T. asperellum* foi capaz de inibir a incidência de fungos nas sementes de cupuaçu. Neste mesmo ensaio, os autores relataram que nas fases iniciais de desenvolvimento de plântulas de *Theobroma cacao* (cacau) as espécies de *Trichoderma* podem ser utilizadas como alternativa no biocontrole de fungos patogênicos

Em outro estudo realizado pela CEPLAC citado por Amorim et al. (2019), observaram em um ensaio, que o biofungicida, obtido a partir do fungo *Trichoderma stromaticum* tem

eficiência quando diluído em água e pulverizado na plantação de cacau, com competência de inibir a reprodução do fungo da vassoura de bruxa cerca de 57% na copa do cacaueiro e até 99% no solo. Resultados obtidos por Adedeji et al. (2008), evidenciaram que na doença da podridão parda do cacaueiro causada por pelo fungo *Phytophthora megakarya* apresentou redução de incidência em 85% com a utilização do isolado de *Trichoderma*.

Em um estudo feito na cultura do citros em condições de campo, foram testados sete isolados de *Bacillus subtilis* para controle da doença podridão floral do citros (*Colletotrichum acutatum*). Neste teste, Kupper et al. (2003) observaram que todos os isolados inibiram o crescimento micelial do patógeno, porém, o *Bacillus subtilis* ACB-69 mostrou maior eficácia de controle, comparado estatisticamente a um fungicida químico, proporcionando menor porcentagem de flores com sintomas e maior número médio de frutos efetivos. Em outro estudo, Kupper (2009) constatou que no controle da doença da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) dos frutos cítricos, sob condições de laboratório e campo, os isolados de *Bacillus subtilis* apresentou eficiência na supressão da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) no citros e da queda prematura de frutos cítricos. Resultados obtidos por Costa et al. (2007), mostraram que tratamento com *Bacillus subtilis* que apresenta efeito protetor e indutor de resistência, comparado com a testemunha ocasionou a redução da severidade da ferrugem do cafeeiro em mais de 90%, igualando-se a resultados com tratamentos químicos.

Na literatura não foram encontrados relatos de resultados em que a bactéria *Burkholderia pyrrocinia* tenha sido testada no controle do fungo *Moniliophthora perniciosa*, porém, em uma pesquisa realizada por Castro (2018), constatou que microrganismos do gênero *Burkholderia* associadas com outras rizobactérias foram capazes de reduzir 26% a severidade da doença antracnose (*Colletotrichum* sp.) em mudas de açaizeiro. Através de análises feitas com espectrometria, Bach (2016) constatou que a *Burkholderia* sp. gera diferentes diversidades de compostos antifúngicos, verificando ao gênero potencial biotecnológico com possível controle biológico de fungos fitopatogênicos em aplicações farmacêuticas e agrônômicas.

5- CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com os bioagentes *Bacillus* sp. AGL 21, *Burkholderia pyrrocinia* BRM 32113 e *Trichoderma*, mostraram-se eficientes no controle da *Moniliophthora perniciosa* na cultura do cacaueteiro, além de apresentar potencial na promoção de crescimento nas plantas, para o crescimento da biomassa e também no comprimento da parte aérea e das raízes. Maiores estudos precisam ser realizados para o aprofundamento do conhecimento sobre o efeito destes bioagentes na cultura do cacaueteiro. O uso destes microrganismos pode ser é uma alternativa para o manejo nutricional de plantas e para o manejo integrado da vassoura-de-bruxa do cacaueteiro, tendo em vista sistemas agrícolas mais sustentáveis, contribuindo para o aumento da produtividade.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEDEJI, A. R., ODEBODE, A. C., AGBENIYI, S. O. Bioassay of five *Trichoderma strains* against *Phytophthora megakarya* (Cacao pod-rot) in Nigeria. **Scientific Research and Essays**, v. 3, n. 9, p. 390-394, 2008.
- AGRIOS, G. N. Doenças de Botrytis. **Plant Pathology**, 5ª Ed., Ed D. Dreibelbis (San Diego, CA: Elsevier Academic Press), p. 510-514, 2005.
- AHMAD, F., AHMAD, I., KHAN, M. S. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. **Microbiological research**, v. 163, n. 2, p. 173-181, 2008.
- ALMEIDA, O. C.; ALMEIDA, L. C. C.; BEZERRA, J. L. Estudo de fungicidas a base de cobre no controle da vassoura-de-bruxa do cacauero no sudeste da Bahia. **Agrotropica**, v. 14, p. 97-100, 2002.
- ALVES, S. A. M. **Epidemiologia da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso* (STAHEL) Singer) em cacaueros enxertados em Uruçuca, BA**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003 doi:10.11606/D.11.2003.tde-17022003-155824.
- AMORIM, A. O.; ORLANDELLI, R. C.; PAMPHILE, J. A. Controle de Patógenos do Cacauero (*Theobroma Cacao* L.) por Fungos Endofíticos dos Gêneros *Trichoderma* e *Clonostachys*. **REVISTA UNINGÁ REVIEW**, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2019.
- BACH, E. **Utilização de *Burkholderia* sp. 89 para o controle biológico de fungos fitopatogênicos e identificação de moléculas de seu metabolismo secundário envolvidas nesse processo**. 2016. Disponível em: <http://go.microsoft.com/fwlink/p/?LinkId/255141>. Acesso em: 11/11/2020.
- BAIARDI, A., RIBEIRO, M. Subsídios de política agrícola na cacauicultura dos biomas Mata Atlântica e Amazônia. **Revista de Política Agrícola**, v. 27, n. 2, p. 106, 2018.
- BAKKER, P. A., RAAIJMAKERS, J. M., BLOEMBERG, G. V., HÖFTE, M., LEMANCEAU, P., COOKE, M. New perspectives and approaches in 'plant growth-promoting rhizobacteria' research-Foreword. **European Journal of Plant Pathology**, v. 119, n. 3, p. 241-242, 2007.
- BALBINOT, W. G. **Inoculação de *Bacillus* sp. na cultura do milho (*Zea mays* L.) como promotor de crescimento**. p.19, 2018.
- BALDOTTO, L. E. B., BALDOTTO, M. A., CANELLAS, L. P., BRESSAN-SMITH, R., OLIVARES, F. L. Promoção do crescimento do abacaxizeiro 'vitória' por ácidos húmicos e *Burkholderia spp.* durante a aclimatização. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1593-1600, 2010.
- BARRETO, M. A. **Caracterização da resistência à *Phytophthora* e mapeamento de QTLs para resistência à podridão-parda e vassoura-de-bruxa em cacauero**. Campinas, 2014.
- BASSO, T. S. **Aspectos ultraestruturais relacionados à morfologia, diferenciação e ao estresse do retículo endoplasmático em *Moniliophthora pernicioso***. Ilhéus – BA, 2015.

- 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.
- BUBANZ, H. C. S. **Potencial de rizobactérias para a promoção de crescimento vegetal**, p. 15-16, 2018.
- CAMILO, F.R. **Indutores de resistência contra a vassoura de bruxa no cacauero. Mecanismo de ação e avaliação em campo**. 2009. Tese de Doutorado. PhD Thesis. Universidade Federal de Lavras. 66 p.
- CAMPOS, J.T. **Rizobactérias promotoras do crescimento de cana de açúcar**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo. Campinas-SP, 2010. 59 p.
- CARNEIRO, W. M. A.; BRAINER, M. S. D. C. P.; SANTOS, J. A. N. D.; SOUZA, G. S. D.; SILVA, C. E. G. E. **A agroindústria de alimentos derivados de cacau no nordeste brasileiro**. 2008.
- CASTRO, G. L. S. de. **Rizobactérias promovem crescimento, aliviam os efeitos do déficit hídrico e reduzem antracnose em mudas de açazeiro**. 2018. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.
- CASTRO, G. L. S.; SANTOS, G. R.; RÊGO, M. C. F.; BATISTA, T. F. V.; SILVA, G. B. **Estudos Teóricos- Metodológicos nas Ciências Exatas, Tecnológicas e da Terra 2. Burkholderia pyrrocinia** induz acúmulo nutricional e promove crescimento de mudas de açazeiro Ponta Grossa-PR, cap. 8 pg. 64-68, 2020.
- CHACÓN, MR, RODRÍGUEZ GALÁN, O., BENÍTEZ FERNÁNDEZ, CT, SOUSA, S., REY, M., LLOBELL GONZÁLEZ, A., DELGADO JARANA, J. **Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by " Trichoderma harzianum"**. International microbiology: official journal of the Spanish Society for Microbiology, vol. 10, n. 1, p. 19-27. 2007.
- CHEPOTE, R. E., SODRÉ, G. A., REIS, E. L., PACHECO, R. G., MARROCOS, P. C. L., VALLE, R. R. Recomendações de corretivos e fertilizantes na cultura do cacauero no sul da Bahia. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil**, 2013
- COSTA, H. S. **Rizobactérias promotoras do crescimento de mudas de Theobroma cacao L.** Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007. 124 p.
- COSTA, J. C. B., BASTOS, C. N. Controle biológico da vassoura-de-bruxa. Anais. **Reunião de Controle Biológico de Fitopatógenos**, p. 45-51, 2000.
- COSTA, J. C. B., BEZERRA, J. L., VELOSO, J. L. M., NIELLA, G. R., BASTOS, C. N. Controle biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero. **Tecnologias Alternativas para o Controle de Pragas e Doenças. Viçosa-MG, Brazil: EPAMIG**, p. 25-47, 2006.
- COSTA, J.C.B.; RESENDE, M.L.V.; JÚNIOR, P.M.R.; CAMILO, F.R.; MONTEIRO, C.A.; PEREIRA, R.B. **Indução de Resistencia em mudas de cacauero contra Moniliophthora perniciosa por produto à base de mananoligossacarídeo fosforilado**. Lavras, MG, Brasil, 2010. 10 p.

COSTA, M. J., ZAMBOLIM, L., RODRIGUES, F. A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 150-155, 2007.

DOTY, S. L. Endophytic yeasts: biology and applications. In: **Symbiotic Endophytes**. Springer, Berli, Heidelberg, p. 335-343, 2013.

EFRAIM, P. **Contribuição a melhoria de qualidade de produtos de cacau no Brasil, por meio da caracterização de derivados de cultivares resistentes a vassoura-de-bruxa e de sementes danificadas pelo fungo**. 2009. 208 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonóides durante a fermentação de sementes de cacau para produção de chocolate**. Campinas, SP: [s.n.], 2004.

FIGUEIREDO, M. V. B., BURITY, H. A., STAMFORD, N. P., SANTOS, C. E. R. S. Microrganismos e agrobiodiversidade: O novo desafio para a agricultura. **Guaíba: Agrolivros**, 2008. 566 p.

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**, v. 58, n. 2, p. 160-166, 2011.

FORTES, F. D. O., SILVA, A. C. F. D., AALMANÇA, M. A. K., TEDESCO, S. B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007.

HARMAN, G. E., HOWELL, C. R., VITERBO, A., CHET, I., LORITO, M. *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature reviews microbiology**, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=resultado>>. Acesso em: 10 de mar. de 2020.

KADO, C.I. HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.

KUPPER, K. C. Controle biológico de doenças de flores e frutos jovens de citros. **Biocontrole de Doenças de Plantas**, p. 289, 2009.

KUPPER, K. C., GIMENES-FERNANDES, N., GOES, A. D. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia brasileira**, v. 28, n. 3, p. 251-257, 2003.

LANNA FILHO, R., FERRO, H. M., PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, 20 p. 2010.

LEITE, M.S.B. **Consumo hídrico do cacaueiro jovem irrigado por gotejamento em consorcio com bananeira e pau-brasil**. Ilhéus-BA, 2013.

- LOUZADA, G. A. D. S., CARVALHO, D. D. C., MELLO, S. C. M., LOBO JÚNIOR, M., MARTINS, I., BRAÚNA, L. M. Potencial antagonístico de *Trichoderma spp.* originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota neotropica**, v. 9, n. 3, p. 145-149, 2009.
- LU, H., ZOU, W. X., Meng, J. C., HU, J., TAN, R. X. New bioactive metabolites produced by *Colletotrichum sp.*, an endophytic fungus in *Artemisia annua*. **Plant science**, v. 151, n. 1, p. 67-73, 2000.
- LUCON, C. M. M., CHAVES, A. L. R., BACILIERI, S. *Trichoderma: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura*. São Paulo, 2014. 28 p.
- LUVIZOTTO, D. M. Caracterização fisiológica e molecular de *Burkholderia spp.* associadas às raízes de cana-de-açúcar. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2008.
- MANTELIN, S., TOURAINÉ, B. Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on root development and nitrate uptake. **Journal of experimental botany**, v. 55, n. 394, p. 27-34, 2004.
- MAPA. **Mercado de bio defensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano**. 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/feffmercado-de-bio defensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>>. Acesso em: 04 de março se 2020.
- MATOS, D. **Tricovab tem eficácia de até 97% contra vassoura-de-bruxa**. CEPLAC- **Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira**. 2013 Disponível em <<http://www.ceplac.gov.br/restrito/lerNoticia.asp?id=2085>>. Acesso em: 18 de mar. de 2020.
- MATTOS, M. **Promoção do crescimento de soja a partir da inoculação de sementes com microrganismos não noduladores**. 2017. 47 p.
- NOGUEIRA, C. D. P. Preservação e Manutenção de Culturas de Microrganismos Fitopatogênicos, **XVIII Jornada de Iniciação Científica PIBIC CNPq/FAPEAM/INPA**, n. 3, 2009, Manaus, 2009. p. 723-725
- NUNES, A. M. L.; NUNES, M. A. L.; LIMA, L. M. L. de. **Ciclo da vida do *Crinipellis pernicioso* no cupuaçureiro (*Theobroma grandiflorum*)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2001. 22 p.
- PASCHOLATI, S. F.; SOUZA, V. H. M.; FILHO, J. A. C. *Trichoderma: uso na agricultura*. Embrapa Soja-Livro científico (ALICE), Brasília- DF, Capítulo 7 1º edição, 2019. p. 235-246.
- PINTO, D.G.; AGUILAR, M.A.G.; SOUZA, C.A.S.; SILVA, D.M.; SIQUEIRA, P.R.; CAO, J.R. **Fotossíntese, crescimento e incidência de insetos-praga em genótipos de cacau pulverizados com silício**. - Uberlândia, 2014
- PRADO, P. F. V. **Caracterização dos mecanismos de resistência a estrobilurinas no fungo *Mohiliophthora pernicioso*, agente causador da vassoura de bruxa do cacaueiro**- Campinas, SP; [s.n.], 2016.

- PRIA, M. D.; CAMARGO, L.E.A. **Manual De. Fitopatologia. Volume 2: Doenças das Plantas Cultivadas:** Doenças do cacau. Volume 2. 4. ed. São Paulo- SP: Editora Agronômica CERES LTDA, 1997. v. 2, cap. 16, p. 174-175. ISBN 85-318-0008-0.
- REMUSKA, A. C.; DALLA PRIA, M. **Efeito de *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma* sp. no crescimento de fungos fitopatogênicos.** Ponta Grossa, 2007.
- RESENDE, M. D. L., OLIVEIRA, J. A. D., GUIMARÃES, R. M., VON PINHO, R. G., VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 793-798, 2004.
- ROMEIRO, R. D. S. **Bactérias fitopatogênicas.** Universidade Federal de Viçosa, 2005. 417 p.
- ROSA, E. C. A; MICHELI, F.; GOME D. S. **Perfil proteômico das fases iniciais do desenvolvimento do fungo *Moniliophthora* perniciosa.** Ilhéus- BA. 2011.
- SAITO, L. R., SALES, L. L. S. R., MARTINCKOSKI, L., ROYER, R., de RAMOS, M. S., REFFATTI, T. Aspects of the effects of the fungus *Trichoderma* spp. in biocontrol of pathogens of agricultural crops. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 2, n. 3, p. 203-216, 2009.
- SALLES, B. P. A.; DAVID, A. M. S. S.; FIGUEIREDO, J. C.; MAIA, V. M.; DOS SANTOS PRUDÊNCIO, J. R.; PEREIRA, K. K. G. **Viabilidade de Sementes de Cacau e Limitações no Armazenamento.** **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 1010-1014, 2019.
- SANTOS, H. A. ***Trichoderma* spp. Como promotores de crescimento em plantas e como antagonistas a *Fusarium oxysporium*.** Dissertação (Mestrado) Universidade da Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília-DF, 2008. 94 p.
- SANTOS, M. F. D., COSTA, D. L. D., MATOS, J. C. D. N. D., SILVA, G. B. D., VIEIRA, T. A., LUSTOSA, D. C. Tratamento biológico de sementes de cupuaçu para o controle de fitopatógenos e promoção da germinação. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.
- SANTOS, R. M.; LEMOS, L. S. L.; JUCA, F. F.; DOS SANTOS, M. V. O.; KRUSCHEWSKY, M. C.; GANEM, R. S.; GRAMACHO, K. P. **Obtenção de produtos de PCR dos principais fungos causadores de doenças no cacau visando estudos filogenéticos e taxonômicos.** 2010.
- SENAR- Serviço Nacional De Aprendizagem Rural. **Cacau: produção, manejo e colheita** – Brasília: Senar, 2018. Disponível em: < <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/215-CACAU.pdf>>. Acesso em: 18 de mar. de 2020. 145 p.
- SILVA, H. S. A., BETTIOL, W., TERRASAN, C. R. F., TOZZI, J. P. L., MELO, I. S. D., NUNES, F. V. **Microrganismos endofíticos: potencial de uso como agentes de biocontrole da ferrugem do cafeeiro.** 2006. 25 p.
- SILVA, V. N. D., GUZZO, S. D., LUCON, C. M. M., HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1609-1618, 2011.

SILVEIRA, P.T.S. **Prospecção de proteases e determinação da atividade de suas isoenzimas em dois cultivares de cacau (*Theobroma cacao* L.) produzidos no sul da Bahia, Brasil.** Universidade Federal da Bahia. Salvador -Ba, 2016. 96 p.

SIMÕES, M.L.C. 2010. **Controle Biológico de *Moniliophthora perniciosa*, agente causa da vassoura de bruxa do cacau, por diferentes espécies e linhagens de *Trichoderma* spp.**- Rio Claro. [s.n.], 2010.

SOTTERO, A. N.; dos SANTOS FREITAS, 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.

SOUZA, C. A. S., CORRÊA, F. D. O., MENDONÇA, V., VICHATO, M., CARVALHO, J. D. **Doses de fósforo e zinco no acúmulo de macro e micronutrientes em mudas de cacau.** *Agrotropica*, 18.2006.

SOUZA, E.C.M. **Cacau (Amêndoa) Análise mensal.** CONAB. Brasília, jul. de 2019. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-cacau/item/11899-cacau-analise-mensal-julho-2019>>. Acesso em 22 de mar. de 2020.

TULLIO, H. E. Potencial de bactérias endofíticas do cacau para o controle de fungos de solo e promoção de crescimento radicular na cultura da soja. 2017.