

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL NEWTON FREIRE MAIA
Curso Técnico em Agropecuária

USO DE *Beauveria bassiana* NO CONTROLE BIOLÓGICO DO
MOLEQUE-DA-BANANEIRA

PINHAIS
2023

ENEDIELY CAMARGO VIEIRA

**USO DE *Beauveria bassiana* NO CONTROLE BIOLÓGICO DO
MOLEQUE-DA-BANANEIRA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial na
disciplina de Estágio Curricular Obrigatório do
Curso Técnico em Agropecuária do CEEP
Newton Freire Maia.

Prof ° Orientador: Carlos Roberto de Azevedo
Co-Orientador: Karen Koch F. de Souza

**PINHAIS
2023**

BANCA EXAMINADORA

TERMO DE APROVAÇÃO

ENEDIELY CAMARGO VIEIRA

**USO DE Beauvéria bassiana NO CONTROLE BIOLÓGICO DO
MOLEQUE-DA-BANANEIRA**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial à formação
no Curso Técnico em Agropecuária, do Ceep Newton Freire Maia.



Orientador(a): Carlos Roberto de Azevedo



Prof. Ivete Cecere

Prof. Mateus Brunetti

Pinhais, 14 de Novembro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder sabedoria e determinação para a realização deste experimento, onde se fez presente em cada momento me dando forças para não desistir.

Ao meu pai Marcos, por disponibilizar sua propriedade para a realização deste trabalho, e por todo apoio e ajuda que me prestou. Agradeço a minha mãe Jucileia, por todo o apoio ao longo desta caminhada.

Aos meus orientadores Carlos e Karen, por todo conhecimento compartilhado comigo e por me mostrar que sou capaz.

A minha família que sempre acreditou em mim e me apoiou em todos os momentos, e por fim, aos meus amigos que sempre estiveram comigo.

RESUMO

O moleque-da-bananeira ou *Cosmopolites sordidus*, é a principal praga que acomete os cultivos de banana. O seu controle convencionalmente se baseia no uso de agrotóxicos granulados de alta toxicidade, o que vem se tornando um problema, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde dos produtores e consumidores, devido aos riscos e aos resíduos deixados nos frutos. Com isso, a busca por alternativas sustentáveis tem crescido no mercado. Assim, este trabalho teve como objetivo trazer uma alternativa viável e de maior eficiência, com a utilização de um fungo entomopatogênico para o controle biológico do *Cosmopolites sordidus*, baseado em uma estratégia de atraí-infecta realizado a partir da confecção de 50 iscas atrativas do tipo "queijo" e aplicação de pasta fúngica do isolado (IBCB 66) de *Beauveria bassiana*, distribuídas em uma área de um hectare, com aplicação realizada a cada 20 dias que foi denominada (T1) e uma área testemunha que foi destinada somente a monitoramentos, denominada (T2). Foi verificada uma redução significativa na parcela (T1), que comprova a eficácia do fungo entomopatogênico. Já na parcela testemunha (T2) foi constatada uma variação natural, que pode ser explicada por fatores relacionados ao ciclo de vida do inseto e as condições climáticas. Contudo, a análise final do experimento mostrou que a utilização do fungo é uma ótima alternativa para o controle biológico do moleque-da-bananeira.

Palavras-chave: *Cosmopolites sordidus*; *Beauveria bassiana*; Bananicultura; Moleque-da-bananeira.

ABSTRACT

The banana moth or *Cosmopolites sordidus* is the main pest that affects banana crops. Its control is conventionally based on the use of highly toxic granular pesticides, which has become a problem, both for the environment and for the health of producers and consumers, due to the risks and residues left on the fruits. As a result, the search for sustainable alternatives has grown in the market. Thus, this work aimed to bring a viable and more efficient alternative, with the use of an entomopathogenic fungus for the biological control of *Cosmopolites sordidus*, based on an attract-infect strategy carried out by making 50 attractive baits of the type "cheese" and application of fungal paste of the isolate (IBCB 66) of *Beauveria bassiana*, distributed over an area of one hectare, with application carried out every 20 days which was called (T1) and a control area that was intended only for monitoring, called (T2). A significant reduction was observed in the plot (T1), which proves the effectiveness of the entomopathogenic fungus, while in the control plot (T2) a natural variation was observed, which can be explained by factors related to the insect's life cycle and climatic conditions. . However, the final analysis of the experiment showed that the use of the fungus is a great alternative for biological control of the banana mole.

Keywords: *Cosmopolites sordidus*; *Beauveria bassiana*; Banana farming; banana tree brat.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- <i>Cosmopolites sordidus</i>	14
FIGURA 2- Larva do <i>C. sordidus</i>	15
FIGURA 3- Danos causados pela larva.....	15
FIGURA 4- <i>Metamasius hemipterus</i>	16
FIGURA 5- <i>M.hemipterus</i> colonizado por <i>B. bassiana</i>	16
FIGURA 6- <i>C. sordidus</i> colonizado por <i>B. bassiana</i>	20
FIGURA 7- Disposição das áreas teste.....	21
FIGURA 8- Disposição das iscas sobre a área.....	22
FIGURA 9- Isca tipo "queijo".....	23
FIGURA 10- Aplicação da pasta fúngica sobre a isca.....	23
FIGURA 11- Quantidade total de insetos/isca.....	26
FIGURA 12- Quantidade média de insetos/isca.....	26
FIGURA 13- <i>C. sordidus</i> encontrado colonizado por <i>B. bassiana</i>	27

LISTA DE SIGLAS

- DIRA- Divisão Regional Agrícola de Registro;
- FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations;
- IEA- Instituto de Economia Agrícola;
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- EPI- Equipamentos de Proteção Individual;
- UFC- Unidades Formadoras de Colônias.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 CULTURA DA BANANA.....	13
3.2 BANANICULTURA NO VALE DO RIBEIRA.....	13
3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	14
3.5 FALSO MOLEQUE-DA-BANANEIRA (<i>Metamasius hemipterus</i>).....	16
3.6 MÉTODOS DE CONTROLE.....	18
3.6.2 CONTROLE QUÍMICO.....	18
3.6.3 CONTROLE COMPORTAMENTAL.....	18
3.6.4 CONTROLE BIOLÓGICO.....	19
3.7 FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS.....	19
3.8 <i>Beauveria bassiana</i>	20
3.8.1 ETAPAS DE INFECÇÃO.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	22
4.2 PREPARO DE ISCAS E MONITORAMENTO.....	23
4.3 PREPARO DA PASTA FÚNGICA.....	24
4.4 APLICAÇÃO E MONITORAMENTO.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
7. REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

Na região do Vale do Ribeira a agricultura é a principal atividade econômica e fonte de renda da população, incluindo a banana que representa a maior parte das lavouras da região, ocupando as áreas mais extensas, com maior relevância do ponto de vista comercial. A Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Registro(SP), que engloba o Vale do Ribeira, conta que a região é responsável por 96% da produção de banana do Estado de São Paulo. A bananicultura é a principal atividade econômica da região, representando 60% do valor da produção agropecuária (IEA, 2017).

A banana (*Musa spp.*) é a fruta mais consumida no mundo, se destacando dentre os principais produtos agrícolas, sendo o Brasil o 4º maior produtor mundial de bananas com 6,7 milhões de toneladas (FAO, 2018). É também um dos poucos produtos agrícolas que não tem períodos de safra e entressafra, sendo a produção distribuída o ano todo, apresentando algumas oscilações decorrentes das condições climáticas e da entrada e saída dos diferentes estados produtores, devido a fatores regionais, como as condições ambientais que influenciam o processo vegetativo, ao microclima que interfere na sazonalidade de produção estando diretamente relacionada ao comportamento do mercado (CAMPOS E GONÇALVES, 2002).

Dentre os problemas que acometem a cultura da banana que podem influenciar significativamente a produção está o ataque de pragas. Destacando-se o *Cosmopolites sordidus*, conhecido popularmente como “moleque-da-bananeira” ou broca-da-bananeira. Esse coleóptero de hábitos noturnos prejudica a bananeira, pois suas larvas, por abrir galerias nos rizomas na parte inferior e interior dos pseudocaulos, danifica os tecidos internos e acarreta no declínio e morte da planta, podendo causar o tombamento de plantas e servir de porta de entrada para patógenos, como o *Fusarium* que causa o “mal-do-Panamá” (FANCELLI E ALVES, 2001).

Segundo a EMBRAPA (2004) os prejuízos causados pela praga podem reduzir a colheita, causada por uma diminuição do peso dos cachos ou por tombamento das bananeiras. Em algumas regiões, as altas populações de brocas encontradas nos bananais podem reduzir a produção em até 80%.

Em seus estudos MENDES (2019) afirma que o controle comumente utilizado é baseado no uso de agrotóxicos granulados de alta toxicidade e tem sofrido fortes

restrições, principalmente por parte de alguns países importadores da fruta devido à possibilidade de deixar resíduos de inseticidas nos frutos e aos problemas que causam ao meio ambiente e à saúde dos produtores, então devido a isto, nos últimos anos tem sido realizada a utilização o uso de fungos entomopatogênicos para o controle biológico das pragas, o que também se torna uma alternativa viável para reduzir os impactos ambientais causados pelo uso de inseticidas.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia do fungo *Beauveria bassiana* no controle biológico do inseto-praga *Cosmopolites sordidus* na região do Vale do Ribeira em São Paulo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a eficácia do fungo *Beauveria bassiana* no controle biológico do inseto-praga *Cosmopolites sordidus*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorar o inseto praga;
- Avaliar a taxa de redução da população do inseto praga;
- Descrever a forma de desenvolvimento do fungo sobre o inseto praga;
- Avaliar as vantagens e desvantagens da utilização do fungo entomopatogênico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CULTURA DA BANANA

O centro de origem da banana se encontra no sul e sudeste do continente Asiático. Embora existam centros secundários de origem na África Oriental e nas ilhas do Pacífico, além de um importante centro de diversidade na África Ocidental. Estende-se desde a Índia até a Papua Nova Guiné, incluindo a Malásia e a Indonésia. Supõe-se que nesta região o homem a tenha utilizado durante toda a sua história. Pois, a história das cultivares de banana está intimamente ligada às populações humanas nos trópicos e é possível que a domesticação da bananeira tenha iniciado de forma paralela à agricultura dos cultivos alimentícios (DANTAS et al., 1997; ROSALES et al., 1998).

De acordo com DANTAS (op. cit.), a bananeira (*Musa spp.*) produz um dos frutos mais consumidos no mundo, destacando-se como uma das principais fruteiras tropicais. É cultivada em mais de 100 países localizados nas regiões tropicais e subtropicais do mundo.

A cultura possui grande importância econômica e social e produz frutos com alto valor nutricional e medicinal. A banana é um alimento energético, composto basicamente de água e carboidratos, contendo pouca proteína e gordura. Além de rica em sais minerais como sódio, magnésio, fósforo e, especialmente, potássio, a fruta contém vitamina C, A, B2, B6, niacina, entre outras. Na medicina popular a banana é indicada contra anemias, constipações intestinais, câimbras, depressão, estresse, hipertensão entre outras (SENAR, 2009).

3.2 BANANICULTURA NO VALE DO RIBEIRA

Segundo dados do IEA (2017), os cinco maiores produtores de banana da região nos últimos anos são os municípios de: Cajati, Eldorado, Jacupiranga, Registro e Sete Barras. A banana vem trazendo ao longo do tempo grandes benefícios e oportunidades tanto para os produtores, como para a região em geral.

Segundo ANGELO et al., (2017), o Vale do Ribeira é a principal região produtora no Brasil e fornece o produto para os mercados internos e externos, respondendo por mais de 60% da produção agrícola regional. Em seus estudos ANGELO et al., (2017) afirma que o cultivo da banana é fonte de ocupação e, logo,

de renda para os trabalhadores rurais, e outro fator importante para as pessoas ligadas ao setor são os vários produtos e subprodutos oriundos deste cultivo, o que gera emprego e renda para a comunidade.

Conforme dados do IBGE (2017), há uma grande variedade de bananas produzidas no Brasil, mas a região do Vale do Ribeira é especializada na produção da Banana Nanica (60%) e Banana Prata (40%) sendo o sistema produtivo caracterizado pela conjunção entre os grandes cultivos comerciais associados à produção em pequenas e médias propriedades, que apresentam uso intensivo de mão de obra familiar.

3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A banana é de suma importância para a sócio-economia, é uma das frutas mais importantes do mundo, tanto no que se refere à produção quanto à comercialização. Para muitos países, além de ser um alimento complementar da dieta da população, a banana apresenta grande relevância social e econômica, servindo como fonte de renda para muitas famílias de agricultores, gerando postos de trabalho no campo e na cidade e contribuindo para o desenvolvimento das regiões envolvidas em sua produção. Para outros países, a banana é um produto de exportação responsável por uma parte muito significativa dos ingressos relativos à exportação agrícola (FIORAVANÇO, 2003).

De acordo com a FAO, a produção mundial de banana em 2018 atingiu, aproximadamente, 115,7 milhões de toneladas. Os quatro maiores produtores foram: Índia com 30,8 milhões de toneladas, China com 11,2 milhões, Indonésia com 7,2 milhões e Brasil com 6,7 milhões de toneladas. As projeções da FAO são de que a produção mundial de bananas deve crescer 1,5% ao ano, atingindo 135 milhões de toneladas em 2028.

Ainda de acordo com a pesquisa da FAO, em 2018 a área plantada no país atingiu 451,4 mil hectares. Os Estados da Bahia, São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Pará são os mais representativos, tanto em área colhida quanto em produção de banana no Brasil, sendo mais de 95% da produção destinada ao mercado interno.

3.4 MOLEQUE-DA-BANANEIRA (*Cosmopolites sordidus*)

Esta praga é nativa e amplamente disseminada, afetando praticamente todos os plantios de banana. Todas as variedades são suscetíveis, sendo porém a nanica a mais vulnerável. O inseto adulto é um pequeno besouro preto, medindo cerca de 9-14mm de comprimento por 3-4mm de largura e possui um longo e curvado rostró ou bico (Figura 1). Tem hábito noturno e pode ser encontrado nas proximidades da planta, entre as folhas e, especialmente, no interior do pseudocaule em decomposição. As fêmeas adultas depositam até 100 ovos por ano em pequenas cavidades criadas com suas mandíbulas, próximas ao ponto de inserção das folhas, especialmente perto da coroa do rizoma e principalmente nas plantas-mãe. Após 5 a 8 dias da postura, pequenas larvas brancas nascem e se alimentam do rizoma, abrindo galerias à medida que crescem até se transformarem em insetos adultos em um período de 12 a 25 dias. Sendo a fase larval a que causa danos mais significativos. A pupa tem uma coloração branca e se transforma em adulto em um período de 7 a 10 dias, a partir do início desse estágio. A média de vida do adulto varia de 5 a 8 meses, podendo chegar a até 8 anos (NOMURA, 2020).

Figura 1 : *Cosmopolites sordidus*.



Fonte: (MNHN & OFB, 2023).

NOMURA (op. cit.) identificou em seus estudos que as larvas desempenham um papel crucial ao criar perfurações em formato cilíndrico no

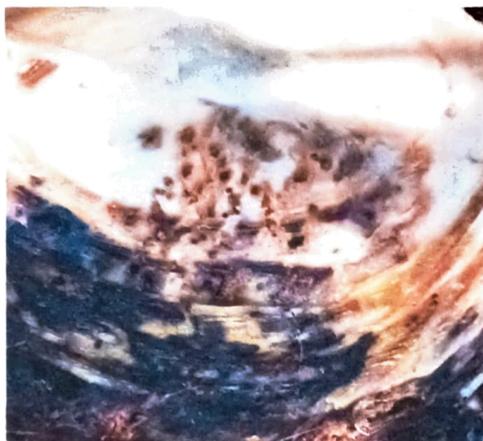
rizoma, geralmente direcionando-as em direção ao núcleo do órgão, onde estabelecem seu "salão de encapsulamento", como demonstram as Figuras 2 e 3.

Figura 2: larva *C.sordidus*.



Fonte: A autora.

Figura 3: Danos causados pela larva.



Fonte: A autora.

Essas galerias também adentram o pseudocaule, causando danos e deterioração dos tecidos, uma vez que servem como uma porta de entrada para outros microrganismos patogênicos, como o *Fusarium oxysporum* ou a doença conhecida como Mal-do-Panamá, que leva ao amarelamento das folhas, encolhimento dos cachos e, eventualmente, ao tombamento das plantas, devido à sua falta de resistência à ação dos ventos, os danos causados por este coleóptero podem chegar a 80% (EMBRAPA, 2004).

3.5 FALSO MOLEQUE-DA-BANANEIRA (*Metamasius hemipterus*)

As espécies pertencentes ao gênero *Metamasius* compartilham a mesma família que o moleque-da-bananeira, ou seja, a família *Curculionidae*, e também são atraídas por iscas elaboradas a partir do pseudocaule das plantas. Em contraste com a broca-do-rizoma, o *Metamasius hemipterus* é notavelmente ágil e suas pupas são protegidas por casulos feitos de fibras vegetais. No Brasil, a espécie *M.hemipterus*, também conhecida como falsa-broca, é classificada como praga secundária em várias culturas como cana-de-açúcar, coqueiros, gramíneas e

tamareiras, e não se tem registro de danos significativos causados às bananeiras, tornando-a uma praga de importância limitada para a cultura. Os adultos têm um corpo de cor marrom escuro com manchas e listras castanhas ao longo do corpo, variando de 13 a 17 mm de comprimento (Figura 4). Vale ressaltar que as medidas recomendadas para o controle do moleque-da-bananeira são eficazes também na redução da população de *M. hemipterus*, pois a alta mobilidade dessa espécie, juntamente com sua suscetibilidade ao fungo *Beauveria bassiana* (Figura 5), fazem do *M. hemipterus* um importante vetor na disseminação da doença nas plantações de banana (TAKADA et al., 2018).

Figura 4: *Metamasius hemipterus*.



Fonte: A autora.

Figura 5: *M. hemipterus* colonizado por *B. bassiana*.



Fonte: A autora.

3.6 MÉTODOS DE CONTROLE

3.6.1 CONTROLE CULTURAL

O controle cultural consiste no uso de boas práticas agrícolas, manipulando as condições de pré-plantio e do desenvolvimento da planta, buscando favorecer o crescimento e desenvolvimento da cultura, em relação ao patógeno e a praga agrícola (MARVULLI et al., 2019; PERUCH et al., 2018).

Consiste na utilização de mudas saudáveis, preparadas, limpas e tratadas, isentas de contaminação, de preferência as produzidas em laboratório (meristemas), cultivares menos atacadas pelas pragas e recorte dos restos da cultura (pseudocaule) em pedaços pequenos para decompor o mais rápido possível, eliminando a possibilidade de a broca se instalar nesses materiais (NOMURA, 2020).

3.6.2 CONTROLE QUÍMICO

O controle químico de pragas é uma abordagem no manejo de pragas agrícolas que envolve o uso de produtos químicos, como inseticidas, para reduzir ou eliminar as populações de organismos indesejados que causam danos às plantas. Esses produtos químicos são aplicados de maneira controlada e estratégica para combater as pragas, minimizando seus impactos negativos. O controle químico é uma das várias técnicas de controle de pragas disponíveis e deve ser usado com responsabilidade, levando em consideração questões ambientais, de segurança e regulatórias (PICANÇO et al., 2010).

Para o controle do *C. sordidus*, quando atingir nível de dano econômico se utilizam as iscas do tipo “queijo” ou “telha” (50 iscas/ha) e no seu interior coloca-se de 3-5g de produtos inseticidas sistêmicos granulados registrados para a cultura e uso completo do EPI. Outro método é o uso da ferramenta chamada “lurdinha” ou “desperilhador”, com a qual se faz um orifício na região basal do pseudocaule da planta-mãe recentemente colhida e aplicam-se entre 10-20g de inseticida nematocida sistêmico granulado no interior do orifício (NOMURA, 2020).

3.6.3 CONTROLE COMPORTAMENTAL

Esse é um método que consiste no uso de compostos que alteram a fisiologia das pragas e, conseqüentemente, as populações são reduzidas. O

controle pode ser feito de diferentes formas e as mais usadas são com hormônios, com atraentes e/ou com repelentes. O controle do *C. sordidus* é feito com iscas atrativas à base de feromônio (atrativo sexual), atraindo tanto machos como fêmeas (MATIOLI, 2021).

3.6.4 CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico é uma estratégia de manejo de pragas que utiliza organismos vivos, como predadores, parasitóides, patógenos ou competidores naturais, para regular as populações de organismos indesejados, como pragas agrícolas ou insetos vetores de doenças, de forma a reduzir seus danos ou mantê-los em níveis aceitáveis. Essa abordagem busca restabelecer um equilíbrio natural no ecossistema, onde os agentes de controle biológico desempenham um papel fundamental no controle das populações de pragas, reduzindo a necessidade de intervenções químicas ou outros métodos de controle mais invasivos e prejudiciais ao meio ambiente (EMBRAPA, 2020).

Para o controle do *C. sordidus*, ao atingir o nível de dano econômico, se utilizam as iscas do tipo “queijo” ou “telha” (50/100 iscas/ha) e no seu interior colocam-se os inimigos naturais, como a *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (20 a 25 ml do fungo/isca) (NOMURA, 2020).

É fundamental observar que o controle biológico é um processo lento, ao contrário do controle químico, sendo que a duração do ciclo da doença é muito dependente das condições ambientais, principalmente a germinação, penetração e reprodução do fungo, fases que são muito influenciadas pela temperatura e umidade. Dependem também das condições nutricionais e suscetibilidade do hospedeiro. Em razão disso o tempo para ocorrer a morte do inseto pode levar de 6 a 12 dias (TAKADA et al., 2018).

3.7 FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

Os fungos entomopatogênicos são organismos capazes de colonizar diversas espécies de pragas, causando epizootias (enfermidades que podem causar a morte ou interferir na alimentação e reprodução de insetos e ácaros). Fungos entomopatogênicos são ótimos aliados no controle de pragas, esses microrganismos, embora passem despercebidos na lavoura, atuam como inimigos

naturais de pragas, atacam seus hospedeiros, penetrando e colonizando seus corpos(ROHRIG, 2021).

3.8 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana é um fungo que existe naturalmente nos solos de todo o mundo. Causa uma doença fatal em vários insetos agindo como um parasita; pertencendo deste modo ao grupo de fungos entomopatogênicos. O fungo apresenta-se como excelente alternativa de controle do *C. sordidus*, por ser praticamente inócuo, não poluente e não deixar resíduos nos frutos(EMBRAPA, 2006).

É o principal aliado do controle biológico de insetos pragas de diversas culturas, sendo um grande benefício para o meio ambiente por ser livre de agentes toxicológicos. Porém depende de alguns fatores, pois é altamente dependente de condições ambientais como temperatura que deve ter entre 20-30°C e umidade relativamente alta para germinação dos esporos. Outro fator que pode interferir em sua eficiência é a utilização de defensivos químicos como fungicidas, geralmente usados para o controle de doenças na cultura (NORA, 2022).

3.8.1 ETAPAS DE INFECÇÃO

Segundo FRANCHI (2020) a infecção do fungo no inseto acontece quando ocorre o contato do fungo com o inseto, este fungo permanece aderido no corpo do indivíduo, onde passa a desenvolver as estruturas necessárias para cobrir o corpo de seu hospedeiro. Em um segundo momento, ele passará a causar uma infecção dentro do corpo do inseto-praga. Assim, para que possam chegar até o interior do corpo de seu hospedeiro, estes fungos entomopatogênicos desenvolvem estruturas que lhes permitem ultrapassar a barreira externa do corpo do indivíduo, a qual protege o inseto de danos e intempéries. Assim que conseguem ultrapassar essa barreira e chegar ao interior do corpo do inseto, se proliferam e colonizam as estruturas internas, causando uma doença. Os fungos produzem toxinas e também obstruem os locais colonizados, o que faz com que os insetos parem de se alimentar. Após um crescimento considerável do fungo, o indivíduo infectado é levado à morte (Figura 6). Por fim, estes fungos se multiplicam e são transportados pelo ar, ou pelo contato dos indivíduos mortos com outros insetos, o que faz com

que um novo processo de contaminação seja iniciado. Esse processo ocorre entre 6 a 15 dias.

Figura 6: *C. sordidus* colonizado por *B. bassiana*.



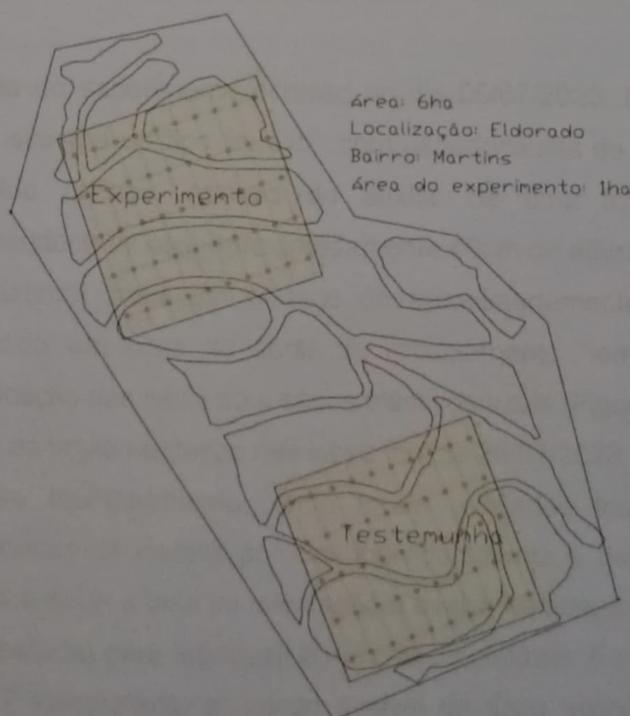
Fonte: A autora.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

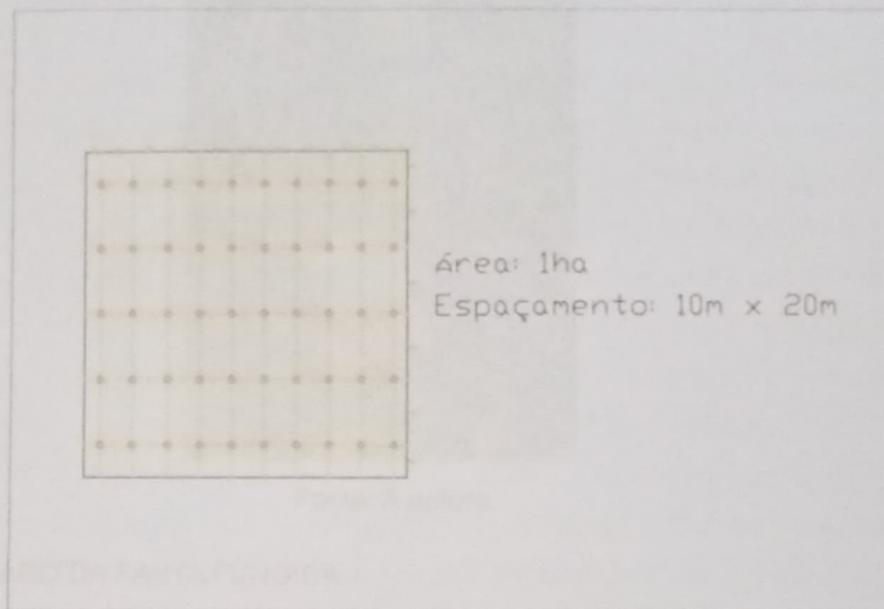
O experimento foi conduzido na cidade de Eldorado, situada na região do Vale do Ribeira no estado de São Paulo, em uma propriedade rural de caráter privado. A mencionada propriedade abrange uma extensão total de seis hectares e é composta predominantemente pela cultivar de banana FHIA 18, denominada popularmente como "Prata Galil". Com o propósito de realizar o experimento de forma sistemática, as terras foram subdivididas em duas parcelas de um hectare cada uma. A primeira parcela foi alocada para a realização do teste com a aplicação do isolado, identificado como (T1), enquanto a segunda parcela representava a testemunha, denominado (T2). Em ambas as áreas experimentais, foram dispostas 50 iscas atrativas do tipo "queijo" em um arranjo de espaçamento regular de 10x20 metros, com uma distância de 5 metros das extremidades, conforme ilustrado no mapa das figuras a seguir:

Figura 7: Disposição das áreas teste.



Fonte: (AZEVEDO,2023).

Figura 8: Disposição das iscas sobre a área.



Fonte: (AZEVEDO,2023).

4.2 PREPARO DE ISCAS E MONITORAMENTO

A implantação do experimento ocorreu no dia 06/07/2023. Neste dia foram confeccionadas 50 iscas/ha do tipo "queijo", com pseudocaules de bananeiras que já haviam produzido cachos, através do auxílio de uma foice, fez-se um rebaixamento no pseudocaulo com aproximadamente 40cm de altura e seccionando novamente na horizontal, mais um pedaço de aproximadamente 10-15 cm de comprimento colocado em cima do corte de rebaixamento "tampa", logo após realizamos a identificação das iscas com sacos plásticos azuis (Figura 9).

Após 20 dias da implementação das iscas, no dia 26/07/2023, pela manhã, foi realizado o primeiro monitoramento, onde foram avaliadas todas as iscas e anotadas as quantidades de insetos por isca individualmente e, depois realizado o cálculo de média para obter a taxa de infestação e avaliar se atingiu o nível de dano econômico (3 insetos/isca) para introduzir o método de controle. A média obtida nas duas áreas foi de 7 insetos/isca, atingindo o nível de dano econômico, podendo assim ser introduzido o respectivo controle no (T1).

Figura 9: Isca tipo "queijo".



Fonte: A autora.

4.3 PREPARO DA PASTA FÚNGICA

O isolado utilizado no experimento foi o IBCB 66 com concentração ($1,0 \times 10^{10}$ UFC por grama de produto formulado), na proporção de 50g/1L de água, dissolvidos em um recipiente, dando origem à pasta, que foi distribuída em doses de 20ml/isca com o auxílio de uma colher de sopa que foi destinada somente para a aplicação (Figura 10). O inseticida microbiológico tem classificação toxicológica (IV) sendo Pouco Tóxico, seu manuseio e qualquer tipo de procedimento exige a utilização de Equipamentos de Proteção Individual.

Figura 10: Aplicação da pasta fúngica sobre a isca.



Fonte: A autora.

4.4 APLICAÇÃO E MONITORAMENTO

Após o primeiro monitoramento realizado no dia 26/07/2023, foi realizada a primeira aplicação no (T1). Após 20 dias, no dia 15/08/2023, realizou-se o segundo monitoramento nas duas parcelas, onde foram avaliadas e renovadas todas as iscas com novas “tampas” e anotadas as quantidades de insetos por isca individualmente e novamente realizado o cálculo de média para obter a taxa de infestação e avaliar o nível de dano econômico. Com base no resultado obtido, houve a necessidade de reaplicação no (T1) devido ao nível de dano, com uma média de 3 insetos/isca. Sendo assim, no dia 15/08/2023, foi realizada a reaplicação do isolado.

No dia 06/09/2023, foi realizado o último monitoramento, onde foram contados os insetos por isca individualmente e calculada a taxa de infestação de acordo com a metodologia. Com base nos resultados obtidos, não houve a necessidade de reaplicação do isolado.

Todos os monitoramentos foram realizados durante o período da manhã, entre as seis e nove horas, devido ao hábito noturno do inseto. Deve-se levar em conta que o clima e umidade também podem alterar os resultados, uma vez que o inseto tem maior incidência em regiões mais úmidas e frescas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

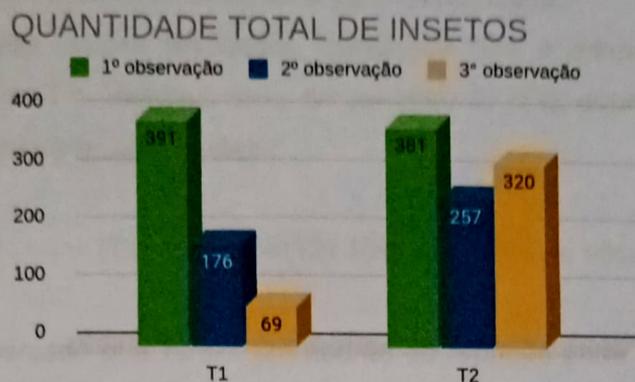
A área utilizada para a condução do experimento não havia sido submetida a nenhum tipo de controle de infestação nos últimos seis anos. No primeiro monitoramento realizado antes da aplicação do isolado do fungo, observou-se uma taxa de infestação consideravelmente elevada do *C. sordidus*, excedendo mais que o dobro da taxa de infestação que corresponde ao nível de dano econômico da cultura, sendo de 3 insetos por isca. É importante notar que a taxa de infestação foi consistente nas duas parcelas de estudo, localizadas em extremidades opostas da propriedade, o que permitiu a implementação de diferentes tratamentos. A primeira observação foi a base para a obtenção dos resultados, a parcela (T1) apresentou uma média de 7.82 insetos por isca e a parcela (T2) apresentou uma média de 7.62 insetos por isca.

Após 20 dias, foi realizada a segunda observação do experimento. O (T1) apresentou uma significativa redução da infestação, com uma população 55% menor que na primeira observação, obtendo-se uma média de 3.52 insetos por isca. Durante as observações foi possível identificar insetos infectados pelo fungo, que colonizados tornam-se transmissores, contribuindo para a disseminação dos esporos no ambiente. Embora tenha sido satisfatório, a taxa de infestação ainda se manteve alta, havendo a necessidade de reaplicação do isolado, que foi realizada no dia 15/08/2023.

No (T2), durante a segunda observação, foi possível notar uma redução de 33% na população de insetos, apresentando uma média de 5.14 insetos por isca. Esta diminuição, embora não tenha sido atribuída a qualquer forma de controle direto, pode ser explicada pela consideração de fatores como o ciclo de desenvolvimento dos insetos, a presença de inimigos naturais e até mesmo devido a mudanças nas condições climáticas. Vale ressaltar que, devido ao comportamento noturno do coleóptero em questão, os horários das observações foram rigidamente padronizados para minimizar qualquer influência de alterações.

Os gráficos abaixo, representam a quantidade total de insetos presentes durante as três observações no (T1) e (T2), e a quantidade média obtida durante as três observações.

Figura 11 : Quantidade total de insetos/isca.



Fonte: A autora.

Figura 12 : Quantidade média de insetos/isca.



Fonte: A autora.

O resultado obtido no tratamento (T1) durante a terceira observação, realizada em 06/09/2023, demonstrou um desempenho altamente satisfatório, com uma redução significativa de 61% em comparação com a segunda observação da mesma parcela. Nesse contexto, a média de infestação registrou-se em 1.38 insetos por isca.

Por outro lado, no tratamento (T2), durante a terceira e última observação, observou-se um incremento de 24% na população de insetos em relação à segunda observação, resultando em uma média de 6,4 insetos por isca. Esse aumento pode ser atribuído, em grande parte, ao ciclo de desenvolvimento natural do *C. sordidus*.

Com o fim das observações, a parcela (T1) resultou em uma redução equivalente a 82,35% da população. Na parcela (T2), foi constatada uma variação natural com uma redução equivalente a 16% da população.

Com base nestes resultados, conclui-se que a diferença entre valor de redução total no (T1), menos o valor da variação do (T2), equivalem à eficiência do isolado de *B. bassiana*, sendo assim:

$$(T1) 82,35\% - (T2) 16\% = 66,35\% \text{ de eficiência.}$$

Foi observado que houve um padrão de redução entre a segunda e terceira observação na área com a aplicação do fungo, o que evidencia a sua eficácia.

Durante a condução do experimento foi possível observar muitos insetos colonizados, inclusive de *Metamasius hemipterus*, e não somente nas iscas, mas também nas proximidades da planta, e isto pode ser explicado pela movimentação do inseto, sendo um fator que propicia melhores resultados, pois o indivíduo contaminado passa a disseminar a doença dentro do plantel.

Figura 13: *C. sordidus* encontrado colonizado por *B. bassiana*.



Fonte: A autora.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento foi conduzido esperando-se uma redução da população de insetos na área com a aplicação do isolado do fungo e os resultados se mostraram satisfatórios, superando as expectativas.

A parcela testemunha (T2) apresentou uma variação natural com redução de 16% da população de insetos, sendo este um resultado que pode sofrer alterações, visto que é obtido naturalmente e que vários fatores podem causar sua interferência.

A parcela (T1) apresentou um percentual de 82,35% de redução, comprovando assim a eficiência do isolado de *Beauveria bassiana*, sendo uma taxa de redução bastante significativa.

Por fim, a eficácia do isolado apresentou-se em 66,35%, controlando a população de insetos e reduzindo significativamente de 7.82 insetos por isca para 1.38 insetos por isca.

Os resultados obtidos foram excelentes, mostrando que o uso de alternativas biológicas são o caminho para uma agricultura sustentável e saudável. Com isso, conclui-se que o uso de *Beauveria bassiana* é eficiente no controle biológico do moleque-da-bananeira.

REFERÊNCIAS

ANGELO, J. A.; BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. da S. L.; CASER, D. V.; CAMARGO, F. P. de; OLIVETTE, M. P. de A.; MARTINS, V. A. **Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo**, 2º Levantamento, ano agrícola 2016/17 e levantamento final, ano agrícola 2015/16, novembro de 2016. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 1-12, fev. 2017.

AZEVEDO, C.R. **Mapeamento da área de estudo**, Junho, 2023.

CAMPOS, R. T.; GONÇALVES, J. E. **Panorama geral da fruticultura brasileira: desafios e perspectivas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, Passo Fundo, 2002. Passo Fundo: SOBER, 2002.

DANTAS, L. L.; SHEPHERD, K.; OLIVEIRA E SILVA, S. de; SOARES FILHO, W. dos S. **Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica**. In: ALVES, E. J. (Org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília, DF: Embrapa SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1997. 587 p.

EMBRAPA. **Importância e métodos de controle do "moleque" ou broca-do-rizoma-da-bananeira. (Germar, 1924)**. p. 1-5, 2003, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/425644/importancia-e-metodos-de-controle-do-moleque-ou-broca-do-rizoma-da-bananeira>.

Acesso em: 02/07/2022.

EMBRAPA.; **O cultivo da banana**. 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142900/1/Livro-Banana.pdf>. Acesso em: 14/06/2022.

EMBRAPA; **Controle biológico de pragas da agricultura** / Eliana Maria Gouveia Fontes, Maria Cleria Valadares-Inglis, editoras técnicas. – Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510 p. : il. color. ; 18,5 cm x 25,5 cm. Disponível em: <https://dspace.unisa.br/server/api/core/bitstreams/a6110151-2177-4a01-96f1-33cfa80ee7c1/content>. Acesso em: 25/09/2023.

FANCELLI, M. e ALVES, É.J. **Principais pragas da cultura**. In: ALVES, E.J. (Ed.). Cultivo de bananeira tipo Terra. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. p. 105-116.

FIORAVANÇO, J. C. **Comercio internacional de productos hortofrutícolas: estudio de la competitividad de Brasil en el mercado de frutas tropicales de la Unión Europea**. 2003. 410 p. Tese (Doutorado) - UPV, Valência, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Roma: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 25/06/2022.

IEA, INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. 2017. **A Bananicultura No Vale Do Ribeira - Caracterização Dos Sistemas De Produção**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br>. Acesso em: 14/06/2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25/06/2022.

MARVULLI, M. V. N.; COSTA, G. S. da.; GARCIA, É. A. **Métodos de controle alternativos para defesa fitossanitária em propriedades rurais orgânicas**. In: Simpósio Nacional De Tecnologia Em Agronegócio, 11., 2019, Ourinhos. Faculdade de Tecnologia de Ourinhos, 2019, p. 305-311.

MATIOLI, T.F.; TIPOS DE CONTROLE DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS (MIP). 2021. Disponível em: [https://blog.chbagro.com.br/tipos-de-controle-do-manejo-integrado-de-pragas-mip#:~:text=ABCBio%2D%20CropLife\).-Controle%20Comportamental.atraentes%20e%2Fou%20com%20repelentes..](https://blog.chbagro.com.br/tipos-de-controle-do-manejo-integrado-de-pragas-mip#:~:text=ABCBio%2D%20CropLife).-Controle%20Comportamental.atraentes%20e%2Fou%20com%20repelentes..) Acesso em: 06/09/2023.

MENDES, L. L. **Eficácia Do Uso De Fungos Entomopatogênicos No Controle De Artrópodes Ectoparasitas Vetores De Agentes Infeciosos Para Humanos** [Manuscrito]; 2019.

MNHN & OFB [Ed]. 2003-2023. **Sheet of Cosmopolites sordidus (Germar, 1823)**. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). Disponível em: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/328477. Acesso em: 12/09/2023.

NOMURA, E.S.; et al.,. **Cultivo da Bananeira**. Campinas, CDRS, 2020. 178p. 23cm (Manual Técnico, 82). p. 89-90.

NORA; D.D. **Beauveria bassiana no controle biológico de pragas**. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/beauveria-bassiana-no-controle-biologico-de-pragas/>. Acesso em: 06/09/2023.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D. C. **Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas**. *Agropecuária Catarinense*, 31:37-40, 2018.

PICANÇO; M.C.; et; al. **MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS**. 2010. UFV. Disponível em: https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf. Acesso em: 06/09/2023.

ROHRIG, B. **Fungos entomopatogênicos no controle de pragas: o que são e como utilizá-los na lavoura**, 2021. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/fungos-entomopatogenticos-no-controle-de-pragas/> Acesso em: 25/06/2022.

SENAR- Banana - **A cultura da banana**. 2009. Disponível em:

<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/148-BANANA.pdf>. Acesso em: 14/06/2022.

TAKADA; H.M. **Tecnologia Sustentável Controle Biológico De Brocas Da Bananeira**; 2018. APTA. Disponível em:

http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/tecnologia_sustentavel/broca_bananeira.pdf. Acesso em: 12/09/2023.

