

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LETÍCIA PASQUALIN MESSIAS ARRIERO

EXTRATOS BRUTOS DE *Metarhizium anisopliae* E *Cordyceps fumosorosea* PARA
CONTROLE DA BROCA-DO-CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)

MONTE CARMELO
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LETÍCIA PASQUALIN MESSIAS ARRIERO

EXTRATOS BRUTOS DE *Metarhizium anisopliae* E *Cordyceps fumosorosea* PARA
CONTROLE DA BROCA-DO-CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gleice Aparecida de Assis

MONTE CARMELO
2023

LETÍCIA PASQUALIN MESSIAS ARRIERO

EXTRATOS BRUTOS DE *Metarhizium anisopliae* E *Cordyceps fumosorosea* PARA
CONTROLE DA BROCA-DO-CAFÉ (*Hypothenemus hampei*)

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Gleice Aparecida de Assis

Monte Carmelo, 12 de janeiro de 2023.

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Gleice Aparecida de Assis
Orientadora

Prof. Dr. André Luiz Firmino
Membro da Banca

Prof.^a Dr.^a Franscinely Aparecida de Assis
Membro da Banca

MONTE CARMELO
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha família, meus professores, em especial Dra. Vanessa Andaló e Dra. Gleice Aparecida por me orientarem durante meu trabalho, aos meus amigos e a Universidade Federal de Uberlândia que me proporcionou oportunidades incríveis de aprendizado.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO.....	7
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 Cultura cafeeira: Histórico, aspectos econômicos e morfológicos.....	7
3.2 Broca-do-café <i>Hypothenemus hampei</i>	9
3.3 Controle biológico	10
4. MATERIAL E METÓDOS	13
4.1 Obtenção dos fungos <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Cordyceps fumosorosea</i>	13
4.2 Extratos de <i>Metarhizium anisopliae</i> e <i>Cordyceps fumosorosea</i>	14
4.3 Tratamentos, delineamento experimental e avaliações	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6.CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS	19

RESUMO

O café é uma das maiores *commodities* do país, apresentando grande importância econômica no mercado agrícola brasileiro e internacional. *Hypothenemus hampei*, conhecida popularmente como broca-do-café, é uma praga que ataca diretamente os frutos da cultura, formando galerias onde se reproduzem. *Cordyceps fumosorosea* e *Metarhizium anisopliae* são fungos que estão sendo empregados para controle de alguns insetos. Diante desse contexto, o objetivo com a realização desta pesquisa foi avaliar a mortalidade de adultos da broca-do-café em função de concentrações de extratos brutos de *M. anisopliae* e *C. fumosorosea*. Os fungos foram cultivados em meio artificial BDA (Batata-Dextrose-Ágar). Ambos foram repicados após o crescimento de micélios em 10 placas de Petri de 9 cm de diâmetro. Em seguida, os isolados foram colocados por 10 dias na câmara climática B.O.D, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, onde os fungos começaram a esporular. Os extratos dos fungos utilizados no experimento, *M. anisopliae* e *C. fumosorosea*, foram preparados com a trituração de todo conteúdo da placa, micélios e meio de cultura. As extrações foram divididas em quatro partes usando em cada uma o Acetato de Etila em intervalos de 24 horas. Os extratos obtidos foram submetidos ao rotaevaporador e secos em temperatura ambiente. Posteriormente foi liofilizado para a eliminação de possíveis resíduos de água. Ao final foram medidas as massas dos extratos secos, com a finalidade de se obter concentrações adequadas. Foram usadas cinco concentrações (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 mg mL⁻¹) do extrato fúngico de *M. anisopliae* e *C. fumosorosea* em adultos de *H. hampei*, além do controle químico com o inseticida clorpirifós a 0,3% e o sulfóxido de dimetilo (DMSO) no delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. As brocas foram dispostas em grupos de 10, em 5 placas de Petri de 6 cm cada, com 2 folhas de papel filtro. Posteriormente, foram aplicadas as suspensões/soluções dos tratamentos no volume de 0,45 mL por placa. As placas foram vedadas com filme plástico (Parafilm®). As avaliações de mortalidade de adultos foram realizadas após 5 e 10 dias da aplicação dos tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de médias SNK a 5% de probabilidade. O inseticida apresentou mortalidade significativa para adultos de *H. hampei*. Após 5 e 10 dias da aplicação dos extratos dos fungos não houve diferenças entre as concentrações na mortalidade da broca-do-café. As circunstâncias do ambiente, como a umidade e temperatura podem explicar tal acontecimento. Assim, conclui-se que os extratos dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *C. fumosorosea* não apresentam controle satisfatório de adultos da broca-do-café quando comparado ao inseticida clorpirifós.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., patogenicidade, fungos entomopatogênicos.

ABSTRACT

Coffee is one of the largest commodities in the country, with great economic importance in the Brazilian and international markets. *Hypothenemus hampei*, popularly known as the coffee borer, is a pest that directly attacks the fruits of the crop, forming galleries where they reproduce. *Cordyceps fumosorosea* and *Metarhizium anisopliae* are fungi that are being used to control some insects. Given this context, the objective of this research was to evaluate the coffee berry borer mortality as a function of the concentration of *M. anisopliae* and *C. fumosorosea* extract. The fungi were cultivated in Potato-Dextrose-Agar artificial medium. Both were subcultured after growing the mycelia in 10 Petri dishes of 9 cm in diameter. Then, the isolates were placed for 10 days in the B.O.D climatic chamber, with a temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, where the fungi began to sporulate. The extract of the fungi used in the experiment, *M. anisopliae* and *C. fumosorosea*, were prepared by grinding the entire contents of the plate, mycelia and culture medium. The extractions were divided into 4 parts using Ethyl Acetate in each one at 24-hour intervals. The obtained extracts were submitted to rotaevaporator and dried at room temperature. Subsequently, it was lyophilized to eliminate possible water residues. At the end, the masses of the dry extracts were measured, to obtain adequate concentrations. Five concentrations of the fungal extract of *M. anisopliae* and *C. fumosorosea* in adults of *H. hampei* were used, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 mg mL^{-1} , in addition to the chemical control with the 0.3% chlorpyrifos insecticide and DMSO in a completely randomized experimental design. The drills were arranged in groups of 10, in 5 Petri dishes of 6 cm each, with 2 sheets of filter paper. Subsequently, the suspensions/solutions of the treatments were applied in a volume of 0.45 mL per plate. The plates were sealed with parafilm®. Adult mortality assessments were performed after 5 and 10 days. The data obtained were submitted to analysis of variance and subsequently to the SNK means test at 5% probability. The insecticide showed significant mortality for *H. hampei* adults. After 5 and 10 days of application of the fungus extracts, did not differ from each other and did not show a satisfactory result for pest insect control. Environmental circumstances, such as humidity and temperature, can explain such an event. Thus, it is concluded that the extracts of the entomopathogenic fungi *M. anisopliae* and *C. fumosorosea* do not present satisfactory control of coffee borer adults when compared to the insecticide chlorpyrifos.

KEYWORDS: *Coffea arabica* L, pathogenicity, entomopathogenic fungus.

1. INTRODUÇÃO

O café, pertencente ao gênero *Coffea*, é considerado o segundo maior gerador de riquezas, perdendo apenas para o petróleo (PERUZOLLO et al, 2019). É uma cultura perene que se adapta preferencialmente a regiões quentes (VEIGA et al., 2021). Pertencente à família Rubiaceae, existem aproximadamente 124 espécies que ocorrem naturalmente na África, Ásia e Oceania (MENDES; CHAVES, 2015). No entanto, as espécies *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre são as de valor comercial (PERUZOLLO et al., 2019). Nas regiões cafeeiras brasileiras do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a mais comum é *C. arabica*.

Por ser uma das maiores *commodities* do país, o café apresenta grande importância econômica, tanto no mercado brasileiro quanto internacional. A cultura está em primeiro lugar nas exportações e comércio. Em 2021, o Brasil obteve produtividade média de 26 sacas de café arábica por hectare e realizou a exportação de 38,04 milhões de sacas, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC, 2022). No entanto, muitos desafios são encontrados ao longo da produção na lavoura, entre eles está a incidência de pragas e doenças que colocam em risco a rentabilidade da cultura e a qualidade do produto, como é o caso da broca-do-café.

A espécie *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), conhecida popularmente como broca-do-café, é uma praga que ataca diretamente os frutos da cultura, formando galerias onde se reproduzem. O macho passa toda sua vida no interior do fruto, já as fêmeas passam uma parte de sua vida (ALBA-ALEJANDRE et al., 2018), pois 90 dias após a florada do café (novembro/dezembro) elas transitam dos frutos remanescentes para novos. O inseto causa danos qualitativos e quantitativos. Entre os qualitativos são citados os estragos relevantes causados na semente, que pode acarretar a desvalorização do grão e perda na qualidade da bebida; já os quantitativos referem-se à queda precoce do fruto, redução do peso e quebra dos grãos no beneficiamento, já que se tornam mais sensíveis devido ao estrago causado pelo inseto.

Um dos maiores desafios para o manejo da broca-do-café é o seu controle. Por ser um inseto críptico, a maioria dos produtos disponíveis, como inseticidas, não são eficazes devido seu hábito de ficar alojado dentro do fruto (ALBA-ALEJANDRE et al., 2018). No entanto, alternativas estão sendo usadas e estudadas, como o controle a base de extratos de fungos entomopatogênicos para o controle de pragas.

O controle da broca-do-café, na maioria das vezes, é realizado com controle químico a base de inseticidas sintéticos. Esse uso indiscriminado pode eliminar inimigos naturais, promover resistência das pragas, quando não há rotação do modo de ação; além de promover a contaminação ambiental, quando não manejado de forma adequada (PIÇANCO, 2010).

O controle de pragas com a utilização de extratos de fungos está sendo cada vez mais utilizado, principalmente devido ao baixo impacto ao ambiente e resultados promissores nas lavouras. O método alternativo já é considerado grande aliado de muitos produtores, principalmente visando uma cafeicultura mais sustentável.

Os fungos *Cordyceps fumosorosea* e *Metarhizium anisopliae* são espécies empregadas no controle de algumas pragas, tais como psilídeo dos citros (*Diaphorina citri*) e cigarrinhas-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), por não serem nocivas ao meio ambiente. *C. fumosorosea*, por sua vez, é um fungo com ampla margem de controle, tendo preferência por hemípteros e lepidópteros (WENG et al., 2019). Já *M. anisopliae* é um fungo com grande potencial, por sua vasta inoculação e controle em todas as fases do inseto, além de obter grande variabilidade genética (VELOSO, 2022).

2. OBJETIVO

Avaliar a mortalidade de adultos da broca-do-café em função de concentrações de extratos brutos de *M. anisopliae* e *C. fumosorosea*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura cafeeira: Histórico, aspectos econômicos e morfológicos

O Brasil introduziu o café em seu território no ano de 1727, no estado do Pará, com sementes e mudas trazidas pelo Sargento-mor Francisco de Melo Palheta, sendo o início para o cultivo de umas das principais culturas do país (SHIE, 2018). Hoje é possível avaliar a

importância da cafeicultura, já que o Brasil lidera uma safra de 50,38 milhões de sacas beneficiadas, consolidando o país como o maior produtor mundial (CONAB, 2022).

Em 1790, a espécie *C. arabica* foi introduzida em São Paulo, trilhando um caminho de conquista agrícola em outros estados, como Minas Gerais e Paraná (GIOMO, 2017). O estado mineiro foi ganhando notoriedade com a cultura e se tornou o maior produtor. Para a safra de 2022, estima-se uma produção de 22 milhões de sacas beneficiadas no território mineiro, o que confirma a liderança na produção nacional (CONAB, 2022).

O início para o desenvolvimento do café no Cerrado Mineiro ocorreu no ano de 1970, quando alguns agricultores sulistas e paulistas começaram a se dedicar à cultura na região (PEREIRA, 2014). Hoje, com mais de 181 mil hectares em produção, ocupa o terceiro lugar em Minas Gerais. O Cerrado Mineiro se destaca por ser a primeira região a conquistar a Denominação de Origem, apresentando nesta safra uma produção de 4,2 milhões de sacas, sendo observada uma redução em comparação à 2021, devido à ocorrência de geadas e períodos prolongados de estresse hídrico (CONAB, 2022).

O cafeeiro apresenta duas espécies comerciais, *C. arabica* e *C. canephora*, sendo a primeira com maior índice de produção comercial, cerca de 70% (MARINHO, 2022). O café arábica é preferido para produção devido às características sensoriais da bebida, sendo mais aromática e com vários nuances de sabores. Já o café conilon ou robusta apresenta bebida mais neutra, sendo utilizado na composição de *blends* (LIVRAMENTO, 2010). Ambas as espécies necessitam de diferentes condições para o desenvolvimento e produção.

O café arábica apresenta exigências de temperatura, precipitação e altitude de 15 a 24°C; 1.500 a 2.000 mm ano⁻¹ e 1.000 a 2.000 metros, respectivamente (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2012). Além disso, é necessário, para o máximo desempenho da cultivar, que ela seja adaptada ao ambiente de cultivo, com a utilização de um espaçamento adequado e controle eficiente de pragas e doenças (SOUZA et al., 2015).

O cafeeiro apresenta porte arbustivo, caule lenhoso e lignificado com dimorfismo de ramos, sendo o vertical denominado ortotrópico e os horizontais chamados de plagiotrópicos. O ramo ortotrópico constitui o caule de sustentação da planta (MATIELLO et al., 2005), sendo originados a partir deste, os ramos plagiotrópicos ou produtivos, onde serão formados os frutos a partir da existência de gemas seriadas (RENA; MAESTRI, 1985).

As flores do café são andróginas, ou seja, tem os dois órgãos, feminino e masculino, sendo formada nas axilas dos ramos plagiotrópicos e são compostas pelo cálice, corola, estames e pistilo (ALVES, 2007). As colorações das flores são comumente brancas (MATIELLO et al., 2005) e dão origem ao fruto do café, que tem caracterização do tipo drupa

elipsoide com interior carnoso e adocicado, pois é rico em açúcares e pectinas. Além disso, é composto pelo pedúnculo, coroa, exocarpo, mesocarpo, endocarpo, semente, endosperma e embrião. A coroa é a parte onde se encontra a cicatriz floral, uma região conhecida como porta de entrada de umas das principais pragas do café, a broca (ALVES, 2007).

O café é uma cultura perene (PERUZZOLO et al., 2019) e com isso a bienalidade é uma consequência fisiológica da planta. Em ano com maior produção e de bienalidade positiva, os frutos, ao se desenvolverem, concentram a maior parte da atividade metabólica, conseqüentemente, há redução no desenvolvimento vegetativo. Por outro lado, no ano seguinte, os papéis se invertem, o desenvolvimento vegetativo aumenta e o rendimento decresce, apresentando produção inferior ao ano anterior e bienalidade negativa. O manejo integrado de pragas é muito importante para diminuir os danos econômicos, principalmente em anos de baixa bienalidade (MENDONÇA et al., 2011).

Hypothenemus hampei é uma praga encontrada em todas as regiões de café do mundo. O inseto é considerado importante pois ataca os frutos em qualquer estágio de maturação, inclusive passas e secos. Dependendo do nível de infestação, os prejuízos podem chegar a 7%, somente pela perda de peso (CARVALHO, MATIELLO, 2017). Além disso, a qualidade do café fica prejudicada, uma vez que a perfuração feita pela praga no fruto serve como porta de entrada para microrganismos que reduzem a qualidade da bebida. Além disso, há também uma depreciação na classificação quanto ao tipo, visto que a cada cinco grãos brocados e/ou quebrados encontrados na amostra, o lote de café é penalizado com um defeito no sistema de classificação oficial brasileira (MAPA, 2003).

3.2 Broca-do-café *Hypothenemus hampei*

A broca-do-café é uma das pragas mais importantes na cultura do cafeeiro em todo o mundo (CANTOR, BASSI, FONTOM, 2001). O inseto pode causar danos expressivos dentro da lavoura, pois seu ataque afeta diretamente a parte comercial da cultura como peso do grão, queda de frutos e alteração da bebida (REIS et al., 2010).

O inseto é um coleóptero de aproximadamente 1,2 a 1,7 mm. A fêmea, ao procurar um local para postura dos ovos, perfura o fruto, geralmente na coroa, e forma galerias nas

sementes (ALBA-ALEJANDRE et al., 2018). Os machos são menores que as fêmeas e possuem as asas posteriores atrofiadas, conseqüentemente, não voam e completam todo o ciclo de vida dentro do fruto (REIS, SOUZA, 1986).

Com a adoção de maiores espaçamentos entre plantas e entrelinhas, observou-se diminuição significativa da população de broca-do-café, em função do maior arejamento entre as plantas, criando microclima desfavorável para a praga (SOUZA et al., 2016). Além disso, o controle cultural realizado de forma adequada, como recolhimento de frutos caídos no chão ou deixados na planta, obtendo uma colheita bem-feita, constitui um dos métodos mais eficientes para controle deste inseto-praga (QUEIROZ; FANTON, 2021).

Embora o controle cultural seja importante para o controle da broca, o químico é o mais utilizado (LOPES et al., 2020). Na década de 70, o Endosulfan era o ingrediente ativo mais usado para o controle da broca, no entanto, devido sua alta toxicidade foi proibido (SOUZA et al., 2016). Atualmente, o uso de produtos químicos é conjugado com desalojantes, para maior eficiência (TORRES; FIGUEIREDO JUNIOR, 2022). Clorpirifós, Metaflumizone, Azadiractina, Ciantraniliprole, Acetamiprido e Fenpropatrina são alguns inseticidas registrados para a broca-do-café, sendo comumente utilizados nas lavouras cafeeiras (AGROFIT, 2022). Outros meios alternativos de controle de pragas que vem ganhando o mercado são os produtos à base de extratos de fungos.

3.3 Controle biológico

O controle biológico é utilizado para controlar pragas agrícolas e insetos transmissores de doenças a partir do uso de insetos benéficos, predadores, parasitoides e microrganismos, como fungos, vírus e bactérias.

Este método de controle cresceu em função da redução de eficiência de alguns inseticidas e resistência adquiridas por algumas pragas, em consequência da aplicação sucessiva de produtos fitossanitários com o mesmo mecanismo de ação (MAINA et al., 2018).

No controle microbiano, os produtos microbiológicos são feitos a partir de microrganismos vivos como fungos, vírus, bactérias, nematoides, entre outros, com a finalidade de reduzir a densidade populacional de pragas e incidência de doenças

(VALICENTE, 2009). Os principais fungos utilizados para o controle de pragas são *M. anisopliae* e *Beauveria bassiana*.

Produtos à base de *B. bassiana* são usados para controle de *H. hampei*. Moreira (2018) testou, em condições de laboratório, o fungo *B. bassiana* e o nematoide entomopatogênico *Heterorhabditis amazonensis* e constatou que ambos são patogênicos a *H. hampei*, sendo mais eficaz o controle da praga quando aplicados de forma associada.

Os fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Verticillium lecanii* ocorrem naturalmente nas lavouras cafeeiras, colonizando a broca-do-café, cochonilhas, bicho-mineiro e cigarras, sendo importantes agentes de controle biológico dessas pragas (ALVES et al., 1998; BUSTILLO et al., 1999; BERNAL et al., 1999).

Os fungos entomopatogênicos, usados como agentes de controle biológico, agem colonizando a praga penetrando pelo tegumento. Desta forma, ocorre a produção de enzimas, bem como a liberação de toxinas, que levarão a desordens fisiológicas no inseto, culminando com a morte (VALICENTE, 2009). A eficácia de cada fungo dependerá dos fatores abióticos em relação ao meio (JARONSKI, 2010).

A radiação solar é um fator ambiental capaz de diminuir o tamanho das populações de fungos e/ou reduzir a disseminação de algumas espécies no ambiente (WRAIGHT et al., 2007). A radiação ultravioleta (UV) também afeta esses fungos, atuando na germinação dos conídios e sobre os estágios iniciais do tubo germinativo (BRAGA et al., 2001). Os danos diretos são a inativação dos conídios, danos letais ao DNA e mutações. Os danos indiretos incluem o aquecimento e a dessecação dos conídios (NICHOLSON et al., 2000). Outro fator importante para a sobrevivência de fungos entomopatogênicos no campo é a temperatura. Altas temperaturas prejudicam a sobrevivência do fungo, ao passo que baixas temperaturas aumentam sua persistência, característica essa desejável (RATH, 2002). Temperaturas maiores do que 30°C dificultam o crescimento e a sobrevivência de *M. anisopliae* no solo, enquanto temperaturas medianas (21 a 27°C) favorecem o crescimento e sobrevivência do fungo (LANZA et al., 2009).

O gênero de fungos *Metarhizium* vem sendo utilizado para o controle biológico de insetos-pragas e têm demonstrado efeitos positivos na promoção do crescimento de plantas, como pastagens e cana-de-açúcar. Fungos como *M. robertsii*, *M. humberi* e *M. anisopliae* são alguns exemplos de espécies desse gênero que podem ser encontradas habitando os solos de diversas regiões brasileiras, na rizosfera de plantas ou mesmo em cadáveres de artrópodes (VELOSO, 2022).

Metarhizium anisopliae está relacionado ao maior sucesso de controle biológico em larga escala, que foi o manejo da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*), importante praga na cultura da cana-de-açúcar (NORA, 2022).

Fungos do gênero *Metarhizium* agem em qualquer fase de desenvolvimento dos insetos (larvas, ninfas, pupas e adultos). A preferência por sua utilização está relacionada à facilidade de dispersão. Na natureza são encontrados nas condições de saprófita, endófitas e infecciosas. Atualmente no Brasil, existem produtos registrados para o controle das espécies de insetos que são *M. fimbriolata* (cigarrinha-das-raízes), *Zulia entreriana* (cigarrinha-das-pastagens), *Deois flavopicta* (cigarrinha-das-pastagens), *Scaptocoris castanea* (percevejo-castanho), *Notozulia entreriana* (cigarrinha-das-pastagens) e *Euchistus heros* (percevejo-marrom da soja) (NORA, 2022).

A patogenicidade de isolados do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* foi testada em condição de laboratório para lagartas da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). A virulência foi confirmada em todos os 27 isolados do experimento, sendo que 10 causaram mais de 80% de mortalidade (ZAPPELINI et al., 2010).

Cordyceps fumosorosea infecta diferentes estádios de desenvolvimento do inseto, apresentando, portanto, grande potencial no controle de pragas (SANTOS et al., 2018). Esse fungo é encontrado comumente nos solos, infectando diversas espécies de artrópodes, e facilmente cultivado *in vitro*. Produtos comerciais à base deste microrganismo já são utilizados principalmente na América do Norte, México, Colômbia e Europa para o controle de mosca branca, pulgões e tripes (FARIA; WRAIGHT, 2007). No Brasil também há produto comercial já registrado (ANVISA, 2023).

Cordyceps fumosorosea cresce rapidamente e coloniza com micélios de cor branca, tornando-se posteriormente rosa ou púrpura. Suas fiáides têm forma de balão e seus conídios são cilíndricos a fusiforme. O crescimento e patogenicidade das espécies são influenciadas por vários fatores bióticos e abióticos. Dentre os fatores abióticos, destaca-se a temperatura, umidade relativa e radiação ultravioleta (ZIMMERMAN, 2008). (JAMES; BUCKNER; FREEMAN, 2003). Infecta mais de 40 espécies de insetos e produz blastósporos em meio líquido e conídios em meio sólido (VEGA; JACKSON; MCGUIRE, 1999).

Atualmente existem bioprodutos a base deste fungo para controle de *Helicoverpa armigera*, *Diaphorina citri*, *Dalbulus maidis* e *Bemisia tabaci* (AGROFIT, 2022).

4. MATERIAL E METÓDOS

4.1 Obtenção dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Cordyceps fumosorosea*

Os fungos *M. anisopliae* e *C. fumosorosea* foram obtidos a partir da repicagem de colônias da coleção de entomopatógenos do Laboratório de Entomologia localizado na Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, Minas Gerais.

Foram testados os fungos *M. anisopliae* e *C. fumosorosea* cultivados em meio artificial BDA (Batata-Dextrose-Ágar). Ambos foram repicados após 10 dias de crescimento de micélios em 10 placas de Petri de 9 cm de diâmetro (Figura 1). Em seguida, os isolados foram colocados por 10 dias em câmara climática B.O.D, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, onde os fungos começaram a esporular (Figura 2). Os esporos possuem coloração verde e rosa acinzentado para *M. anisopliae* e *C. fumosorosea*, respectivamente.



Figura 1. Repicagem dos fungos. Fonte: Letícia Pasqualin Messias Arriero, 2022.



Figura 2. Esporulação dos fungos. Fonte: Letícia Pasqualin Messias Arriero, 2022

4.2 Extratos de *Metarhizium anisopliae* e *Cordyceps fumosorosea*

Os extratos dos fungos *M. anisopliae* e *C. fumosorosea* utilizados no experimento foram preparados com a trituração de todo conteúdo da placa, micélios e meio de cultura. O Acetato de Etila foi o solvente utilizado como extrator.

As extrações foram divididas em quatro partes usando em cada uma o Acetato de Etila em intervalos de 24 horas. Os extratos obtidos foram submetidos ao rotaevaporador e secos em temperatura ambiente. Posteriormente, foram liofilizados para eliminação de possíveis resíduos de água. Ao final foram medidas as massas dos extratos secos, com a finalidade de se obter concentrações adequadas, que se estabeleceram em 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 mg mL⁻¹ (Figura 3).



Figura 3. Preparação das concentrações dos extratos fúngicos. Fonte: Leticia Pasqualin Messias Arriero, 2022.

4.3 Tratamentos, delineamento experimental e avaliações

Foram usadas cinco concentrações (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 mg mL⁻¹) dos extratos fúngicos de *M. anisopliae* e de *C. fumosorosea* em adultos de *H. hampei*, além do controle químico com o inseticida clorpirifós a 0,3% e o DMSO (sulfóxido de dimetilo). O inseticida clorpirifós foi escolhido por ser o mais utilizado para o controle de broca-do-café. O DMSO tem como função solubilizar o extrato. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 5 repetições.

Os frutos utilizados na pesquisa foram provenientes da cultivar Topázio MG-1190 (*C. arabica*), sendo coletados na Fazenda Santa Bárbara, localizada em Monte Carmelo. As brocas foram dispostas em grupos de 10 insetos por placa, em 5 placas de Petri de 6 cm diâmetro, com 2 folhas de papel filtro em cada placa. Posteriormente, foram aplicadas as suspensões/soluções dos tratamentos no volume de 0,45 mL por placa. As aplicações foram realizadas com o auxílio de pipeta. As placas foram vedadas com filme plástico (Parafilm®) e mantidas em temperatura ambiente no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo.

As avaliações de mortalidade de adultos foram realizadas após cinco e dez dias da aplicação dos tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de médias SNK a 5% de probabilidade, com a utilização do programa SPEED Stat (CARVALHO, MENDES, 2017).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se efeito significativo dos tratamentos para mortalidade de adultos de *H. hampei* aos 5 e 10 dias após a aplicação dos mesmos ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para mortalidade da broca-do-café *Hypothenemus hampei* em função de concentrações de extratos do fungo *Metharizium anisopliae* e do inseticida clorpirifós após 5 e 10 dias da aplicação

FV	GL	QM 5 DIAS	QM 10 DIAS
Tratamentos	6	268,47**	57,6**
Resíduo	28	33,38	2,53
Total	34		
CV (%)	32,1		

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado Médio; CV: Coeficiente de Variação.

Na avaliação realizada aos cinco dias após a aplicação de extratos à base de *M. anisopliae* e do clorpirifós, o inseticida apresentou 100% de mortalidade para adultos de *H. hampei*. A testemunha DMSO não promoveu mortalidade para adultos da praga. Os tratamentos 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mg mL⁻¹ não diferiram entre si e não apresentaram resultado satisfatório para o controle do inseto-praga, com média de 6,8% de mortalidade (Tabela 2).

Tabela 2. Mortalidade média da broca-do-café *Hypothenemus hampei* em função de concentrações de extratos do fungo *Metharizium anisopliae* e do inseticida clorpirifós após 5 e 10 dias da aplicação

Tratamentos	Brocas mortas após 5 dias	Brocas mortas após 10 dias
T1- extrato 0,5 mg mL ⁻¹	0,0 b	0,8 b
T2- extrato 1,0 mg mL ⁻¹	1,0 b	1,4 b
T3- extrato 1,5 mg mL ⁻¹	0,8 b	1,6 b
T4- extrato 2,0 mg mL ⁻¹	0,2 b	1,0 b
T5- extrato 2,5 mg mL ⁻¹	1,4 b	1,8 b
T6- inseticida	10,0 a	10,0 a
T7- DMSO 2%	0,0 b	0,20 b
CV (%)	32,1	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Na avaliação realizada aos 10 dias, o inseticida apresentou mortalidade significativa de 100% para adultos de *H. hampei*, enquanto a testemunha DMSO apenas 2% de mortalidade. Os tratamentos 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mg mL⁻¹ não diferiram entre si e não apresentaram resultado satisfatório para o controle do inseto-praga, com percentual médio de controle de 6,6% (Tabela 2).

Com a utilização de extratos à base de *C. fumosorosea*, houve efeito significativo dos tratamentos para mortalidade de adultos de *H. hampei* aos 5 e 10 dias após a aplicação dos mesmos ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 3).

Tabela 3. Tabela de na análise de variância para mortalidade da broca-do-café *Hypothenemus hampei* em função de concentrações de extratos do fungo *Cordyceps fumosorosea* e do inseticida clorpirifós após 5 e 10 dias da aplicação.

FV	GL	QM 5 DIAS	QM 10 DIAS
Tratamentos	6	228,75**	69,16**
Resíduo	28	25,71	0,13
Total	34		
CV (%)	32,1		

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

FV: Fonte de Variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado Médio; CV: Coeficiente de Variação.

O inseticida apresentou mortalidade significativa de 100% nas avaliações realizadas aos cinco e dez dias após a aplicação para adultos de *H. hampei*. Os tratamentos contendo extratos fúngicos de *C. fumosorosea* nas concentrações de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mg mL⁻¹ não diferiram entre si e não apresentaram resultado satisfatório para o controle do inseto-praga (Tabela 4).

Tabela 4. Mortalidade média da broca-do-café *Hypothenemus hampei* em função de concentrações de extratos do fungo *Cordyceps fumosorosea* e do inseticida clorpirifós após 5 e 10 dias de aplicação

Tratamentos	Brocas mortas após 5 dias	Brocas mortas após 10 dias
T1- extrato 0,5 mg mL ⁻¹	0,2 b	0,2 b
T2- extrato 1,0 mg mL ⁻¹	0,0 b	0,0 b
T3- extrato 1,5 mg mL ⁻¹	0,2 b	0,2 b
T4- extrato 2,0 mg mL ⁻¹	0,2 b	0,4 b
T5- extrato 2,5 mg mL ⁻¹	0,2 b	0,2 b
T6- inseticida	10,0 a	10,0 a
T7- DMSO 2%	0,0 b	0,0 b
CV (%)	32,1	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Lezcano et al. (2015) testaram a virulência de um isolado de *Cordyceps* sp. e de isolados comerciais de *B. bassiana* e *M. anisopliae* no controle de adultos da broca-do-café. *Cordyceps* sp. apresentou maior mortalidade dos insetos do que os produtos comerciais, demonstrando o potencial da espécie para o controle dessa praga. Apesar disso, os isolados de *Beauveria* spp. e *M. anisopliae* necessitaram de menores concentrações de conídios para letalidade de *H. hampei*.

Coelho et al. (2016) constataram em experimento para mortalidade de *H. hampei*, que a testemunha apresentou 3,9% de letalidade; *Isaria fumosorosea* GF288 29%; *B. bassiana* GF117 45,3%; *I. fumosorosea* GF448 9,7% e Clorpirifós 99% de eficiência. A baixa eficiência obtida nos tratamentos com fungos pode ter sido influenciada diretamente pela temperatura e umidade do ar, que não se apresentavam ideais na implantação do experimento. Entre os fungos entomopatogênicos, *Cordyceps* sp. é uma das espécies que necessita de maior umidade para se desenvolver. Conforme os resultados obtidos no experimento, o isolado de *B. bassiana* GF117 apresentou melhor desempenho em campo comparado com *I. fumosorosea*, onde as condições climáticas não foram ideais para o melhor desempenho dos fungos.

Gondim (2021) verificou o controle de *B. tabaci* em feijoeiro comum, cv. Pérola, por meio da aplicação do produto biológico BioIsa[®] (*C. fumosorosea*) isolado e associado ao produto químico Trivor[®] (Acetamiprid + Pyriproxyfen), em condições de campo. A utilização do produto biológico e do químico isoladamente ou em mistura foram considerados de baixa eficiência no controle de ovos de *B. tabaci*.

Em estudos realizados em condições de casa-de-vegetação, ovos e ninfas de *B. tabaci*, foram altamente suscetíveis ao efeito do fungo *C. fumosorosea* e a mortalidade destas fases foram de aproximadamente 70% na última aplicação, em um total de cinco. Nesse mesmo estudo, foi observada alta correlação entre o número de indivíduos mortos nos estádios de

ovos e ninfas em relação à variável umidade relativa do ar (o que sugere que a mortalidade de ambos é altamente dependente desse fator. A esporulação e crescimento do fungo foi beneficiado durante longos períodos de chuva ou depois de muitas noites de exposição às condições de alta umidade (WRAIGHT et al., 2000).

Em seu experimento, Gondim (2021) afirmou que as condições de umidade relativa do ar foram, em média, de 77%. Portanto, o insucesso no controle de ovos de *B. tabaci* pelo produto biológico no trabalho pode estar relacionado às condições ambientais não ideais ao desenvolvimento do agente biológico durante a realização dos experimentos. A temperatura é considerada outro fator essencial no desenvolvimento do agente biológico. Temperaturas entre 20° e 30°C foram consideradas ideais para o crescimento de *C. fumosorosea* (VIDAL; FARGUES, 1997), embora, outros estudos tenham identificado esse fungo como uma espécie complexa, existindo cepas que podem crescer em temperaturas entre 5° e 35°C (ZIMMERMANN, 2008). Nos ensaios, a temperatura média foi de aproximadamente 23° C, que está dentro da temperatura considerada ideal para o crescimento de *C. fumosorosea*.

Ferreira (2022) confirmou que os isolados NCTB 04, de *Beauveria* sp., e IBCB 353 e IBCB 364, de *M. anisopliae*, provocaram mortalidade de 85% na broca-do-café. Os ensaios de concentração e doses letais, em comparação com os isolados comerciais, mostraram que esses isolados apresentaram potencial para o controle desse inseto-praga em condições laboratoriais.

Lima (2021), concluiu que os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, aplicados isoladamente ou associados, foram eficientes para o controle de adultos de *Planococcus citri* no cafeeiro.

6.CONCLUSÃO

Os extratos brutos dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *C. fumosorosea* não apresentam controle satisfatório de adultos da broca-do-café quando comparados ao inseticida clorpirifós.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **C77 – *Cordyceps fumosorosea***. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/c/4269json-file-1/view>. Acesso em: 18 jan. 2023.
- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários** - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. 2022. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 02 de jan. 2022.
- ALBA-ALEJANDRE, I.; ALBA-TERCEDOR, J.; VEGA, F.E. Observing the devastating coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) inside the coffee berry using microcomputed tomography. **Nature (Scientific Reports)**. v.8:17033. DOI:10.1038/s41598-018-35324-4. 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35324-4>
- ALVES, J. D. Morfologia do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. **Cultivares de café**. Brasília: EMBRAPA, 2007. p. 31-48.
- ALVES, S.B.; ALMEIDA, J.E.M.; SALVO, S. Associação de produtos fitossanitários com *Beauveria bassiana* no controle da broca e ferrugem do cafeeiro. **Manejo Integrado de Plagas**, v.48, p.18-24, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Café**. 2022. Disponível em: <https://www.abic.com.br/>. Acesso em: 05 jan. 2023.
- BERNAL, M. G.; BUSTILLO, A. E.; CHAVES, B.; BENAVIDES, P. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre poblaciones de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) que emergen de frutos en el suelo. **Revista Colombiana de Entomología**, v.25, p.11-16, 1999. <https://doi.org/10.25100/socolen.v25i1.9745>
- BRAGA, G.U.L.; FLINT, S.D.; MILLER, C.D.; ANDERSON, A.J.; ROBERTS, D.W. **Variability in response to UV-B among species and strains of *Metarhizium anisopliae* isolates from sites at latitudes from 61°N to 54°S**. Journal of Invertebrate Pathology, San Diego, v.78, n.2, p.98-108, 2001. <https://doi.org/10.1006/jipa.2001.5048>
- BUSTILLO, A.E.; BERNAL, M.G.; BENAVIDES, P.; CHAVES, B. Dynamics of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* infecting *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) populations emerging from fallen coffee berries. **Florida Entomologist**. v.82, p.491-498, 1999. <https://doi.org/10.2307/3496468>
- CANTOR, F.; BENASSI, V. L. R. M.; FANTON, C. J. Broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 99-105.
- CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. SPEED Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. **Anais...** 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2017. 333p.

CARVALHO, M. L.; MATIELLO, J. B. Correlação entre níveis baixos de infestação de broca do café com perda de peso dos grãos, na Zona da Mata - MG. **Anais...** 43º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Poços de Caldas, 2017.

COELHO, T. V.; PEREIRA, R. C.; LIMA, L. V. S.; LIMA, W. T.; FERNANDES, W. M.; OLIVEIRA, C. B.; OLIVEIRA, M. D. N.; FONSECA, D. C. Eficiência de isolados de *Isaria fumosorosea* e *Beauveria bassiana* no controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais do 42º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**. Serra Negra. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Café**. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

EMBRAPA. **Controle biológico**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. Acesso em: 16 jan. 2023.

FARIA, M.R.; WRAIGHT, S.P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, Orlando, v. 43, p. 237-256, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.08.001>

FERREIRA, J. S. **Metodologia de criação massal da broca-do-café com novas dietas artificiais, e potencial de controle com fungos entomopatogênicos**. 2022. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.395>

GIOMO, G. S. **Cafés do Brasil – do IAC para o mundo**. 2017. Disponível em: <http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=874>. Acesso em: 17 jan. 2023.

GONDIM, R. S. **Fungo entomopatogênico *Cordyceps fumosorosea* no controle de *Bemisia tabaci* em feijoeiro comum**. 2021. 39 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2021.

ICO – International Coffee Organization. **Botanical aspects**. Disponível em www.ico.org/botanical. Acesso em 25 dez. 2022.

JAMES, R. R; BUCKNER, J. S; FREEMAN, T. P. Cuticular lipids and silverleaf whitefly stage affect conidial germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, [s.l.], v. 84, n. 2, p. 67-74, out. 2003. DOI 10.1016/j.jip.2003.08.006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002220110300140X>. Acesso em: 02 jan. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2003.08.006>

JARONSKI, S.T. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. **Biocontrol**. v. 55, p. 159–185, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9248-3>

LANZA, L.M.; MONTEIRO, A.C.; MALHEIROS, E.B. **Sensibilidade de *Metarhizium anisopliae* à temperatura e umidade em três tipos de solos**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.1, p.6-12, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000100002>

LEZCANO, J. A. et al. Patogenicidad y virulência del aislado de la cepa nativa de *Isaria* spp. y dos hongos entomopatogênicos comerciais. **Ciência Agropecuária**, n. 23, p. 20-38, 2015.

Disponível em: <http://200.46.165.126/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/120>. Acesso em: 04 jan. 2023.

LIMA, L. M. R. ***Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Planococcus* sp. na cultura do cafeeiro em condições de campo**. 2021. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

LIVRAMENTO, D. E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. Café arábica: do plantio à colheita. Lavras: EPAMIG, p. 87-161, 2010.

LOPES, N. J. S. et al. **Métodos de controle da broca-do-café**. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/metodos-de-controle-da-broca-do-cafe>. Acesso em: 05 jan. 2023.

MAINA, U. M., GALADIMA, I. B., GAMBO, F. M., & ZAKARIA, D. A review on the use of entomopathogenic fungi in the management of insect pests of field crops. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 1, 27-32, 2018.

MARINHO, J. **Saiba quais as diferenças entre os cafés conilon e arábica e como são consumidos**: especialista em cafés explica as diferenças entre eles e como identificá-los no dia a dia. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/grao-sagrado/noticia/2022/05/19/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil**: novo manual de recomendações. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento, Brasília, DF (Brasil), 2005.

MENDONÇA, R. F.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A. Abordagem sobre a bienalidade de produção em plantas de café. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.13, 2011.

MENDES, R. M. de S.; CHAVES, B. E. **Sistemática Vegetal**: noções básicas com enfoque em algumas famílias de angiospermas representativas no Brasil. Fortaleza: Eduece, 2015. 223 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. **Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Café Beneficiado Grão Cru**. Disponível em <<http://www.ministerio.gov.br>>. Acesso em: 29 agosto de 2021.

MOREIRA, I. B. L. **Nematoides entomopatogênicos e *Beauveria bassiana* no controle da broca-do-café em condições de laboratório**. 2018. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018.

NICHOLSON, W. L.; MUNAKATA, N.; HORNECK, G.; MELOSH, H.J.; SETLOW, P. Resistance of *Bacillus* endospores to extreme terrestrial and extraterrestrial environments. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, New York, v. 64, n.3, p.548-572, 2000. <https://doi.org/10.1128/MMBR.64.3.548-572.2000>

NORA, D. D. ***Metarhizium anisopliae* no controle biológico de pragas**. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/metarhizium-anisopliae-no-controle-biologico-de-pragas>. Acesso em: 02 jan. 2023.

PEREIRA, M. F. V. Globalização, especialização territorial e divisão do trabalho: patrocínio e o café do cerrado mineiro. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 239-254, 16 jan. 2014. Universidad Nacional de Colombia. <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v23n2.37333>. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v23n2.37333>

PERUZZOLO, M. C. et al. Polinização e produtividade do café no Brasil. **Pubvet**, S.I, v. 13, n. 4, p. 1-6, abr. 2019. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n4a317.1-6>

QUEIROZ, R. B.; FANTON, C.J. Broca do café: ainda é a principal praga do cafeeiro? In: PARTELLI, F. L. et al. **CAFÉ CONILON: Conilon e Robusta no Brasil e no Mundo**. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo, 2021. p. 25.

RATH, A.C. **Ecology of entomopathogenic fungi in field soils**. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON INVERTEBRATE PATHOLOGY AND MICROBIAL CONTROL, 8, Foz do Iguaçu, PR, 2002. Anais... Foz do Iguaçu: Society for Invertebrate Pathology, 2002. p.65-71.

REIS, P. R. et al. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, 2010. p. 573-688.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Pragas do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 338-378.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Fisiologia do cafeeiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.26-40, 1985.

SANTOS, J. C. C.; SILVA, D. M. R.; SILVA, C. H.; COSTA, R. N.; AMORIM, D. J.; SILVA, L.K.S.; SANTOS, S.A.; ALVES, R.M. Desempenho de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes anos agrícolas. **Global Science and Technology**. Rio Verde. v.11, n.2, p.175-184. 2018.

SHIE, T. **História do Café – A Origem e Trajetória da Bebida no Mundo**. 2018. Disponível em: <https://www.graogourmet.com/blog/historia-do-cafe/>. Acesso em: 05 jan. 2018.

SOUZA, F. de F. et al. Aspectos gerais da biologia e da diversidade genética de *Coffea canephora*. In: MARCOLAN, A. L. et al. **Café na Amazônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2015. p. 478. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141084/1/Cafe-na-Amazonia-FlavioFranca.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2022.

SOUZA, J. C. de et al. **Monitoramento e controle da broca-do-café com eficiência e racionalidade**. Belo Horizonte: Epamig, 2016.

TORRES, F. Z. V.; FIGUEIREDO JUNIOR, D. **Uso de produto desalojante em estratégia de controle químico de cigarrinhas-das-pastagens**. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1147943/1/Uso-produto-desalojante-2022.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, n.251, p.48-55, jul./ago. 2009.

VEGA, F. E.; JACKSON, M. A.; MCGUIRE, M. R. Germination of conidia and blastospores of *Paecilomyces fumosoroseus* on the cuticle of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. **Mycopathologia**, [s.l.], v. 147, n. 1, p. 33-35, 1999. DOI 10.1023/a:1007011801491. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16308757/>. Acesso em: 02 jan. 2023.

VEIGA, A. D. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo irrigado do café canéfora no Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA, 2021. 23 p.

VELOSO, C. **Conheça o microrganismo *Metarhizium anisopliae* e seus benefícios na agricultura**. 2022. Disponível em: <https://blog.verde.ag/nutricao-de-plantas/conheca-o-microrganismo-metarhizium-anisopliae-e-seus-beneficios-na-agricultura/>. Acesso em: 30 dez. 2022.

VIDAL, C.; FARGUES, J. Climatic constraints for fungal biopesticides. In: EKESI, S.; MANIANIA, N. K. (Eds.) **Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management. Research Signpost**, p. 39-55, 1997.

WENG, Q. F. et al. Secondary Metabolites and the Risks of *Isaria fumosorosea* and *Isaria farinosa*. **Molecules**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 664, 13 fev. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules24040664>. <https://doi.org/10.3390/molecules24040664>

WRAIGHT, S. P.; CARRUTHERS, R. I.; JARONSK, S. T.; BRADLEY, C. A.; GARZA, C. J.; GALAINI-WRAIGHT, S. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. **Biological Control**, v. 17, p. 203-217, 2000. <https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0799>

WRAIGHT, S.P.; INGLIS, G.D.; GOETTEL, M.S. Fungi. In: LACEY, L.A.; KAYA, H.K. (Eds.) **Field manual of techniques in invertebrate pathology**. 2 ed. Dordrecht: Springer, 2007. Cap.4, p.223-248. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5933-9_10

ZAPPELINI, L.O.; ALMEIDA, J. M.; BATISTA FILHO, A.; GIOMETTI, F.H.C. Seleção de isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (metsch.) Sorok. visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (FABR., 1794). **Arquivos do Instituto Biológico**, [S.L.], v. 77, n. 1, p. 75-82, mar. 2010. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p0752010>

ZIMMERMANN, G. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. **Biocontrol Science And Technology**, v. 18, n. 9, p. 865-901, dez. 2008. DOI 10.1080/09583150802471812. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583150802471812>. Acesso em: 02 jan. 2023. <https://doi.org/10.1080/09583150802471812>