

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO
ETEC PROF. CARMELINO CORRÊA JÚNIOR
TÉCNICO EM CAFEICULTURA**

**Bruna nonato Carrijo
Eloá Santos Machado
Gustavo Peixoto Neves**

**CONTROLE BIOLÓGICO SOBRE A BROCA-DO-CAFÉ
(*Hypothenemus hampei*) COM USO DE *Beauveria bassiana***

**Franca
2025**

**BRUNA NONATO CARRIJO
ELOÁ SANTOS MACHADO
GUSTAVO PEIXOTO NEVES**

**CONTROLE BIOLÓGICO SOBRE A BROCA-DO-CAFÉ
(*Hypothenemus hampei*) COM USO DE *Beauveria bassiana***

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Técnico em
Cafeicultura, da Etec Prof. Carmelino
Correa Júnior, orientado pelo professor
Márcio Fernando Silveira Rodrigues, como
requisito parcial para obtenção do título de
técnico em cafeicultura.

Orientador: Prof. Márcio Fernando Silveira
Rodrigues

**Franca
2025**

Resumo

A cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais relevantes do Brasil, representando um pilar econômico e social para diversas regiões produtoras. Como maior produtor e exportador de café do mundo, o Brasil enfrenta diversos desafios no cultivo do cafeeiro, entre os quais se destaca a incidência da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), considerada a praga mais importante da cultura. Essa espécie de besouro, originária da África, possui hábitos endofíticos e se alimenta da semente do fruto, provocando perdas significativas na produtividade e na qualidade dos grãos, além de favorecer o surgimento de fungos e outras infecções secundárias.

A presença da broca-do-café no Brasil foi registrada pela primeira vez no estado de São Paulo em 1913 e, desde então, tem se espalhado por praticamente todas as regiões produtoras do país. A dificuldade de controle está relacionada ao seu ciclo de vida protegido dentro do fruto, exigindo estratégias específicas e integradas. Nesse contexto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) tem se mostrado uma abordagem eficaz e sustentável, combinando práticas de monitoramento populacional, controle biológico com uso de inimigos naturais como o fungo *Beauveria bassiana*, medidas culturais (como a colheita bem-feita e a catação de frutos remanescentes), além da aplicação criteriosa de defensivos químicos.

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura com foco na biologia, histórico, impacto econômico e estratégias de manejo da broca-do-café, enfatizando a importância da integração de diferentes métodos no combate à praga. O objetivo é fornecer subsídios técnicos e científicos para produtores, estudantes e pesquisadores interessados na produção sustentável do café no Brasil.

Palavras-chave: Cafeicultura. Broca-do-café. *Hypothenemus hampei*. Manejo Integrado de Pragas. Sustentabilidade.

Abstract

Coffee growing is one of the most relevant agricultural activities in Brazil, representing an economic and social pillar for various producing regions. As the world's largest coffee producer and exporter, Brazil faces several challenges in coffee cultivation, among which the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) stands out as the most important pest. This beetle species, native to Africa, has endophytic habits and feeds on the seed inside the fruit, causing significant losses in yield and grain quality, in addition to promoting the development of fungi and secondary infections.

The presence of the coffee borer in Brazil was first recorded in the state of São Paulo in 1913, and since then, it has spread to almost all producing regions. The difficulty in controlling it is related to its life cycle, protected inside the fruit, requiring specific and integrated strategies. In this context, Integrated Pest Management (IPM) has proven to be an effective and sustainable approach, combining population monitoring practices, biological control using natural enemies such as the fungus *Beauveria bassiana*, cultural measures (such as efficient harvesting and removal of remaining fruits), and the careful use of chemical pesticides.

This study presents a literature review focusing on the biology, history, economic impact, and management strategies of the coffee borer, highlighting the importance of integrating different methods in pest control. The objective is to provide technical and scientific support for producers, students, and researchers interested in sustainable coffee production in Brazil.

Keywords: Coffee growing. Coffee berry borer. *Hypothenemus hampei*. Integrated Pest Management. Sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3. HISTÓRICO DA BROCA-DO-CAFÉ NO BRASIL.....	8
3.1 Comportamento e Biologia da Broca-do-Café.....	9
3.2 Danos Causados pela Broca-do-Café.....	10
3.3 Monitoramento da Broca-do-Café.....	11
4. MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ.....	12
4.1 Controle Químico.....	12
4.2 Controle cultural.....	14
4.3 Controle Biológico.....	14
4.4 Fatores que Afetam Negativamente a Eficiência dos Fungos.....	19
5. CONCLUSÃO.....	21

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais importantes para a economia brasileira, ocupando posição de destaque tanto na produção quanto na exportação mundial de café. O Brasil, historicamente reconhecido como maior produtor e exportador global, possui regiões com condições climáticas e edáficas ideais para o cultivo do café, o que contribui para a qualidade e a competitividade do produto no mercado internacional. Contudo, apesar dos avanços tecnológicos e das práticas agrícolas modernas, a cultura cafeeira enfrenta desafios significativos, especialmente relacionados ao manejo de pragas que podem comprometer a produtividade e a qualidade dos grãos.

Dentre essas pragas, a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) destaca-se como uma das mais prejudiciais ao cafeeiro, causando danos diretos aos frutos e, consequentemente, perdas econômicas expressivas para os produtores. A broca se caracteriza por sua capacidade de infestação e adaptação, tornando seu controle um desafio constante no campo. A disseminação dessa praga afeta não apenas a produção, mas também a comercialização do café, influenciando os custos de produção e a sustentabilidade das propriedades rurais.

Neste contexto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) surge como uma abordagem fundamental para o controle eficiente da broca-do-café, integrando técnicas biológicas, culturais, químicas e mecânicas de forma racional e sustentável. O MIP busca minimizar o uso de agroquímicos, preservando o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde do ecossistema cafeeiro, ao mesmo tempo em que garante a proteção econômica dos produtores. Assim, compreender os aspectos biológicos da broca, seu ciclo de vida, os danos causados e as estratégias de monitoramento e controle é imprescindível para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes e ambientalmente responsáveis, assegurando a continuidade da cafeicultura brasileira frente aos desafios impostos por essa praga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cultura do café no Brasil começou no início do século 18, quando mudas foram trazidas da Guiana Francesa para o Pará. No começo, o café era cultivado só para o consumo interno e sua produção era espalhada pelo país. Com o aumento dos preços internacionais a partir da metade do século 18, a produção interna cresceu e o café se tornou nosso principal produto de exportação, superando a cana-de-açúcar e o algodão. Embora hoje tenha perdido um pouco de importância interna devido a outras culturas e à diminuição da agricultura no PIB, o Brasil ainda é o maior produtor mundial de café (MOREIRA et al.; 2019).

Desde o século 20, o café ocupa um lugar de destaque nas exportações brasileiras. É um produto fundamental para a economia do país, contribuindo para diversos setores, como indústria e serviços. O Brasil se destaca na produção de café devido à tecnologia desenvolvida, à disponibilidade de terras e à mão de obra acessível. Como é uma cultura que exige muita mão de obra, gera empregos e renda ao longo de toda a cadeia produtiva, além de ajudar na balança comercial (SARAIVA et al., 2017).

A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) publica trimestralmente o Boletim de Acompanhamento da Safra de Café desde 2001. No primeiro boletim deste ano, publicado em janeiro de 2020, as previsões mostravam uma influência positiva na produção, especialmente do café arábica. A expectativa era que a produção totalizasse entre 57,2 milhões e 62,02 milhões de sacas beneficiadas (COMPANHIA..., 2020). Para o café arábica especificamente, estimava-se uma produção entre 43,2 milhões e 45,93 milhões de sacas em comparação com a safra anterior, representando um aumento significativo. Minas Gerais se destacava com uma previsão de produção entre 30,71 e 32,08 milhões de sacas (COMPANHIA, 2020).

No Brasil, a área total dedicada ao cultivo de café, que inclui tanto o arábica quanto o conilon, abrange 2,16 milhões de hectares, representando um aumento de 1,4% em comparação a 2019. Dentre essa área, o café arábica ocupa 1,75 milhão de hectares, o que equivale a 81,3% do total de lavouras de café. Minas Gerais se destaca como a maior produtora dessa variedade, com 1,22 milhão de hectares, o

que corresponde a 72,1% da área nacional dedicada ao café arábica nesta safra (COMPANHIA, 2020).

Para este ano, a previsão é que a produtividade fique entre 30,31 e 32,89 sacas por hectare, mostrando um crescimento entre 11,4% e 20,9% em relação à safra anterior, que apresentou um desempenho negativo. A expectativa é de que quase todas as principais regiões produtoras experimentem esse aumento. O café arábica é particularmente afetado pela bienalidade das safras e está entrando em um ciclo positivo nesta temporada. A previsão para a produtividade do arábica varia entre 28,53 e 30,36 sacas por hectare. Essa variedade representa aproximadamente 75% da produção total de café no país (COMPANHIA, 2020). Em Minas Gerais, o crescimento na produtividade pode ser atribuído ao aumento da assistência técnica oferecida aos cafeicultores e à introdução de tecnologias e cultivares que se adaptam bem às características regionais. No cerrado mineiro, a produtividade média é superior à média do estado e do país como um todo. Isso indica um uso intensivo de técnicas agrícolas avançadas — incluindo práticas biológicas, químicas e mecânicas — além de um investimento significativo em capital por parte dos produtores (MOREIRA et al.; 2019).

O relatório de oferta e demanda da safra de café, publicado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) em 13 de dezembro de 2019, projeta que a produção global para a safra 2019/20 alcançará 169,33 milhões de sacas. Deste total, 95,765 milhões serão de café arábica e 73,565 milhões de café robusta. O Brasil permanece como o principal produtor mundial (COMPANHIA..., 2020).

O café, por ser um produto de origem primária e de grande relevância global, é classificado como uma commodity. Dessa forma, os preços de comercialização do café são influenciados pelas oscilações nas bolsas de valores de Nova Iorque (ICE) de Londres (Liffe), que tratam, respectivamente, do café arábica e do conilon (COMPANHIA..., 2020).

Uma produção eficiente e com alta produtividade no cultivo do café depende de vários fatores, como clima, mão de obra qualificada, tecnologia aplicada, sistemas de produção e o manejo de pragas e doenças. Entre esses aspectos, o ataque de pragas é um dos principais fatores que impactam negativamente a produtividade dos cafezais (MELO, 2019).

Nos últimos anos, o Brasil tem observado uma diminuição na área cultivada com café. Os principais desafios enfrentados pela cafeicultura brasileira incluem: solos de baixa fertilidade, condições climáticas adversas, como períodos de estiagem e geadas, baixa produtividade em muitas propriedades, insuficiente adensamento das lavouras, falta de recursos financeiros por parte dos produtores, altos custos de mão de obra e insumos, além de elevados custos de produção e a baixa rentabilidade do cultivo. Além disso, como será discutido neste trabalho, o intenso ataque de pragas e doenças, o uso excessivo de defensivos químicos e desequilíbrios climáticos também agravam a situação (MATIELLO et al., 2010).

A aplicação intensiva de agrotóxicos e fertilizantes químicos tem sido uma prática comum na agricultura, mas essa abordagem tem gerado desequilíbrios biológicos e poluição nos agroecossistemas. Esses impactos negativos têm levado a uma busca por alternativas mais sustentáveis e eficazes. Nesse contexto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) emerge como uma estratégia promissora. O MIP permite a combinação de diferentes táticas de controle, incluindo métodos culturais, biológicos e químicos, para manter as pragas abaixo do nível de dano econômico. Essa abordagem é baseada em princípios ecológicos, econômicos e sociais.

A implementação do MIP pode contribuir significativamente para a redução do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, minimizando os impactos ambientais e promovendo saúde dos ecossistemas. Além disso, o MIP pode ajudar a melhorar a eficiência e a sustentabilidade da agricultura, tornando-a mais resiliente e adaptável às mudanças climáticas e ambientais.

3. HISTÓRICO DA BROCA-DO-CAFÉ NO BRASIL

Em 1924, a produção de café no Brasil vivia um período próspero, com preços favoráveis e uma posição significativa no mercado global. No entanto, a história da cafeicultura brasileira sofreu uma reviravolta drástica em 30 de maio, quando o jornal O Estado de S. Paulo, importante veículo da época e representante dos interesses da Sociedade Rural Brasileira, noticiou a aparição de uma nova praga nas lavouras de café. Produtores relataram a presença de “um inseto broqueador das cerejas do café, que danificava os grãos e tinha grande potencial de devastação” (SILVA, 2006).

Ainda em 1924, Neiva e Costa Lima identificaram o inseto, confirmando as suspeitas e aumentando a preocupação entre os agricultores: tratava-se do *Stephanoderes*

hampei, o mesmo inseto que anteriormente devastara os cafezais em Java e Sumatra, levando à substituição da cafeicultura pela cultura da borracha em várias regiões. A identificação foi validada por entomologistas de instituições renomadas na Europa, como o Instituto Agrônomo de Paris e o Museu Britânico. Posteriormente, o nome científico foi alterado para *Hypothenemus hampei* (SILVA, 2006).

A partir desse momento, diversas medidas foram implementadas para controlar a praga. O presidente da República sancionou o Decreto 16.059, em 21 de junho de 1924, que estabeleceu ações de defesa fitossanitária para casos de epífitas e definiu as prerrogativas dos inspetores que atuariam nas áreas afetadas. Entre as medidas, estavam a inspeção de plantas, a emissão de atestados de sanidade ou a proibição do trânsito e destruição das plantas infectadas, além do isolamento das propriedades contaminadas. O regulamento fitossanitário também exigia que os proprietários notificassem a autoridade pública sobre qualquer ocorrência de praga ou doença vegetal em suas terras (SILVA, 2006).

Por muitos anos, a broca-do-café foi vista como o principal desafio sanitário da cafeicultura. No entanto, com as mudanças no sistema de cultivo em resposta à ferrugem, sua relevância diminuiu consideravelmente. A necessidade de mecanização para controlar a ferrugem levou ao aumento dos espaçamentos entre as plantas, o que prejudicou o desenvolvimento da broca, que prefere as condições microclimáticas úmidas encontradas em cafezais densamente plantados (PARRA et al., 2013).

3.1 Comportamento e Biologia da Broca-do-Café

A broca-do-café se reproduz exclusivamente dentro das sementes do café. Durante a entressafra, os adultos podem se abrigar em frutos não colhidos, permanecendo escondidos por até cinco meses, entre a colheita e o início da frutificação da nova safra. Dependendo das condições térmicas da região, a praga pode gerar até sete gerações por ano, com um ciclo de vida que varia de 21 a 63 dias, conforme a temperatura (27°C e 19°C, respectivamente). A infestação geralmente começa entre outubro e dezembro, período conhecido como “trânsito da broca”, quando os insetos deixam os frutos que serviram de abrigo para infestar novos frutos.

Condições de alta umidade, como espaçamentos menores e lavouras bem folhadas, favorecem o aumento da população da praga (PARRA et al., 2013).

O ciclo de vida da broca-do-café inclui as fases de ovo, larva, pupa e adulto. O macho vive em média cerca de 40 dias, enquanto a fêmea pode viver até 156,5 dias (SANTINATTO et al., 2016). A proporção entre machos e fêmeas é de aproximadamente 1:10 (MORAES, 2002). As fêmeas medem até 1,65 mm de comprimento, 0,67 mm de largura e 0,73 mm de altura, enquanto os machos são menores, medindo 1,18 mm de comprimento, 0,51 mm de largura e 0,55 mm de altura. A reprodução é sexuada, e as fêmeas possuem dois pares de asas: o primeiro par, os élitros, é importante para o equilíbrio do inseto, enquanto o segundo par, com asas membranosas, é responsável pelo voo. Os machos, com asas atrofiadas, não voam e permanecem no interior das sementes de café de onde se originaram (ARISTIZABAL; BUSTILLO; ARTHURS, 2016).

3.2 Danos Causados pela Broca-do-Café

A broca-do-café é uma das pragas mais danosas à cafeicultura, afetando diretamente a produção ao atacar os frutos. O nível de infestação pode resultar em prejuízos de até 21% apenas pela perda de peso dos grãos. Além disso, a qualidade do café é comprometida, uma vez que a porcentagem de grãos brocados e quebrados aumenta proporcionalmente à infestação, resultando em um produto de qualidade inferior. Para cada cinco grãos brocados ou quebrados em uma amostra, o lote correspondente sofre penalizações no sistema de classificação (FERREIRA et al., 2003).

As fêmeas da broca fazem um orifício na coroa do fruto, criando galerias na câmara de postura onde as larvas se desenvolvem, causando a destruição parcial ou total da semente e resultando em grãos defeituosos no café beneficiado (PARRA et al., 2013).

Os prejuízos começam com a queda de frutos. No cafeeiro arábica, a broca pode aumentar a taxa de queda natural de frutos entre 8% e 13%. Já no cafeeiro canéfora, essa queda pode chegar a até 46%. Os frutos brocados que permanecem nas plantas também sofrem redução de peso; estudos realizados em Minas Gerais indicam que as perdas podem atingir 21%, ou seja, cerca de 12,6 kg por saco de 60

kg de café beneficiado. A qualidade do café pode ser reclassificada, passando do tipo 2 ao tipo 7 à medida que a infestação aumenta. Os danos econômicos provocados pela broca começam a se manifestar quando a infestação atinge de 3% a 5% nos frutos da maior florada (SOUZA et al., 2013).

3.3 Monitoramento da Broca-do-Café

Com a adoção da colheita mecanizada, os frutos deixados na planta ou não recolhidos contribuem para a manutenção do ciclo da broca-do-café, resultando em uma maior incidência da praga a cada safra. A infestação da broca pode ser influenciada por diversos fatores, como clima, técnicas de colheita, sombreamento, espaçamento entre plantas e altitude (PARENTI et al., 2013).

A abundância de alimento durante a entressafra, decorrente de uma colheita inadequada e da falta de coleta dos grãos caídos, favorece o desenvolvimento de altas populações da praga, que atacam a próxima safra, especialmente durante o “trânsito da broca”. Nesse período, os insetos se deslocam do solo para as plantas. A aplicação de defensivos direcionados à parte inferior das plantas nesse momento é uma estratégia eficaz de controle.

Além disso, chuvas ocorrendo durante os meses secos (de maio a agosto) também favorecem o aumento da população da broca na entressafra. Durante a formação dos frutos (de outubro a dezembro), os adultos da broca permanecem na coroa do fruto e não conseguem penetrar até a semente para depositar ovos. Altas precipitações nesse período aumentam a eficiência do controle biológico natural e criam condições favoráveis para a aplicação de produtos à base de *Beauveria bassiana* (BENASSI et al., 2019).

A determinação do nível de controle da praga, a broca-do-café, segue um procedimento específico de amostragem para avaliar a infestação nas plantas de café. Para isso, deve-se selecionar 50 plantas por talhão. Em cada uma dessas plantas, colhem-se 100 frutos, sendo 25 frutos de cada face da planta. Após a coleta, todos os frutos são misturados para formar uma única amostra, e o número de frutos com orifícios causados pela broca-do-café, localizados na região da coroa, é contabilizado.

O controle da praga é indicado quando o número de frutos danificados representa entre 3% e 5% do total de frutos analisados. A amostragem deve ser realizada durante o período de trânsito da broca-do-café, que ocorre de outubro a dezembro, com variações dependendo das características regionais das plantações de café.

O controle da broca-do-café pode ser mais eficaz quando se adota uma abordagem integrada, utilizando as ferramentas do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Entre os métodos empregados, destaca-se o manejo cultural, que inclui a remoção dos grãos de café remanescentes, tanto da planta quanto do solo, após a colheita. Essa prática ajuda a reduzir os focos de infestação, limitando a sobrevivência da praga (PARRA et al., 2013). Além disso, o uso de produtos biológicos tem se mostrado uma alternativa promissora para o controle da broca-do-café, oferecendo uma opção mais sustentável. Contudo, o método mais amplamente adotado atualmente para controlar *Hypothenemus hampei* continua sendo a aplicação de defensivos químicos, que, embora eficazes, exigem cuidados para não afetar o equilíbrio ecológico da lavoura (MELO, 2019).

4. MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ

O controle da broca-do-café enfrenta desafios devido ao comportamento da praga, que é atraída por compostos voláteis emitidos pelos frutos no estágio chumbão. Como os frutos do café são originados de várias floradas e fatores como a exposição

4.1 Controle Químico

O controle químico da broca-do-café com o inseticida endossulfan, um ciclodienoclorado, foi amplamente utilizado devido à sua eficácia na redução da população de *Hypothenemus hampei* nas lavouras. No entanto, devido à sua alta toxicidade e aos impactos ambientais, o uso desse produto foi proibido em 2013 por órgãos governamentais e certificadoras. Além disso, o uso indiscriminado de endossulfan ao longo do tempo resultou na diminuição de sua eficácia, uma vez que o aumento das doses e das aplicações não foi acompanhado de monitoramento adequado da praga. Embora novos inseticidas estejam sendo desenvolvidos com o objetivo de substituir o endossulfan, com menor impacto ambiental, a eficácia dessas soluções será limitada caso não haja um manejo adequado da praga. Para que

novas tecnologias sejam sustentáveis e eficazes a longo prazo, é fundamental que os produtores adotem práticas de monitoramento constante das lavouras, especialmente nas áreas com histórico de infestação. Isso possibilita o uso pontual de inseticidas, aplicados apenas no início da infestação e nas áreas realmente afetadas. Além disso, o rodízio entre diferentes grupos químicos de inseticidas é essencial para preservar a eficácia dos produtos e evitar o desenvolvimento de resistência (PARRA et al., 2013; PARENTI et al., 2013).

Com a proibição do endossulfan, as opções de inseticidas eficazes e de baixo custo para o controle da broca-do-café são limitadas. Assim, a pesquisa e avaliação de alternativas de baixo custo, alta eficiência e menor toxicidade são cruciais para a sustentabilidade da cafeicultura, especialmente em um cenário de crescente pressão por soluções mais ecológicas e eficientes (KROHLING et al., 2017).

No início da infestação da broca-do-café, o controle com inseticidas de choque, de ação de contato, pode ser eficaz para reduzir a população da praga. No entanto, à medida que os frutos amadurecem e perdem umidade, as perfurações da broca se tornam mais profundas, dificultando a ação desses inseticidas, pois eles não conseguem penetrar nos frutos. O controle se torna ainda mais desafiador devido à natureza cíclica da infestação, que está associada ao número de floradas e às revoadas das brocas, o que gera novas infestações, muitas vezes quando já é tarde demais para atuar de forma eficaz.

Para lidar com isso, existem produtos com ação desalojante, que estimulam o inseto a abandonar o interior do fruto, potencializando o efeito do inseticida. Outros produtos ajudam a melhorar a qualidade da aplicação, garantindo uma distribuição mais uniforme e eficiente do produto sobre as plantas. Esses recursos podem melhorar os resultados do controle, tornando-o mais eficiente em diferentes estágios de infestação (SANTINATO et al., 2016).

Influenciam a velocidade de sua expansão e amadurecimento, ocorrem várias revoadas da broca ao longo da safra, o que torna difícil determinar o momento exato para pulverizações eficazes. Além disso, após o amadurecimento dos frutos, a broca se aloja no interior das sementes, o que dificulta ainda mais o controle, já que os inseticidas têm dificuldade de alcançar a praga nesse estágio.

A solução para melhorar a eficácia das aplicações de inseticidas é realizar um número maior de pulverizações, o que aumenta as chances de atingir as revoadas e melhorar a assertividade do controle. A recomendação é fazer pelo menos três aplicações espaçadas durante a safra para alcançar um controle adequado (SANTINATO et al., 2017b).

4.2 Controle cultural

Uma vez que a broca-do-café se aloja em grãos, a Catação profilática dos grãos de café que ficam no chão ou na planta, após a colheita, se torna de extrema importância para diminuição dos focos de infestação (NEVES et al., 2006).

4.3 Controle Biológico

O uso de inseticidas químicos no controle da broca-do-café, embora eficaz para reduzir a população da praga, pode acarretar diversos problemas ambientais. A aplicação indiscriminada desses produtos pode levar à eliminação de insetos benéficos, que desempenham funções importantes no ecossistema agrícola, como o controle natural de pragas. Além disso, há o risco de contaminação do solo, da água e da atmosfera, afetando a saúde dos seres vivos e o equilíbrio ecológico da plantação. Esses impactos negativos têm impulsionado a busca por métodos alternativos de controle (BUSTILLO; CARDENAS; POSADA, 2002).

Embora os inseticidas químicos não sejam de amplo espectro, sua aplicação muitas vezes afeta não apenas a população de pragas, mas também de insetos benéficos, como predadores naturais que se alimentam da praga, contribuindo para a redução dos danos à planta. Surpreendentemente, ao eliminar esses inimigos naturais, o controle da praga pode até ser comprometido, uma vez que novos indivíduos da praga podem invadir a área e, sem a presença de predadores, proliferar rapidamente. Esse fenômeno é conhecido como "ressurgimento" da praga, onde a população do inseto causador dos danos cresce de forma descontrolada, podendo causar ainda mais prejuízos à lavoura (CRUZ, 2007).

O conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP) surgiu como uma abordagem mais abrangente e sustentável para o controle de pragas, incorporando diversas táticas, além do uso de produtos químicos. O MIP visa manter a população de pragas

abaixo do nível de dano econômico, utilizando estratégias que respeitem os princípios ecológicos, econômicos e sociais. Um dos componentes fundamentais dessa abordagem é o uso de inimigos naturais das pragas, como predadores, parasitas (ou parasitoides), e patógenos, que têm sido amplamente estudados para controle biológico, tanto clássico quanto aplicado (MASCARIN et al., 2010).

Dentro do MIP, três tipos principais de inimigos naturais são utilizados, especialmente em sistemas de produção orgânica ou onde o MIP já está implantado. São eles: predadores, parasitas e entomopatógenos. **Predadores** são organismos que se alimentam de outros durante todo o seu ciclo de vida, ajudando a controlar a população de pragas. **Parasitas**, por sua vez, são organismos menores que vivem à custa do hospedeiro, geralmente sem matá-lo imediatamente, sendo necessários apenas para o desenvolvimento de um único indivíduo. Já os **entomopatógenos**, como vírus, fungos, bactérias e nematoides, causam doenças nos insetos e são amplamente usados no controle biológico, sendo eficazes na redução das populações de pragas (OLIVEIRA et al., 2006).

Para o uso eficaz do controle biológico, é fundamental entender a diferença entre o controle biológico "natural" e o "aplicado". O controle biológico natural ocorre quando os inimigos naturais de uma praga reduzem sua população sem qualquer intervenção humana. Já o controle biológico aplicado envolve a manipulação desses inimigos naturais pelo homem para reduzir a população de pragas (CRUZ, 2007).

A utilização de inimigos naturais no controle de pragas remonta a séculos passados. No século III, por exemplo, os chineses já usavam formigas predadoras para combater pragas em citros. No século XVIII, na Europa, o controle biológico começou a ser mais sistematicamente aplicado, com o uso de pássaros predadores e joaninhas para controlar pragas, além de transferências de insetos predadores para combater surtos. Naturalistas europeus também documentaram o papel dos himenópteros da família Ichneumonidae, que parasitavam lagartas. Em 1870, foi realizada a primeira tentativa oficial de controle biológico com patógenos (GALLO et al., 2002).

Um marco importante foi em 1873, com a transferência internacional do ácaro predador dos Estados Unidos para a França, com o objetivo de controlar a praga

Phylloxera spp.. O grande sucesso, no entanto, ocorreu em 1888 na Califórnia, quando a joaninha *Rodolia cardinalis* foi trazida da Austrália para combater o pulgão branco dos citros, *Icerya purchasi*. Desde então, o controle biológico tem se expandido globalmente, com vários sucessos registrados ao redor do mundo (OLIVEIRA et al., 2006).

No Brasil, o controle biológico da broca-do-café começou com a introdução da vespa-de-Uganda, *Prorops nasuta* (Waterston) (Hymenoptera: Bethyilidae), na década de 1920. Embora não tenha se adaptado inicialmente às condições brasileiras, a vespa tem sido recentemente encontrada em cafezais no país, oferecendo novas perspectivas para o controle biológico dessa praga (PARRA et al., 2013).

Com o objetivo de controlar biologicamente a broca-do-café, Adolph Hempel iniciou em 1929 a importação do parasitóide *Prorops nasuta*, proveniente de Kampala, Uganda, para o estado de São Paulo (HEMPEL, 1934). A partir dessa importação, diversos estudos sobre a biologia, comportamento e técnicas para multiplicação do parasitóide foram conduzidos, incluindo pesquisas de Leite (1935), Toledo (1943) e Fonseca (1937). Em fevereiro de 1930, os primeiros exemplares da vespa foram liberados nas fazendas de Campinas, e até setembro do mesmo ano, a liberação se estendeu para 43 propriedades em dez municípios paulistas (HEMPEL, 1934).

Os cafeicultores foram incentivados a multiplicar o parasitóide em suas próprias propriedades por meio da construção de insetários. Embora a instalação de *Prorops nasuta* tenha ocorrido em muitas fazendas, os efeitos mais visíveis dessa ação só começaram a ser observados em 1933, quando se constatou que as lavouras de café onde a vespa havia sido liberada apresentaram um rendimento superior e uma aparência mais saudável, em comparação com a safra anterior (HEMPEL, 1934).

Em 1939, muitos produtores começaram a desconsiderar a necessidade de continuar a criação de *Prorops nasuta*, alegando que a broca-do-café havia sido praticamente erradicada de suas propriedades e que o parasitóide já estava estabelecido nas lavouras, o que tornava desnecessária sua multiplicação. Nos anos seguintes, a seca contribuiu para uma drástica redução da população da broca, que permaneceu em níveis baixos até 1945, quando as chuvas retornaram à normalidade, mas a praga ainda se mantinha em números tão reduzidos que, em

algumas fazendas, se acreditava que ela havia desaparecido completamente. No entanto, dois anos depois, a infestação voltou a níveis alarmantes (TOLEDO et al., 1947).

O abandono do programa de controle biológico e a interrupção das multiplicações de *P. nasuta* ocorreram devido a uma série de fatores. Muitos acreditavam que o problema da broca estava resolvido, o que levou à falta de continuidade nas práticas de controle. Além disso, a ausência de tecnologia para a produção massiva do parasitóide dificultou a distribuição em larga escala. Outros fatores também contribuíram para o fracasso do controle biológico exclusivo: a liberação da vespa precisava ser realizada ao longo de todo o ano, tanto durante a safra quanto na entressafra; era necessário ajustar o número de *P. nasuta* à densidade populacional da broca; e o abandono de outras formas de controle, sem considerar o equilíbrio integrado, além do desconhecimento das condições específicas necessárias para a aclimação da vespa nas lavouras (BERGAMIN, 1945; TOLEDO et al., 1947).

O controle biológico da broca-do-café pode ser realizado por meio de predadores, parasitóides e patógenos, como fungos. No entanto, atualmente, no Brasil, a única opção disponível no mercado para o controle dessa praga é o fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Esse fungo pode atuar de forma natural, controlando as populações da broca, ou ser aplicado de maneira dirigida para potencializar o controle. Em sistemas de produção orgânica, onde o uso de químicos é restrito, *B. bassiana* representa a principal alternativa de controle biológico, sendo uma ferramenta importante para o manejo sustentável das populações de *Hypothenemus hampei* (NEVES, 2007).

O fungo *Beauveria bassiana* possui um estágio de desenvolvimento crucial para sua disseminação e infecção, conhecido como conídios. Esses conídios são responsáveis por iniciar o processo de infecção quando entram em contato com o inseto hospedeiro. Após o contato, os conídios germinam sobre o inseto, e, por meio de uma combinação de processos químicos e físicos, o fungo atravessa a cutícula do inseto e penetra em sua cavidade corporal. No interior do inseto, o fungo se reproduz, gerando uma grande quantidade de conídios, que são responsáveis pela disseminação do fungo e pelo ciclo de infecção. A fase mais vulnerável e fatores ambientais (NEVES, 2007).

Durante a germinação em um novo hospedeiro, vários fatores podem inativar o fungo, como o uso de agroquímicos, a radiação solar, as condições de temperatura e umidade, e a ocorrência de chuvas. Por isso, os conídios, tanto os aplicados quanto os naturalmente presentes no ambiente, devem ser protegidos desses agentes que podem prejudicar sua viabilidade. Esse conceito de proteção é denominado controle biológico conservativo. Quando o fungo mata a broca-do-café, ele geralmente esporula, deixando o inseto morto com um corpo branco, e cada broca morta pode gerar até um milhão de conídios. Para que esse processo seja eficaz, é necessário que o ambiente esteja úmido, pois isso favorece a esporulação e a manutenção dos conídios vivos, sem custos adicionais para o produtor (SANTINATO et al.;2017).

Contudo, a simples observação de brocas mortas com o corpo branco não é sempre um bom indicativo da eficácia do controle biológico, pois o sucesso do fungo deve ser avaliado mais eficazmente por meio da amostragem de frutos infestados. A quantificação do dano nos frutos, observando a presença de brocas e os danos causados, é uma maneira mais precisa de monitorar a eficiência do fungo no controle da praga (NEVES, 2007).

Além de ser utilizado no controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), o fungo *Beauveria bassiana* também tem sido empregado em outras culturas, como no controle das brocas-do-rizoma da bananeira, incluindo as espécies *Cosmopolites sordidus* e *Metamasius hemipterus*, por meio de iscas elaboradas com pseudocaule de bananeira tratadas com uma pasta de conídios e micélio do fungo. O fungo também é eficaz no controle de pragas como o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) em culturas de mamão, morango e seringueira (MASCARIN et al., 2010).

Em outro estudo, Pellin (2017) observou uma redução significativa na eclosão de ovos de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) ao utilizar o bioinseticida *Boveril*, que contém *Beauveria bassiana*. Isso demonstra a versatilidade do fungo no controle biológico de uma ampla gama de pragas em diferentes sistemas de cultivo.

Figura 1: Controle biológico com *Beauveria bassiana*.



Fonte: Google imagens.

4.4 Fatores que Afetam Negativamente a Eficiência dos Fungos

1. **Formulação do Produto:** A formulação do produto é crucial para a estabilização do organismo e a possibilidade de armazenamento prolongado.
2. **Transporte e Armazenamento:** O transporte e armazenamento em refrigeração (temperatura de aproximadamente 8°C) são essenciais para manter a viabilidade do fungo.
3. **Radiação Ultravioleta (UV):** A radiação UV é um dos principais fatores que afetam negativamente a eficiência dos fungos, especialmente o fungo *B. bassiana*, que é mais sensível devido à sua menor pigmentação.
4. **Temperatura:** A temperatura é um fator crítico que pode inibir a germinação dos fungos se estiver abaixo ou acima das temperaturas ideais para o isolado específico.
5. **Umidade:** A umidade afeta a germinação dos conídios, bem como o crescimento e a esporulação dos fungos.

Esses fatores são fundamentais para garantir a eficiência dos fungos no controle biológico de pragas. É importante considerar esses fatores para otimizar a aplicação e o desempenho dos fungos (VALERO-JIMÉNEZ et.al, 2016).

5. CONCLUSÃO

A broca-do-café permanece como uma das mais importantes pragas da cafeicultura brasileira, desafiando produtores e técnicos quanto ao seu manejo eficiente e sustentável. Sua biologia complexa, aliada ao hábito críptico e à capacidade de rápida reprodução, exige estratégias que vão além do controle isolado, demandando a integração de práticas no contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Ao longo do trabalho, ficou evidente que o controle químico ainda é uma ferramenta necessária, especialmente em cenários de alta infestação, mas que deve ser usado de forma criteriosa e sempre baseado em monitoramento técnico. O uso isolado e recorrente de inseticidas, além de apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde humana, favorece o surgimento de resistência e a perda de eficácia ao longo do tempo.

Nesse contexto, os avanços em controle biológico, práticas culturais e tecnologias de monitoramento representam caminhos promissores e indispensáveis para a sustentabilidade da atividade. O sucesso no enfrentamento da broca-do-café está diretamente relacionado ao conhecimento técnico, à capacitação dos envolvidos e à adoção de medidas integradas, fundamentadas em critérios científicos e ecológicos.

Portanto, o futuro do manejo da broca-do-café depende do fortalecimento da pesquisa, da extensão rural e da consciência coletiva dos produtores, visando uma cafeicultura produtiva, economicamente viável e ambientalmente responsável.

Referências

- ABBOTT, W. S. **A method of computing the effectiveness of an insecticide.** *Journal of Economic Entomology*, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.
- ANDRADE, A. **Eficácia de inseticidas para manejo da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae).** 2019. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- ARISTIZABAL, L. F.; BUSTILLO, A. E.; ARTHURS, S. P. **Integrated pest management of coffee berry borer: strategies from Latin America that could be useful for coffee farmers.** *Insects*, Hawaii, v. 7, n. 1, p. 6, feb. 2016.
- BENASSI, V.; PERDONÁ, P.; FORNAZIER, M.; FANTON, C.; MARTINS, D. D. S.; QUEIROZ, R.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S. **Manejo da broca-do-café. INCAPER,** Vitória, ES, v. 1, p. 1-8, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de agrotóxicos fitossanitários.
- BUSTILLO, A. E.; CARDENAS, R.; POSADA, F. J. **Inimigos naturais e competidores da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) na Colômbia.** *Neotropical Entomology*, [S.l.], v. 31, n. 4, p. 635-639, 2002.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S. das; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM – Agri – **sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan.** *Revista Brasileira de Agrocomputação*, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.
- CHAGAS, F. das; POLONIO, J. C.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; PAMPHILE, J. A.; CONTE, H. **Controle biológico em sistema orgânico de produção por agricultores da cidade de Maringá (Paraná, Brasil).** *Ciência e Natura*, [S.l.], v. 38, n. 2, p. 637-647, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). Acompanhamento safra brasileira café: Primeiro levantamento. 2020.

CRUZ, I. **Controle biológico de pragas na cultura de milho para produção de conservas (Minimilho), por meio de parasitóides e predadores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007.

FAZENDA E CAMPO EXPERIMENTAL IZIDORO BRONZI. Araguari, 2019. 1 imagem de satélite, color. Lat. 18° 33' 36"S, 48° 12' 42" W.

FERREIRA, A. J.; MIRANDA, J. C.; BUENO, V. H. P.; ECOLE, C. C.; CARVALHO, G. **A. Bioecologia da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae), no agroecossistema cafeeiro do cerrado de Minas Gerais**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 2, p. 422-431, 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E. Manual de entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

KROHLING, C. A.; MATIELLO, J. B.; MENDONÇA, P. L. P. de; KROHLING, C. C. K. **Controle da broca-do-café com o inseticida Verismo® em café arábica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. Anais [...]. Poços de Caldas, 2017.

MASCARIN, G. M.; PAULI, G. **Bioprodutos à base de fungos entomopatogênicos**. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Org.). **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica**. Viçosa: Epamig, 2010. v. 4, p. 169-195.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ e Varginha, MG: Fundação Procafé, 2010. 542 p.

MELO, B. Cafeicultura. Curso de Agronomia. Ago./Dez. 2019. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Notas de aula.

METELLUS, D. **Atividade de inseticidas sobre a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)**. 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

MORAES, J. C. **Pragas do cafeeiro: importância e métodos alternativos de controle**. Lavras: FAEPE, 2002. 74 p.

MOREIRA, P. C.; MOREIRA, G. C.; CASTRO, N. R.; SILVA, R. P. **Produtividade e economia de fatores de produção na cafeicultura brasileira**. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 29-41, abr./jun. 2019.

PELAZZI, B.; TAKAHASHI, L. S.; PEREIRA, A. C.; POLONIO, J. C. **Manejo integrado da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae)**. *Revista de Ciências Agrárias*, Recife, PE, v. 60, n. 1, p. 49-57, jan./mar. 2017.

PETERSEN, R.; SAUER, G.; HOLST, N.; VILARINHO, J.; GRAMKE, I. **Manejo integrado da broca do café: um estudo no município de São Sebastião da Grama, SP**. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 47, n. 6, p. 7-15, 2017.

PETERNELI, L. A.; PEREIRA, E. S.; COTRIM, M. S.; BIANCHI, M. V.; KOSCHINSKI, M. **Avaliação do potencial de controle da broca-do-café com o inseticida Verismo®**. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 25-33, 2019.

SILVA, J. E.; ROCHA, E. M. N.; RODRIGUES, J. L. **Controle químico da broca-do-café. 2018**.

SOUZA, M. S. M. **Café: história, cultura, cultivo e mercado**. São Paulo: Nobel, 2004.

VILLANUEVA, R. T.; MORALES, J. F.; VEGA, F. E. **Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Curculionidae): A review of biology, ecology and management**. *Revista Colombiana de Entomología*, Medellín, v. 41, n. 2, p. 113-126, 2015.

