

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO

CÂMPUS AVARÉ

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE
BIOSSISTEMAS

NATHÁLIA SOARES BARBOSA

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MÉTODOS DE CONTROLE DA BROCA- DO-
CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) COM O USO DE SEMIOQUÍMICOS**

AVARÉ
2023

NATHÁLIA SOARES BARBOSA

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MÉTODOS DE CONTROLE DA BROCA- DO-
CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) COM O USO DE SEMIOQUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Biosistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus Avaré*, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Biosistemas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Cristina Marques

Co-orientador: Prof^o Dr. Mateus Tonelli

AVARÉ
2023

Catálogo na fonte
Instituto Federal de São Paulo – Campus Avaré

Barbosa, Nathália Soares

Revisão bibliográfica sobre métodos de controle da broca-do-café
(*hypothenemus hampei*) com o uso de semioquímicos / Nathália Soares
Barbosa. – Avaré, 2023.

37 p.

Orientador: Profª Dra. Maria Cristina Marques

Monografia (Graduação – Engenharia de Biosistemas) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Avaré, Avaré, 2023.

1. Ecologia química. 2. Agroecologia. 3. Broca-do-café. 4. Manejo

NATHÁLIA SOARES BARBOSA

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MÉTODOS DE CONTROLE DA BROCA- DO-
CAFÉ (HYPOTHENEMUS HAMPEI) COM O USO DE SEMIOQUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Biosistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus Avaré*, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Biosistemas.

FORMULÁRIO N.º 3/2023 - CSP-AVR/DAE-AVR/DRG/AVR/IFSP

FOLHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO

Nome: Nathália Soares Barbosa

Título: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MÉTODOS DE CONTROLE DA BROCA- DO- CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) COM O USO DE SEMIOQUÍMICOS

Curso: Bacharelado em Engenharia de Biossistemas

BANCA EXAMINADORA

Nome: Mateus Tonelli

Instituição/Departamento: IFSP/Avaré

Nota: _____ **Julgamento:** (X) Aprovado () Reprovado

Assinatura: [assinado eletronicamente]

Nome: Arejacy Antonio Sobral Silva

Instituição/Departamento: IFSP/Avaré

Nota: _____ **Julgamento:** (X) Aprovado () Reprovado

Assinatura: [assinado eletronicamente]

Nome: Maria Cristina Marques

Instituição/Departamento: IFSP/Avaré

Nota: _____ **Julgamento:** (X) Aprovado () Reprovado

Assinatura: [assinado eletronicamente]

RESULTADO FINAL

Como parte das exigências para conclusão do Curso de Engenharia de Biossistemas, o candidato(a)/aluno(a), em sessão pública, foi considerado **Aprovada** pela Comissão Examinadora, com média final **9,1**

Avaré, 28 de fevereiro de 2023

Documento assinado eletronicamente por:

- **Maria Cristina Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/03/2023 10:02:38.
- **Arejacy Antonio Sobral Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 01/03/2023 10:03:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/03/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 503409

Código de Autenticação: acfe6a1b0c



FORMULÁRIO N.º 3/2023 - CSP-AVR/DAE-AVR/DRG/AVR/IFSP

via IFSP, 2ª via do(a) Aluno(a), 3ª via do(a) Co-orientador(a)
"Jras"

"Este documento não contém

Dedico este trabalho de conclusão de curso e todos meus sonhos alcançados à minha mãe Lília, meu pai Haroldo, e irmãos Leonardo e Chicó.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida, pela luz que guia meu caminho e por todo amor que me encoraja a viver.

Agradeço a minha “super-mãe”, a mulher forte que inspira cada um dos meus passos, me ama incondicionalmente, acolhe com amor minhas escolhas e me encoraja a acreditar que sou capaz de alcançar tudo que sonho se com amor e paz eu for atrás do que me faz feliz.

Agradeço a meu pai, homem exemplar, corajoso e protetor por sempre guardar nossa família, por me ensinar sobre a simplicidade da vida e por me instigar a desbravar nosso lugar preferido no mundo: a natureza.

Agradeço a meu irmão, meu grande companheiro desde o início da vida, meu confidente, amigo e o homem mais sensível e amoroso que existe nesse mundo.

Agradeço a toda minha família por sempre acreditarem em mim, incentivarem meus sonhos e por me formarem o que sou hoje, através de todo amor que sempre permeia nossos momentos juntos desde que nasci.

Agradeço meus amigos, cujos laços criados verdadeiramente nunca serão desfeitos no meu coração. Aos de longa data e aos recém-chegados, sou grata e feliz por compartilhar minha vida, pelo acolhimento, pelas risadas, lágrimas, bagunças, perrengues, conquistas e conforto que recebi e recebo no abraço de cada um. Aos que ainda chegarão em minha vida, que seja lindo o que nos espera.

Agradeço às minhas companheiras de república durante a graduação. Vocês foram essenciais ao longo da minha trajetória, tudo que vivemos está eternizado no meu coração. Em especial, agradeço à Joyce pelo companheirismo ao longo dessa jornada.

Agradeço grandemente a todas as minhas professoras e professores, que tanto me ensinaram desde o jardim de infância até a graduação. Ensinaamentos que foram muito além dos conteúdos das disciplinas. Tive sorte em ter boas pessoas segurando minha mão e me incentivando a superar meus limites, e com isso me fizeram dar asas

à imaginação sobre o que eu seria quando crescesse. Agora que cresci, espero que saibam o quão importantes foram na minha formação enquanto mulher, cidadã e profissional.

Aos meus professores da graduação, sou eternamente grata às oportunidades, confiança, voz e liberdade dadas para que minha formação fosse também sobre atuar com amor na profissão que escolhi.

Agradeço às agências de fomento à pesquisa, que me concederam bolsas de Iniciação Científica do meu primeiro ao último ano de graduação.

Meus sinceros agradecimentos ao IFSP- *câmpus* Avaré pela estrutura e suporte, e a todos os servidores que realizam um grande trabalho em prol do sucesso da instituição.

“Quando o homem resolver reformar a sua
consciência, o mundo tomará outro
roteiro. ”

(Carolina Maria de Jesus)

RESUMO

Tendo em vista a crescente demanda por métodos ecológicos de controle de pragas em lavouras de café, foi realizado um levantamento acerca da bioecologia de *Hypothenemus hampei* com objetivo de relacionar seu comportamento na natureza com suas relações prejudiciais à agricultura, a fim de encontrar os principais estudos sobre a ecologia química e comportamental da broca-do-café como ferramenta de combate ao inseto. Para tanto, através das principais plataformas de pesquisa científica, objetivou-se identificar e caracterizar a atual situação de manejo desta praga do café, relatar os estudos mais relevantes sobre o uso de semioquímicos e propor a ampliação do uso desse manejo, através de novos estudos ainda necessários para melhorar a biotecnologia envolvida neste método de controle da praga. Diante disso, verifica-se que a broca-do-café possui o ciclo de vida totalmente relacionado ao seu hospedeiro, o qual está fortemente ligado aos semioquímicos presentes intra e interespecificamente. Ainda existem diversas lacunas que devem ser exploradas nos próximos anos para que se possam ter controles de modo mais sustentável, menos agressivo e economicamente viável a pequenas e grandes escalas de produção, incentivando cada vez mais as práticas bioecológicas de combater insetos-praga nas lavouras de café e outras culturas.

Palavras-chave: Ecologia química. Agroecologia. Broca-do-café. Manejo.

ABSTRACT

In view of the growing demand for ecological pest control methods in coffee plantations, a survey was carried out on the bioecology of *Hypothenemus hampei* in order to relate its behavior in nature with harmful relationships to agriculture, in order to find the main studies on the chemical and behavioral ecology of the coffee berry borer as a tool to combat the insect. Therefore, through the main scientific research platforms, the objective was to identify and characterize the current management situation of this coffee pest, report the most relevant studies on the use of semiochemicals and propose the expansion of the use of this management, through new studies. still needed to improve the biotechnology involved in this method of combating the pest. In view of this, it appears that the coffee berry borer's life cycle is completely related to its host, in which it is strongly linked to the semiochemicals present intra and interspecifically. There are still several gaps that must be explored in the coming years so that one can act in a more sustainable, less aggressive and economically viable way on small and large scales of production, increasingly encouraging bioecological practices to combat insect pests in coffee plantations. and other cultures.

Keywords: Chemical ecology. Agroecology. Coffee borer. Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fases Fenológicas do Cafeeiro Arábica nas Condições Tropicais do Brasil.....	22
Figura 2. Fases de desenvolvimento da broca-do-café.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AO - Agricultura Orgânica

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

CECAFÉ - Conselho dos Exportadores de Café do Brasil

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

ORGANIS - Associação de Promoção dos Orgânicos

OCS - Organização de Controle Social

SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café

ACOB - Associação de Cafés Orgânicos e Sustentáveis do Brasil

SiBBR - Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira

AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários

MIP - Manejo Integrado de Pragas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. PROBLEMATIZAÇÃO	15
1.2. OBJETIVO GERAL	15
1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO	16
1.4. MÉTODOS	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. ORIGEM E HISTÓRICO DO CAFÉ (<i>COFFEA SP.</i>)	17
2.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAFÉ (<i>COFFEA SP.</i>) NO BRASIL	17
2.3. PRODUÇÃO ORGÂNICA - ASPECTOS ECONÔMICOS	19
2.4. CAFÉ - ASPECTOS TÉCNICOS E MANEJOS	20
2.5. BROCA DO CAFÉ	23
2.6. ASPECTOS BIOECOLÓGICOS <i>Hypothenemus hampei</i>	24
2.7. FASES DO DESENVOLVIMENTO (CICLO)	25
2.8. ECOLOGIA QUÍMICA DA BROCA	26
2.9. MÉTODOS DE COMBATE À PRAGA	26
2.10. SEMIOQUÍMICOS: UM MUNDO A SER DESCOBERTO	28
3. DISCUSSÕES	Erro! Indicador não definido.
4. CONCLUSÕES	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o maior produtor de café do mundo. Devido à sua grande importância na economia brasileira e mundial, é importante o constante desenvolvimento de técnicas e tecnologias para aprimorar a cafeicultura ao longo de toda cadeia produtiva (EMBRAPA, 2022).

A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) é a principal praga do cafeeiro e é capaz de causar danos irreversíveis (SILVA, 2014). A infestação pela broca-do-café induz a contaminação do grão, através da fissura causada pelo inseto (LAURENTINO; COSTA, 2004). A contaminação dos grãos diminui significativamente a qualidade da bebida e conseqüentemente causa prejuízos aos produtores.

A produção agroecológica e/ou orgânica demanda tratamentos culturais menos danosos ao sistema de produção, em relação à biodiversidade e sanidade da lavoura (ALTIERI, 2006). Até 2013 utilizava-se para combater a broca o agente químico endossulfan que possui alta toxicidade a curto e longo prazo para a fauna, flora e humanos (MODHOO, 2019). Outros agentes químicos ainda são utilizados por agricultores convencionais. Diante disso, a demanda por produtos atóxicos vem aumentando e essa é uma lacuna a ser sanada através de estudos sobre as interações interespecíficas e intraespecíficas para tornar o controle da praga mais sustentável para a natureza e sociedade.

A semioquímica é um ramo da ecologia que aborda as relações de interação entre espécies ou indivíduos da mesma espécie (SILVA, 2014). Esse olhar sobre as dinâmicas da biodiversidade pode ser a chave para o problema da broca-do-café. Existem métodos de combate que utilizam esse princípio, entretanto estudos indicam que não são eficientes para o controle total da infestação e não são viáveis em grandes lavouras de café. A utilização de semioquímicos é mais recorrente em produtores agroecológicos em comparação aos convencionais (CERUTTI, 2007).

Diante do exposto, o objetivo desta revisão de literatura foi evidenciar os novos estudos desenvolvidos acerca do aprimoramento do uso de semioquímicos, bem como as lacunas que existem atualmente e sugerir a adoção de novos métodos em potencial para manejo do inseto em sistemas agroecológicos e orgânicos de produção.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), (*Coleoptera: Curculionidae*) é hoje a principal praga do cafeeiro no Brasil e é capaz de causar danos irreversíveis à lavoura de café. Além da frequente densidade populacional alta em áreas de produção, os frutos que são atacados pelo inseto passam a ter baixa qualidade e até inviabilizam sua utilização (TRIGO, 2022).

Para controle da broca, são utilizados agentes químicos convencionais, controle biológico e indução de comportamento através de semioquímicos. Os agentes que promovem a ecologia química, ainda não são capazes de controlar grandes infestações, bem como ainda precisam ser refinadas a seletividade e composição desses compostos. (VEGAS *et al*, 2009) Vale lembrar que questões de preço no mercado ainda desfavorecem os pequenos produtores, uma vez que a demanda tecnológica para desenvolver bons produtos acaba chegando ao bolso do consumidor.

O monitoramento do inseto é limitado, devido principalmente ao tamanho e hábitos da broca. (VEGAS *et al*, 2009). Desta forma, tornam-se imprecisas as técnicas de manejo e controle, aumentando os custos da produção ao longo de toda a cadeia produtiva da cafeicultura. Com isso, estudos têm sido publicados nos últimos anos, buscando compreender e atuar na ecologia química da broca-do-café, visando um manejo preciso, sustentável e acessível.

Ao se tratar de produção em sistemas agroflorestais, torna-se imprescindível que o manejo seja integrado e não agressivo ao ecossistema local, fauna e flora que se equilibram de forma natural no local. O manejo deve ser uma ferramenta de equilíbrio e com seletividade, ao contrário do controle químico usado de forma isolada e como única técnica de controle.

1.2 OBJETIVO GERAL

Compreender e verificar as possibilidades de métodos para o MIP da broca (*Hypothenemus hampei*), tendo como foco técnicas que levem em conta o comportamento e a ecologia química para controle do inseto em sistemas agroecológicos e orgânicos.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar e caracterizar a situação atual de manejo da broca-do-café em sistemas orgânicos de produção de café.
- Levantar os principais trabalhos publicados sobre a ecologia química da broca-do-café
- Elencar possibilidades de métodos para manejo do inseto em sistemas agroecológicos e orgânicos de produção.

1.4 MÉTODOS

Este trabalho é uma revisão bibliográfica cuja metodologia foi baseada em artigos científicos publicados nas principais plataformas de divulgação científica, como “Google Acadêmico” e “SciELO”, bem como em sites de órgãos vinculados ao tema, como “Embrapa”, “MAPA” e correlatos. Nota-se a ausência de trabalhos mais recentes sobre o tema, então foram utilizados os mais recentes possíveis e usando como base a tese de Silva (2014).

2 REVISÃO DE LITERATURA

A lenda de Kaldi é o primeiro registro histórico, em 800 d.C, que remete ao descobrimento das potencialidades do café (*Coffea* sp.) como bebida estimulante. Onde hoje encontra-se a Etiópia, há muitos anos um pastor constatou suas cabras mais agitadas, resistentes e dispostas sempre que comiam frutos e folhas de um arbusto. Intrigado com os efeitos, ele resolveu experimentar e sentiu-se mais alerta e disposto como nunca. Após levar a notícia a um monge da região, este elaborou infusões dos frutos e folhas do arbusto, e assim percebeu que o ajudava a resistir às longas horas de leitura. Rapidamente difundiu-se a descoberta desta bebida tão apreciada ainda nos dias de hoje. O primeiro registro de cultivo com finalidade para o consumo humano foi em mosteiros islâmicos no Iêmen (OLIVEIRA, *et al*, 2012).

Do ponto de vista histórico, o café originou-se nas montanhas da Abissínia, região hoje pertencente à Etiópia, e popularizou-se no Iêmen e na região da Arábia. Por volta do século 17, os povos árabes buscavam manter o monopólio da produção de café, entretanto sem sucesso, pois os holandeses contrabandeavam o fruto e disseminavam a produção em suas colônias na Ásia (Java, Ceilão e Sumatra). A partir de então não demorou para que o produto se espalhasse por toda a Europa, e na América Latina, tornando-se uma bebida de grande apreço desde o século XVII até os dias atuais (MARTINS, 2012).

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO CAFÉ (*COFFEA* SP.) NO BRASIL

O café é uma cultura agrícola de grande relevância econômica, social e histórica para o Brasil. A planta foi introduzida no nosso país por volta de 1727, a partir de uma muda trazida da Guiana Francesa e levada a Belém do Pará. Rapidamente a cultura se espalhou por outros estados, começando pelo Rio de Janeiro e em São Paulo pela região do Vale do Paraíba, posteriormente em Minas Gerais e Paraná. Em São Paulo houve grande fomento para produção e distribuição, sendo construídas as ferrovias Sorocabana e Mogiana que levavam o café até o porto de Santos (NUNES, 2001).

Atualmente, os principais estados produtores de café no Brasil são: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Rondônia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, Amazonas e Pará, abrangendo cerca de 1.900 municípios, com uma área de 2,25 milhões de hectares e cerca 300 mil produtores, sendo a maioria

produtores de pequeno porte (MAPA, 2017).

Segundo o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFÉ) as características do solo, amplitude térmica, clima e altitude são determinantes para a qualidade do café, o que explica o fato do Brasil ser um dos principais produtores mundiais, haja vista a ampla diversidade desses parâmetros que o nosso país apresenta. Além disso, essas diferentes condições de cultivo permitem obter produtos com características distintas, o que atende tanto uma demanda do mercado interno como externo quanto a variações na doçura, acidez, corpo e aroma da bebida final (CECAFÉ, 2022).

Quanto ao panorama mundial de produção, o Brasil é o maior produtor da variedade arábica (*Coffea arabica*), cuja produção é voltada a cafés especiais e *blends* de alta qualidade, conseqüentemente, os cafés brasileiros são muito demandados em outros países apreciadores. Aqui também se encontra grande produção da variedade robusta (*Coffea robusta*), cuja demanda é para cafés solúveis. O maior produtor da variedade robusta é o Vietnã (MAPA, 2017). Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2021), os maiores produtores do mundo são Brasil, Vietnã, Colômbia, Indonésia e Etiópia, respectivamente.

Em números, a produção brasileira estimada para a safra de setembro/2022 a setembro/2023, segundo dados do CECAFÉ (2022), está estimada para 170,3 milhões de sacas de 60kg, cerca de 3,3% de aumento em relação ao mesmo período em relação a 2021. Os dados da pesquisa indicaram também que os cinco maiores importadores em 2022, em número de sacas de 60kg, do café brasileiro são Estados Unidos com 7,98 milhões, Alemanha com 6,68 milhões, Itália com 3,35 milhões, Bélgica 2,92 milhões e Japão com 2,87 milhões.

Do ponto de vista de estratégia de mercado, é notório que existe uma demanda crescente de alimentos e outros produtos oriundos de sistemas de cultivos orgânicos, visto o agravamento das crises ambientais e a urgente adoção de medidas que preconizam o restabelecimento do ecossistema de produção de alimentos (SEBRAE, 2022). O consumo de produtos orgânicos é majoritariamente feito por consumidores mais conscientes sobre questões de qualidade de vida relacionados à saúde, valorização da agricultura familiar e preservação ambiental. São questões socioeconômicas e socioambientais que infelizmente não atingem toda a sociedade ainda, devido aos custos mais elevados desses produtos agroecológicos (RICCI; NEVES, 2004).

Segundo o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), em 2019 o Brasil contava com cerca de 25 mil propriedades com certificação de produção orgânica, sendo 75% produtores familiares. O governo brasileiro tem criado linhas de financiamento a fim de incentivar projetos de transição agroecológica, ou seja, produtores convencionais ou agroecológicos sem certificação a alcançarem a certificação de produção orgânica.

Uma pesquisa realizada em 2021 pela Associação de Promoção dos Orgânicos em parceria com a agência de pesquisas Brain, através de 987 entrevistados de 12 capitais, que os consumidores optam pelo consumo de orgânicos em decorrência da garantia alimentar proporcionada pelos alimentos livres de agentes químicos reguladores de produtividade, conhecidos popularmente como agrotóxicos.

Ainda de acordo com a ORGANIS-BRAIN 84% dos consumidores buscam alimentos mais saudáveis e seguros a longo prazo. Vê-se também que 90% dos entrevistados sabem a importância da obrigatoriedade dos selos de certificação reconhecidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Cerca 48% compreendem a diferença de preço entre produtos orgânicos e convencionais, entretanto 65% consideram que tamanha diferença de preço entre ambos ainda é um empecilho para aderir total e unicamente ao consumo orgânico (ORGANIS-BRAIN, 2021).

REGIÃO DO BRASIL	ÍNDICE DE CONSUMO DE PRODUTOS ORGÂNICOS
SUL	23%
NORDESTE	20%
SUDESTE	19%
CENTRO-OESTE	17%
NORTE	14%

Tabela 1 - índice de consumo de produtos orgânicos nas regiões do Brasil

2.2 PRODUÇÃO ORGÂNICA - ASPECTOS ECONÔMICOS

É importante ter claro em mente que a agricultura sustentável parte de um seguinte ponto: a produção de alimentos respeitando e preservando fatores bióticos e

abióticos, sem deter as mesmas ideias acerca dos caminhos e conceitos para alcançar o objetivo, pois entende-se como agroecologia e agricultura orgânica um conjunto de práticas agrícolas que minimizem *inputs* artificiais, valorizando subprodutos e conservando a biodiversidade (ABREU, *et al*, 2012.). A maior dicotomia dessa vertente é a necessidade de certificação ou Organização de Controle Social (OCS) reconhecida pelo MAPA para que seja considerado um produto orgânico (FIGUEIREDO e SOARES, 2012).

Aos agricultores que adotam a agroecologia e avançam ainda mais atingindo certificação orgânica, segundo a Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociedade Rural (SOBER, 2021) vem crescendo a disseminação de informações sobre AO (agricultura orgânica), e mesmo que a aderência tenha potencial de crescimento, o Brasil ainda está abaixo da média dos maiores produtores mundiais. Países como os Estados Unidos lideram o mercado com €49,15 milhões, em seguida a Alemanha com €15 milhões e a França com €12,7 milhões em levantamentos feitos em 2020 pelo Research Institute of Organic Agriculture (FiBL, 2020).

Em 2020 o mercado global alcançou a marca de R\$120 bilhões de euros, após crescer 14 bilhões de euros nos últimos anos. Vale ressaltar que a produção brasileira de açúcar orgânico é a maior, cerca de 61% do mercado mundial (SOBER, 2021).

Segundo Diniz *et al* (2019), quanto à cafeicultura orgânica brasileira, possui grande potencial de crescimento, pois mesmo sendo o maior produtor de café do mundo, a produção orgânica representa, 0,3% da produção total do país.

2.3 CAFÉ - ASPECTOS TÉCNICOS E MANEJOS

Segundo Primavesi [1970], para qualquer produção agrícola de qualidade, o ponto chave para garantir bom desempenho é a sanidade do ecossistema local. Todo sistema de produção causa danos ao ecossistema, mas é possível manejar a produção para que se mantenha mais próxima ao equilíbrio natural, com riqueza edáfica, mantendo o solo permeável e biodiverso. Além do âmbito agroecológico, há requisitos legais que asseguram o cumprimento das responsabilidades de acordo com a Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 que detalha as características e ações que devem ser adotadas para garantir produtos de qualidade, segurança alimentar, sustentabilidade e direitos dos produtores orgânicos:

Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente. (Brasil, 2003. p. 8).

O café está classificado na família *Rubiaceae*, dentre os quais as principais variedades produzidas comercialmente são arábica e robusta (ABIC, 2021). Quanto aos parâmetros culturais elas se diferenciam em alguns aspectos e conseqüentemente apresentam diferentes produtos à mesa do consumidor (CECAFÉ, 2022).

O cafeeiro desenvolve-se bem em solos úmidos, temperaturas que variam de 19 a 22°C para a variedade arábica e de 22 a 26°C para a robusta. A primeira é uma cultura mais sensível para doenças e temperaturas muito altas ou muito baixas. Para temperaturas mais elevadas, o problema é a precocidade de floração e maturação dos frutos, isso pode causar o aparecimento de pragas e maturação irregular dos grãos. A segunda variedade é mais tolerante à seca, a temperaturas elevadas e também à pragas, não necessita ser cultivada a elevadas altitudes (Embrapa, 2004).

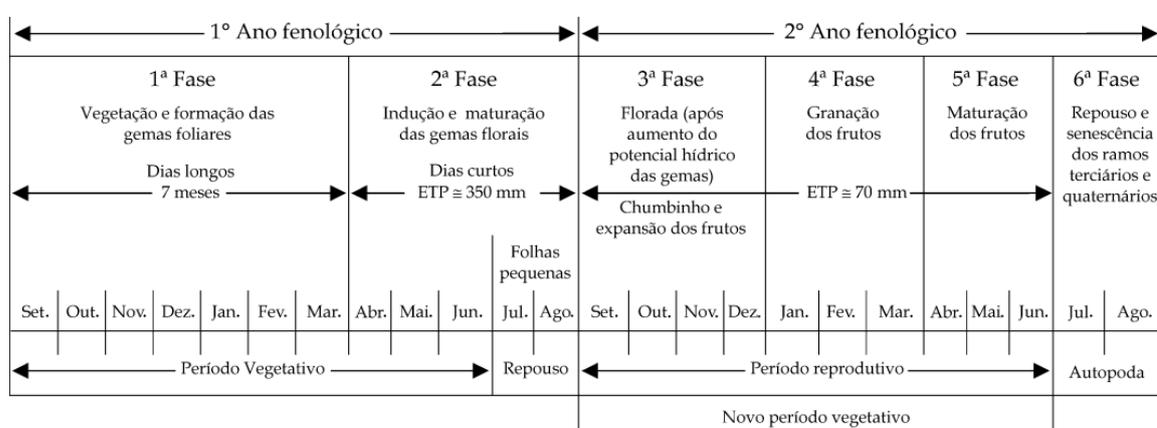
Segundo Ribeiro *et al* (2014), a variedade robusta possui menor doçura e acidez, e é mais encorpado. Bem como a variedade arábica apresenta maior suavidade e equilíbrio em suas notas, e por isso é mais procurado por apreciadores, tornando-se mais caro. Além das notas de sabor, há diferenças na quantidade de cafeína entre as variedades. Trata-se de uma cultura bem adaptada a solos constantemente úmidos, em altitudes elevadas e pleno sol, mas não garante boa qualidade quando cultivada de maneira muito rústica. É uma cultura relativamente versátil quanto aos tratos, fator que facilita o cultivo em variados ambientes e assim aspectos diferentes no produto final, mesmo que seja da mesma variedade.

O cafeeiro desenvolve-se bem em clima subtropical ou tropical de altitude, que tem em comum temperaturas mais baixas, chuvas regulares, épocas frias e épocas quentes, porém constantemente úmido. (EMBRAPA, 2004)

É preferível para o cafeeiro que as chuvas sejam bem distribuídas durante o ano, com média de precipitação de 1500 a 1900 mm/ano. Trata-se de uma cultura que suporta ambientes a pleno sol, e é capaz de produzir nessa condição, contudo, não é a melhor forma de cultivo. Se a folha atingir cerca de 34°C, a taxa de assimilação de O₂ sofre uma queda abrupta e não realiza atividade fotossintética (ACOB, 2017). O solo ideal para o cultivo orgânico é um solo rico em biodiversidade, alto teor de húmus, com pH levemente ácido, com boa drenagem para que esteja sempre úmido, porém não encharcado. É indicado também o mínimo uso de máquinas, plantio direto consorciado ou não, com árvores que proporcionam até 40% de sombreamento e/ou outras culturas harmônicas (MANCUSO, 2013).

Segundo Camargo e Camargo (2021), o cafeeiro demora cerca de dois anos para começar a produzir e divide seu desenvolvimento em seis fases. Afirma ainda que cada uma dessas fases demanda diferentes quantidades de recursos como água e isso é um ponto chave para a viabilidade em termos de uniformidade da florada, viabilidade dos grãos e infestação pela broca. O esquema a seguir descreve a fenologia do café:

Figura 1: Fases Fenológicas do Cafeeiro Arábica nas Condições Tropicais do Brasil



Fonte: CAMARGO; CAMARGO. 2001. (p. 66)

Considerando então, as características fenológicas do café, agro meteorológicas e a ecologia da broca, nota-se a relação da ocorrência e distribuição de chuvas com o sucesso da infestação, uma vez que alta quantidade de chuva na

época de floração e maturação causa diminuição na infestação pelo inseto. (EMBRAPA, 2004). Bem como períodos de baixa disponibilidade de água no solo, beneficia uma boa florada (CAMARGO e CAMARGO, 2001).

A floração é induzida por um período de seca seguido por um período de bastante chuva (ALVIM, 1960). A depender também da quantidade de luz, amplitude térmica, altitude e outros fatores do ambiente, a broca se beneficia de floradas desuniformes, pois tem-se por mais tempo disponibilidade de grãos adequados para colonização, e podem se alimentar de grãos verdes e ovipositar nos grãos maduros (SILVA, 2014)

Um dos princípios da agroecologia é a biodiversidade. Quando há um desequilíbrio no ecossistema, torna-se difícil regulá-lo sem biodiversidade típica daquela área. A diversificação de espécies (flora e fauna) proporciona por exemplo uma gama de inimigos naturais, barreiras físicas de migração de pragas, propicia insetos polípagos que atacam hospedeiros e presas pois há variedade para os hábitos alimentares (RISCH *et al*, 1983; LIEBMAN, 1996).

2.4 BROCA-DO-CAFÉ

A broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), é a principal praga do cafeeiro no Brasil. O inseto é originário da África, mesmo centro de origem do café. Segundo Baker (1984), os primeiros ataques da broca ocorreram em plantas da variedade robusta (*Coffea canephora*), devido ao fato de altitudes mais baixas serem ambientes ótimos para ambos, como na África Central e Oeste da África, ao contrário da variedade arábica (*Coffea arabica*) que está mais bem adaptada em altitudes mais altas, com vegetação e climas similares a tropical de altitude. Através da comercialização de especiarias, a broca do café foi levada da África para outros continentes sem que se soubesse das infestações dentro dos grãos. Assim, além de ser distribuída em todo o mundo, a broca passou a se adaptar a diferentes condições ambientais.

No Brasil a praga foi notificada oficialmente pelo governo em maio de 1924 por um produtor na cidade de Campinas, no estado de São Paulo, que notou diferenças significativas no peso das sacas após o aparecimento do inseto. Após o alerta sobre o potencial de destruição nas lavouras, o governo instalou uma comissão de combate

à praga. Até que em 1927 foi extinta a comissão e foi fundado o Instituto Biológico de Defesa Agrícola e Animal (SILVA, 2006).

2.5 ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Hypothenemus hampei*

A broca do café, *Hypothenemus hampei* é um coleóptero que pertence à família Curculionidae, subfamília Scolytinae. Possui o corpo cilíndrico, pequeno (menor que um grão de arroz) e preto. A fêmea possui cerca de 1,74 mm de comprimento e 0,7mm de largura, e vive em média 157 dias. Já o macho tem cerca de 1,24mm x 0,5mm e sua expectativa de vida é cerca de 103 dias (BERGAMIN, 1943).

Os machos não são capazes de deixar o fruto pois suas asas são atrofiadas (MATHIEU *et al*, 1997). As fêmeas possuem élitros completamente desenvolvidos, e por isso podem voar e deixam o fruto após o acasalamento, vão em busca de cerejas de café para ovipositar, podendo pôr em média dois ovos por dia, durante até 20 dias, em média (BERGAMIN, 1943). Em relação a ecologia da espécie, os comportamentos relacionados à reprodução foram observados em diversos trabalhos que serão evidenciados a seguir. Sabe-se que a semioquímica é um importante mecanismo nas dinâmicas atividades de vida da broca, a alimentação quase exclusiva de grãos de café acaba limitando os tipos de atividade de sobrevivência, entretanto todas as atividades exercidas são induzidas em algum grau por feromônios e aleloquímicos (SILVA, 2014).

O comportamento de machos e fêmeas em prol da reprodução ocorre nas primeiras 24 horas de idade (GIORDANENGO,1992), na qual inicia o cortejo aproximando-se da fêmea, tocando-a e após a resposta à corte, o macho posiciona-se sobre a fêmea introduzindo o edeago na fêmea, de acordo com os testes realizados por Silva (2009). Os mesmos testes indicaram também que após o ato copular, o macho permanece próximo à fêmea para impedir outros machos de copular com sua parceira.

As fêmeas acasaladas sofrem mudança em sua fisiologia, como apresentar agora fototropismo positivo (GIORDANENGO, 1992) a fim de migrar para ovipositar em outro fruto. Contudo, vale lembrar que pode ocorrer oviposição nos frutos de origem, se por adversidades a fêmea não sair do fruto. Pode ocorrer também de os machos não conseguirem fecundar as fêmeas da colônia, estas saem para gerar descendentes com machos de outros frutos, por este motivo, os machos precisam ser

rápidos e eficientes na cópula, para garantir grande número de parceiras fecundadas. (BRUNO; BORSA; GAUDUCHON, 1995).

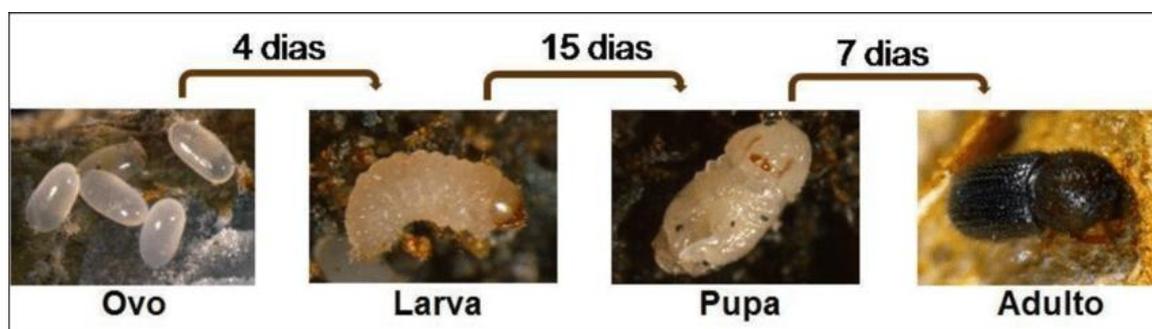
2.6 FASES DO DESENVOLVIMENTO (CICLO DE VIDA)

O besouro *H. hampei* leva em média 31 dias do momento da oviposição até atingir a fase adulta. Ao encontrar o cafezal, a broca opta por alimentar-se dos tecidos das sementes de frutos maduros, mas também se desenvolve bem consumindo qualquer estágio de maturação do fruto (DAMON, 2000). A fêmea então entra pela coroa do fruto e vai abrindo um canal com um bolsão ao final para depositar seus ovos. Os ovos são elípticos, esbranquiçados com dimensões médias de 0,6 mm x 0,3mm e eclodem de 4 a 10 dias após a oviposição (GALLO *et al.*, 2002).

Após eclodirem, as larvas possuem o corpo sanfonado e amarelo (SILVA, 2009), é a segunda fase com maior dano ao fruto, a chegada da fêmea para oviposição é a mais danosa. (FERNÁNDEZ; CORDERO, 2007)

As pupas são de cor branca e apresentam a formação do exoesqueleto, conforme escurecem, estão prestes a alcançar a fase adulta (SILVA, 2009). Após emergir, o adulto torna-se preto e o macho atinge a maturidade sexual antes da fêmea (BERGAMIN, 1943).

Figura 2. Fases de desenvolvimento da broca-do-café.



Fonte: BEZERRA, 2013

A respeito dos hábitos alimentares desse inseto-praga, Benassi (2000a) descreveu através de testes em laboratório que o inseto conseguiu concluir o ciclo reprodutivo em grãos de açaí, *Euterpe oleracea* (Mart., 1824), entretanto, não é comum este hábito em decorrência da distribuição desse açaí no país (SIBBR, 2023). Sendo assim, há maior recorrência que ao longo de toda sua vida alimente-se do grão de café, entretanto não há disponibilidade ininterrupta de grãos viáveis, fazendo com

que grãos verdes ou secos, seja no pé ou no solo como vestígios da colheita anterior também sejam utilizados e então, conforme a florada torna-se fruto, a broca sobe para frutos mais viáveis nutricionalmente e recém-formados que estão no cafeeiro (MATHIEU; BRUN; FRÉROT, 1997).

2.7 ECOLOGIA QUÍMICA DA BROCA

A ecologia vertente de estudos sobre as dinâmicas de vida dos organismos em meio um ambiente biodiverso, e com isso, a ecologia química retrata os componentes químicos, popularmente conhecidos como semioquímicos, que induzem determinados comportamentos reproduzidos pelos organismos, (TRIGO *et al*, 2018).

Diversos estudos constataram que as atividades exercidas pela broca-do-café são induzidas pela semioquímica entre o inseto fêmea e o hospedeiro, o grão de café (SILVA, 2009). Conforme a literatura indica, diversos testes de mapeamento de compostos que induzem comportamentos em *H. hampei* foram realizados a fim de aprimorar as técnicas de manejo por ecologia química (SILVA, 2014).

Existem manejos simples, acessíveis e sustentáveis, entretanto que não são capazes de fazer coleta massal em caso de infestação grave. É o caso, por exemplo, da armadilha vermelha com café coado, etanol e metanol, na qual induz a aproximação da broca através da visão e olfato. Entretanto, é interessante a elaboração de novos métodos de controle que não exijam o trabalho da confecção manual e também que atinjam exclusivamente a broca-do-café, com seletividade semioquímica, podendo assim ser utilizada também em grandes lavouras (MOREIRA, 2016). Somente fêmeas acasaladas, denominadas “colonizadoras” são induzidas por voláteis de café, segundo MATHIEU, BRUN, FRÉROT (1997). Os métodos de controle por comportamento utilizam voláteis oriundos do fruto do café, entretanto não é somente a partir dele. Novos estudos realizados por SILVA (2014), indicaram a resposta dos insetos à voláteis das flores do cafeeiro.

2.8 MÉTODOS DE CONTROLE DA PRAGA

O estudo da ecologia química de insetos é de grande importância para a validação de novas técnicas de controle nas produções agrícolas. A semioquímica estuda a produção de substâncias químicas capazes de induzir algum comportamento em outro organismo (EMBRAPA, 2004).

Os semioquímicos podem ser intraespecíficos ou interespecíficos, e comumente os hábitos de vida do inseto atuam com ambos. A broca recebe sinais do hospedeiro (comunicação intraespecífica) bem como de outras brocas, como os machos realizando a pré-cópula (interespecífico) (CERUTTI, 2007).

Ao se tratar de culturas orgânicas, é uma das indicações de controle porque é eficiente para monitorar e colabora muito na tomada de decisão, sem usar defensivos químicos.

Ao estimular a broca, é possível induzir confusão sexual impedindo a reprodução, atração massal de insetos para aplicação pontual de medidas de controle e atração de inimigos naturais da broca (predadores ou parasitoides) (EMBRAPA, 2004). Voláteis de café são amplamente utilizados em armadilhas, entretanto não combatem. Mas através de estudos da composição desses voláteis atrativos, pretende-se aumentar o grau de atração e de seletividade (SILVA, 2009).

De acordo com a plataforma AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários), vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária, o monitoramento da infestação pressupõe diversas ações que garantem a sanidade da lavoura de café. Primeiramente, não deve haver grãos remanescentes após a colheita, posteriormente recomenda-se que o monitoramento comece cerca de 80 dias após a florada, que é quando as brocas iniciam as atividades e infestação. Se as análises indicarem 3% ou mais de infestação, deve-se iniciar imediatamente o manejo de controle (CARVALHO, 2016).

Através do conjunto de ações que monitoram e identificam o *status* da infestação, é possível partir para a tomada de decisão para controle. O manejo integrado de pragas é aliado de produtores agroecológicos e orgânicos, cuja biodiversidade tanto edáfica, quanto fauna e flora são os principais componentes para o sucesso da produção sustentável. O MIP integra técnicas combinadas de combate eficiente, porém não agressivo.

Dentre as técnicas que compõem o MIP, estão o controle por comportamento, controle biológico com inimigos naturais e/ou entomopatogênicos, controle químico e controle através de tratamentos culturais da lavoura: colheita eficiente, espaçamento, densidade de plantio, clima, altitude, pois fugir dos parâmetros preferíveis da broca já é uma forma de combater grandes infestações (EMBRAPA, 2015).

2.9 SEMIOQUÍMICOS: UM MUNDO A SER DESCOBERTO

Os compostos químicos mais relevantes no combate à broca são oriundos de grãos de café. Estudos de Silva (2014) indicaram que as flores do cafeeiro possuem compostos que provocam antenoetrografia positivo em teste de laboratório. A antenoetrografia é a medição, em laboratório, de tensão gerada na antena do inseto ao ser estimulada por compostos semioquímicos. O estudo propõe que as flores podem conter teores ainda mais interessantes de voláteis em relação aos frutos. Para aprimorar as armadilhas, diversos estudos buscam a melhor proporção da composição de armadilhas atrativas, como a concentração de etanol+metanol e também a utilização de outros produtos adicionados (CAMPOS, 2021; SOUZA, 2019;), cores da armadilha (CARVALHO, 2021) e entre outros parâmetros relacionados a bioecologia da broca.

Existe também a relação entre a idade da broca-do-café e suas atividades externas aos grãos de café, que são guiadas pelos voláteis do cafezal. A fase fisiológica da fêmea colonizadora prestes a ovipositar está relacionada a hábitos de sobrevivência e reprodução, que induz a fêmea a ir em busca de um hospedeiro (SILVA, 2014).

Outros estudos feitos por Rainho (2015) indicam que a fêmea pode ser atraída tanto por voláteis de café e feromônios emitidos por machos ou por dejetos “ (dust/frass) de outras colônias, mas ainda demandam mais testes. Se for demonstrado que isso efetivamente acontece, um grande passo rumo a novas tecnologias de manejo da praga será dado.

Semioquímicos podem ter participação na atração de inimigos naturais de *H. hampei*. Estudos como o de Parra (2013) indicaram que, mesmo após anos de inatividade, notou-se a reincidência no Brasil da vespa- de-Uganda, um inimigo natural da broca. Pode ser uma possibilidade a atração da vespa aos cafezais pela presença da broca, que pode ser induzida por aleloquímicos emitidos pela broca.

Há ainda, estudos como o de Sera (2010) sobre manipulações genéticas no café a fim de diminuir, inibir ou alterar a produção dos voláteis que atraem a broca.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O café é historicamente uma das mais importantes culturas e com maior peso na economia brasileira. A produção de café é feita em grande parte por pequenos produtores, que possuem limitações na resolução de problemas com a broca-do-café, seja por mão de obra, máquinas e recursos financeiros para otimizar o manejo e monitoramento de potenciais problemas. Tais limitações dificultam o acesso a técnicas de manejo ecológico, fator que leva o produtor a utilizar agentes químicos prejudiciais ao ecossistema, pois possuem resposta rápida e de simples aplicação.

Outro fator limitante é o tamanho da broca, que dificulta o manejo por captura, bem como seu ciclo de vida que acontece majoritariamente (no caso da fêmea) ou totalmente (no caso dos machos) dentro dos grãos. No momento da tomada de decisão sobre qual forma de combate será adotada, a depender do nível de infestação, os produtores optam por agentes químicos de resposta rápida, que vão contra o viés de preservação.

As produções agroecológicas exigem um constante trabalho de monitoramento da infestação, pois para o manejo adequado, comumente usa-se o MIP que não oferece uma resposta veloz no combate, mas se utilizada de maneira correta, pode manter a lavoura de café livre de pragas. Trata-se da união de técnicas que, quando combinadas, apresentam ótimos resultados para a cultura. As técnicas empregadas no MIP são amplamente recomendadas e abrangem o uso de armadilhas físicas, químicas, inimigos naturais como é o caso da vespa-de-Uganda que se alimenta da broca e entomopatogênicos, como é o caso do fungo *Beauveria spp* que causa doença e mata a broca.

A demanda por semioquímicos é uma realidade quanto a urgência em diminuir produtos tóxicos no meio ambiente. Já é uma realidade o uso desses compostos atrativos, entretanto ainda com diversas lacunas apontadas por pesquisadores e produtores que utilizam. O manejo mais comum para *H. hampei* é através de álcoois que volatizam o odor do café combinados a armadilhas da cor do grão maduro, entretanto não apresenta o resultado robusto nas capturas e tampouco na seletividade na atração.

Através de buscas na literatura de plataformas de conteúdo científico, foram encontrados estudos que buscavam, de modo geral, o aprimoramento através

de testes da composição dos voláteis que geram respostas ao comportamento do inseto. Buscando novas fontes de emissão dos voláteis de interesse, como em grãos em diferentes estágios de maturação e também das flores do cafeeiro. Sabe-se que a broca é capaz de localizar e se instalar nos grãos remanescentes enquanto os botões florais ainda estão em desenvolvimento, assim mostra que não somente a coloração vermelha e odor de grão maduro atrai o inseto. Em meio a tantos compostos químicos encontrados em testes de cromatografia, o desafio está na responsividade dos compostos e o teor em que são encontrados.

Os semioquímicos que foram apontados presentes em dejetos de outros insetos, "dust/frass" pode ser um indicativo de feromônios de agrupamento, induzindo a colonizadora a grãos viáveis nas proximidades do sinal emitido.

Através dos avanços da biotecnologia no âmbito da ecologia química, acredita-se que é possível atingir grandes produções de monocultura também, enriquecendo e agregando valor às exportações dos grãos brasileiros de café. O conceito de buscar formas alternativas surge para fortalecer, de diversas formas, a capacidade de produção da agricultura familiar, mas a adesão a manejos alternativos pelas produções historicamente monoculturais alternativos, torna-se interessante devido ao impacto que grandes lavouras causam.

Por conta da dificuldade de manter a broca em laboratório, fator em comum entre os testes que buscam medir qualitativamente e quantitativamente a composição dos sinais, dificultando a quantificação da resposta que o inseto é capaz de emitir ou receber.

Em suma, conforme apresentado ao longo desta revisão, ainda que novas fontes de semioquímicos estejam sendo testadas, há um longo caminho até chegar nos compostos intimamente responsáveis pela resposta do inseto. Os estudos sobre a ecologia química de *H. hampei* vem crescendo e sendo aprimoradas novas técnicas em prol atender de modo mais eficiente, mais sustentável, menos agressivo e economicamente viável a pequenas e grandes escalas de produção, incentivando cada vez mais as práticas bioecológicas de combater insetos praga nas lavouras de café.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, L. S., et al. **Relações entre agricultura orgânica e agroecologia: desafios atuais em torno dos princípios da agroecologia.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 26, p.143-160, Editora UFPR. 2012.

ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara. **Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo.** Agroecología, v. 1, p. 29-36, 2006.

ALVIM, P.T. Moisture stress as a requirement for flowering of coffee. **Science**, Washington, v. 132, p. 354, 1960.

ARISTIZÁBAL, Luis F.; BUSTILLO, Alex E.; ARTHURS, Steven P. **Integrated pest management of coffee berry borer: strategies from Latin America that could be useful for coffee farmers in Hawaii.** Insects, v. 7, n. 1, p. 6, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **A expansão do café no Brasil.** Disponível em: <<https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/a-expansao-do-cafe-no-brasil/>>. Acesso em 11/08/2022

BAKER, P.S. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its control in southern Mexico (Coleoptera, Scolytinae). **Folia Entomol.** Mex., v. 61, p. 9-24, 1984.

BARRERA, Juan F. et al. Trampas de metanol-etanol para detección, monitoreo y control de la broca del café *Hypothenemus hampei*. **Simposio sobre trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica.** Chiapas, Mexico: Sociedad Mexicana de Entomología and El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, 2006.

BENASSI, V.L.R.M. Aspectos biológicos da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferreira 1867) (Coleoptera: Scolytidae), em frutos de açaí, *Euterpe oleracea*. **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1. Poços de caldas, MG. Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café: MINASPLAN, v. 2, p. 1178-1180. 2000a.

BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Ipidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 14, p. 31-72, 1943.

BERGAMIN J.; KERR W.E. **Determinação do sexo e citologia da broca do café.** Ciência e Cultura, São Paulo, v. 3, p. 117-121, 1951.

BEZERRA, Caroline de Andrade et al. **Plantas de café GM para resistência à broca-do-café: avaliação de biossegurança alimentar.** 2013.

RICCI, Marta dos Santos Freire; NEVES, Maria Cristina Prata. **Cultivo do Café Orgânico.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004.

BRASIL. Lei nº 10.831 de 23 de Dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm>. Acesso em: 16/12/2022

CAMARGO, Angelo Paes de; CAMARGO, Marcelo Bento Paes de. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v. 60, p. 65-68, 2001.

CARVALHO, João P.; SOUZA, J. C. **Manual de prevenção e combate à broca-do-café**. 2016.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ -CECAFE. **Relatório mensal fevereiro 2022: Relatório mensal dezembro de 2022**. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.cecafe.com.br/site/wp-content/uploads/graficos/CECAFE-Relatorio-Mensal-DEZEMBRO-2022.pdf&hl=en>>. Acesso em: 12/12/2023, 4, 2022.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **Sobre o Café: Produção**. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/producao/>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

DA SILVA, Wellington Dias. **Idade de fêmeas colonizadoras de Hypothenemus hampei (Ferrari) e sua resposta aos voláteis de flores de café, Coffea arabica L.** Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2014.

DE FIGUEIREDO, Elsie Antônio Pereira; SOARES, João Paulo Guimarães. Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas. **Embrapa Cerrados-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, ed. 49. Brasília, 2012.

DE LIMA FILHO, José Adeildo et al. Captura de insetos utilizando armadilhas de garrafa pet em uma mata na localidade de Jenipapo, Puxinanã, PB. **Anais do I Conapesc**. Campina Grande, 2016.

DE OLIVEIRA, Itamar Pereira; OLIVEIRA, Luana Carvalho; DE MO, Camila Stéffane Fernandes Teixeira. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.

DINIZ, Caio Vinícius Cintra, NETO, Fábio Lúcio Martins, VIVIANI, Marcelo Juliano. **Manual do café orgânico**. Agrobiota, 2019.

DOMINGOS, Lucas Prado. **Manejo sustentável da broca-do-café (Hypothenemus Hampei)**. 2022.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Como plantar cebola: manejo orgânico**, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/cebola/manejo-organico>>. Acesso em: 17/09/2022.

EMBRAPA NOTÍCIAS. **Principais pragas do cafeeiro no contexto do manejo integrado de pragas**, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de>>

noticias/-/noticia/6694669/artigo---principais-pragas-do-cafeeiro-no-contexto-do-manejo-integrado-de-pragas>. Acesso em: 09/01/2023

EMBRAPA. **Semioquímicos**: alternativa biológica para controle de pragas, 2004. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355163/1994995/fold04_01_semioquimicos.pdf/cd66457b-89b4-4e0c-b109-aede05ebb5d8>. Acesso em: 10/01/2023

GALDINO BALLESTERO, I.; MARTINS VIEIRA ZIMMERMANN, S.; MORAES DIAS, G.; PARO, C. E. Um Cafezinho e a Conta: a Certificação do Café Orgânico no Brasil. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), São Paulo, v. 9, n. 2, p. 67–85, 2019.

INFANTE, F.; PÉREZ, J.; VEGA, F. E. The coffee berry borer: the centenary of a biological invasion in Brazil. **Brazilian journal of Biology**, v. 74, p. S125-S126, 2014.

LAURENTINO, Eliane; COSTA, José Nilton Medeiros. **Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia**. 2004.

LOPES, Dayanny; DE ANDRADE, Diego César Terra. **O comportamento de compra do consumidor de café orgânico no Sul de Minas**. Revista Agrogeoambiental, v. 7, n. 1, 2015.

MANCUSO, Mauricio Antonio Cuzato; SORATTO, Rogério Peres; PERDONÁ, Marcos José. **Produção de café sombreado**. Colloquium Agrariae; 2013.

MARTINS, A.L. **História do Café**. Contexto, 2. ed. São Paulo, 2012, 320p.

Mathieu, F., Brun, LO e Frérot, B. (1997), Fatores relacionados ao abandono do hospedeiro nativo pela broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Col., Scolytidae). **Journal of Applied Entomology**, 121: 175-180.

MATHIEU, Frederic; GAUDICHON, Veronique; BRUN, Luc Oliver; FRÉROT, Brigitte., Efeito do estado fisiológico nas respostas olfativas e visuais da fêmea de *Hypothenemus hampei* durante a colonização da planta hospedeira. **Entomologia Fisiológica**, 26: 189-193.(2001). Disponível em: <<https://doi.org/10.1046/j.1365-3032.2001.00232.x>> Acesso em: 19/12/2022

iFood News. **O consumo de orgânicos cresce no Brasil, mas esbarra no preço**. Disponível em: <<https://news.ifood.com.br/consumo-de-organicos-cresce-no-brasil-mas-esbarra-no-preco/>>. Acesso em: 12/12/2022

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>>. Acesso em 09/01/2023

MORAES, M. C. B. et al. **Eletroantenografia**: a antena do inseto como um biossensor. 2008.

MOREIRA, Cássio Franco; DINIZ, Caio Vinícius Cintra; PAIVA, Artur Orelli. **Manejo sustentável do cafeeiro**: Clima e água para uma cafeicultura sustentável. Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil, 2016.

MUDHOO, Ackmez et al. Remoção de endosulfan por processos de biorremediação, degradação fotocatalítica, adsorção e separação por membrana: uma revisão. **Chemical Engineering Journal** , v. 360, p. 912-928, 2019.

MUSCHLER, R.G. **Efectos de diferentes niveles de sombra de Erythrina poeppigiana sobre Coffea arabica vars. Caturra y Catimor.**, 1995. v. 2, p.158-160.

NUNES, IVANIL. **A Ferrovia em São Paulo**, 2001.

ORGANIS. **Pesquisa consumidor orgânico 2021**. Disponível em: <<https://organis.org.br/pesquisa-consumidor-organico-2021/>>. Acesso em: 18/12/2022.

PARRA, José Roberto Postali; REIS, Paulo Rebelles. Manejo integrado para as principais pragas da cafeicultura, no Brasil. **Visão Agrícola**, v. 8, n. 12, p. 47-50, 2013.

PEREIRA CARVALHO, Miclay dos Reis et al. **Bioecologia da broca-do-café, "Hypothenemus hampei"(Ferrari, 1867)(" Coleoptera: Curculionidae, scolytinae"), na ilha de São Tomé**. 2021.

RANGEL, OTACILIO JOSE P. et al. **Tópicos em agroecologia**. 2022; v. 3.,(p. 167).

REPOSITÓRIO DIGITAL CECAFÉ. **Biología y comportamiento de la broca del cafe en relación con su hospedante: el cafe**. Disponível em: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/848/2/Biolog%c3%ada%20y%20comp%20ortamiento%20broca>

RIBEIRO, Bruno Batista et al. **Avaliação química e sensorial de blends de Coffea canephora Pierre e Coffea arabica L**. 2014.

RICCI, M.; ARAÚJO, M.; FRANCH, CM de C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

RICCI, M.S.F.; NEVES, M.C.P. **Cultivo do café orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004, 95p.

RISCH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control, data, tentative conclusions and new research directions. **Environmental Entomology**, New York, v. 12, p. 625-629, 1983

SERA, G. H. et al.. Coffee Berry Borer Resistance in Coffee Genotypes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. Braz. 2010.

SILVA, A.F.C. A campanha contra a broca-do-café em São Paulo (1924-1927). **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. v. 13, n. 4, p. 957-993, 2006.

SILVA, Weliton Dias da. C. **Comportamento sexual da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867)(Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).** 2009.

SOUZA, Rafael Assis de. **Métodos de Manejo para Broca-Do-Café, *Hypothenemus Hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).** Porto Alegre, 2019.

TRIGO, Sany Karla Faria et al..Observação comportamental da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*)(Ferrari, 1867)(Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). **Ciências Rurais em Foco**, v.8, p. 85., 2022

TRIGO, J. R.; BITTRICH, V.; AMARAL, M. do C.; MARSAIOLI, A. J. Ecologia química. **Revista Chemkeys**, Campinas, SP, n. 3, p. 1–9, 2018. DOI: 10.20396/chemkeys.v0i3.9641. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/9641>. Acesso em: 1 mar. 2023.

VILELA, Gisela Freitas [et al.]. Agricultura orgânica no Brasil: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Campina. **Embrapa Territorial**, 2019.