



ANA CAROLINE RANGEL SANTOS

**PERFORMANCE DE MOLÉCULAS INSETICIDAS NO
CONTROLE DE *HYPOTHENEMUS HAMPEI* (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE, SCOLYTINAE)**

LAVRAS-MG

2019

ANA CAROLINE RANGEL SANTOS

**PERFORMANCE DE MOLÉCULAS INSETICIDAS NO CONTROLE DE
HYPOTHENEMUS HAMPEI (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE, SCOLYTINAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Agronomia, para obtenção do
título de Bacharel.

Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho

Orientador

LAVRAS-MG

2019

Aos meus pais, minha irmã e meus sobrinhos, motivos da minha força e perseverança,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me concedido a oportunidade de cursar uma nova faculdade, buscando um grande sonho. Pela capacidade de superar todos os desafios encontrados nessa trajetória.

Aos meus pais que sempre lutaram para me dar o que de melhor poderiam, até mesmo acima daquilo que lhes era capaz. Pela vida maravilhosa que tive durante esse tempo que, apesar das lutas, as vitórias foram sempre mais expressivas.

À minha irmã, por sempre me apoiar, me puxar a orelha nas dificuldades e me fazer enxergar sempre o lado bom das coisas.

Aos meus avós, em especial ao meu vô Iracy, que sempre se mostrou confiante em minha capacidade e se preocupou muito comigo. E, se for da vontade de Deus (sinto que será), conseguirá ver mais essa vitória.

Ao meu maravilhoso orientador, Geraldo Carvalho, que sempre me foi mais que um amigo, foi um pai, um confidente, um porto seguro por todo esse tempo. Vai ser uma pessoa que levarei para a vida toda, sem sombra de dúvidas. É um espelho para mim. Se eu conseguir ser metade do que ele é, vai ser minha vitória de vida.

A uma pessoa incrível que conheci nesse trajeto, Lea. Mais que uma técnica de laboratório, é uma pessoa inspiradora, que faz o que ama da melhor forma possível. É também um exemplo de profissional e de pessoa.

Ao Leopoldo, que foi mais que um colega de trabalho e academia, sempre teve paciência com meus questionamentos e sempre me salvou em todos os momentos de desespero, principalmente com a estatística.

A todos os meus colegas de laboratório, em especial à Luana, que é uma amiga que quero levar para o resto da vida.

Ao Gabriel, que sempre me apoiou e mais que ninguém, me ajudou muito nesse experimento e sempre me apoia. É um prazer imensurável poder estar ao lado dessa pessoa maravilhosa.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidas nesse trabalho, me orientando e me dando forças para sempre buscar o meu melhor, meu muito obrigada.

RESUMO

O Brasil é destaque mundial na produção de café, sendo o maior produtor e exportador do grão. A cultura apresenta inúmeros problemas fitossanitários que culminam na redução da produtividade e na qualidade dos grãos. A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) é uma das principais pragas da cultura no mundo e ataca frutos em todos os estágios de maturação, podendo ocasionar perda total na produção. A principal medida de controle se baseia na aplicação de inseticidas sintéticos; no entanto, os compostos têm-se mostrado ineficientes. Portanto, é de extrema importância o desenvolvimento e avaliação de novos produtos para o seu controle. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance das moléculas inseticidas clorpirifós, gama-cialotrina e ciantraniliprole no controle da broca-do-café. Foram desenvolvidos dois experimentos em laboratório: o primeiro consistiu na aplicação de 10 tratamentos com as três moléculas inseticidas aplicadas sobre os frutos do café e estes foram oferecidos ao inseto adulto; o segundo consistiu na aplicação dos mesmos 10 tratamentos sobre os adultos diretamente e lhes foi oferecido fruto isentos de contaminação. Cada tratamento consistiu de cinco repetições com oito sub-repetições cada. A sub-repetição foi formada por um adulto de *H. hampei* e um fruto de café no estágio chumbão, totalizando 40 sub-repetições, mantidas em tubos de vidro e vedados com filme de PVC. Foram avaliados os parâmetros de mortalidade, frutos brocados, grãos brocados e grãos com oviposição. Quando aplicados diretamente sobre fêmeas adultas da broca-do-café, os tratamentos T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole) são eficientes, igualando-se ao inseticida padrão para todas as características avaliadas. Ao ser aplicado diretamente sobre os frutos e imediata oferta às fêmeas da broca, o tratamento T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) mostrou-se eficiente, de forma semelhante ao padrão clorpirifós. Em função dos resultados encontrados, os tratamentos T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole) devem ser avaliados em condições de campo, visto que apresentam grande potencial para redução populacional da broca-do-café.

Palavras-chave: Broca-do-café; Controle químico; Pragas do cafeeiro; MIP.

ABSTRACT

Brazil is a world highlight in coffee production, being the largest producer and exporter of coffee beans. The crop has many phytosanitary problems that culminate in reduced yield and grain quality. The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) is one of the main crop pests in the world and attacks fruits at all stages of maturation and can lead to total loss in production. The main control measure is based on the application of synthetic insecticides, however, the compounds have been shown to be inefficient. Thus, the development and evaluation of new products for its control is extremely important. In this sense, the present work aimed to evaluate the performance of insecticide molecules (chlorpyrifos, gamma-cyhalothrin and cyantraniliprole) in the control of the coffee berry borer. Two experiments were carried out in the laboratory: the first consisted of the application of 10 treatments with the three insecticidal molecules applied to the coffee fruits and these were offered to the adult insect; The second consisted of applying the same 10 treatments to the adults directly and was offered fruit free of contamination. Each treatment consisted of five repetitions with eight sub-repetitions each. The sub-repetition was formed by an *H. hampei* adult and a coffee fruit in the lead stage, totaling 40 pseudo-repetitions, kept in glass tubes and sealed with vinyl polychloride (PVC) film. Mortality parameters, brocade fruits, brocade grains and oviposition grains were evaluated. When applied directly to adult coffee berry borer females, treatments T8, T9 and T10 are the most effective, equaling the standard insecticide for all traits evaluated. When applied directly to the fruits and immediately offered to the drill females, the T9 treatment was efficient, similar to the standard chlorpyrifos. Depending on the results found, treatments T7 (0.5 L / ha gamma-cyhalothrin), T8 (0.25 L / ha gamma-cyhalothrin + 1.25 L / ha cyantraniliprole), T9 (0.25 L / ha of gamma-cyhalothrin + 1.5 L / ha of cyantraniliprole) and T10 (1.5 L / ha of ciatraniliprole) should be evaluated under field conditions, as they have great potential for population reduction of berry borer.

Keywords: Coffee berry borer; Chemical control; Coffee pests; IPM

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1	O café.....	9
2.2	Prejuízos causados pela broca-do-café e seus métodos de controle.....	10
2.3	Biologia de <i>H. hampei</i>	11
2.4	Principais moléculas inseticidas usadas no controle de pragas em cafeeiro...12	
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1	Obtenção dos indivíduos de <i>H. hampei</i>	13
3.2	Obtenção dos frutos de café.....	14
3.3	Bioensaio da exposição dos adultos de <i>H. hampei</i> aos frutos tratados.....	14
3.4	Bioensaio da pulverização dos compostos em adultos de <i>H. hampei</i>	15
3.5	Análise de dados.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1	Exposição dos adultos de <i>H. hampei</i> aos frutos tratados.....	16
4.2	Efeito dos compostos quando aplicados diretamente sobre adultos de <i>H. hampei</i>	22
5	CONCLUSÕES.....	28
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O cafeeiro tem sido cultivado há muitos anos e é apreciado de diversas formas em várias regiões do mundo. O gênero *Coffea* (Rubiaceae) é composto por 124 espécies, das quais apenas duas são exploradas economicamente, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (DAVIS et al., 2006). O Brasil é um país de destaque mundial no que tange à produção de café, sendo o maior produtor e exportador do grão. Em 2018, o país produziu 61 milhões de sacas de 60 kg de café (arábica e conilon), sendo que a estimativa para 2019 é de 48 milhões de sacas beneficiadas, seguindo o ano de bienalidade negativa. A produção cafeeira no Brasil está distribuída nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás e Mato Grosso (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2019).

A cultura cafeeira apresenta inúmeros problemas fitossanitários que contribuem fortemente com a redução na produtividade e na qualidade dos grãos (GALLO et al., 2002). A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) é uma das principais pragas de regiões produtoras de café no mundo e ataca frutos em qualquer estágio de maturação, de verdes até maduros e secos, o que pode ocasionar em perda total na produção (BARREIRA et al., 1990; COSTA; TEIXEIRA; TREVISAN, 2015). Somente no Brasil, os prejuízos anuais oriundos dessa praga ultrapassam 300 milhões de dólares, considerando os danos diretos (OLIVEIRA et al., 2013). Redução no percentual de grãos perfeitos, aumento de grãos quebrados, perda de peso, interferência no tipo do café, queda de frutos brocados ainda no campo e infestação por microrganismos são danos diretos provocados pela broca no processo de produção do café (REIS; SOUZA, 1984).

H. hampei é um inseto monófago, ou seja, ataca somente a cultura do cafeeiro (BENASSI; CARVALHO, 1994). É originária da África e foi introduzida no Brasil no ano de 1913, no estado de São Paulo, junto com sementes importadas da África e de Java (LAURENTINO; COSTA, 2004). As fêmeas acasaladas constroem um orifício no fruto do café, preferencialmente na região da coroa por ser mais sensível e depositam seus ovos em uma galeria construída no endosperma da semente, de tal modo que, tanto as larvas como os adultos, provocam danos consideráveis aos frutos (MATHIEU et al., 2001; COSTA; TEIXEIRA; TREVISAN, 2015).

Possui comportamento críptico, passando todo o ciclo de vida, de ovo a adulto, dentro do fruto, dificultando assim, as estratégias para seu controle (DAMON, 2000). A principal

estratégia de controle tem sido baseada na aplicação de inseticidas sintéticos. O endosulfan, era amplamente utilizado, porém, devido à toxicidade ao homem e ao impacto ambiental (DAMON, 2000), seu uso foi banido em vários países no mundo. No Brasil, o banimento do produto se deu no ano de 2013 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 2019), o que provocou inúmeros surtos populacionais da praga em todas as regiões produtoras no país (MOTA et al., 2017). Por essa razão, é de extrema importância o desenvolvimento e avaliação de novos compostos para o seu controle (ARISTIZÁBAL et al., 2016).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a performance das moléculas inseticidas clorpirifós, gamacialotrina e ciantraniliprole no controle da broca-do-café.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O café

As espécies de café exploradas economicamente possuem diferentes centros de origem, a espécie *C. arabica* é endêmica de elevadas altitudes do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, enquanto *C. canephora* é endêmica de planícies da África tropical (DAVIS et al., 2006).

Ambas as espécies se diferem tanto na fisiologia, quanto no manejo da lavoura. A *C. arabica* produz cafés de qualidade mais elevada, possuindo nuances de sabores, gerando cafés mais finos e requintados, com frutos arredondados, suaves, levemente amargos, de cor amarronzada, crosta lisa e perfume intenso. Geralmente é cultivado em regiões com altitude acima de 800 m e a maturação dos frutos ocorrem em período de 7 a 9 meses. A espécie *C. canephora* possui tratos culturais mais rústicos, podendo ser cultivada ao nível do mar. É mais precoce, resistente e produtivo, porém não apresenta nuances de sabor, sendo frequentemente usados em “blends” e na fabricação de café solúvel, uma vez que apresenta maior teor de sólidos solúveis (CARRERA et al., 1998).

O café é consumido de diversas formas, como chás, expresso, gourmet, cappuccino, frappuccino, balas, entre outros. Outra utilização é a extração do óleo, geralmente utilizado como aditivo na indústria alimentícia, que, quando extraído do grão verde, é empregado também na indústria cosmética (ARRUDA et al., 2009; SAES; JAYO, 1998).

As primeiras sementes de café chegaram ao estado do Pará em 1727, trazidas da Guiana Francesa pelo sargento-mor Francisco de Melo Palheta. As primeiras mudas foram plantadas

nos estados do Pará e Maranhão, mas tiveram pouca adaptação ao clima e aos solos dessas regiões. A partir daí o cultivo do café foi se alastrando para as demais regiões do Norte e Nordeste, onde apresentou também, pouca adaptação. Em 1830, as primeiras plantas de café chegaram nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Santa Catarina. Vastas fazendas cafeeiras se estabeleceram nesses estados e iniciaram uma larga produção, com a utilização, inicialmente, de mão de obra escrava e, posteriormente, de imigrantes assalariados (MARTINS, 2012; NEVES, 1939).

O Brasil é um dos principais países produtores agrícolas do mundo e, dentre as culturas, o cafeeiro se destaca como a segunda de maior importância nacional, sendo o maior produtor e exportador do grão. Sua produção está distribuída principalmente nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Rondônia e Bahia (MATIELLO et al., 2002). A área total plantada no país com a cultura compreende aproximadamente 2,13 milhões de hectares com cerca de 300 mil produtores, predominando os mini e pequenos, em aproximadamente 1900 municípios (CONAB, 2019; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, 2017).

As exportações de café, de janeiro a novembro de 2018, movimentaram aproximadamente 4,55 bilhões de dólares, evidenciando a importância da cultura para a economia nacional (CONAB, 2018). A cadeia produtiva de café é responsável pela geração de mais de 8 milhões de empregos no país, proporcionando renda, acesso à saúde e à educação para os trabalhadores e suas famílias (MAPA, 2017). Estima-se que aproximadamente 20 milhões de famílias em todo o mundo dependem dessa cultura para sua subsistência (VEGA et al., 2015).

2.2 Prejuízos causados pela broca-do-café e seus métodos de controle

A produção de café tem aumentado nas últimas décadas devido ao uso de variedades altamente produtivas, fertilizantes e altas densidades de cultivo (BAKER; JACKSON; MURPHY, 2002). Entretanto, em muitos países sua produção é ameaçada por uma série de pragas e doenças (JARAMILLO; BORGEMEISTER; BAKER, 2006). Os prejuízos econômicos causados por insetos-praga nesta cultura foram estimados em aproximadamente 900 milhões de dólares ao ano (MOTA et al., 2017).

A broca-do-café e o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrotet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) são as mais importantes pragas que ocorrem nesta cultura

pelos grandes prejuízos econômicos que causam ao reduzir a produtividade das lavouras e ao afetar a qualidade do café (REIS et al., 2010).

A broca-do-café é considerada praga-chave na cultura e está presente em quase todos os países produtores. O principal problema é que seu controle é dificultado à medida que a produção se intensifica e o espaçamento de plantio é reduzido (BAKER; JACKSON; MURPHY, 2002).

Para se obter sucesso no controle da broca-do-café, a melhor alternativa é adotar medidas integradas de manejo, como controle cultural, biológico e químico. O controle cultural consiste basicamente no manejo da colheita, evitando deixar frutos nas plantas e no chão, para impedir com que a praga sobreviva na entressafra e não ocorra uma infestação posteriormente à nova frutificação. Comumente, a colheita se inicia nos talhões mais infestados, uma vez que a broca apresenta grande capacidade de reprodução e, em anos de alta infestação, os últimos talhões colhidos são os que apresentam maiores níveis de infestação. O controle biológico geralmente é realizado com fungos *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill), além disso, tem sido registrado naturalmente grande predação por parte de vespas. O controle químico é o mais utilizado, por atingir o alvo mais rapidamente; contudo as amostragens e a tomada de decisão são extremamente importantes para a boa eficácia dos inseticidas. Este deve ser realizado, com base no monitoramento, quando o nível de infestação atingir 3% a 5% (INFANTE et al., 2014). O monitoramento deve ser realizado a cada ano na época de trânsito da praga, a qual se inicia três meses após a grande florada (novembro a janeiro), em frutos verdes chumbões aquosos (BUENO et al., 2017). O período crítico para aplicação do inseticida é antes que o inseto cause danos ao endosperma, ou seja, de 110 a 120 dias após a floração (BAKER; JACKSON; MURPHY, 2002).

2.3 Biologia de *H. hampei*

A broca-do-café possui ciclo de vida curto, passando da fase de ovo à fase adulta em um período de 28 a 34 dias (DAMON, 2000). A proporção de fêmeas e machos é de nove para um, respectivamente, e ocorre em função da presença de uma proteobactéria do gênero *Wolbachia*, presente nos tecidos reprodutivos, que causa a morte dos machos e conversão de machos em fêmeas funcionais. São postos, em média, de 2 a 3 ovos por dia, podendo durar até 20 dias de oviposição regular, posteriormente, reduzindo a intensidade (BERGAMIN, 1943; JARAMILLO et al., 2006). A longa oviposição e o rápido ciclo de vida permitem, ao mesmo tempo e em um mesmo grão, a presença de todas as formas de vida do inseto (DAMON, 2000).

As fêmeas acasaladas de *H. hampei* constroem um orifício no fruto do café, preferencialmente na região da coroa, e depositam seus ovos em uma galeria construída no endosperma da semente, de modo que tanto as larvas como os adultos causam danos consideráveis aos frutos (JARAMILLO et al., 2009; MATHIEU et al., 2001). Geralmente, antes de se dispersarem para colonizar outros frutos, as novas fêmeas cruzam com seus próprios irmãos, gerando uma baixa variabilidade genética na espécie (BENAVIDES et al., 2005). Após a cópula, as fêmeas comumente abandonam o fruto de café no qual se desenvolveram, visando a colonização de novos frutos. Por esta razão são chamadas de ‘fêmeas colonizadoras’ (MATHIEU et al., 1997). Ao iniciar a oviposição em um novo grão, os músculos das asas da fêmea se degeneram, prevenindo a colonização de frutos adicionais. Porém, caso o grão seja totalmente consumido, as fêmeas podem se deslocar para frutos adjacentes (DAMON, 2000). O período larval dura 15 dias, enquanto o de pupa leva 7 dias. Os machos medem cerca de 1,18 mm de comprimento, 0,51 mm largura e 0,55 mm de altura e são menores que as fêmeas, não voam e vivem de 20 a 87 dias. As fêmeas medem cerca de 1,65 mm de comprimento, 0,67 mm de largura e 0,73 mm de altura, e possuem maior longevidade, podendo alcançar até 157 dias (SOUZA; REIS, 1997; DAMON, 2000; BENAVIDES et al., 2005). Fatores ambientais como temperatura, umidade (BAKER; BARRERA; RIVAS, 1992) e luz (MATHIEU et al., 1997) são primordiais para desencadear o processo de dispersão da espécie.

A espécie *C. canephora* é a mais susceptível ao ataque da broca, provavelmente por apresentar uma floração irregular durante o ano, com frutos em diferentes estágios de desenvolvimento. Além disso, seu plantio é mais comum em regiões quentes, o que favorece o ciclo do inseto (GUERREIRO; MAZZAFERA, 2003).

2.4 Principais moléculas inseticidas usadas no controle de pragas em cafeeiro

O inseticida clorpirifós (O,O-dietil-O-3,5,6-tricloro-2-piridinil fosforotioato) é um dos principais inseticidas organofosforados comercializado. Nos Brasil, mais de 7 mil toneladas deste produto foram comercializadas no ano de 2018 segundo levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2019). É utilizado para o controle de pragas de uma ampla variedade de culturas alimentares, plantas ornamentais e culturas em estufas; também é aplicado para controle de pragas em ambientes fechados, bem como pragas estruturais (cupins), e até mesmo em coleiras de animais domésticos (LEE et al., 2004).

Registrado em 1965, o clorpirifós é um inseticida moderadamente perigoso (Classificação Toxicológica II), com baixa solubilidade em água e alta taxa de sorção em solos (US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2015), no Brasil, o clorpirifós apresenta aplicação foliar nas culturas de algodão, batata, café, cevada, citros, feijão, maçã, milho, pastagem, soja, sorgo, tomate e trigo, aplicação localizada na cultura da banana (recipiente para proteção do cacho) e aplicação no solo nas culturas de batata e milho.

O ciantraniliprole é um inseticida do grupo das diamidas antranílicas (antranilamida) desenvolvido em vários países pelo IE DuPont de Nemours and Company, Inc. Cyantraniliprole ativa os receptores de rianodina através de um estímulo para a liberação das reservas de cálcio do retículo sarcoplasmático de células musculares (principalmente para insetos mastigadores), causando má regulação, paralisia e morte de espécies sensíveis. Apresenta ação de profundidade e age principalmente por ingestão e contato, demonstrando boa atividade adulticida, ovicularicida e larvicida. Apresenta baixa toxicidade para vários artrópodes não alvos e outros organismos como pássaros, peixes, mamíferos, minhocas, microrganismos, algas e outras plantas (Informação da DuPont TM Stine-Haskell Research Center - Delaware, USA).

A gama-cialotrina é um inseticida que age por contato e ingestão, de fórmula $C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$, grupo químico dos piretroides, sendo utilizado através de aplicação foliar para as culturas de algodão, batata, café, cebola, citros, couve, feijão, milho, soja, tomate e trigo (ANVISA, 2019). Possui classe toxicológica III – medianamente tóxico (FMC, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção dos indivíduos de *H. hampei*

Adultos de *H. hampei* foram obtidos de frutos coletados em lavouras cafeeiras presentes no município de Nepomuceno-MG. Os frutos foram mantidos em bandeja plástica (38 x 53 cm) com a extremidade superior coberta com tecido *voile* por três dias até a montagem do experimento.

Os insetos adultos foram retirados dos frutos com o auxílio de estiletos e pincéis, e individualizados em tubos de vidro (8,0 cm x 2,5 cm) vedados com filme de PVC.

3.2 Obtenção dos frutos de café

Os frutos de café foram coletados no estágio chumbão em lavoura instalada na Universidade Federal de Lavras e livre da aplicação de qualquer defensivo químico nos últimos cinco meses. Foram armazenados em sacos plásticos com circulação de ar e mantidos sob refrigeração em laboratório até a montagem dos experimentos.

3.3 Bioensaio da exposição dos adultos de *H. hampei* aos frutos tratados

O delineamento usado foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos, sendo que cada um consistiu de cinco repetições com oito pseudo-repetições cada. A pseudo-repetição foi formada por um adulto não sexado de *H. hampei* e um fruto de café no estágio chumbão, totalizando 40 pseudo-repetições, mantidas em tubos de vidro e vedados com filme de PVC (Figura 1). Os frutos receberam os tratamentos listados na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos avaliados quanto à eficiência de controle da broca-do-café.

Tratamento	Ingrediente Ativo	Dose (L/ha)
T1	-	0
T2	Clorpirifós	1,5
T3	Gama-cialotrina	0,1
T4	Gama-cialotrina	0,2
T5	Gama-cialotrina	0,3
T6	Gama-cialotrina	0,4
T7	Gama-cialotrina	0,5
T8	Gama-cialotrina+Ciantraniliprole	0,25 + 1,25
T9	Gama-cialotrina+Ciantraniliprole	0,25 + 1,5
T10	Ciantraniliprole	1,5

O tratamento com água foi utilizado como testemunha e o tratamento com clorpirifós como padrão de referência para eficiência de controle, uma vez que é registrado e vem sendo bastante aplicado em lavouras cafeeiras. O tratamento com gama-cialotrina foi testado em diferentes doses uma vez que está em fase de teste para registro para a broca-do-café.

As caldas químicas foram preparadas em béqueres de 0,5 L, considerando um volume de 300 L/ha para o tratamento com clorpirifós e 400 L/ha para os demais tratamentos, conforme as recomendações dos fabricantes. Os frutos foram imersos por cinco segundos em 0,5L de

cada calda química e, em seguida, colocados sobre um papel-filtro para eliminação do excesso de calda de sua superfície.

Os insetos foram mantidos em condições controladas, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 (luz/escuro). Após 15 dias todos os frutos foram avaliados e aqueles que apresentavam perfuração foram abertos com o auxílio de um bisturi. Avaliou-se a mortalidade, o número de frutos brocados (perfuração somente na região do mesocarpo, de modo que o grão não foi atingido), de grãos brocados e de grãos com oviposição.

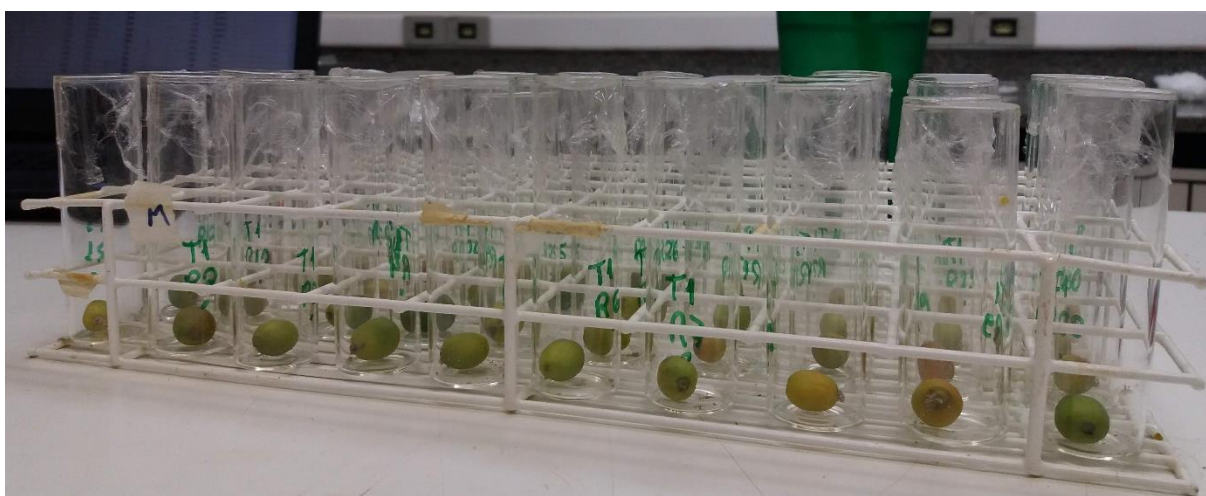


Figura 1 – Grãos de café tratados e mantidos em tubos de vidro juntamente com uma broca-do-café.

3.4 Bioensaio da pulverização dos compostos em adultos de *H. hampei*

A metodologia seguiu o mesmo padrão citado no tópico 3.3, porém, para cada tratamento, os indivíduos foram divididos em quatro blocos contendo 10 insetos e colocados em uma placa de Petri com papel-filtro ao fundo. Foi preparado 0,2 L de calda para cada tratamento. Os insetos tiveram o contato com as moléculas via pulverização com borrifadores.

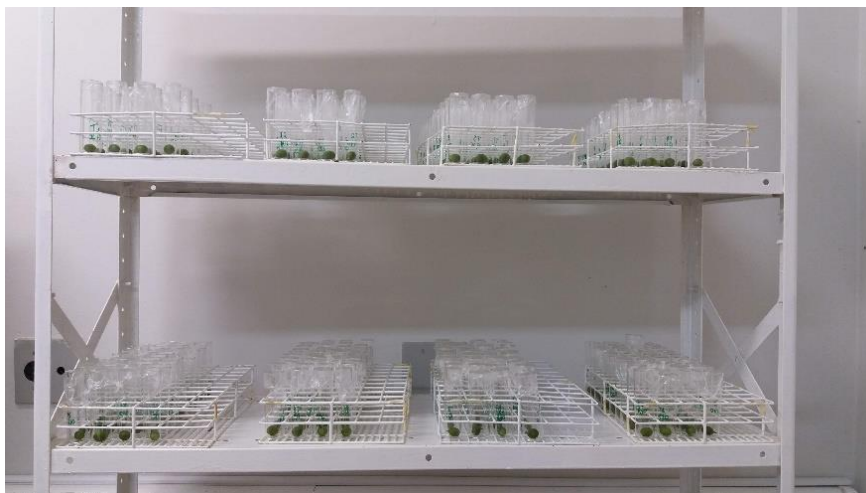


Figura 2 – Tubos de vidro contendo adultos de broca-do-café e fruto de café com os diferentes tratamentos.

3.5 Análise de dados

Os dados foram analisados no programa estatístico R (R Development Core Team 2010). A análise realizada foi a de Kruskal-Wallis, que consiste em um teste não-paramétrico, dispensando a normalidade dos dados avaliados e igualdade nas variâncias. Segundo Pontes (2005), tal teste apresenta-se como uma alternativa não paramétrica à Anova One-way e é utilizado quando os dados estudados não apresentam uma distribuição normal e não se verifica uma homogeneidade de variâncias em todos os grupos, como é o caso desse trabalho.

A porcentagem de eficiência de controle da broca (mortalidade) foi calculada pela fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925) a partir do número de insetos vivos na testemunha (T) e no tratamento (Tr), conforme as normas para avaliação e para a indicação de inseticidas, apresentadas pela Embrapa.

$$E\% = \frac{T-Tr}{T} \times 100 \quad (1)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Exposição dos adultos de *H. hampei* aos frutos tratados

O inseticida clorpirifós (T2) foi o mais eficiente, confirmando resultados obtidos por Villalba-Gault et al. (1995). A gama-cialotrina na menor concentração (T3 – 0,1 L/ha) apresentou a menor eficiência. O tratamento com T9 apresentou boa eficiência, próxima a 80% (Figura 3).

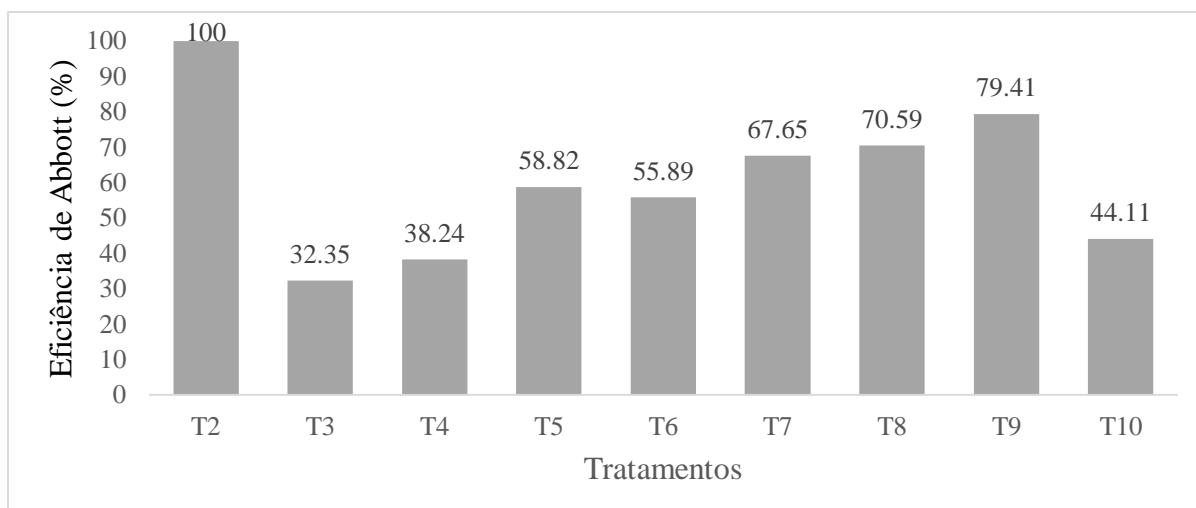


Figura 3 – Porcentagem de eficiência dos tratamentos pela fórmula de Abbott, aos 15 dias após aplicação em frutos de café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole).

O inseticida ciantraniliprole pode causar letalidade em fêmeas adultas da broca por ingestão. Ao escavar a galeria, as fêmeas geralmente ingerem pequenas partículas do exocarpo, que contêm o inseticida, intoxicam-se, sofrem paralisia muscular e param de se alimentar. Posteriormente abandonam a galeria e o fruto. Geralmente não morrem na hora, mas sim, após sete a dez dias (SOUZA et al., 2013). Entretanto, isso não foi observado no presente experimento mesmo 15 dias após a avaliação (T10), apresentando uma eficiência de controle relativamente baixa (52,5% - Figura 4). Quando aplicado na dosagem recomendada junto à gama-cialotrina, a eficiência foi significativamente ampliada, passando para 82,5% (Figura 4).

O tratamento contendo apenas a gama-cialotrina, mesmo em sua maior dose (T7), não apresentou eficiência considerável (acima de 80%), não se diferenciando do tratamento T8 (Figura 4).

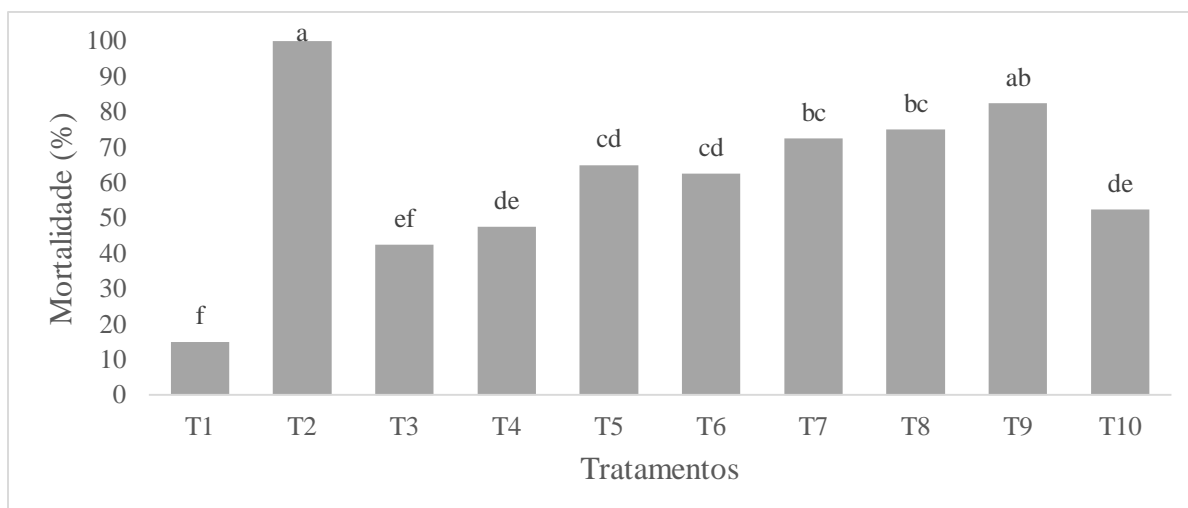


Figura 4 – Porcentagem de mortalidade dos insetos submetidos aos tratamentos aos 15 dias após aplicação em frutos de café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis

Tabela 2 – Níveis de significância para o teste estatístico de mortalidade.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001								
T3	NS	<0,001							
T4	NS	<0,001	NS						
T5	<0,01	<0,05	NS	NS					
T6	<0,01	<0,05	NS	NS	NS				
T7	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS			
T8	<0,001	NS	<0,05	NS	NS	NS	NS		
T9	<0,001	NS	<0,01	<0,05	NS	NS	NS	NS	
T10	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não significativo

Ao analisar os frutos brocados, foi possível verificar que os tratamentos contendo a menor dosagem de gama-cialotrina (T3) e o T10 não se diferiram do controle (T1), ambos apresentando mais de 80% de frutos brocados. Esse parâmetro pode ser reflexo da reduzida capacidade de controle dessas moléculas, contestando o esperado para o ciantraniliprole (Figura 5).

O tratamento que apresentou menor percentual de frutos brocados foi o T2. Os tratamentos T7 e T9 não foram diferentes do tratamento T2 (Figura 5), o que pode evidenciar uma certa eficiência no controle desta variável.

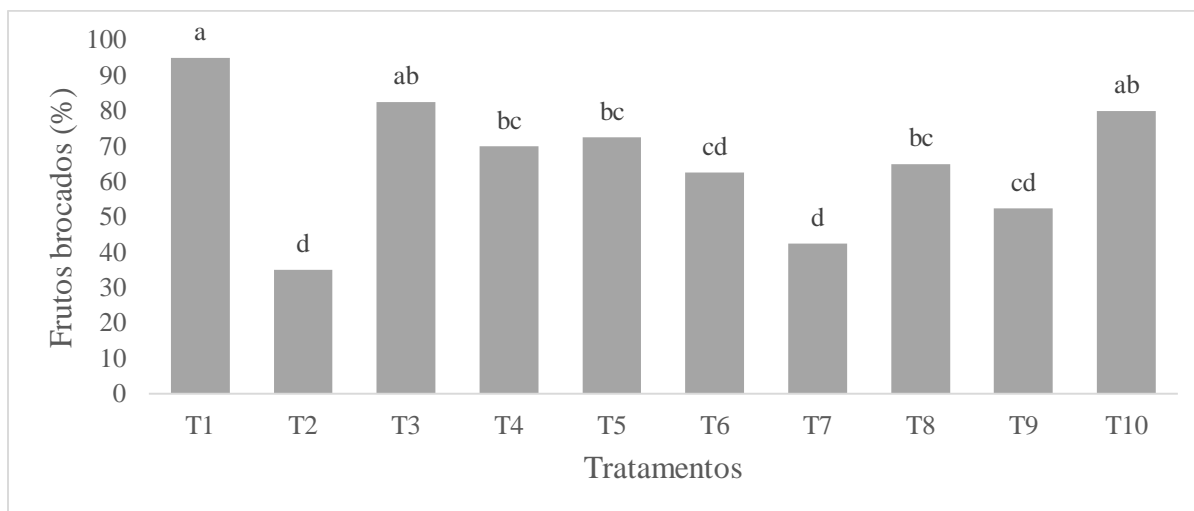


Figura 5 – Porcentagem de frutos brocados aos 15 dias após aplicação em frutos de café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 3 – Níveis de significância para o teste estatístico de frutos brocados.

Treatamento	s	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001									
T3	NS	<0,05								
T4	NS	NS	NS							
T5	NS	NS	NS	NS						
T6	<0,05	NS	NS	NS	NS					
T7	<0,001	NS	<0,05	NS	NS	NS				
T8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
T9	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
T10	NS	<0,05	NS	NS	NS	NS	NS	<0,05	NS	NS

NS – Não significativo

Os percentuais de grãos brocados foram menores que os percentuais de frutos brocados, uma vez que vários indivíduos foram encontrados mortos no mesocarpo do fruto. Os danos causados pela broca-do-café ao grão de café iniciam-se quando a fêmea do inseto perfura os frutos do cafeeiro, abrindo um orifício através do exocarpo, do mesocarpo e do endocarpo, até alcançar o endosperma do fruto (INFANTE; PÉREZ; VEGA, 2014). Se a broca não perfurar o endocarpo e acessar o grão, não há dano direto, mas sim, possibilidade de dano indireto. Quando o inseto perfura os frutos, as lesões formadas podem favorecer a infecção por microrganismos do ambiente externo que interferem na qualidade do grão. Somado a isso, o próprio inseto pode ser um veículo de contaminação dos grãos com fungos toxigênicos (PATERSON; LIMA, 2010).

O único tratamento que não diferiu do controle quanto aos grãos brocados, foi o T3. Os tratamentos que apresentaram menor percentual foram também o T2; T7 e T9 (Figura 6).

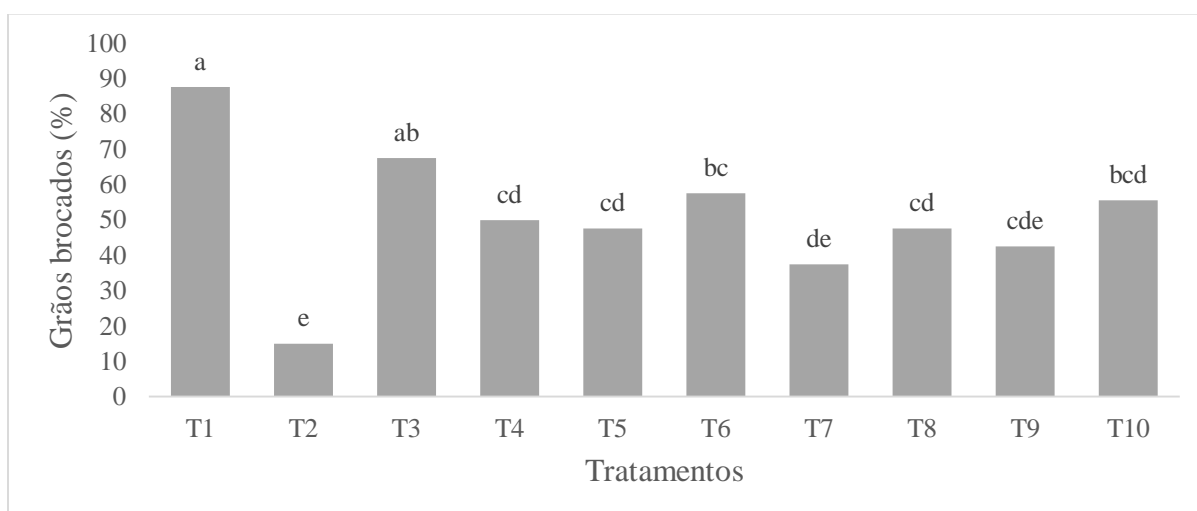


Figura 6 – Porcentagem de grãos brocados aos 15 dias após aplicação em frutos de café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 4 – Níveis de significância para o teste estatístico de grãos brocados.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001								
T3	NS	<0,001							
T4	<0,05	NS	NS						

T5	<0,01	NS	NS	NS					
T6	NS	<0,05	NS	NS	NS				
T7	<0,001	NS	<0,05	NS	NS	NS			
T8	<0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
T9	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
T10	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não significativo

A capacidade de oviposição da broca submetida ao ciantraniliprole (T10) foi similar ao tratamento controle (T1) e ao tratamento T3 (Figura 7). Nos demais tratamentos, observou-se baixa capacidade de oviposição; no entanto, o tratamento T9 foi tão eficiente quanto o T2, evidenciando que a utilização das duas moléculas ao mesmo tempo possa ser uma alternativa para o controle mais eficiente da broca.

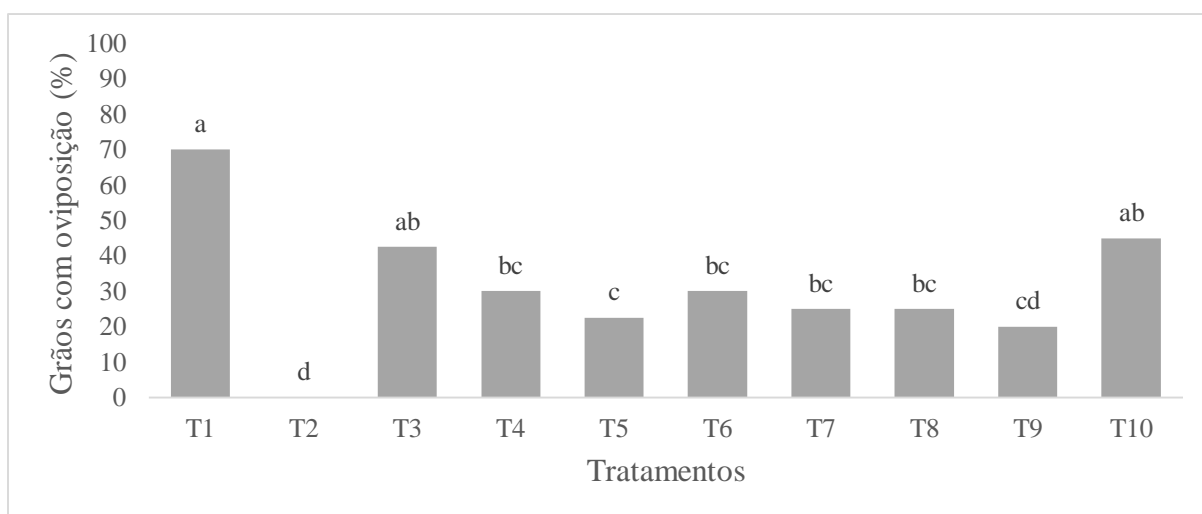


Figura 7 – Porcentagem grãos com oviposição aos 15 dias após aplicação em frutos de café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 5 – Níveis de significância para o teste estatístico de grãos com oviposição.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001								

T3	NS	<0,05							
T4	NS	NS	NS						
T5	<0,05	NS	NS	NS					
T6	NS	NS	NS	NS	NS				
T7	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
T8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
T9	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
T10	NS	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não significativo

4.2 Efeito dos compostos quando aplicados diretamente sobre adultos de *H. hampei*

Quando as moléculas inseticidas foram aplicadas diretamente em adultos da broca, o padrão se manteve o mesmo apresentado pela aplicação nos frutos, dando destaque apenas ao tratamento com ciantraniliprole (T10) na dosagem recomendada pelo fabricante (1,5 L/ha), que passou de 44,11% (Figura 3) para 81,8% (Figura 8). A performance da molécula está intimamente relacionada à forma de aplicação, ou seja, quando aplicada diretamente sobre o inseto, sua performance é melhorada. Santos et al. (2013) verificaram que duas aplicações de ciantraniliprole a 1,75 L/ha, controla e mantém baixos índices de broca, desde que aplicado no momento correto e no período de trânsito da mesma.

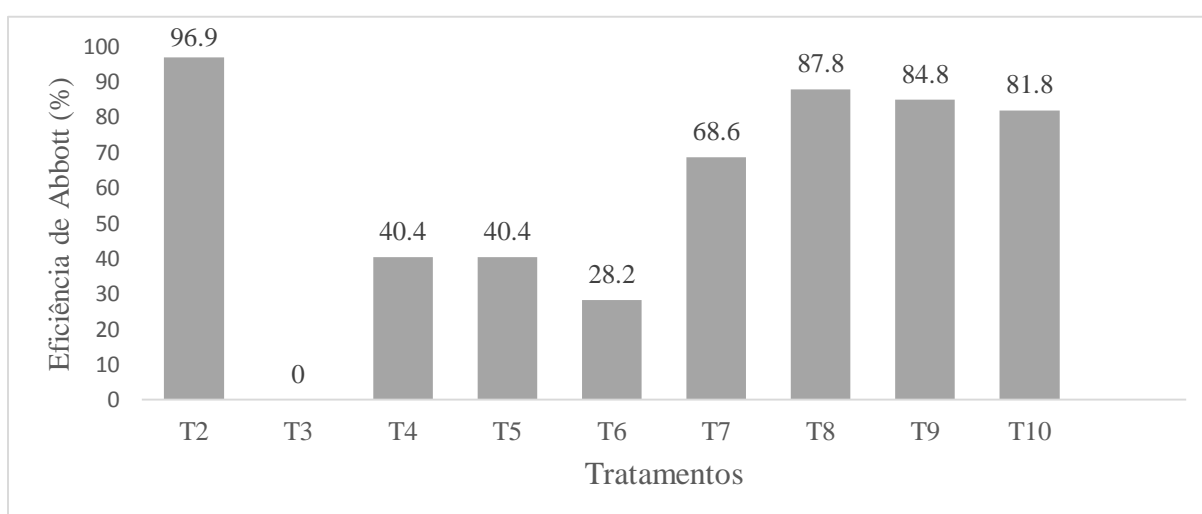


Figura 8 – Porcentagem de eficiência dos tratamentos pela fórmula de Abbott, aos 15 dias após aplicação em indivíduos adultos de broca-do-café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8

(0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole).

O tratamento T3 apresentou-se ineficiente para controle da broca, uma vez que seu percentual de mortalidade não diferiu do tratamento controle (T1 – Figura 7). Tanto o tratamento T8, quanto o T9 e T10 apresentaram alta mortalidade, quando comparados ao tratamento T2 (Figura 9).

Aos realizarmos uma comparação entre a aplicação no fruto e a aplicação diretamente na broca, a mortalidade dos insetos submetidos ao tratamento com ciantraniliprole (T10) passou de 52,5% para 85%. Souza et al. (2013) relataram que o inseticida ciantraniliprole tem a capacidade de matar o adulto da broca em qualquer profundidade dentro da galeria, devido à ação de contato que possui. Porém, essa capacidade é questionada neste estudo através da diferença de mortalidade, quando o produto é aplicado diretamente na broca e quando a aplicação se dá no fruto, de 85% para 52,5%, respectivamente.

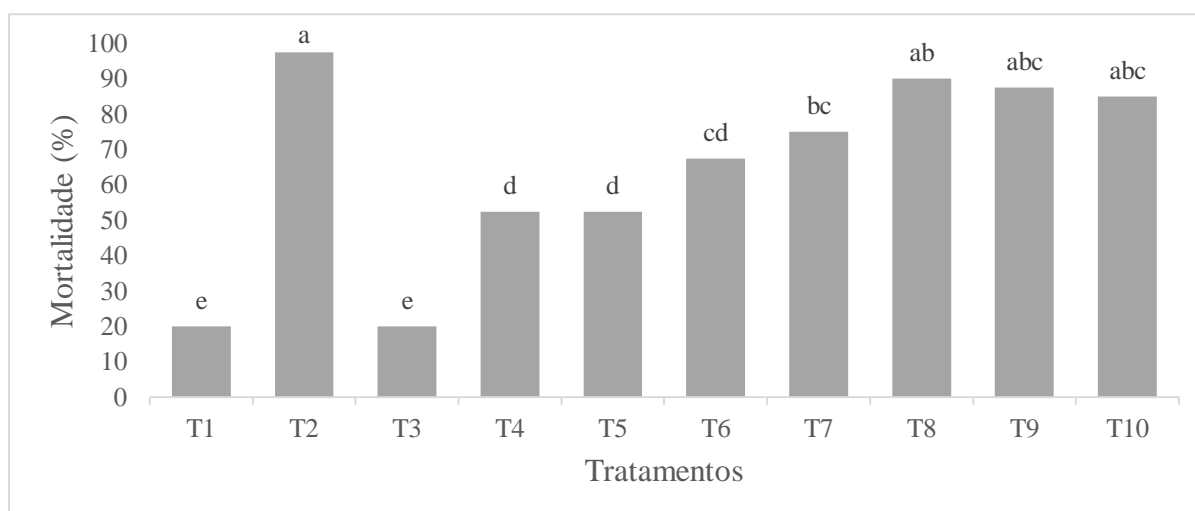


Figura 9 – Porcentagem de mortalidade dos tratamentos aos 15 dias após aplicação em indivíduos adultos de broca-do-café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 6 – Níveis de significância para o teste estatístico de mortalidade.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001								
T3	NS	<0,001							
T4	NS	<0,001	NS						

T5	NS	<0,001	NS	NS					
T6	<0,05	NS	<0,05	NS	NS				
T7	<0,01	NS	<0,01	NS	NS	NS			
T8	<0,001	NS	<0,001	<0,01	<0,05	NS	NS		
T9	<0,001	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	
T10	<0,001	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não significativo

Ao analisarmos o percentual de frutos brocados quando a aplicação foi feita diretamente no inseto, verificamos que o tratamento com T8 foi tão eficiente quanto o tratamento T2 e este foi similar aos tratamentos com T9 e T10 (Figura 10).

O percentual de frutos brocados no experimento aplicado à broca aparentemente foi menor que quando aplicado ao fruto, podendo ser mais uma evidência da necessidade de contato da molécula com a praga.

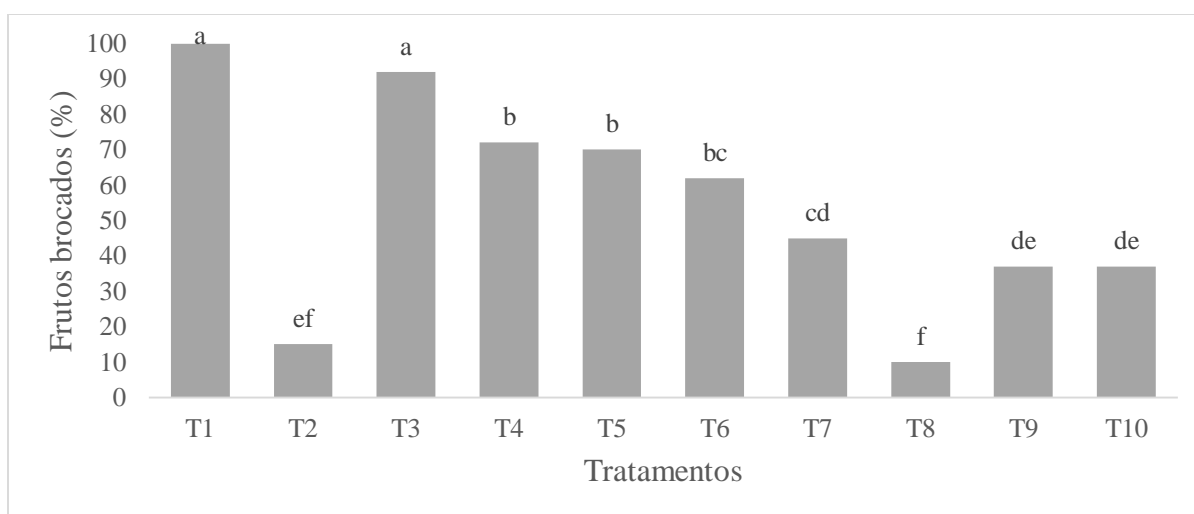


Figura 10 – Porcentagem de frutos brocados aos 15 dias após aplicação em indivíduos adultos de broca-do-café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 7 – Níveis de significância para o teste estatístico de frutos brocados.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2		<0,001							
T3		NS	<0,001						

T4	NS	<0,001	NS						
T5	NS	<0,001	NS	NS					
T6	<0,05	<0,01	NS	NS	NS				
T7	<0,001	NS	<0,01	NS	NS	NS			
T8	<0,001	NS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	NS		
T9	<0,001	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	
T10	<0,001	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não Significativo

O percentual de grãos brocados seguiu o mesmo padrão do percentual de frutos brocados, porém em menores quantidades (Figura 11), sendo similar ao apresentado no experimento anterior.

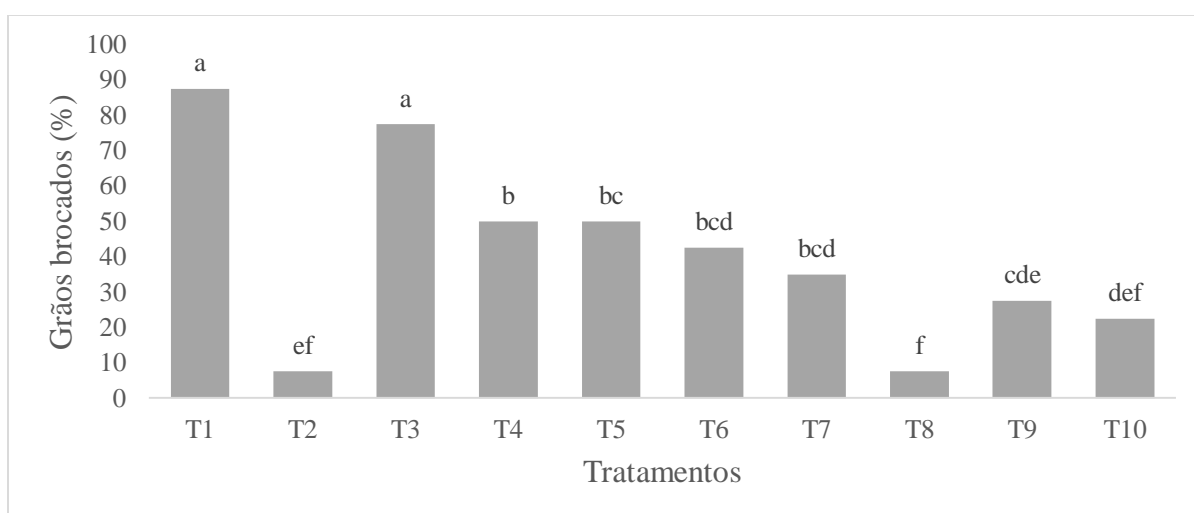


Figura 11 – Porcentagem de grãos brocados aos 15 dias após aplicação em indivíduos adultos de broca-do-café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 8 – Níveis de significância para o teste estatístico de grãos brocados.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001								
T3	NS	<0,001							
T4	NS	<0,01	NS						

T5	NS	<0,05	NS	NS					
T6	NS	NS	NS	NS	NS				
T7	<0,01	NS	<0,05	NS	NS	NS			
T8	<0,001	NS	<0,001	<0,01	<0,05	<0,05	NS		
T9	<0,01	NS	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	
T10	<0,001	NS	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não significativo

Os tratamentos T7, T8, T9 e T10 apresentaram eficiência no controle da oviposição semelhante ao T2 (Figura 12).

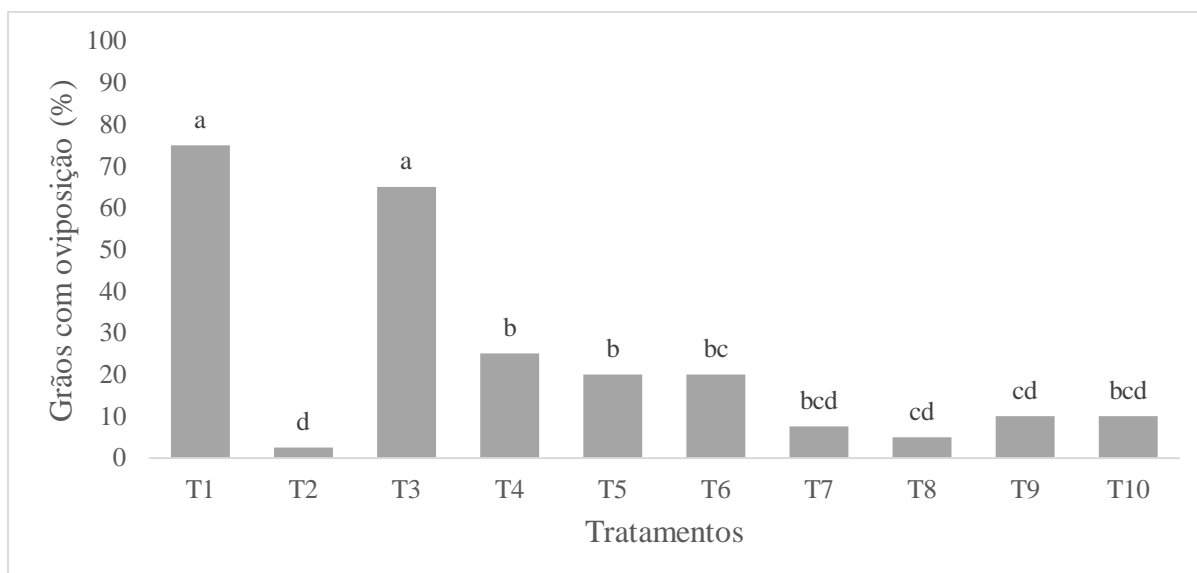


Figura 12 – Porcentagem de grãos com oviposição aos 15 dias após aplicação em indivíduos adultos de broca-do-café. T1 (água destilada), T2 (1,5 L/ha de clorpirifós), T3 (0,1 L/ha de gama-cialotrina), T4 (0,2 L/ha de gama-cialotrina), T5 (0,3 L/ha de gama-cialotrina), T6 (0,4 L/ha de gama-cialotrina), T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole). As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

Tabela 9 – Níveis de significância para o teste estatístico de grãos com oviposição.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T2	<0,001								
T3	NS	<0,001							
T4	NS	NS	NS						
T5	NS	NS	NS	NS					

T6	<0,05	NS	NS	NS	NS				
T7	<0,001	NS	<0,01	NS	NS	NS			
T8	<0,001	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS		
T9	<0,001	NS	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	
T10	<0,001	NS	<0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS – Não significativo.

Com a saída do inseticida endossulfan no ano de 2013 no Brasil, os pesquisadores, consultores e produtores passaram a se preocupar cada vez mais com as opções disponíveis para o controle da broca, pois tudo era restrito ao inseticida banido. Por ser uma importante praga na cultura do café, há uma forte demanda por pesquisa de novos ativos para o controle desta praga (MENDONÇA; MATTIELLO, 2017).

Sendo assim, verificou-se que a utilização do gama-cialotrina como método de controle para a broca-do-café não se mostrou eficiente. O clorpirifós, apesar de ser mais eficiente, é causador de desequilíbrios biológicos e mais tóxico ao meio ambiente. Referente a ciantraniliprole, somente é eficiente quando aplicado diretamente em insetos adultos.

5. CONCLUSÕES

Quando aplicados diretamente sobre fêmeas adultas da broca-do-café, os tratamentos T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5L/ha de ciantraniliprole) são os eficientes, igualando-se ao inseticida padrão para todas as características avaliadas.

Ao ser aplicado diretamente sobre os frutos e imediata oferta às fêmeas da broca, o tratamento 9 apresenta ótima performance, de forma semelhante ao padrão clorpirifós.

Em função dos resultados encontrados, os tratamentos T7 (0,5 L/ha de gama-cialotrina), T8 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,25 L/ha de ciantraniliprole), T9 (0,25 L/ha de gama-cialotrina + 1,5 L/ha de ciantraniliprole) e T10 (1,5 L/ha de ciantraniliprole) devem ser avaliados em condições de campo, visto que apresentam grande potencial para redução populacional da broca-do-café.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 2, p. 265-267, 1925.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA: Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA). Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/446371>. Acesso em: 28 out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Índice monográfico – clorpirifós**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/C20%2B%2BClorpirif%25C3%25B3s.pdf/f8ddca3d-4e17-4cea-a3d2-d8c5babe36ae>. Acesso em: 03 nov. 2019.

ARISTIZÁBAL, 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 in Hawaii. **Insects, Basel**, v.7, p.1-24, 2016.

ARRUDA, A. C. et al. Coffee consumption and non-consumption justifications and motivations. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 4, p. 754-763, 2009.

BAKER, P. S.; BARRERA, J. F.; RIVAS, A. Life-History studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, UK, v. 29, n. 3, p. 656-662, 1992.

BAKER, P. S.; JACKSON, J. A. F.; MURPHY, S. T. Natural enemies, natural allies. Project completion report of the integrated management of coffee berry borer project, CFC/ICO/02 (1998–2002). **The commodities press**. CABI commodities, Egham UK and Cenicafe', Chinchina', Colombia. 2002.

BARRERA, J. F. et al. Introducción de especies de parasitoides africanos a México para el control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). **Folia Entomologica Mexicana**, v.79, n.3, p.245-247, 1990.

BENASSI, V. L. R. M.; CARVALHO, C. Preferência de ataque a frutos de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* pela broca-do-café (*Hypothenemus hampei* Ferrari, 1867 Coleoptera, Scolytidae). **Revista de Agricultura**. Piracicaba, SP, v. 69, n. 1, p. 102, 1994.

BENAVIDES, P. et al. Biodiversity and biogeography of an important inbred pest of coffee, coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). **Annals of the Entomological Society of America**. v. 98, n. 3, p. 359-366. 2005.

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.

BRUN, L. O. et al. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. **Journal of Economic Entomology**, v. 82, p. 1311-1316, 1989.

BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A.; SILVA, D. M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 6, p. 1-10, 2017

CARRERA, F. et al. Authentication of green coffee varieties according to their sterolic profile. **Analytica Chimica Acta**, v. 370, n. 2, p. 131-139, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**, v. 5, n. 4, quarto levantamento, dezembro 2018. Brasília, p. 1-84, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**, v. 5, n. 3, terceiro levantamento, setembro 2019. Brasília, 2019.

COSTA, J. N. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; TREVISAN, O. **Pragas do cafeeiro**. Embrapa Rondônia-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

DAMON, A. A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 90, p. 453-465, 2000.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.

FMC, 2017. **Bula Nexide**. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/nexide250418.pdf>. Acessado em: 03 de novembro de 2019.

GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ. 920 p. 2002.

GUERREIRO FILHO, O.; MAZZAFERA, P. Caffeine and resistance of coffee to the berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 51, n. 24: p. 6987-6991, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Brasil). **Relatórios de comercialização de agrotóxicos: 2019**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/relatorios/quimicos-e-biologicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 14 nov. 2019.

INFANTE, F.; PÉREZ, E.; VEJA, F. E. Berry borer: the centenary of a biological invasion in Brazil. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 74, n. 3, p. 125-126, nov. 2014.

JARAMILLO, J.; BORGEMEISTER, C.; BAKER, P. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 96, p.223-233, 2006.

JARAMILLO, J. et al. Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: predications of climate change impact on a tropical insect pest. **Plos One**, v. 4, n. 8, p. 1-11, 2009.

LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004.

LEE, W. J. et al. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 96, n. 23, p. 1781-1789, 2004.

MARTINS, A. L. **História do café**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

MATHIEU, F.; et al. Trapping of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) within a mesh- enclosed environment: interaction of olfactory and visual stimuli. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 121, p. 181–186, 1997.

MATHIEU, F. et al. Effect of physiological status on olfactory and visual responses of female *Hypothenemus hampei* during host plant colonization. **Physiological Entomology**, v. 26, n. 3, p. 189-193, 2001.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 387p. 2002.

MENDONÇA, P. L. P.; MATTIELLO, A. L. Avaliação do controle de broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*, Ferrari, 1867) com novo ativo Metaflumizone (inseticida Verismo®). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43, 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: [s.n.], 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (Brasil). **Café no Brasil**, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafes/cafecultura-brasileira>. Acessado em: 15 de novembro de 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Agrotóxico endosulfan será banido do Brasil**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/7020-agrotoxico-endosulfan-sera-banido-do-brasil>. Acesso em: 12 mai. 2019.

MOTA, L. H. C.; et al. Autoinoculation trap for management of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) with *Beauveria bassiana* (Bals.) in coffee crops, **Biological Control**, v. 111, p. 32-39, 2017.

NEVES, C. **História singela do café**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1939.

OLIVEIRA, C. M. et al. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, v. 137, n. 1-2, 1-15, 2013.

PATERSON, R. R. M.; LIMA, N. How will climate change affect mycotoxins in food? **Food Research International**, v. 43, p. 1902-1914, 2010.

PONTES, A. **Análise de variância multivariada com a utilização de testes não-paramétricos e componentes principais baseados em matrizes de posto**. 2005. 106 p. Diss. Tese (Doutorado em estatística e experimentação agrônômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Pragas do cafeeiro. **Informe agropecuário**, v.109, n.10, p.41-7, 1984.

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

SAES, M. S. M.; JAYO, M. Competitividade do sistema agroindustrial do café. In: FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: USP, p. 3, n. 9, 136 p. 1998.

SANTOS, L. S. D. et al. Novo inseticida Benevia® (Cyazypyr®) no controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) e seus benefícios quando comparado com Etofenprox. CBPC (39.:2013: Poços de Caldas, MG) - **Anais** [280], 2013.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Broca do café: Histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. **Boletim Técnico - EPAMIG**, Belo Horizonte, v.50, 40 p., 1997.

SOUZA, J. C. D.; REIS, P. R.; SILVA, R. A.; CARVALHO, T. A. F. D.; PEREIRA, A. B. Controle químico da broca-do-café com Cyantraniliprole. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 404-410, 2013.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006. Reregistration eligibility decision for chlorpyrifos. Disponível em: <http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDS/chlorpyrifos_red.pdf>. Acessado em: 03 de novembro de 2019.

VEGA, F. E.; INFANTE, F.; JOHNSON, A. J. The genus *Hypothenemus*, with emphasis on *H. hampei*, the coffee berry borer. In: VEGA, F. E.; HOFSTETTER, R. W. (Eds.). Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species. San Diego: **Academic Press**, p. 427-494, 2015

VILLALBA-GAULT, D. A.; BUSTILLO-PARDEY, A. E; CHAVES-CÓRDOBA, B. Evaluación de insecticidas para el control de la broca del café en Colombia. **Cenicafé**, v. 46, p.152-163, 1995.

VOSS, M. et al. Manual de técnicas laboratoriais para obtenção, manutenção e caracterização de nematoides entomopatogênicos. **Embrapa Trigo-Documentos** (INFOTECA-E). 2009.