

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Naessa Naves Rocha

Controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer*, com *Heterorhabditis amazonensis*

Monte Carmelo – MG

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Naessa Naves Rocha

Controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer*, com *Heterorhabditis amazonensis*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Monte Carmelo – MG

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Naessa Naves Rocha

Controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer*, com *Heterorhabditis amazonensis*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

Monte Carmelo, 03 de agosto de 2017.

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Orientadora

Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga
Membro da Banca

MSc. Lucas Silva de Faria
Membro da Banca

**Monte Carmelo – MG
2017**

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. Ao meu pai Ailton Rocha da Silva, minha mãe Marisa Naves Rocha.

Minha orientadora Vanessa Andaló, por toda a paciência e dedicação que teve a cada dia, pela confiança e motivação e pelas grandes oportunidades que me ofereceu.

Ao colega Renan Zampiroli, Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga, MSc. Lucas Silva Faria, pelo auxílio na instalação e condução do experimento.

Ao proprietário Wanderley Mamose por ceder a fazenda como área experimental, ao Sr. Valdir por toda ajuda durante a condução do experimento.

Aos professores e funcionários da Universidade Federal de Uberlândia, que estiveram presentes durante todo o curso de Agronomia.

RESUMO

A broca-do-abacate, *Stenoma catenifer*, é um fator limitante para o cultivo do abacate no Brasil. Após a eclosão, a lagarta de primeiro ínstar perfura a epiderme do fruto e inicia a alimentação. À medida que as lagartas vão se desenvolvendo, consomem a polpa do abacate movendo-se em direção à semente, onde o inseto aloja-se e completa a fase larval, construindo galerias no seu interior. Nematóides entomopatogênicos são aqueles capazes de matar insetos. Essa propriedade inseticida é decorrente de um tipo bastante peculiar de simbiose estabelecida entre o verme e uma bactéria, sendo este último organismo o responsável pela morte do inseto em si. Além de oferecer dados interessantes para a compreensão biológica dos mecanismos envolvidos na manutenção de uma simbiose, os nematóides entomopatogênicos representam uma ferramenta potencial para controle de insetos-pragas da agricultura e até mesmo de aracnídeos, como carrapatos. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de *Heterorhabditis amazonensis* MC01 no controle de *S. catenifer* em duas condições de campo. Foram testados dois tratamentos, sendo estes: liberação de cadáveres de *T. molitor* infectados com nematóides, suspensão de juvenis infectantes, e comparada com área controle com aplicação de inseticidas químicos. Foram realizadas quinze repetições, sendo cada uma formada por uma linha de 25 m, contendo 4 plantas. A concentração de aplicação dos nematóides em suspensão foi padronizada em 5.500 juvenis infectantes por m². Foram instaladas três armadilhas do tipo Delta com o objetivo de amostragem contendo dispositivos de feromônio sexual para captura de machos adultos de *S. catenifer*. As armadilhas foram instaladas a 1,65 cm do solo, e os dispositivos trocados a cada 60 dias. Para verificar o número de frutos brocados, foram avaliadas as duas plantas centrais de cada repetição, amostrando-se 4 frutos por planta, um em cada lado, no terço basal da planta. Houve uma redução gradativa na porcentagem de frutos brocados a partir de 15 dias da aplicação dos nematóides. Depois da liberação dos nematóides obteve-se que a população de adultos na área tratada foi semelhante àquela encontrada no controle, podendo-se inferir que mesmo sem o uso do controle químico não houve aumento no número de adultos. Assim, *H. amazonensis* foi considerado promissor em testes realizados em condições de campo, e alcançou resultados satisfatórios de controle de *S. catenifer*, quando liberado em suspensão e também através do inseto cadáver.

Palavras-chave: abacateiro, controle biológico, nematoide entomopatogênico, *Persea*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Multiplicação dos nematoides entomopatogênicos	10
3.2. Controle de <i>Stenoma catenifer</i> com nematoides entomopatogênicos em campo.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

O abacateiro é originário do México e América Central, pertence à família Lauraceae, gênero *Persea*. Apresenta três raças comerciais: a Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), Antilhana (*P. americana* var. *americana*) e Guatemalteca (*P. nubigena* var. *guatemalensis*). As cultivares de abacate são, em geral, híbridos entre as espécies ou raças mexicana, antilhana e guatemalteca (MARANCA, 1986).

No Brasil, o abacateiro é cultivado em quase todos os estados, mesmo em terrenos acidentados, propiciando condições de produção o ano todo. A produção brasileira está distribuída principalmente pela região Sudeste, seguida pelo Nordeste e Sul, sendo o estado de São Paulo o maior produtor: a produção brasileira de frutas frescas de abacate estimada em 2016 é de 180.636 mil toneladas (IBGE, 2016).

A broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae) é nativa da região Neotropical, relatada na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, México, Panamá, Peru e Venezuela (MARTÍNEZ; GODOY, 1984; KOLLER, 2002; HODDLE; HODDLE, 2008). No Brasil, sua ocorrência foi relatada nas principais regiões produtoras do Espírito Santo, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (HOHMANN et al., 2003; NAVA et al., 2005a, 2005b, 2005c).

Segundo Nava (2005) o adulto da broca é uma mariposa de coloração amarelo-palha, com pontuações escuras sobre as asas, e mede aproximadamente 15 mm de comprimento. Os ovos são branco-esverdeados, têm forma oblonga e apresentam estrias longitudinais; medem cerca de 0,5 mm de comprimento. As lagartas recém-eclodidas são branco-acinzentadas, têm a cabeça escura, tornando-se posteriormente roxas; atingem cerca de 20 mm de comprimento em seu máximo desenvolvimento. Perfuram a epiderme dos frutos e alimentam-se da polpa do abacate, formando galerias em seu interior, depreciando assim o valor comercial do produto. Quando prestes a empupar, as lagartas abandonam os frutos e transformam-se em pupas no solo, sob os detritos das folhas, à profundidade de 0,5 a 1,5 cm, ou no interior de frutos caídos. As pupas são marrons e medem aproximadamente 10 mm de comprimento. O período pupal tem duração de 14,1 a 15,3 dias. O ciclo biológico, de ovo a adulto, dura cerca de 35 dias. Cada fêmea pode depositar mais de 120 ovos.

Esse inseto é, atualmente, considerado a principal praga do abacate, provoca graves prejuízos econômicos e, em muitos casos, abandono das áreas de produção pelo agricultor, em consequência da falta de um conjunto de medidas que sejam eficazes e causem pouco impacto

ambiental. O principal método de controle empregado é o químico, e os inseticidas do grupo químico dos piretroides são os mais utilizados (HOHMANN et al., 2000). No Brasil não existem produtos fitossanitários registrados para controle da praga. Assim, a falta de tecnologias de aplicação para a cultura e o desconhecimento da bioecologia da praga têm sido fatores determinantes para o insucesso do controle. Estudos com controle biológico têm aumentado, principalmente pelos registros de ocorrência natural no campo de inimigos naturais da broca-do-abacate, destacando-se os parasitoides de ovos da família Trichogrammatidae, com registros de parasitismo de até 40%, e parasitoides larvais das famílias Braconidae e Ichneumonidae, com parasitismos que variam de 9% a 30% (BOSCÁN DE MARTÍNEZ; GODOY, 1982; HOHMANN; MENEGUIM, 1993).

Os ovos de *S. catenifer* são colocados isoladamente, próximos ao pedicelo do abacate. Após a eclosão, as lagartas penetram nos frutos, alimentando-se inicialmente da polpa e posteriormente podem atingir a semente (HOHMANN et al., 2000). O ataque pode ocorrer também em galhos novos e pedúnculos de frutos pequenos, por meio de galerias próximas à casca (WILLE, 1952). Os frutos recém-atacados apresentam manchas brancas devido à exsudação externa, e, com o desenvolvimento larval, nota-se na casca do fruto, um depósito de excrementos e restos de alimento próximo ao orifício de entrada da lagarta. Em ataques mais severos, várias lagartas podem ser encontradas em um único fruto, advindo, como consequência, a sua queda mais rápida (BOSCÁN DE MARTINEZ; GODOY, 1984). Os danos provocados pela broca-do-abacate variam em função da cultivar, do ano, do local e do manejo da cultura, podendo haver perdas totais (HOHMANN; MENEGUIM, 1993). Ventura et al. (1999) observaram que a cultivar ‘Beatriz’ é mais suscetível ao ataque da broca em relação à ‘Margarida’, embora ambas possam apresentar, no final do ciclo, perdas próximas de 97% e 81%, respectivamente.

Como *S. catenifer* deposita seus ovos diretamente sobre os frutos, as estratégias de controle devem ser aplicadas durante curto intervalo de tempo para obtenção de melhores resultados de controle, isto é, a partir da eclosão até a penetração das larvas de primeiro instar nos frutos (HOHMANN et al., 2003). Assim, a situação atual reporta a necessidade de estudos sobre o controle da praga para estabelecimento de um manejo adequado de *S. catenifer* na cultura do abacateiro.

No manejo integrado de pragas (MIP), a determinação do momento de controle é realizada pelo monitoramento das densidades populacionais das pragas, as quais são comparadas aos índices de tomada de decisão. Estudos e metodologias de avaliação da densidade populacional de *S. catenifer* em abacateiro são escassos, embora sejam essenciais

para a compreensão do comportamento relacionado ao ataque e estabelecimento de estratégias de controle desta praga. Para desenvolvimento de um MIP para *S. catenifer* no abacateiro é necessário o desenvolvimento de plano de amostragem para determinação da sua intensidade de ataque (PEDIGO; RICE, 2006).

O controle biológico é assim, um componente da estratégia do manejo integrado de pragas, com ênfase, aqui, aos insetos e ácaros. Atualmente o controle biológico assume importância cada vez maior em programas de manejo integrado de pragas (MIP), principalmente em um momento que se discute muito a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável. Nesse caso, o controle biológico constitui ao lado da taxonomia, do nível de controle e da amostragem, um dos pilares de sustentação de qualquer programa de MIP. Além disso, é importante como medida de controle para manutenção de pragas abaixo do nível de dano econômico, junto a outros métodos, como cultural, físico, de resistência de plantas a insetos e comportamentais (feromônios), que podem até ser harmoniosamente integrados com métodos químicos (produtos seletivos) ou mesmo com plantas transgênicas (PARRA et al., 2002).

A maior parte do conhecimento sobre ecologia de NEPs baseia-se na extrapolação de dados obtidos em laboratório. Os principais fatores limitantes à permanência das populações de NEPs parecem ser as taxas de irradiação por luz U.V. e disponibilidade de água no solo (tolerância à dessecação) (WILSON; GAUGLER, 2004).

Outros elementos que influenciam a distribuição dos NEPs são textura do solo, temperatura, presença de culturas agrícolas e disponibilidade de hospedeiros. A presença de cobertura vegetal rasteira ou em decomposição, favorece a proteção do solo e a manutenção da umidade, sendo esta combinação um ecossistema favorável à presença e à persistência de NEPs. No que diz respeito à presença de hospedeiros, são notadas algumas diferenças entre a prevalência de *Steinernema* e *Heterorhabditis*.

As estratégias utilizadas pelos JIs para infectar insetos não são padronizadas. JIs de *Heterorhabditis* apresentam comportamento do tipo “cruiser”, pois vagam pela água intersticial do solo até encontrar um inseto. Já em JIs de espécies do gênero *Steinernema* é comum o comportamento de emboscada, quando o JI se posiciona de forma a interceptar um inseto que se movimenta próximo. Desse modo, *Heterorhabditis* é menos influenciado pela menor disponibilidade de hospedeiros, uma vez que busca ativamente os insetos disponíveis na área, guiados provavelmente por sinais do ambiente, recebidos por órgãos quimiotáteis (chamados anfídeos) existentes na parte anterior do corpo (WILSON; GAUGLER, 2004).

Hoddle e Hoddle (2008) estudaram o nível de ataque e padrão de dano por *S. catenifer* no campo avaliando a proporção de frutos broqueados e também número de furos por fruto, em abacateiro comercial da variedade Hass em San Miguel Dueñas, e observaram que o dano no campo foi de $45,50 \pm 1,93\%$. Dos frutos broqueados por *S. catenifer*, 53, 40, e 7% dos furos estavam no terço basal, mediano e apical do fruto, respectivamente. O número de furos por fruto variou de um a quatro, e aproximadamente 14% dos frutos tinham mais do que um furo.

Muitas vezes, o insucesso no controle se deve à época inadequada de aplicação dos métodos de controle utilizados. A previsão de ocorrência da praga, com base nas exigências térmicas, pode melhorar a eficácia de controle. A utilização de modelos de graus-dia de laboratório tem auxiliado os programas de manejo, e tem permitido conhecer a dinâmica populacional de pragas, determinar com mais eficiência a época de amostragem e definir o número de gerações delas (HIGLEY et al., 1986; ÁVILA et al., 2002; NAVA; PARRA, 2003).

A utilização de nematoides entomopatogênicos no controle biológico vem assumindo maior importância nos programas de manejo integrado de pragas (MIP), devido à intensa busca por uma agricultura sustentável com alta produtividade (PARRA et al., 2002; GAUGLER et al., 2002). Esses agentes são considerados promissores e particularmente efetivos quando aplicados a insetos que habitam ou cujo estágio larval ocorre no solo (FERRAZ et al., 2008).

2 OBJETIVOS

Assim, teve-se por objetivo avaliar o potencial do nematoide entomopatogênico *Heterorhabditis amazonensis* MC01 Andaló et al. no controle de *S. catenifer* em condições de campo, assim como, adequar a tecnologia para aplicação desses organismos, a fim de utilizá-los em um plano de manejo da praga.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Multiplicação dos nematoides entomopatogênicos

O nematoide utilizado no experimento, *H. amazonensis* MC01 foi obtido do banco de entomopatógenos do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Uberlândia. O nematoide foi selecionado em função de ser uma espécie isolada na região de instalação do experimento. Para obtenção de juvenis infetantes recém-emergidos foi realizada a multiplicação dos nematoides armazenados em câmara climatizada B.O.D. a 16°C, em larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), criadas de acordo com metodologia de Potrich et al. (2007). As larvas mortas com sintomas de infecção foram lavadas em água, e colocadas em câmara seca (placa de Petri de 9 cm de diâmetro com papel filtro), durante cinco dias. Posteriormente, foram retiradas e colocadas em armadilhas de White (1927) para coletar os JI, de acordo com a metodologia de Molina e López (2001). Foram utilizados os JIs de até 3 dias após o início da emergência.

3.2 Controle de *Stenoma catenifer* com nematoides entomopatogênicos em campo

Para os testes de campo foi utilizada área de plantio de abacateiro localizada na Fazenda Pastão 3, localizada na região de Monte Carmelo, MG. A área total da fazenda com plantio de abacateiro é de 60 ha, está situada a uma altitude de 1020 metros, coordenadas geográficas 18°54'55,2''S, 47°21'43,7''O, localizada no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, na porção Sudoeste do Cerrado brasileiro, na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, com temperatura média anual de 22°C e precipitação média anual de 1.500 mm, com chuvas concentrando-se em seis meses, principalmente no período do verão. O tipo de solo é predominantemente LATOSSOLO VERMELHO argiloso. As áreas adjacentes à instalação do experimento têm instaladas lavouras de café e seringueira. A lavoura utilizada foi constituída pelas cultivares Margarida e Geada, e totalizando uma área de 6,0 ha, plantada em espaçamento 6,0 x 11,0 m.

Por tratar-se de lavoura comercial são utilizados rotineiramente na área e áreas adjacentes os produtos fitossanitários: 1) fungicidas: Cercobin[®], Klorpan[®], Folicur[®], Tutor[®], Score[®], Amistar Top[®], Ortocide[®], Carbendazin[®], Redshield 750[®] e Microzol[®]; 2)

inseticidas/acaricidas: Curion[®], Turbo[®], Abamex[®], Fipromix[®], Ampligo[®], Abamectin[®], Jack Pot 50 EC[®], Nexide[®], Excellence[®], Match[®], Lancer[®] 750 SP, Clorpirifós Sabero[®], Cipermetrina[®], Vertimec[®], Orthene[®], Marshal[®] 400 SC, Rimon[®] 100 EC, Talstar[®] 100 CE e Karate[®]; 3) herbicidas: Goal[®], Glifosato[®], Stinger[®], Reglone[®], Roundup[®], Tocha[®], Trop[®] e Zapp[®]. Além disso, anteriormente a instalação do experimento foi realizada liberação do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas áreas de abacateiro, visando o controle de *S. catenifer*.

Foram testados dois tratamentos, sendo estes: liberação de cadáveres de *T. molitor* infectados com nematoides, suspensão de juvenis infectantes, e área controle com aplicação de inseticidas químicos (padrão da fazenda). Foram realizadas quinze repetições, cada repetição constou de uma linha de 25 m, contendo 4 plantas. A concentração de aplicação dos nematoides foi padronizada em 5.500 juvenis infectantes por m². Assim, para o tratamento cadáver liberou-se 1 cadáver para cada 10 m², considerando uma média de produção de 55.000 juvenis infectantes por cadáver.

Para o tratamento com aplicação dos nematoides em suspensão em uma linha de 25 m foram pulverizados 137.500 juvenis infectantes. Em função do comprimento da barra de 2 m e os dois lados de passagem da barra ($2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$), a área de aplicação foi de 100 m² por linha e área total de 1.500 m² (15 linhas). Utilizou-se o volume de calda de 500 L.ha⁻¹, assim, aplicou-se em 15 linhas de 25 m, 100 L de calda contendo 2.062.000 juvenis infectantes. Foi utilizado o pulverizador modelo Arbus 2000[®] com adaptação de barra horizontal com ramal unilateral com faixa de aplicação de 2 m com 3 pontas (Figura 1). As pontas utilizadas foram modelo MDC-5 marca Magnojet[®], cor azul, com ângulo de 130°. A pressão de trabalho utilizada foi de 1,14 bar. A aplicação foi realizada no período da manhã, com temperatura média de 20,3°C, umidade relativa de 60,5% e velocidade do vento de 5,4 m/s. Os dados climáticos foram obtidos utilizando termohigroanemômetro, modelo ITSP-80001.



Figura 1. Pulverizador modelo Arbus 2000[®] utilizado para aplicação do nematoide entomopatogênico.

Na área experimental foram instaladas três armadilhas do tipo Delta contendo dispositivos de feromônio sexual para captura de machos adultos de *S. catenifer*. As armadilhas foram instaladas a 1,65 m do solo, e os dispositivos trocados a cada 60 dias (Figura 2). Para verificar o número frutos brocados, foram avaliadas as duas plantas centrais de cada repetição, amostrando-se 4 frutos, um em cada lado, no terço basal da planta (de 1,50 a 1,90 m de altura). As avaliações do número de indivíduos capturados por armadilha e de frutos brocados foi realizada no dia da instalação do experimento e depois a cada 15 dias.



Figura 2. Armadilhas delta contendo feromônio sexual para captura de adultos de *Stenomacrus catenifer*.

A cada 30 dias avaliou-se a permanência do nematoide na área através da amostragem de solo. As coletas foram feitas em dois pontos de cada tratamento (um na primeira linha do tratamento e outro na última linha), totalizando 6 amostras. Cerca de 400 g de solo entre 5 e 15 cm de profundidade foi retirado utilizando pá, embaixo da projeção da copa do abacateiro a cerca de 1 m do caule. Cada amostra foi acondicionada em sacola plástica e mantida em caixa de isopor durante o trajeto da área de coleta até o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo. As amostras foram etiquetadas com a data da coleta e as coordenadas geográficas do local.

No laboratório, as amostras foram divididas em alíquotas, as quais foram processadas pela técnica de isolamento com inseto-isca, onde aproximadamente 200 g de solo foram colocados em um recipiente plástico (14 x 14 x 7 cm) e umedecidos com água destilada esterilizada a 15% p/v, quando necessário (Stock 1998). Dez larvas de último ínstar de *T. molitor* foram dispostas sobre o solo umedecido e o recipiente foi fechado e invertido para que as larvas ficassem no fundo. A avaliação da mortalidade das larvas foi feita após 5 dias.

No dia da instalação do experimento foi coletado solo para verificar a possível presença de nematoides na área antes da liberação de *H. amazonensis*. As coletas foram feitas conforme descrito anteriormente para a avaliação da permanência de nematoides no solo até 90 dias após a aplicação dos nematoides.

Foi realizada a avaliação da viabilidade e infectividade dos juvenis infectantes coletados em três momentos: no preparo da suspensão, antes de ser colocado no tanque de pulverização; no primeiro; e no último jato pulverizado, obtendo-se um volume de cerca de 10 mL em cada coleta. Para a verificação da viabilidade dos nematoides foram retiradas dez alíquotas de 0,1 mL da suspensão para cada momento de aplicação e observados 100 juvenis infectantes em microscópio estereoscópio, contando-se o número de indivíduos vivos e mortos.

A infectividade dos nematoides foi testada simultaneamente à viabilidade. Foi retirado 1 mL de suspensão e pipetado em placa de Petri (9 cm de diâmetro) contendo dois papeis filtro por tratamento. Cada placa recebeu dez larvas de *T. molitor*, sendo mantida em câmara climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e 24 h de escuro, durante cinco dias. Foram realizadas oito repetições para cada tratamento. Após esse período verificou-se a mortalidade de larvas por nematoides, com confirmação através de sintomatologia característica de mortalidade causada por *H. amazonensis*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à viabilidade dos nematoides entomopatogênicos aplicados via pulverizador (tratamento suspensão) na área experimental verificou-se que houve uma redução na viabilidade dos juvenis infectantes entre o momento do preparo da calda e o início e final da aplicação. No entanto, não houve diferença quando comparada a viabilidade dos juvenis aplicados no início e final da pulverização, considerando que o tempo gasto com a pulverização foi de 1 hora (Tabela 1). Mesmo ocorrendo redução na viabilidade dos juvenis infectantes, os valores obtidos no início e final da aplicação são considerados satisfatórios, já que a maioria dos nematoides permaneceu viva.

Considerando-se os valores de mortalidade de *T. molitor*, verificou-se que houve diferença na infectividade entre os juvenis presentes no preparo da calda e no final da aplicação (Tabela 1), mesmo assim as porcentagens obtidas são suficientes para causar mortalidade.

Tabela 1. Viabilidade de *Heterorhabditis amazonensis* e mortalidade de *Tenebrio molitor* aplicado em campo para controle de *Stenoma catenifer* antes, no início e ao final da pulverização. Fazenda Pastão 3. Temperatura média 20,3°C, umidade relativa de 60,5%.

Momento da aplicação	Viabilidade de juvenis infectantes (%)	Mortalidade de <i>Tenebrio molitor</i> (%)
Antes (preparo da calda)	99,5 ± 0,75 a	90,0 ± 7,56 a
Início (1º jato)	85,7 ± 4,74 b	81,2 ± 6,41 ab
Final (último jato)	85,7 ± 4,23 b	80,0 ± 7,56 b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). M ± DP(M).

Quanto à verificação da presença de nematoides entomopatogênicos no solo antes da instalação do experimento não foram encontradas populações nas áreas amostradas. Após 30 dias da instalação do experimento foram isolados nematoides por meio da técnica de inseto-isca nas áreas com liberação de juvenis na forma de cadáver e aplicação da suspensão, e não foram encontrados na área do controle. O mesmo foi observado ao longo do tempo até a avaliação de 90 dias, onde ainda foram encontrados nematoides no solo nas áreas tratadas.

No dia da instalação verificou-se que a porcentagem média de frutos brocados na área controle foi de 18%, na área do tratamento com pulverização da suspensão de 22% e no tratamento com cadáver de 20% (Figura 1).

De acordo com os dados obtidos pode-se observar que houve uma redução gradativa na porcentagem de frutos brocados a partir de 15 dias da aplicação dos nematoides. O mesmo foi observado para o controle, já que foram realizadas aplicações rotineiras de inseticidas. Trinta dias após a instalação do experimento foram aplicados na área do controle os inseticidas Marshal® 400 SC e Rimon® 100 EC, após 45 dias Curion® e após 60 dias Talstar® 100 CE. No tratamento com cadáver no 15º dia foram encontrados 18% de frutos brocados e aos 90 dias, 8% dos frutos brocados. No tratamento com suspensão aos 15 dias foram encontrados 23% dos frutos brocados, enquanto aos 90 dias, 7% de frutos brocados. No controle aos 15 dias foram encontrados 15% de frutos brocados e houve uma diminuição na porcentagem de frutos brocados aos 90 dias para 7% (Figura 1). Desta forma, pode-se observar que a aplicação de juvenis infectantes na área causou efeito semelhante ao uso do controle químico da praga, destacando o potencial efeito de controle dos nematoides entomopatogênicos a pupas de *S. catenifer* nas condições testadas.

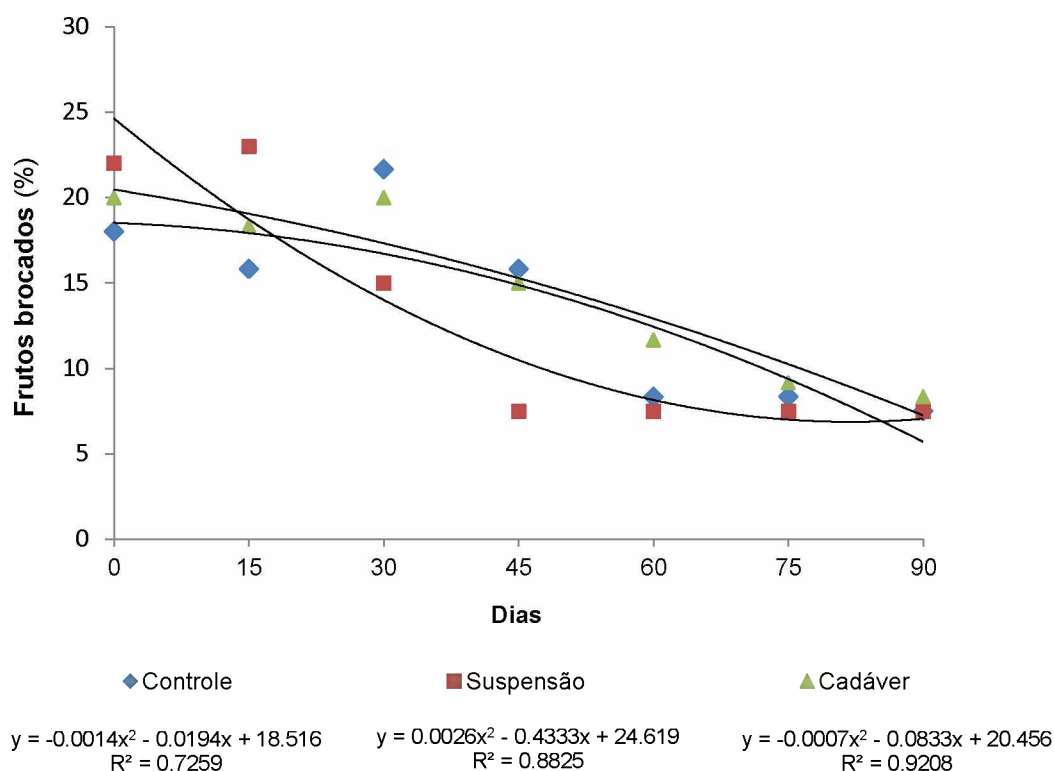


Figura 1. Frutos de abacate brocados por *Stenomoma catenifer* ao longo do tempo.

Considerando-se a avaliação da presença de adultos nas armadilhas delta com feromônio, verificou-se que na instalação do experimento a população inicial de insetos adultos encontrada nas armadilhas foi de 9 adultos na armadilha na área do controle, 6 adultos na área do tratamento com liberação de cadáveres e 3 adultos no tratamento com suspensão. Depois da liberação dos nematoides obteve-se que a população de adultos na área tratada foi semelhante àquela encontrada no controle, podendo-se inferir que mesmo sem o uso do controle químico não houve aumento no número de adultos (Figura 2).

De acordo com os dados obtidos observou-se que no tratamento com suspensão no 15º dia haviam sido capturados 6 adultos de *S. catenifer* nas armadilhas com feromônio sexual, enquanto no tratamento cadáver continha 15 adultos e no controle 14 adultos. Aos 90 dias, nos tratamentos suspensão, cadáver e controle obtiveram-se 16, 23 e 19 adultos, respectivamente (Figura 2). Assim, o uso dos nematoides foi tão eficaz quanto o inseticida quando relacionado à flutuação populacional de adultos do inseto-praga no período de avaliação do experimento.

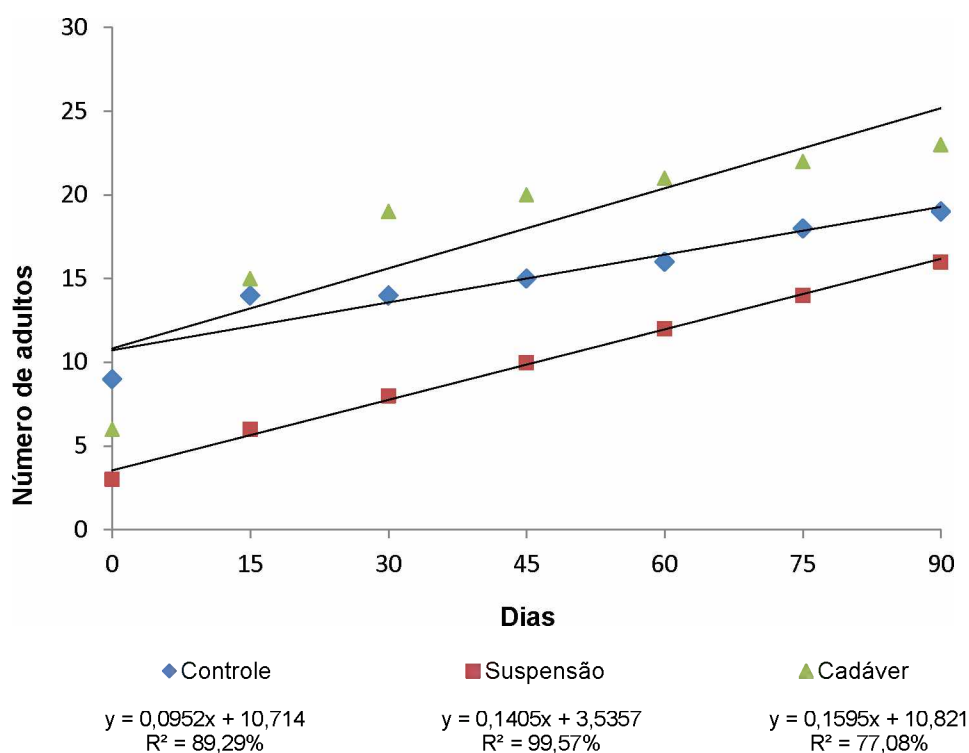


Figura 2. Número de adultos de *Stenoma catenifer* coletados em armadilhas delta com feromônio sexual.

Em relação à dinâmica populacional de adultos ao longo de cerca de 8 meses verificou-se que houve uma variação no número de adultos capturados. Essa variação pode

estar associada às condições climáticas na época da captura dos adultos nas armadilhas favorecendo a ausência da praga no campo. Na instalação do experimento o número de adultos capturados pode ser considerado elevado, justificando o controle do inseto da praga. A partir de 30 dias após a liberação dos nematoides houve uma redução na captura de adultos, sendo que aos 45 dias o número de indivíduos coletados diminuiu e equilibraram-se até o final das avaliações aos 90 dias (Figura 3). Levando em consideração que, segundo Nava (2005), o ciclo de vida de *S. catenifer* tem em média 35 dias, o período pupal 15 dias e o alvo de controle com a aplicação dos nematoides foram as pupas, pode-se considerar que o efeito dos nematoides nos adultos pode ser observado a partir de 15 dias da liberação e a presença de lagartas nos frutos apenas nas gerações seguintes da broca.

O controle de *S. catenifer* tem sido realizado principalmente com inseticidas químicos. Contudo, os resultados obtidos não são satisfatórios, em função das características do inseto, como na fase larval, onde fica protegido dentro do fruto, dificultando a ação dos produtos aplicados. As características biológicas do inseto, além do atual manejo inadequado do pomar têm levado a baixa eficácia de controle da praga (Nava et al., 2005).

Soma-se ainda o fato de que *S. catenifer* deposita seus ovos diretamente sobre os frutos, de modo que as estratégias de controle devem ser aplicadas durante curto intervalo de tempo para ter eficiência, isto é, a partir da eclosão até a penetração das larvas de primeiro ínstar nos frutos (HOHMANN et al., 2003). Com isso, o uso de inseticidas tem sido feito de forma indiscriminada, o que acaba acarretando o surgimento de pragas secundárias e casos de resistência de pragas a inseticidas.

O uso de medidas complementares, visando o manejo integrado de pragas, deve ser preconizado a fim de incrementar o controle de *S. catenifer* na cultura do abacateiro, sendo o uso de nematoides entomopatogênicos considerado potencial no controle de pupas no solo.

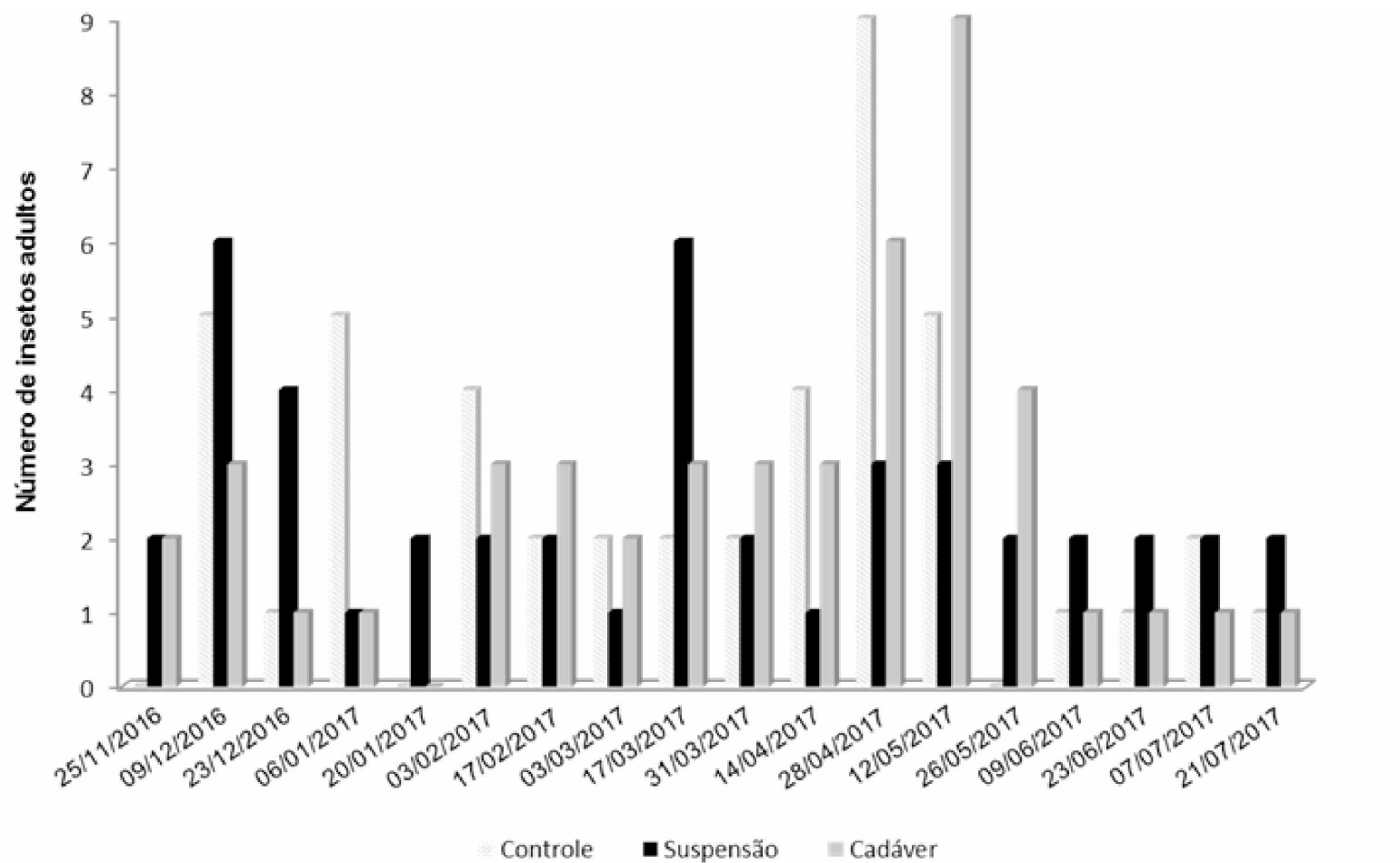


Figura 3. Flutuação populacional de adultos de *Stenoma catenifer* coletados em armadilhas delta com feromônio sexual. Período novembro de 2016 a julho de 2017. Fazenda Pastão 3, Monte Carmelo, MG.

5 CONCLUSÃO

O nematoide *H. amazonensis* MC01 foi considerado promissor no controle da praga em testes realizados em condições de campo, e alcançou resultados satisfatórios de controle de *S. catenifer*, quando liberado em suspensão e também através do inseto cadáver.

A tecnologia de aplicação desses organismos que foi mais eficiente no controle da broca-do-abacate foi o tratamento suspensão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, C. J.; MILANEZ, J. M.; PARRA, J. R. P. Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dia de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 427-432, 2002.
- BOSCÁN DE MARTÍNEZ, N.; GODOY, F. J. *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasito del taladrador del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) en Venezuela. **Agronomía Tropical**, v. 32, p. 319-321, 1982.
- BOSCÁN DE MARTINEZ, N.; GODOY, F. J. Observaciones preliminares sobre la biología de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill.). **Agronomía Tropical**, v. 34, p. 205-208, 1984.
- FERRAZ, L. C. C. B. et al. Utilização de nematoides para o controle de pragas agrícolas e urbanas. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle microbiano de pragas na América Latina**. Piracicaba: FEALQ, 2008, p. 171-202.
- GAUGLER, R.; HAN, R. Production technology. In: GAUGLER, R. **Entomopathogenic nematology**. New Jersey: CAB International, 2002, p. 289-310.
- HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P.; OSTLIE, K. R. DEGDAY. A program for calculating degree-days and assumptions behind the degree-day approach. **Environmental Entomology**, v. 15, p. 999-1016, 1986.
- HODDLE, M. S.; HODDLE, C. D. Bioecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and associated larval parasitoids reared from Hass avocados in Guatemala. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, p. 692-698, 2008.
- HOHMANN, C. L.; MENEGUIM, A. M.. Observações preliminares sobre a ocorrência da broca do abacate, *Stenoma catenifer* Wals. no estado do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, p. 417-419, 1993.
- HOHMANN, C. L.; SANTOS, W. J.; MENEGUIM, A.M. Avaliação de técnicas de manejo para o controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Oecophoridae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 359-363, 2000.
- HOHMANN, C. L.; MENEGUIM, A. M.; ANDRADE, E. A.; NOVAES, T. C.; ZANDONÁ, C. The avocado fruit borer *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.432-435, 2003.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. 2016. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 abr. 2017.
- KOLLER, O. C. **Abacate**: produção de mudas, instalação, manejo de pomares, colheita e pós-colheita. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 154p.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: manga e abacate**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 138 p.

MARTÍNEZ, N. B.; GODOY, F. J. Observaciones preliminares sobre la biología de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill). **Agronomía Tropical**, v. 34, p. 205-200, 1984.

NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P. Biology of *Cerotoma arcuatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and field validation of a laboratory model for temperature requirements. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 609-614, 2003.

NAVA, D. E. **Comportamento de oviposição, bioecologia e subsídios para o controle biológico de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae)**. 2005. 140p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 271-281, 2004.

PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P. et al. (eds.), **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Editora Manole, 2002, p. 125-142.

VENTURA, M. U.; DESTRO, U. D.; LOPES, E. C. A.; MONTALVÁN, R. Avocado moth (Lepidoptera: Stenomidae) damage in two avocado cultivars. **Florida Entomologist**, v. 82, p. 625-630, 1999.

WHITE, G. F. **A method for obtaining infective nematode larvae from cultures**. **Science**, v. 66, p. 302-303, 1927.

WILLE, J. E. **Entomologia agrícola del Perú**. Estación Experimental Agrícola. La Molina, Publicación Especial, 1952. 543p.

WILSON, M.; GAUGLER, R. Factors limiting short-term persistence of entomopathogenic nematodes. **Journal of Applied Entomology**, v. 128, p. 250-253, 2004.