

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

DÉBORA FERREIRA MELO FRAGOSO

**OPÇÕES DE MANEJO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) COM BASES BIOECOLÓGICAS E
CONTROLE MECÂNICO, BIOLÓGICO E EXTRATOS DE PLANTAS**

ALEGRE – ES
2014

DÉBORA FERREIRA MELO FRAGOSO

**OPÇÕES DE MANEJO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) COM BASES BIOECOLÓGICAS E
CONTROLE MECÂNICO, BIOLÓGICO E EXTRATOS DE PLANTAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração Fitossanidade.

Orientador: Profº. Dr. Dirceu Pratissoli

Coorientador: Adilson Vidal Costa

ALEGRE – ES
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

F811o Fragoso, Débora Ferreira Melo, 1984-
Opções de manejo de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée), (Lepidoptera: Crambidae) com bases biológicas e controle mecânico, biológicos e extratos de plantas / Débora Ferreira Melo Fragoso. – 2014.
132 f. : il.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientador: Adilson Vidal Costa

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Pragas – Controle Biológico. 2. Tomate. 3. Inseticidas Vegetais. 4. Ensacamento. I. Pratissoli, Dirceu. II. Costa, Adilson Vidal. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

DÉBORA FERREIRA MELO FRAGOSO

**OPÇÕES DE MANEJO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) COM BASES BIOECOLÓGICAS E
CONTROLE MECÂNICO, BIOLÓGICO E EXTRATOS DE PLANTAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração Fitossanidade.

Aprovada em 18 de Março de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Dirceu Pratissoli
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Prof.^a Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Dedico ao meu esposo Silvio, minha
mãe Aleni, meu irmão Leonardo
Júnior e a todos os familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade dada à minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro para as pesquisas.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, pela amizade e oportunidade de cursar a graduação, mestrado e doutorado sob sua orientação.

Ao Prof. Dr. Adilson Vidal Costa, pela coorientação.

Aos Professores Hugo Zago e Hugo José Gonçalves dos Santos Junior, por estarem sempre disponíveis nos momentos em que surgiam dúvidas na instalação dos experimentos.

À Amanda Carlos Túler, pelo auxílio nos experimentos, multiplicação da praga e pela amizade no decorrer do meu doutorado.

Aos funcionários e amigos do NUDEMAFI: Dona Carlota, Leonardo, Carlos Magno, Ramon, Victor Lima, Vando, Victor Pirovani, Flávio, Eduardo Grecco, Luziani, Francielen, Lauana, Priscila, João, Wilson, Hígor, Lorena, Ingrid, Luana e a todos que de alguma forma me ajudaram.

Aos amigos Kharen, José Romário e Vitor Zuim presentes em praticamente todos os momentos da escrita deste trabalho.

Aos membros da minha banca examinadora, Dr. José Roberto Postali Parra, Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno e Dr. Hugo Zago, pela disponibilidade.

OPÇÕES DE MANEJO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) COM BASES BIOECOLÓGICAS E CONTROLE MECÂNICO, BIOLÓGICO E EXTRATOS DE PLANTAS

RESUMO

A broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é uma praga de grande importância na cultura do tomateiro. Desta forma, métodos de manejo que auxiliem no controle dessa praga e que reduzam a aplicação de agrotóxicos devem ser estudados. O objetivo do presente trabalho foi avaliar métodos alternativos de manejo da broca-pequena-do-fruto, como: o controle biológico, através da utilização de parasitoides do gênero *Trichogramma* e nematoides entomopatogênicos (*Heterorhabditis indica* e *Sterneneima carpocapsae*); o controle físico, por meio do ensacamento de cachos de tomate com o tecido-não-tecido (TNT); e o controle químico através do estudo da atividade inseticida de plantas como a pimenta, o fumo, o alho e a mamona nas fases embrionárias, larval, pupal e adulta. Desta forma, por meio das análises foi possível verificar que a espécie e/ou linhagem de *Trichogramma* que mais se destacou foi *T. galloi* (Tg1) com características biológicas favoráveis ao manejo de *N. elegantalis*. Para os nematoides entomopatogênicos, *S. carpocapsae*, foi o mais efetivo, causando uma mortalidade de 82,93% a uma concentração de 65 juvenis infectivos por pré-pupa da broca-pequena-do-fruto. Através do ensacamento dos frutos, foi possível verificar a redução na oviposição da praga em frutos do tomateiro para quase zero com sacolas de TNT com fundo fechado, não ocorrendo alteração no peso, pH e graus brix do fruto, enquanto que no controle químico através de inseticidas botânicos foi possível verificar o destaque do extrato aquoso de fumo, reduzindo a oviposição, entrada e saída das lagartas nos frutos; causando mortalidade na fase embrionária, lagarta, pré-pupa e pupa da broca-pequena-do-fruto.

Palavras-chave: Manejo Fitossanitário de Pragas. Tomate. Controle biológico. Ensacamento. Inseticidas botânicos.

MANAGEMENT OPTIONS *Neoleucinodes elegantalis* (GUENEE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) BASIS WITH BIOECOLOGICAL AND MECHANIC CONTROL, AND BIOLOGICAL EXTRACTS FROM PLANTS

ABSTRACT

The small-fruit-borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), is considered a major pest in tomato. Thus, management methods that assist in controlling this pest and to reduce the application of pesticides should be studied. The objective of this study was to evaluate alternative management methods of the small-fruit-borer, such as biological control using parasitoids of the genus *Trichogramma* and entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditis indica* and *Sterneneima carpocapsae*); physical control through bagging of bunches of tomatoes with TNT fabric and chemical control by studying the insecticidal activity of plants such as pepper, tobacco, garlic and castor in embryonic, larval, pupal and adult stages. Thus, throughout the analysis we found that the species and/or strain of *Trichogramma* what stood out was *T. galloi* (Tg1) with biological characteristics favorable to the management of *N. elegantalis*. For entomopathogenic nematodes, *S. carpocapsae* was most effective, causing a mortality rate of 82.93% at a concentration of 65 infective juveniles by pre-pupae of the small-fruit-borer. Through the bagging of fruits, was observed a reduction in oviposition pest in tomato fruits to almost zero with bags of TNT with closed bottom, there is no change in weight, pH and brix of the fruit, while the chemical control through botanical insecticides was possible to verify the highlight of the aqueous extract of tobacco, reducing oviposition, entry and exit of larvae in fruit, causing mortality in embryonic phase, larvae, pupa and pre-pupa of small-fruit-borer.

Keywords: Phytosanitary Pest Management. Tomato. Biological control. Bagging. Botanical insecticides .

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I	11
1.1 INTRODUÇÃO GERAL	11
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1.2.1 <i>Neoleucinodes elegantalis</i> (Broca-pequena-do-fruto)	13
1.2.3 O manejo fitossanitário	16
1.2.4 Possíveis métodos de manejo fitossanitário utilizados para <i>N. elegantalis</i>	18
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
2 CAPITULO II	45
RESUMO	45
ABSTRACT	47
2.1 INTRODUÇÃO	49
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	51
2.2.1 Obtenção de <i>Trichogramma</i>	51
2.2.2 Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)	51
2.2.3 Multiplicação de <i>Trichogramma</i> spp.	52
2.2.4 Multiplicação de <i>N. elegantalis</i>	52
2.2.5 Seleção de linhagens de <i>Trichogramma</i> spp.	53
2.2.6 Capacidade de parasitismo de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>N. elegantalis</i> sob diferentes temperaturas	53
2.2.7 Exigências térmicas e tabela de vida de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>N. elegantalis</i>	54
2.2.8 Estimativa do número de <i>Trichogramma</i> sp. a ser liberado	56
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
2.3.1 Seleção de linhagens	57
2.3.2 Capacidade de parasitismo	58
2.3.3 Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade	62
2.3.4 Estimativa do número de <i>T. galloi</i> por ovo de <i>N. elegantalis</i>	65
2.4 CONCLUSÃO	66
2.5 REFERÊNCIAS	68
3 CAPÍTULO III	71

RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
3.1 INTRODUÇÃO	73
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	75
3.2.1 Multiplicação de <i>N. elegantalis</i>	75
3.2.2 Multiplicação de <i>Galleria mellonella</i> (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)	75
3.2.3 Obtenção e multiplicação dos nematoides entomopatogênicos	75
3.2.4 Avaliação de isolados de nematoides entomopatogênicos em <i>Neoleucinodes elegantalis</i>	76
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
3.4 CONCLUSÃO.....	82
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
4 CAPÍTULO IV.....	85
RESUMO.....	85
ABSTRACT.....	86
4.1 INTRODUÇÃO	87
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	88
4.2.1 Multiplicação de <i>N. elegantalis</i>	88
4.2.2 Obtenção dos extratos vegetais	88
4.2.3 Realização dos bioensaios.....	90
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98
4.4 CONCLUSÕES	116
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
5 CAPÍTULO V.....	120
RESUMO.....	120
ABSTRACT.....	121
5.1 INTRODUÇÃO	122
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	123
5.2.1 Ensacamento de frutos do tomateiro com TNT	123
5.2.2 Análise físico-química dos tomates.....	124
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
5.3.1 Ensacamento de frutos do tomateiro com TNT	125
5.4 CONCLUSÕES	129
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS132

1 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

O Manejo Fitossanitário de Pragas é o estabelecimento de estratégias de controle que envolve todos os conhecimentos relacionados ao ciclo biológico da cultura, dos insetos-praga e dos fatores ambientais (PRATISSOLI et al., 2007). Esse tipo de manejo de pragas envolve métodos de manejo de pragas que visam reduzir os custos do produtor ao longo do tempo, otimizar a produção e reduzir impactos ambientais, principalmente por meio da menor utilização de inseticidas químicos.

Entre as culturas que mais demandam a utilização de agrotóxicos, o tomateiro, *Solanum lycopersicum*, se destaca por apresentar uma média de 36 pulverizações por ciclo da cultura. Entre as pragas que mais demandam a utilização desse método de manejo é a broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), que ataca diretamente o fruto, causando prejuízos de até 90% na produção (PICANÇO et al., 2007)

Devido à dificuldade de controle dessa praga, torna-se necessário o estudo da implementação de métodos de manejo que podem ser incorporados no Manejo Fitossanitário. Entre eles, é promissora a utilização do controle biológico, como por exemplo: o uso de parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, reduzindo a quantidade de lagartas que poderiam penetrar nos frutos; o emprego de nematoides entomopatogênicos como por exemplo, *Heterorhabditis indica* e *Sterneneima carpocapsae* (NEMATODA: RHABDITIDA), podendo estes agentes auxiliar na mortalidade de pré-pupas; a utilização de plantas inseticidas, causando efeitos na oviposição, ovos, lagartas, pré-pupas e pupas da praga em questão; e o ensacamento dos frutos, fazendo com que o adulto não faça a postura.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes métodos de manejo de *N. elegantalis* visando à implantação de programas de manejo fitossanitário, dentre os quais: (1) selecionar uma espécie e/ou linhagem do parasitoide do gênero *Trichogramma*; (2) avaliar, sob a influência de diferentes condições térmicas os parâmetros biológicos e analisar a tabela de vida; (3) avaliar a susceptibilidade de

pré-pupas de *N. elegantalis* aos nematoides entomopatogênicos *H. indica* e *S. carpocapsae*; (4) avaliar a atividade inseticida de extratos vegetais nas fases embrionárias, larval, pupal e adulta; e (5) avaliar efeito do ensacamento de frutos do tomate sobre *N. elegantalis*.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 *Neoleucinodes elegantalis* (Broca-pequena-do-fruto)

A broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é considerada uma das principais pragas do tomateiro, pois causa danos diretamente no fruto, tornando-os impróprios para o consumo e processamento industrial, com perdas que variam de 20 a 90% (LEIDERMAN; SAUER, 1953; MIRANDA, 1997; GALLO et al., 2002; PICANÇO et al. 2007). Essa espécie ocorre principalmente na área neotropical, alcançando a América Central e do Sul (CAPPS, 1948; MUÑOZ et al., 1989; MARCANO, 1991; SALAS; ALVAREZ; PARRA., 1991; ACCORDI; HARTZ, 2006).

Além de causar sérios danos no fruto do tomate, essa praga ainda possui outras plantas hospedeiras, como solanáceas (jiló, pimentão e berinjela), além de plantas daninhas, como o joá, (sendo joá grande, pequeno, vermelho e doce) e a jurubeba (TOLEDO, 1948; ZUCCHI; SILVEIRA; NAKANO, 1993; FORNAZIER et al., 2010).

Os adultos de *N. elegantalis* são mariposas com 25 mm de envergadura com coloração predominantemente branca e asas transparentes. As asas anteriores possuem uma mancha de cor marrom avermelhado e as posteriores têm pequenas manchas marrons esparsas. Apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas de maior peso ($20,2 \pm 3,9$ g) em relação aos machos ($12,2 \pm 2,6$ g). As dimensões das fêmeas também superam às verificadas para os machos quanto ao comprimento do corpo ($11,1 \pm 0,7$ e $9,8 \pm 0,8$ mm), comprimento da antena ($9,4 \pm 0,6$ e $7,7 \pm 0,8$ mm), comprimento da asa ($11,3 \pm 0,9$ e $8,1 \pm 0,7$ mm) e largura da asa ($4,6 \pm 0,4$ e $3,2 \pm 0,4$ mm). A fêmea possui abdômen volumoso com a parte final truncada e o macho abdômen delgado com a parte final aguda e recoberta por um penacho em forma de pincel. As fêmeas podem ovipositar cerca de 160 ovos em flores, superfície de frutos pequenos, cálices e pecíolo destes (TOLEDO, 1948; MARCANO, 1991; CARNEIRO; HAJI; SANTOS, 1998; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001; JAFFE; MIRÁS; CABRERA, 2007; FORNAZIER et al., 2010).

Em relação ao comportamento de acasalamento oviposição, nota-se que durante o dia, os adultos permanecem imóveis, iniciando alguma movimentação a partir das 18h com voos curtos. A cópula ocorre entre as 20 e 6h, com maior atividade entre 22 e 2h. Geralmente, a cópula ocorre no primeiro dia de idade durando de 0,5 a 4,0 horas. (MARCANO, 1991; JAFFE; MIRÁS; CABRERA, 2007).

Os ovos possuem formato arredondado e são depositados em forma de escamas. Apresentam largura e comprimento médio de 0,46 e 0,69 mm, respectivamente. São colocados preferencialmente em frutos pequenos (0,5 a 4 cm de diâmetro) e nos quatro primeiros frutos basais do cacho de tomate (BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001). A preferência de postura em frutos pequenos se deve à garantia de desenvolvimento larval do inseto e a perpetuação da espécie, justificando a pequena ocorrência de ovos nos frutos próximos à maturação (MUÑOZ et al., 1991; SALAS; ALVAREZ; PARRA, 1991).

No início do desenvolvimento embrionário, possuem uma coloração branca translúcida, rosados, tornando-se escuros próximos à eclosão das lagartas. Mais especificamente, após a coloração branca, algumas pontuações avermelhadas podem ser observadas no segundo dia de incubação no periplasma. No quarto dia, assumem coloração marrom claro com uma linha avermelhada contínua na periferia do ovo. No quinto dia, a cápsula cefálica e a lagarta podem ser visualizadas. No sexto dia de incubação, há perda de turgescência e transparência do córion, que é apenas raspado pela lagarta com o auxílio das mandíbulas, até o rompimento, para a eclosão (MUÑOZ et al., 1991). Assim, após cinco a seis dias ocorre a eclosão e após cerca de duas horas as lagartas penetram no fruto, deixando no mesmo uma lesão quase imperceptível (TOLEDO, 1948; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001; MUÑOZ et al., 1991).

Após a eclosão, as larvas permanecem cerca de 50 min sobre os frutos e demoram cerca de 25 min para penetrá-los completamente. Elas perfuram galerias finas, alimentando-se do endocarpo, caracterizando assim o dano da praga. Essas larvas são do tipo polípoda, do subtipo eruciforme, com 3 segmentos torácicos e 10 segmentos abdominais e cabeça quitinizada (MUÑOZ et al., 1991). Após passarem por cinco ínstaes (cerca de 16 dias), as larvas saem do fruto. Na fase de pré-pupa, a lagarta não se alimenta, reduz de tamanho e assume uma coloração

esbranquiçada e caminha até a folha mais próxima, ou no solo em detritos existentes em torno da planta, onde empupam em um casulo (MUÑOZ et al., 1991; BLACKMER; EIRAS; ANDRADE, 1997; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001; SOUZA, 2001).

As pupas são do tipo obtecta, com uma coloração inicial amarelo-claro, tornando-se escuras próximo à emergência. Apresentam dimorfismo sexual, onde as fêmeas possuem cerca de 11,05 mm e uma abertura genital, no início do oitavo segmento abdominal em relação aos machos, que possuem 10,33 mm e com a abertura na parte mediana do nono segmento abdominal. O comprimento médio das pupas das fêmeas e dos machos é de 11,05 e 10,33 mm, respectivamente (MUÑOZ et al., 1991; FERNÁNDEZ; SALAS, 1985).

Assim, de acordo com um estudo feito por Carneiro, Haji e Santos (1998), em condições de laboratório, os parâmetros biológicos para *N. elegantalis* são: período de pré-oviposição - dois dias; oviposição - sete dias (com picos de postura no 5º e 6º dias após a emergência); incubação - cinco dias; período larval - 21 dias; pré-pupa: 1,6 dias; pupa - 12 dias; longevidade de machos e fêmeas - quatro e seis dias (respectivamente); ciclo de ovo a adulto - 39,6 dias; e razão sexual - 1: 1.

Os adultos de *N. elegantalis* chegam a ovipositar até 160 ovos ao longo dessa fase na temperatura de 25 °C (BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001). Marcano (1991) verificou que a 20 °C o número médio de ovos depositados/fêmea foi de 52,3 e na temperatura de 25 °C, a média foi de 26,0 ovos/fêmea. De acordo com este mesmo autor, a combinação de 25 °C e 65,6% de umidade relativa permitiu a oviposição, a eclosão das lagartas e a emergência de adultos, demonstrando esta como a temperatura ideal para o desenvolvimento da broca-pequena-do-fruto.

No interior dos frutos, as lagartas permanecem por cerca de 30 dias protegidas das ações de controle e alimentam-se do endocarpo, caracterizando o dano da praga, remanescendo os orifícios de saída ao término do período larval (BENVENGA et al., 2010; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001). Dá-se assim, a dificuldade de manejar esse inseto-praga, uma vez que as lagartas permanecem no fruto, saindo apenas para empupar.

1.2.3 O manejo fitossanitário

O Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP) é um tipo de método que visa trabalhar com as características do meio ambiente, comportamento da praga e cadeia produtiva da cultura, conhecida como visão holística, ou seja, é o estabelecimento de estratégias de controle que envolve todos os conhecimentos relacionados ao ciclo biológico da cultura, dos insetos-praga, assim como os fatores ambientais (PRATISSOLI et al., 2007).

Dessa forma, existem três estratégias no MFP. A primeira corresponde à maximização do lucro, ou seja, reduzir os custos do produtor ao longo do tempo. A segunda, está relacionada à otimização da produção, ou seja, dar à cultura tudo aquilo que precisa para se desenvolver de forma adequada, colocando em prática todos os tratos que a cultura necessita, desde o início do desenvolvimento. A terceira estratégia está relacionada à redução dos impactos ambientais, ou seja, a redução da aplicação de inseticidas que podem causar contaminação das águas, do solo, do ar, organismos terrestres, alimentos e do homem.

Assim, o MFP possui alguns objetivos, entre eles, a determinação de como o ecossistema precisa ser modificado para reduzir a população do inseto a níveis toleráveis; a aplicação de conhecimentos atualizados da biologia e tecnologia, ou seja, conhecer o comportamento do inseto, planta e manejo; e, por último, o desenvolvimento de procedimentos para o controle de insetos pragas tecnológica e economicamente atualizados em consonância com os aspectos qualitativos do ambiente (Comunicado Pessoal – PRATISSOLI, 2014).

Porém, existem algumas implicações para implementar o MFP, como o valor econômico da cultura, a existência de poucas pesquisas sobre o tema e a baixa quantidade de financiamentos para pesquisa, ou ainda, quando há financiamento, são por períodos muito curtos, entre 2 a 3 anos, não obtendo dados suficientes para pesquisas referentes ao MFP e por último o planejamento, ou seja, antes mesmo da implantação da cultura, deve-se planejar todos os fatores que podem ser trabalhados, assim, quanto maior for o planejamento, menor serão os fatores de risco, como descrito na fórmula abaixo (Comunicado Pessoal – PRATISSOLI, 2014).

$$\% \text{ de sucesso} = \frac{\text{Fatores de manejo das pragas}}{\text{Fatores de risco}} \times 100$$

Assim, a porcentagem de sucesso aumenta à medida que diminuem os fatores de risco.

Para que ocorra um aumento na porcentagem de sucesso, faz-se necessário ter uma visão holística de todo o processo e planejar utilizar inseticidas somente em último caso, uma vez que são colocados em prática todos os métodos possíveis para manter a população do inseto a um nível que não cause grandes prejuízos à cultura, mas que mantenham na área os inimigos naturais (Comunicado Pessoal – PRATISSOLI, 2014).

Desta forma, para que um programa de MFP seja estabelecido, 3 etapas devem ser seguidas, sendo elas:

1º Escolha dos métodos de redução populacional – planejamento;

2º Avaliação do agroecossistema;

3º Tomada de decisão.

Nota-se assim, que as etapas são as mesmas que em um programa de Manejo Integrado de Pragas, porém a ordem é alterada, colocando em último plano a tomada de decisão.

Desta forma, na primeira etapa, a escolha dos métodos de redução populacional torna-se um planejamento de todos os possíveis métodos que podem ser aplicados para manejar os insetos-pragas. Assim, antes mesmo da implantação da cultura, verifica-se o histórico da área (quais pragas ocorrem e em que período do ano, quais métodos de manejo foram aplicados para controlar tais pragas, quais culturas já foram implantadas na área, entre outros parâmetros) (Comunicado Pessoal – PRATISSOLI, 2014).

Na segunda etapa, ou seja, na avaliação do agroecossistema é verificado se as pragas em questão estão crescendo ou diminuindo através do monitoramento.

Assim, nessa etapa ocorre a verificação se os métodos implantados foram eficazes.

Na terceira etapa, a tomada de decisão é realizada, ou seja, após todos os métodos possíveis serem colocados em prática, nota-se se as pragas estão atingindo o Nível de Dano Econômico (NDE), levando a aplicação de agrotóxicos.

Assim, para obter sucesso no MFP, deve-se seguir algumas estratégias, entre essas:

- reduzir a população da praga para que não venha a atingir NDE e tenha-se que utilizar métodos químicos de controle, ou seja, deve conviver com inseto;
- reduzir a infestação inicial da praga, assim a população terá que se recompor e não conseguirá atingir o NDE;
- manter na área e/ou incrementar os inimigos naturais;
- quebrar o ciclo da praga.

1.2.4 Possíveis métodos de manejo fitossanitário utilizados para *N. elegantalis*

1.2.4.1 Controle biológico

Entre os métodos de redução populacional que podem ser utilizados no MFP, tem-se o controle biológico de pragas, sendo este, um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais através de inimigos naturais, que constituem nos agentes de mortalidade biótica (PARRA et al., 2002).

É uma técnica aplicada à redução da população de uma espécie-alvo que tem potencial de provocar dano econômico, além de ser recomendado para reduzir as populações de insetos-praga, e combater plantas daninhas, patógenos de plantas, nematoides, entre outros (MELO; AZEVEDO, 1998).

O primeiro relato da utilização de controle biológico foi na China, no século III a.C. onde eram utilizadas formigas da espécie *Oecophylla smaragdina* (Fabricius)

(Hymenoptera: Formicidae) para o controle de lepidópteros e as demais pragas desfolhadoras dos citros (PARRA et al., 2002).

No Brasil, iniciou-se em 1921, com a importação do parasitoide *Prospaltella berlesei* How (Hymenoptera: Aphelinidae) dos Estados Unidos da América para o controle da cochonilha do pêssago *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) (Hemiptera: Diaspididae) (BERTI FILHO, 1990).

A produção de conhecimento nessa área se expandiu no fim do século XIX e início do século XX, porém com a alta utilização de agrotóxicos desmobilizou-se o esforço nessa área (BARBOSA, 2004).

Atualmente, o controle biológico assume novamente grande importância no contexto de controle de pragas, uma vez que se tem discutido muito a respeito de tornar a agricultura mais sustentável e que venha a agredir menos o meio ambiente e a saúde humana.

Assim, o Controle biológico pode ser dividido em 3 formas: Controle Biológico Clássico, que é a forma mais comum, pois consiste em introduzir um inimigo natural exótico nos agroecossistemas afetados por uma praga; o Aumentativo que consiste na introdução de inimigos naturais que ocorrem naturalmente na área, mas que não têm condições de se manter no local durante todo o ano ou não apresenta densidade populacional suficiente para minimizar a população da praga; e por último o Controle Biológico Conservativo que consiste em manipular o ambiente para favorecer a população dos inimigos naturais (ERTHAL JÚNIOR, 2011).

Dentre esses métodos, os agentes que podem auxiliar no manejo são a utilização de predadores, parasitoides e entomopatógenos.

Os predadores são organismos de vida livre durante todo o seu ciclo de vida, que matam a presa e usualmente requerem mais de um indivíduo para completar o desenvolvimento (PARRA et al., 2002). Os principais predadores de insetos de acordo com Constantino e Laumann (2004) são: Diptera: Syrphidae, Asilidae, Calliphoridae, Cecidomyidae, Pompilidae, Phoridae; Hymenoptera: Vespidae, Sphecidae, Pteromalidae, Formicidae; Coleoptera: Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae, Lampyridae, Dytiscidae; Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae;

Hemiptera: Pentatomidae, Reduviidae, Lygaeidae, Nabidae; Odonata: Libellulidae, Aeshnidae. Dermaptera: Forficulidae, Labiduridae; Ácaros predadores: Phytoseiidae, Cunaxidae, Stigmaeidae, Badellidae e Aranhas predadoras: Lycosidae, Thomisidae, Salticidae.

Em tomateiro, Prarish et al. (2013) fizeram um levantamento do número de predadores no período seco e chuvoso, encontrando um total de 144 predadores na estação seca e 134 na estação chuvosa. Os principais predadores encontrados na estação seca foram: insetos da família Anthicidae (4,86%); Staphylinidae (6,25%); Formicidae (75,69%) e Aranhas (11,81%). Já na estação chuvosa foram: Anthicidae (2,78%); Staphylinidae (1,85%); Formicidae (86,11%). França et al. (2000) verificaram em tomateiro vespas, formigas, neuróptero *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), aranhas e percevejos das famílias *Reduviidae*, *Pentatomidae* e *Nabidae*, demonstrando que insetos predadores podem ser importantes fatores na regulação populacional de pragas do tomate.

Os parasitoides são agentes do controle biológico que matam a presa e exigem somente um indivíduo para completar o desenvolvimento e o adulto possui vida livre (PARRA et al., 2002). Entre os parasitoides mais utilizados no controle biológico temos: *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide importado utilizado no controle da broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae); *Trissoculos basalis* Wollaston (Hymenoptera: Scelionidae) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae), utilizados no controle de ovos dos principais percevejos pragas da soja; e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *T. galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que são parasitoides de diversas pragas da ordem Lepidoptera (BUG AGENTES BIOLÓGICOS, 2014).

Para a cultura do tomate, doze espécies de parasitoides das famílias Bethyidae, Braconidae, Chalcididae, Eulophidae, Ichneumonidae, Mymaridae e Trichogrammatidae foram registradas em tomateiro no Brasil (SILVA et al., 2006).

Entre os principais parasitoides, o gênero *Trichogramma* se destaca, pois parasita ovos, sendo eficiente e específico, controlando pragas de diferentes culturas antes

que as mesmas possam causar dano (PRATISSOLI; FORNAZIER, 1999; HAJI et al., 2002).

Outro método de manejo em controle biológico é a utilização de entomopatógenos, que pode ser definido como a utilização de fungos, vírus, bactérias, protozoários e nematoides no controle de pragas (VALICENTE, 2009).

Os nematoides entomopatogênicos vêm sendo utilizados com sucesso para o controle de diversas pragas, especialmente as de solo (BATISTA FILHO, 1996; GIOMETTI et al., 2011; LEITE et al., 2006). O controle biológico com nematoides entomopatogênicos (NEP) possui alto potencial no controle de pragas, devido à sua alta virulência e fácil multiplicação (ANDALÓ et al., 2008).

Dessa forma, o controle biológico, com a utilização de parasitoides, predadores e nematoides evoluiu muito e tem sido amplamente empregado em praticamente todo o mundo para combater pragas. Assim, abaixo serão descritos com maiores detalhes os agentes do controle biológico que foram utilizados no presente trabalho.

1.2.4.1.1 Parasitoides do gênero *Trichogramma*

O gênero *Trichogramma* é o maior da família Trichogrammatidae, com aproximadamente 210 espécies descritas. São exclusivamente parasitoides de ovos, com inúmeros hospedeiros, principalmente da ordem Lepidoptera (PINTO, 2006).

Esse parasitoide é o mais estudado no mundo, sendo criado massalmente e utilizado em liberações inundativas (HASSAN, 1997; DAVIES; PUFKE; ZALUCKI, 2009). Ocorrem nas seis regiões biogeográficas do mundo, sendo a Paleártica, Oriental, Neártica, Neotropical, Afrotropical e Austrália (PINTO; STOUTHAMER, 1994).

Existem cerca de 200 espécies reconhecidas em todo mundo, sendo criados em 23 países. As espécies encontradas no Brasil são: *T. acuminatum* Querino & Zucchi; *T. alloeovirilia* Querino & Zucchi; *T. bertii* Zucchi & Querino; *T. esalqueanum* Querino & Zucchi; *T. iracildae* Querino & Zucchi; *T. parrai* Querino & Zucchi; *T. pratissolii* Querino & Zucchi; *T. pusillum* Querino & Zucchi; *T. tupiense* Querino &

Zucchi; *T. zucchii* Querino; *T. acacioi* Brun, Moraes & Soares; *T. atopovirilia* Oatman & Platner; *T. atropos* Pinto; *T. bruni* Nagaraja; *T. demoraesi* Nagaraja; *T. dissimilis* Zucchi; *T. distinctum* Zucchi; *T. exiguum* Pinto & Platner; *T. galloi* Zucchi; *T. jalmirezi* Zucchi; *T. manicobai* Brun, Moraes & Soares; *T. marandobai* Brun, Moraes & Soares; *T. maxacalii* Voegelé & Pointel; *T. pretiosum* Riley; *T. rojasi* Nagaraja & Nagarkatti (QUERINO, 2008).

Entre todas as espécies, as que mais se destacam são: *T. pretisum*; *T. evanescens* Wheatwood, *T. dendrolimi* Matsumura, *T. brassicae* Bezdenko, *T. ostrinae* Pan & Chen, *T. chilonis* Ishii, *T. exiguum* e *T. euproctidis* Girault (LI, 1994; HASSAN, 1997).

Algumas espécies, as mais adaptadas em habitats agrícolas, ou ambientes modificados, estão distribuídas na América do Sul, sendo 24 espécies no Brasil, 9 na Venezuela, 7 na Colômbia e 6 no Peru (QUERINO, 2002).

Entre as espécies que ocorrem no Brasil, 17 são exclusivas: *T. acacioi*; *T. alloeovirilia*; *T. dissimilis*; *T. esalqueanum*; *T. jalmirezi*; *T. marandobai*; *T. parrai*; *T. pusillum*; *T. zucchii*; *T. acuminatum*; *T. bertii*; *T. distinctum*; *T. iracildae*; *T. manicobai*; *T. maxacalii*; *T. pratissolii* e *T. tupiense* (QUERINO, 2008). No Estado do Espírito Santo, *T. pretiosum* tem sido encontrado parasitando ovos de pragas em cultivo de tomate, demonstrando assim sua importância no manejo fitossanitário de pragas dessa cultura (PRATISSOLI et al., 2003).

A grande vantagem desses parasitoides de ovos é controlar pragas de diferentes culturas, antes que as mesmas possam causar dano. Além disso, são altamente especializados e eficientes (PRATISSOLI; FORNAZIER, 1999; HAJI et al., 2002). Correspondem a um dos menores insetos, com comprimentos variando de 0,2 a 1,5 mm e são holometábolos, ou seja, possuem a fase de ovo, larva, pré-pupa, pupa e adulto (PINTO; STOUTHAMER, 1994).

Os ovos são alongados ou ovalados, com ou sem um pedúnculo numa das extremidades (NOYES, 2003). A larva madura é robusta, sem setas nem espinhos no tegumento e sem sistema traqueal. A pupa é formada ainda no interior do ovo hospedeiro, sendo a velocidade de desenvolvimento condicionada à temperatura (HANSON; GAULD, 1995).

Nessa fase, a coloração do inseto vai se tornando mais escura à medida que o desenvolvimento avança. Isso ocorre devido à esclerotização da cutícula que causa uma cor característica que é visualizada no ovo parasitado. Isto ocorre devido aos sais de urato que no período do desenvolvimento final da pré-pupa e inicial da pupa começam a se concentrar na região central do abdome, formando uma massa única (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999).

O comportamento de localização e reconhecimento do hospedeiro é relativamente bem conhecido em *Trichogramma*, sendo que os estímulos incluem feromônios sexuais do hospedeiro, secreções depositadas pela fêmea da espécie hospedeira sobre os ovos, escamas (no caso de mariposas) e características físicas do próprio ovo. Existem também casos de foresia por parte da fêmea (NOYES, 2003; HANSON; GAULD, 1995).

A reprodução normal em Hymenoptera é a partenogênese arrenótoca, em que ovos fecundados são diploides e originam fêmeas, enquanto ovos não fecundados são haploides e originam machos. Outro tipo de reprodução que ocorre nesses parasitoides é a partenogênese telítoca reversível ou não, normalmente induzida por *Wolbachia* Hertig, 1924 (STOUTHAMER; WERREN, 1993). Na partenogênese telítoca, os ovos não fecundados também são capazes de originar fêmeas diploides. A reversibilidade é detectada no fato de que, se as fêmeas telítocas forem submetidas a tratamento com antibiótico, podem voltar a reproduzir normalmente com a fecundação dos machos, ou seja, não estão reprodutivamente isoladas do restante da população. A ocorrência desse fenômeno tem implicações tanto na separação de espécies (que já é suficientemente problemática, com a existência de espécies críticas e variação intraespecífica) quanto no controle biológico (PINTO; STOUTHAMER, 1994).

Um dos trabalhos mais relevantes na área do controle biológico utilizando *Trichogramma* corresponde ao uso de *T. pretiosum* no manejo de *T. absoluta* (HAJI et al., 2002). Outros trabalhos em tomateiro tem sido feitos com o intuito de implementar métodos alternativos de manejo que auxiliem na redução da aplicação de agrotóxicos e redução da população inicial da praga (PRATISSOLI et al. 2004).

O complexo de pragas que atacam a cultura do tomateiro no Estado do Espírito Santo é composto por aproximadamente 28 espécies de insetos registrados (FORNAZIER; PRATISSOLI; MARTINS, 2010). Dentre estas se tem como principais os lepidópteros *T. absoluta*, *N. elegantalis* e *H. zea*.

Coletas desse parasitoide em altitudes entre 200 e 1050 m, nos municípios de Afonso Cláudio e Venda Nova do Imigrante no Espírito Santo, demonstram que em dois anos de coleta a agressividade das linhagens de *T. pretiosum* foi diferenciada em função das áreas (PRATISSOLI et al., 2002). Um exemplo disso foi o estudo feito por Deboni e Castelo Branco (2007) onde verificaram a presença de espécies de *Trichogramma* em Morrinhos (GO), porém a percentagem de parasitismo foi menor nas áreas pulverizadas.

Para *N. elegantalis* poucos estudos têm sido feitos, dentre eles tem-se a coleta do parasitoide, exigências térmicas, aspectos biológicos idade dos ovos em relação ao parasitismo (OLIVEIRA, 2013); a taxa de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos da broca-pequena (BLACKMER, EIRAS e SOUZA, 2001) e a influência da densidade de ovos no parasitismo (OLIVEIRA; BREDA; OLIVEIRA, 2013).

Dessa forma, mais estudos devem ser feitos com o parasitoide de ovos *Trichogramma* para que o mesmo seja implementado no manejo fitossanitário de outras pragas do tomateiro, como por exemplo, em *N. elegantalis*.

1.2.4.1.2 Nematoides entomopatogênicos

O Filo Nematoda é um grupo numeroso e diversificado de metazoários, cujas espécies apresentam características morfológicas comuns, como o corpo alongado e cilíndrico, além da presença de um pseudoceloma, sendo algumas dessas espécies nocivas a artrópodes e exploradas comercialmente no controle biológico de insetos-praga (WOOD, 1988).

São agentes do controle biológico que apresentam a vantagem de serem mais eficientes, principalmente em nível de espécie. Essa vantagem está associada com a habilidade de busca do hospedeiro e a segurança que representam para os mamíferos. A utilização desse método traz alguns benefícios, como por exemplo, a

vantagem de serem resistentes a um grande número de agrotóxicos; de possuírem um efeito sinérgico com outros patógenos, como por exemplo, o *Bacillus thuringiensis* Berlinier (Bt). Porém, o uso de nematoides pode ser inviabilizado, isto devido à dificuldade de obtenção e realização de grandes criações desses agentes em meio artificial a um custo economicamente viável; alta dependência de fatores ambientais em sua aplicação, como por exemplo, a quantidade de água presente no solo; e as dificuldades de armazenamento por grandes períodos e na obtenção de embalagens adequadas para o envio das doses produzidas (CANCELA, 2013).

A primeira citação de nematoides infectando insetos é relacionada à presença e emergência desses agentes entomopatogênicos em cadáveres de gafanhotos. Contudo, as espécies de nematoides associadas a insetos encontram-se distribuídas em diferentes famílias, sendo quatro delas com maior importância no que diz respeito à exploração econômica para controle de insetos-praga: Mermithidae, Sphaerulariidae, Steinernematidae e Heterorhabditidae (POPIEL; HOMINICK, 1992).

Essas duas últimas famílias são consideradas as mais importantes como biocontroladores e possuem diversas espécies de interesse, pois se tratam de nematoides entomopatogênicos (NEPs), sendo úteis e eficazes no controle de certos tipos de insetos tidos como "pragas", principalmente de solo (ALMENARA et al., 2012; LEITE et al., 2006).

A família Steinernematidae Chitwood e Chitwood (1937) é atualmente composta por dois gêneros: Steinernema Travassos (1927) e Neosteinerema Nguyen e Smart (1994). O primeiro gênero possui 25 espécies descritas e o segundo apenas uma espécie: *N. longicurvicauda*. A família Heterorhabditidae Poinar compreende somente um gênero, Heterorhabditis Poinar (1976) com *H. bacteriophora* como a principal espécie e oito espécies descritas (ADAMS, 1998).

São vetores de uma espécie de bactéria, que é o agente patogênico e sobrevivem dentro do tubo digestivo. Ao serem introduzidas no interior da hemocele do inseto pelo nematoide, as células bacterianas são liberadas na hemolinfa, onde excretam toxinas, que matam o inseto em 24 a 48 horas. A proliferação de bactérias altera a cor do inseto para marrom-escuro (VOSS et al., 2011).

Essas bactérias guardam uma estreita relação com o nematoide ao nível de gênero e de espécie. Por exemplo, as bactérias do gênero *Xenorhabdus* são simbioses dos nematoides do gênero *Steinernema*, enquanto que as do gênero *Photorhabdus* são simbioses dos nematoides do gênero *Heterorhabditis*. Na maioria dos casos, uma única espécie de bactéria associa-se a uma determinada espécie de nematoide (GRIFFIN et al., 2005). Tanto *Photorhabdus* quanto *Xenorhabdus* podem ser cultivadas livres do nematoide, em condições laboratoriais adaptadas dos meios tradicionais de cultivo de enterobactérias, como *Escherichia coli* (ALMENARA et al., 2012).

Muito se tem estudado sobre nematoides entomopatogênicos no controle de pragas, como por exemplo, na ordem Blatodea, na família Blattellidae; em Coleoptera nas famílias Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Scolytidae e Tenebrionidae; em Díptera nas famílias Agromyzidae, Anthomyiidae, Ephydriidae, Muscidae, Phoridae, Sciaridae, Tephritidae e Tipulidae; em Heteroptera na família Coreidae; em Lepidoptera nas famílias Carposinidae, Cossidae, Noctuidae, Olethreutidae, Pterophoridae, Pyralidae, Psychidae, Sesiidae; em Orthoptera nas famílias Gryllotalpidae e Acrididae; e Siphonoptera na ordem Thysanoptera na família Thripidae (GREWAL et al., 2001).

Portanto, estudos que envolvam a utilização de nematoides em *N. elegantalis* ainda não foram elaborados, porém esse tipo de controle biológico pode ser promissor para essa praga, uma vez que empupam no solo. Dessa forma, torna-se de grande importância o estudo da utilização de nematoides entomopatogênicos para o manejo da broca-pequena-do-fruto.

1.2.4.2 Ensacamento de frutos

Na década de 60 do século XX, o ensacamento era prática usual, sendo usado principalmente para o pessegueiro, pereira e ameixeira no Rio Grande do Sul (ROSA, 2002). Porém no início da década seguinte, o ensacamento de frutos e a mão-de-obra familiar foram substituídos pela aplicação de inseticidas (LIPP; SECCHI, 2002). Atualmente esse método vem retomando seu destaque, uma vez

que o consumidor tem exigido produtos sem resíduo de agrotóxicos e que causem menos danos à população e ao meio ambiente.

Assim, o ensacamento de frutos além de auxiliar no controle de pragas pode reduzir resíduos de defensivos e manejar aspectos qualitativos, podendo ainda melhorar a qualidade organoléptica dos frutos apresentando resultados promissores (JORDÃO, NAKANO, 2002; FAORO, 2003; PINHEIRO, 2006).

A técnica do ensacamento dos frutos vem sendo preconizada há muitos anos pela pesquisa e é utilizada por alguns produtores, podendo ser confeccionadas com sacos plásticos, de papel e outros (FAORO, 2003). Além de evidenciar as características visuais e organolépticas, podem ainda retardar ou acelerar a maturação, dependendo da espécie frutífera (WANG; CHEN; XU, 2001).

Em hortaliças, o ensacamento de frutos não é uma prática muito difundida, porém alguns estudos tem demonstrado a eficiência desse método de manejo de pragas. Em cachos de tomateiro, o estudo do manejo com ensacamento desses frutos também tem sido elaborado para manejar pragas como *N. elegantalis*, *H. zea* e *T. absoluta* (JORDÃO; NAKANO, 2002).

O ensacamento dos frutos com papel manteiga para o manejo de *N. elegantalis* e *H. zea* foi tão eficiente quanto o controle químico com metamidofós. Já para *T. absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), essa prática não foi suficiente para protegê-los do ataque (JORDÃO; NAKANO, 2002).

Outros autores avaliaram o uso de ensacamento de tomate no período entre julho e outubro, a viabilidade do ensacamento de cachos com papel "Glassine", instalado por ocasião do surgimento do primeiro fruto no cacho, sendo complementado com a aplicação prévia de inseticida ou não, comparado com uma testemunha e o tratamento padrão local. Em termos de infestação, verificaram-se no tratamento ensacado sem inseticida e ensacado com inseticida, valores de 1,5 e 1,0% de frutos danificados pela praga, respectivamente, não havendo diferença estatística. Na testemunha e no tratamento padrão, o índice de frutos danificados foi de 7,1 e 6,6%, respectivamente, diferindo dos tratamentos ensacados. Dessa forma, foi confirmada a baixa eficiência do controle químico, com a indicação de que esse método de controle não exerce qualquer efeito de repelência, como foi possível observar pelo

potencial de dano da praga, expresso nessa região produtora (RODRIGUES FILHO; MARCHIOR; SILVA, 2001)

Dessa forma, muitas vantagens podem ser listadas com uso desses métodos, entre elas, reduzir a aplicação de agrotóxicos, de resíduos de produtos químicos no fruto, da perda de frutos por ataque de pragas, reduzir a incidência de doenças associadas a ferimentos nos frutos.

Outra grande vantagem é a melhora na aparência do fruto, uma vez que o consumidor procura por frutos em geral que apresentem boa coloração, formato arredondado, tamanho adequado, aroma agradável, além do sabor e do valor nutritivo (ABOOT, 1999).

Dessa forma, para auxiliar o manejo da broca-pequena-do-fruto esse método também pode ser promissor, uma vez que pode diminuir a infestação inicial da praga nos frutos de tomate.

1.2.4.3 Extratos de plantas

Inseticidas botânicos são produtos derivados de plantas ou de parte delas, sendo o material reduzido através da moagem ou de produtos derivados por extração aquosa ou diferentes tipos de solventes orgânicos (DEQUECH et al., 2008). Pesquisas com inseticidas botânicos têm como principais objetivos descobrir moléculas que permitam a obtenção de novos inseticidas sintéticos e utilizar essas plantas no manejo de pragas (VENDRAMIM; CASTIGLIONI, 2000).

As primeiras substâncias de plantas inseticidas utilizadas foram a nicotina, extraída do fumo (*Nicotiana tabacum*); a piretrina, extraída do piretro (*Chrysanthemum cinerariarfolium*); a rotenona, extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae); a sabadila e outros alcalóides extraídos da sabadila, *Schoenocaulon officinale*; e a rianodina, extraída de *Rhyania speciosa* (LAGUNES; RODRÍGUEZ, 1989).

As plantas inseticidas podem ser utilizadas de diversas formas, sendo mais comum o seu emprego na forma de pó seco, óleos, extratos aquosos e não aquosos, sendo

que os pós e os extratos aquosos constituem-se na melhor opção por serem de fácil obtenção e aplicação (VENDRAMIM, 1997).

Assim, esses extratos podem ser produzidos na própria propriedade rural, a partir de espécies disponíveis no local, reduzindo assim a dependência tecnológica de pequenos produtores (MENEZES, 2005)

Na primeira metade do século XX, o Brasil foi um grande produtor e exportador de inseticidas botânicos, como rotenona (extraída das raízes e rizomas de *Lonchocarpus* sp. e *Derris* sp.), piretro (extraído de flores de *C. cinerariaefolium*) e nicotina (extraída de folhas de *N. tabacum*) (CASTRO, 2007).

A atividade inseticida de extratos de plantas pode ser manifestada através da mortalidade direta, repelência, esterilidade, interferência no desenvolvimento e modificação no comportamento dos artrópodes, assim, o modo de ação irá depender da substância com atividade inseticida presente na planta (SILVA, et al., 2010).

Esses diferentes mecanismos de ação e sítios onde atuam estimulam estudos visando o desenvolvimento de compostos a partir dessas moléculas advindas de plantas (YAMAMOTO, 1970).

Mais de 2.000 espécies vegetais de interesse fitossanitário já foram identificadas e mais de 800 espécies de pragas controladas por produtos de origem botânica (SALAZAR, 1998; GRAINGE; AHMED, 1988)

As famílias botânicas mais estudadas como fonte de metabólitos secundários ou produtos naturais no controle de pragas agrícolas são: Achantaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Asteraceae, Canelaceae, Celastraceae, Chenopodiaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Meliaceae, Moraceae, Piperaceae, Pteridaceae, Ranunculaceae, Rutaceae, Sapotaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Verbenaceae e Zingiberaceae (ISMAN, 1995; ISMAN, 2006; SEFFRIN et al., 2010).

O interesse em desenvolver e usar plantas inseticidas para o manejo de pragas tem aumentado nos últimos anos, estimando-se um crescimento anual de 10 a 15% (ISMAN, 1997).

Entre essas algumas se destacam, como a Solanaceae, família à qual pertencem o fumo e a pimenta, Euphorbiaceae que possui a mamona e a família Liliaceae pertencente ao alho. Essas plantas têm sido estudadas para auxiliar no controle de diversas pragas em tomateiro.

O fumo (*N. tabacum*) é um alcaloide que age sobre o sistema nervoso do inseto, inibindo os receptores da acetilcolinesterase tendo um efeito rápido sobre as pragas (GUIMARÃES et al., 2008; ISMAN, 2006). Pode ser derivado principalmente de 3 espécies do gênero *Nicotina*, entre eles a *Nicotina tabacum* L. (Solanaceae), *N. rustica* e a *N. glutinosa*, entre outras solanáceas (HOLTZ; PRATISSOLI; POLANCZYK, 2009). Nos extratos de folhas de *N. tabacum* e *N. rustica* há uma concentração de 2-5% e de 5-14% de nicotina, respectivamente (KATHRINA; ANTONIO, 2004).

A nicotina é um agonista (análogo) da acetilcolina e imita sua ação, competindo com a acetilcolina pelos seus receptores presentes na membrana pós-sináptica. Porém, ao contrário da ligação natural da acetilcolina com esses receptores, a ligação com a nicotina é persistente, sendo insensível à ação da enzima acetilcolinesterase (enzima responsável pela degradação da acetilcolina). A ativação dos receptores da acetilcolina pela nicotina é, portanto, prolongada de modo anormal, causando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos, causando tremores e paralisia (MENEZES, 2005).

Entre as pragas que podem ser controladas por este extrato temos: o pulgão - *Brevicoryne brassicae* L. (Aphididae: Hemiptera), a mosca-branca - *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring) (Hemiptera: Aleyrodidae) e o *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) (LOVATTO; GOETZE; THOMÉ, 2004; AZEVEDO; GURGEL, 2006; SANTOS, 2008).

Muitos estudos devem ser feitos para avaliar a eficiência de controle em outras pragas como no caso das lagartas. A Pimenta roxa *Capsicum chinense* Jacques foi identificada pelo holandês Kikolaus Von Jacquinomist, que considerou essa espécie originária da China, embora na época já se soubesse que todas as espécies de *Capsicum* eram originárias do hemisfério ocidental (KUMAR et al., 2011).

Esse gênero compreende cerca de 20-25 espécies, pertencentes à família Solanacea, representado pelas pimentas e pimentões (LEAL, 2012).

Essas plantas possuem grande quantidade de espécies com compostos orgânicos importantes para novas pesquisas por suas possíveis funções farmacológicas e químicas (VELENTE et al., 2009). Praticamente todas as espécies dessas famílias contêm glicoalcalóides, em especial os esteroides α -solanina e α -chaconina que possuem importância toxicológica atestada e causam repelência (PROCÓPIO et al., 2003).

A eficiência de calda de pimenta para controle de *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) foi verificada por Santos (2008). De acordo com o autor, a “calda-de-pimenta” foi a mais eficiente, apresentando 53% de mortalidade, na concentração de 50%, durante a primeira hora de avaliação.

No caso do alho, *Allium sativum*, possui vários compostos organosulfurados com atividade inseticida dentre estes o principal é o dialil-disulfeto e são utilizados principalmente contra pulgões, lagartas, moscas dos chifres e pulgas (THOMAS; CALLAGHAN, 1999; SILVA, et al., 2010). Ele atua como repelente de insetos (EPA, 1992), podendo também causar efeito de arrestância sobre abelhas, assim os insetos tendem a parar ou tornar seus movimentos mais lentos (DOSKOTCH et al., 1980; WU et al., 2008).

Esse tipo de extrato exerce controle de insetos minadores, sugadores, broqueadores e mastigadores (KATHRINA; ANTONIO, 2004). É uma prática popular para controle da lagarta da maçã, pulgões, míldio e ferrugem.

As substâncias repelentes com as do alho atuam somente por contato, mas agem por contato com os quimiorreceptores do inseto e não por contato com a cutícula ou os neurônios (MENEZES, 2005).

Nos Estados Unidos, já existem produtos comerciais registrados à base de alho, para o controle de algumas pragas, sendo recomendado como repelente, inseticida, nematicida, fungicida e antibactericida (PRAKASH; RAO, 1997).

A mamona, *Ricinus communis*, é uma oleaginosa que apresenta potencial de relevante importância econômica e social, com várias aplicações industriais,

encontrada em estado asselvajado em várias regiões do Brasil (OLIVEIRA et al., 2005). As sementes da mamona contêm proteínas tóxicas, como inibidores proteicos e inibidores da α -amilase, além de outras enzimas que degradam polissacarídeos (LORD; ROBERTS; ROBERTUS, 1994; LORD et al., 2003; PANTOJA-UCEDA et al., 2003; AUDI et al., 2005), tendo como composto presente em sua estrutura toxalbumina-ricina e um corpo cristalino nitrogenado, de fórmula de $C_8H_8O_2N_2$, chamado ricinina que tem algumas características alcalóides (SCHVARTSMAN, 1979)

A proteína ricina é encontrada em sementes de mamona não sendo detectada em nenhuma outra parte da planta (GARDNER JUNIOR et al., 1960; JACKSON; TOLLESON; CHIRTE, 2006; SEVERINO, 2005). A concentração dessa proteína na semente pode variar de 1 a 5% (AUDI et al., 2005). Segundo alguns autores, a ricina é a principal responsável pela toxidez da torta de mamona e está entre as proteínas de maior toxidez conhecida pelo homem (AUDI et al., 2005; SEVERINO, 2005). É uma proteína inativadora de ribossomos (RIPs) do tipo II, classificada como uma lectina, composta pelas subunidades A e B (AUDI et al., 2005; OLSNES; KOZLOV, 2001; SEVERINO, 2005). A subunidade A apresenta atividade inibidora de ribossomo (cadeia A ou RTA), sendo responsável pela toxidez, uma vez que impede a síntese proteica causando a morte das células. Essa subunidade é ligada por ponte dissulfeto a uma lectina galactose (cadeia B ou RTB) e, é por intermédio desta que a cadeia penetra nas células. Se for quebrada a ligação entre os monômeros, as partes resultantes não serão tóxicas (AUDI et al., 2005; BRANDT et al., 2005).

O potencial inseticida de *R. communis* foi constatado por Mushobozy et al. (2009), que observaram ação inseticida do óleo de mamona em *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae). Para os mosquitos *Anopheles stephensi* (Liston), *Culex quinquefasciatus* (Say), e *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae), extratos acetônicos do pó de sementes nas concentrações de 32 e 64 μ g/mL ocasionaram 100% de mortalidade das larvas (MANDAL, 2010). Em larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), Ramos-Lopez et al. (2010) relataram atividade inseticida e insetistática do óleo de mamona e de diferentes extratos de sementes e folhas. Bestete (2011) e Bestete et al. (2012) observaram atividade inseticida do óleo de mamona incorporado à dieta de *H. zea*.

Embora um número expressivo de pragas agrícolas possa ser controlado com substâncias de origem vegetal, em termos práticos, poucas pragas importantes têm sido controladas dessa forma (LOVATTO; GOETZE; THOMÉ, 2004). Assim, estudos prévios devem ser criteriosamente realizados antes da recomendação do uso direto de tais substâncias (RIBEIRO, 2010)

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOOT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 207-255, 199.

ACCORDI, I. A.; HARTZ, S. M. Distribuição espacial e sazonal da avifauna em uma área úmida costeira do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.14, p. 117-135. 2006.

ADAMS, B. J. Species concepts and the evolutionary paradigm in modern nematology. **Journal of Nematology**, v.30, p.1-21, 1998.

ALMENARA, D. P.; ROSSI, C.; NEVES, M. R. de; WINTER, C. E. Nematoides Entomopatogênicos. *In: Tópicos Avançados em Entomologia Molecular*. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular INCT – EM – 2012.

ANDALÓ, V.; SANTOS, V.; MOREIRA GRAZIELLE, F.; MOREIRA C. C.; MOINO JUNIOR, A. **Seleção de nematoides entomopatogênicos (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) visando o controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. *In: Congresso Brasileiro de Entomologia*, 22. 2008. Uberlândia.

AUDI, J.; BELSON, M.; PATEL, M.; SCHIER, J.; OSTERLOH, J. Ricin poisoning: A comprehensive review. **Journal of the American Medical Association**, v. 294, n. 18, p. 2342-2351, 2005.

AZEVEDO, F. R.; GURGEL, L. S. Ação da nicotina para o controle da mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B em meloeiro. *In: Anais ... Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais*, 3, 2006. Belém: Embrapa/Sebrae, 2006.

BARBOSA, L. C. A. **Os pesticidas, o homem e o meio ambiente**. Viçosa: UFV, 2004.

BATISTA-FILHO, A. Produção de nematoides entomopatogênicos “in vitro”. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 91-97, 1996

BENVENGA, S. R.; BORTOLI, S. A. DE; GRAVENA, S.; BARBOSA, J. C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.4, 2010.

BERTI FILHO, E. O controle biológico dos insetos praga. *In: CROCOMO, W. B. Manejo de pragas*. Botucatu: UNESP, 1990.

BESTETE, L. R. **Produtos alternativos e associação com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2011.

BESTETE, L. R.; PRATISSOLI, D.; CELESTINO, F. N.; QUEIROZ, V. T.; MACHADO, L. C. **Extrato de alho visando o manejo alternativo de *Helicoverpa***

zea (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). In: Congresso Brasileiro De Entomologia, 24, 2012. Curitiba.

BLACKMER, J. L.; EIRAS, A. E.; SOUZA, C. L. M. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.89-95, 2001.

BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; ANDRADE JR.; C. **Comportamento de larvas recém-eclodidas da broca-pequena-do-tomateiro, *Neoleucinodes elegantalis* em laboratório.** In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, 1997, Salvador.

BRANDT, N. N.; CHIKISHEV, A. Y.; SOTNIKOV, A. I.; SAVOCHKINA, Y. A.; AGAPOV, I. I.; TONEVITSKY, A. G. Ricin, ricin agglutinin, and the ricin binding subunit structural comparison by Raman spectroscopy. **Journal of Molecular Structure**, v. 735–736, p. 293–298, 2005.

BUG AGENTES BIOLÓGICOS. **Parasitoides**. 2014. Disponível em: <<http://www.bugbrasil.com.br/parasitoides.asp>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

CANCELA, K. C. **Conceitos, Terminologia, Descrição e Caracterização de Agente**. 2013. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/alias/lpf/public_html/contbio01.html>. Acesso em: 25 jan. 2014.

CAPPS, H. W. Status of the pyraustid moths of the genus *Leucinodes* in the world, with descriptions of new genus and species. **Proceeding of the United States National Museum**, v. 98, p. 69-85, 1948.

CARNEIRO, J. da S.; HAJI, F.N.P.; SANTOS, F. de A. M. dos. **Bioecologia e controle da broca-pequena do tomateiro *Neoleucinodes elegantalis***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998, 14 p. (Embrapa Meio-Norte - Circular Técnica, 26).

CASTRO, M. de J. P. de. **Potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* JACQ. (Piperaceae) sobre a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 56f. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Piauí. Piauí, 2007.

CÔNSOLI, L. F.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, p. 271-275, 1999.

CONSTANTINO, R.; LAUMANN, R. A. **Entomologia Aplicada**. Amazônia: UFRA. 2004

DAVIES, A. P.; PUFKE, U. S.; ZALUCKI, M. P. *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Ecology in a Tropical Bt Transgenic Cotton Cropping System: 18 Sampling to Improve Seasonal Pest Impact Estimates in the Ord River Irrigation Area, Australia. **Journal Economic Entomological**, v. 102, n. 3, p. 1018-1031, 2009.

DEBONI, T. C.; CASTELO BRANCO, M. **Suscetibilidade a Inseticidas e Parasitismo Natural por *Truchigramma* sp. em Traça-do-Tomateiro**. Embrapa, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2007.

DEQUECH, S. T. B.; SAUSEN, C. D.; LIMA, C. G.; EGEWARTH, R. Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. **Revista Biotemas**, v.21, n.1, 2008.

DOSKOTCH, R. W.; CHENG, H. Y.; ODELL, T. M.; GIRARD, L. Nerolidol: na antifeeding sesquiterpene alcohol for gypsy moth larvae from *Melaleuca leucadendron*. **Journal of chemical ecology**, v. 6, p. 45-851, 1980.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). ***Allium sativum* (Garlic)**. 1992. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/factsheets/4007fact.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

EPSKY, N. D., WALTER, D.E. AND CAPINERA, J. L. Potential role of nematophagous microarthropods as biotic mortality factors of entomogenous nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). **Journal of Economic Entomology**. v.81, p.821-825, 1988.

ERTHAL JUNIOR, M. **Controle biológico de insetos pragas**. I Seminário Mosaico Ambiental: olhares sobre o ambiente. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. 2011. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/sMosaicoAmbiental/article/view/2180/1243>>. Disponível em: 24 jan. 2014.

FAORO, I. D. Técnica e custo para o ensacamento de frutos de pêra japonesa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 339-340, 2003.

FERNÁNDEZ, S.; SALAS, J. Estudios sobre la biología del perforador del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomie Tropicale**, v. 35, p. 77-82, 1985.

FORNAZIER, M.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D. S. Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo. In: Incaper. **Tomate**. Vitória: Incaper, 2010, p. 185-226.

FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L., CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A. 2000. Manejo integrado de pragas. p.112-127. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças, 2000.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.L.P.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.

GARDNER JUNIOR, H. K.; D'AQUIN, E. L.; KOULTUN, S. P.; McCOURTNEY, E. J.; VIX, H. L. E.; GASTROCK, E. A. Detoxification and deallergenization of Castos

Beans. **The Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 37, p. 142-148, 1960.

GIOMETTI, F. H. C.; LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; SCHMIT, F. S.; BATISTA-FILHO, A.; DELL'ACQUA, R. Virulência de nematoides entomopatogênicos (Nematoda: Rhabditida) à *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae). **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 81-86, 2011.

GRAINGE, M.; AHMED, S. **Handbook of Plants With Pest Control Properties**. New York: John Wiley, 1988.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas do tomateiro. In: Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate, Viçosa, **Anais...** Viçosa: EMATER - MG, p. 36-51, 1989.

GREWAL, P. DE; NARDO, E.A.B.; AGUILLERA, M. M. Entomopathogenic nematodes: potential for exploration and use in South America. **Neotropical Entomology**, v. 30, p.191-205. 2001.

GRIFFIN, C. T.; BOEMARE, N. E.; LEWIS, E. E. Biology and behavior. In: GREWALL, P. S.; EHLERS, R.-U.; SHAPIRO-ILAN, D. I. (Ed.). **Nematodes as Biocontrol Agents**. Boston: Cabi Publishing, 2005. p. 47-64.

GUIMARÃES, J. A.; CASTRO, A. C. R. de; MESQUITA, A. L. M.; SOBRINHO, R. B.; AZEVEDO, F. R. de. **Manual de Reconhecimento e Controle das Principais Pragas do Antúrio no Estado do Ceará**. Documento 144. Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

HAJI, F. N. D.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J. S.; ALENCAR, J. A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas em tomateiro industrial. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p.477-494, 2002.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **The Hymenoptera of Costa Rica**. Grã-Bretanha: Oxford University Press/ The Natural History Museum. 893p., 1995.

HASSAN, S. A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para uso em programas de controle biológico, p.183-205. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

ISMAN, M. B. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phytoparasitica**, v. 25, n. 4, p. 339-344, 1997.

ISMAN, M. B. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. **Phytoparasitica**, v.25, p. 339-44, 1995.

JACKSON, L. S.; TOLLESON, W. H.; CHIRTE, S. J. Thermal inactivation of ricin using infant formula as a food matrix. **The Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 19, p. 7300-7304, 2006.

JAFFE, K.; MIRÁS, B.; CABRERA, A. Mate selection in the moth *Neoleucinodes elegantalis*: evidence for a supernormal chemical stimulus in sexual attraction. **Animal Behaviour**, n. 73, p. 727-734, 2007.

JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos de tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.281-289, 2002.

KATHRINA, G. A.; ANTONIO, L. O. J. Controle biológico de insectos mediante extractos botânicos. In: CARBALL, M.; GUAHARAY, F. **Control biológico de plagas agrícolas**. Managua: CATIE, 2004. P. 137-160. (Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE, 53).

KAYA, H. K.; GRIEVE, B. J. The nematode *Neoplectana carpocapsae* and the beet armyworm *Spodoptera exigua*: Infectivity of prepupae and pupae in soil and of adults during emergence from soil. **Journal of Invertebrate Pathology**.v.39, p.192-197, 1982.

KUMAR, R.; DWIVEDI, N.; SINGH, R. K.; KUMAR, S. RAI, V. P.; SINGH, M. A review on molecular characterization of pepper for capsaicin and oleoresin. **Internation Journal of Plant Breeding and Genetics**, v.5, 99-110, 2011.

LAGUNES T., A.; RODRÍGUEZ, C. H. **Los extractos acuosos vegetales con actividad insecticida: el combate de la conchuela del frijol**. Texcoco: USAID-CONACYT-SME-CP, 57p. (Temas Selectos de Manejo de Insecticidas Agrícolas, 3). 1992.

LEAL, A. P. F. **Avaliação das Propriedades Farmacológicas dos Extratos Brutos de duas Variedades da *Capsicum chinense* Jacq.** 52 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2012.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A broca pequena do fruto do tomateiro. **O Biológico**, v.19, p. 182-186, 1953.

LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; BOTELHO, P. S. M.; BATISTA FILHO, A.; POLANCZYK, R. A.; SCHMIDT, F. S. Eficiência de nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos contra *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Dryophthoridae) e *Leucothyreus* sp. em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 40-48, 2012.

LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; GINARTE, C. M. A.; CARREGARI, L. C.; BATISTA-FILHO, A. Nematóides entomopatogênicos no controle de pragas. In: SENE-PINTO, A. **Controle Biológico de Pragas na Prática**. Piracicaba: FEALQ, p. 45-53. 2006.

LI, Y. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. In: Wajnberg, E.; Hassan, S. A. **Biological Control with Egg Parasitoids**. Wallingford: CAB International, p. 37-53, 1994.

LIPP, J.P.; SECCHI, V.A. Ensacamento de frutos: uma antiga prática ecológica para controle da mosca-das-frutas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p.53-58, 2002.

LORD, M. J.; JOLLIFFE, N. A.; MARSDEN, C. J.; PATEMAN, C. S.; SMITH, D. C.; SPOONER, R. A.; WATSON, P. D.; ROBERTS, L. M. Ricin. Mechanisms of cytotoxicity. **Toxicological Reviews**, v. 22, p. 53-64, 2003.

LORD, M. J.; ROBERTS, L. M.; ROBERTUS, J. D. Ricin: structure, mode of action and some current applications. **The FASEB Journal**, v. 8, n. 2, p. 201-208, 1994.

LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família *Solanaceae* sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.971-978, 2004.

MANDAL, S. Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. v.3, p. 605-609. 2010.

MARCANO, B. R. V. Estudio de la biología y algunos aspectos Del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en tomate. **Agronomía Tropical**, v.41, n 5-6, p.257-264, 1991.

MELO, I.S.; AZEVEDO, J. L. **Controle Biológico**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, 1998.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropedica. **Embrapa Agrobiologia**, 2005. 58p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205)

BROGLIO MIRANDA, M. M. M. **Impacto do manejo integrado na predação e no parasitismo das pragas do tomateiro**. 1997, 105p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 1997.

MIRANDA, M. M. M.; PICANÇO, M. C.; ZANUNCIO, J. C.; BACCI, L.; SILVA, E. M. da. Impact of integrated pest management on the population of leafminers, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 204-208, 2005.

MUÑOZ, E.; SERRANO, A.; PULIDO, J. I.; De La CRUZ, J. Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), (Lepidoptera: Pyralidae), passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. en el valle del cauca. **Acta Agronomica**, v. 41, p. 99-104, 1991.

MUÑOZ, L. E.; SERRANO, A.; PULIDO, J.; CRUZ, L. Ciclo de vida y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) pasador del fruto Del lulo *Solanum quitoense* Lam. en el Valle del Cauca. **Acta Agronómica**, v. 41, p; 99-104, 1989.

MUSHOBOZY, D.M.K.; NGANILEVANU, G; RUHEZA, S.; SWELLA, G.B. Plant oils as common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed protectants against infestations by the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). **Journal of Plant Protection Research**, v.49, p.35-39, 2009.

NOYES, J. S. **Universal Chalcidoidea Database**. 2003. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>>. Acesso em: 20 de jan. de 2014.

OLIVEIRA, C. M. DE; BREDAS, M. O.; OLIVEIRA, J. V. de. **Influência da densidade de ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) sobre parasitismo e emergência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em cartelas e frutos de tomateiro**. In: Simposio de Controle Biológico, 13. 2013. Bonito.

OLIVEIRA, I. P. de; SANTOS, K. J. G. dos; BELTRÃO, N. E. de M.; NEVES, B. P. DAS; ARAÚJO, A. A. de; OLIVEIRA, L. C. Potenciais da mamona (*Ricinus communis* L.) na Região Centro - Oeste brasileira. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v.1, n.2, p.104 -130, 2005.

OLSNES, S.; KOZLOV, J. Ricin. **Toxicon**, v. 39, n. 11, p. 1723-1728, 2001.

PANTOJA-UCEDA, D.; BRUIX, M.; GALLEGOS, G. G.; RICO, M.; SANTORO, J. Solution structure of Ricin, a S2 albumin storage protein from *Ricinus communis*. **Biochemistry**, v. 42, p. 13839-13847, 2003.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole. 2002.

PICANÇO, M. C.; BACCI, L.; CRESPO, A. L. B.; MIRANDA, M. M. M.; MARTINS, J. C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 9, p. 327-355, 2007.

PINHEIRO, S. C. S. **Qualidade de goiabas ensacadas e manejadas com diferentes produtos fitossanitários, sob manejo orgânico**. 2006. 106f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

PINTO, J. D. A review of the new world genera of Trichogrammatidae Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

PINTO, J. D.; STOUTHAMER, R. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In: WAJNBURG, E.; HASSAN, S. A. **Biological control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, p.1-36, 1994.

POPIEL, I.; HOMINICK, W. M. Nematodes as biological control agents: part II. **Advances in Parasitol.** **31**, 381-431. 1990.

PRAKASH, A.; RAO, J. **Botanical pesticides in agriculture**. USA, CRC. 1997.

PARISH, J. B.; PICANÇO, M. C.; XAVIER, V. M.; RAMOS, R. S.; ARAÚJO, T.A. de. **Diversidade de predadores no cultivo do tomateiro em estação seca e chuvosa**. In: Simpósio de Controle Biológico, 13, 2013. Bonito.

PRATISSOLI, D. POLANCZYK, R. A.; HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. R. Sistema de Manejo Integrado de Pragas: Controle Químico e Biológico. In: JESUS JR., W. C. de;

POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J. E. M.; SANTIAGO, T. **Atualidades em Defesa Fitossanitária**. Alegre: CCAUFES, 327-346p., 2007.

PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; VIANNA, U. R.; BELLIN, L. L. Efeito da ausência de hospedeiro e de alimento sobre aspectos biológicos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 3, p. 281-286, 2004.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M., GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B., ZAGO, H. B. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p.73-76, 2003.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* e, áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura brasileira**, v.21, n.1, p. 73-76, 2002.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley criado em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1281-1288, 2000.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J. Ocorrência de *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Nipterira panacea* Thierry-Mieg (Lepidoptera: Geometridae), um geometrideo desfolhador do abacateiro. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 347-349, 1999.

PROCÓPIO, S. de. O.; VENDRAMIM, J. D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, J. B. dos. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* MOTS (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 6, p. 1231-1236, 2003.

QUERINO, R. B. **Espécies de Trichogramma**: coleção da ESALQ. 2008. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/tricho/statist.htm>>. Acesso em 26 jan. 2014.

QUERINO, R. B. **Taxonomia do gênero Trichogramma Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na América do Sul**. Piracicaba, 2002. 214p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

RAMOS-LÓPEZ, M. A.; PÉREZ G.S.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, C.; GUEVARA-FEFER, P.; ZAVALA-SÁNCHEZ, M. A. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **African Journal of Biotechnology**, v.9, p.1359-1365, 2010.

RIBEIRO, I. do P. **Bioprospecção de extratos vegetais e sua interação com protetores de grãos no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. 2010. 153f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2010.

RODRIGUES FILHO, I.L.; MARCHIOR, L.C.; SILVA, L.V. da. Estudo da viabilidade do ensacamento de pencas em tomateiro tutorado para o controle de *Neoleucinodes*

elegantalis (Guen., 1854) (Lepidoptera: Crambidae) em Paty do Alferes – RJ. **Agronomia**, v.35, p.33-37, 2001.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito residual do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Rural**, v.36, n.4, 2006.

RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and performance studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, Amsterdam, v. 36, n. 3, p. 331-336, 2006.

SALAS, J.; ALVAREZ, C.; PARRA, A. Contribucion al conocimiento de la ecologia del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, v. 41, n. 5-6, p. 275-283, 1991.

SALAZAR, E. C. **Inseticidas e Acaricidas**. Pelotas: Univerdade Federal de Pelotas, 1998.

SANTOS, R. M. V. **Diversidade de ácaros (Arachnida: Acari) associados às flores tropicais na região litoral sul da Bahia e avaliação de produtos naturais para controle *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard (Acari : Tetranychidae)**. 98 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual De Santa Cruz. Ilheus. 2008.

SCHVARTSMAN, S. **Plantas venenosas**. São Paulo: SARVIER, 1979.

SEFFRIN, R. C.; SHIKANO, I.; AKHTAR, Y.; ISMAN, M. B. Effects of crude seed extracts of *Annona atemoya* and *Annona squamosa* L. against the cabbage looper, *Trichoplusia ni* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, v. 29, p. 20-24, 2010.

SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 136).

SILVA, M. B. da; MORANDI, M. A. B.; PAULA JUNIOR, T. J. de; VENZON, M.; FONSECA, M. C. M. Extratos de plantas e seus derivados no controle de doenças e pragas. In: VENZON, M.; PAULA JUNIOR, T. J. de; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica**. Viçosa: U.R. EPAMIG ZM, 2010.

SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; CARVALHO e SILVA, W.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, W. **Cultivo de tomate para industrialização**. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2006. (Sistema de Produção, 1). Versão eletrônica. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial-2ed/colheita.htm>>. Acesso em: 09 mar. 2014.

SOUZA, C. L. M. **Influência de aleloquímicos sobre a interação tritrófica entre *Lycopersicon spp.*, *Neoleucinodes elegantalis* (Genée) (lepidóptera:**

Crambidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 2001. 124 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Rio de Janeiro, 2001.

STOUTHAMER, R.; WERREN J.H. Microbes associated with parthenogenesis in wasps of the genus *Trichogramma*. **Journal of Invertebrate Pathology**, [s.l.], v. 61, p. 6-9, 1993.

THOMAS, C. J.; CALLAGHAN, A. The use of garlic (*Allium sativa*) and lemon peel (*Citrus limon*) extracts as *Culex Pipiens* larvicides: persistence and interaction with na organophosphate resistance mechanism. **Chemosphere**, v.39, p. 2489-2496, 1999.

TOLEDO, A. A. Contribuição para o estudo da *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), praga do tomate. **O Biológico**, v. 14, p. 103-108, 1948.

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

VENDRAMIM, J. D. Plantas inseticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: SEB; Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1997. p. 10

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, Resistência e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. **Bases e Técnicas do Manejo de Insetos**. Santa Maria: USFM/CCR/DFS, 2000, p.113-128.

VOSS, M.; ANDALÓ, V.; NEGRISOLI JÚNIOR, A. S.; BARBOSA-NEGRISOLI, C. R. **Manual de técnicas laboratoriais para obtenção, manutenção e caracterização de nematoides entomopatogênicos**. 2011. Documento 199 – Embrapa. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do119.pdf> Acesso em: 20 jan 2014.

VOSS, M. **Metodologias usadas na Embrapa Trigo para obtenção e manutenção de nematoides entomopatogênicos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009.

WANG, J. G.; CHEN, L. J.; XU, W. Z. Assessment of bagging with film bag for Huanghua pear variety. **South China Fruits**, v.30, n.2, p.43-44, 2001.

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

WOOD, W. B. **The Nematode *Caenorhabditis elegans***. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1988.

WU, B.; KASHIWAGI, T.; KURODA, I.; CHEN, X. H.; TEBAYASHI, S. KIM, C. S. Antifeedants against *Locusta migratória* from the sapanese Cedar, *Cryptomeria japônica* II. **Biosciense, Biotechnology and Biochemistry**, v. 72, n. 611-614. 2008.

YAMAMOTO, Y. Mode of action of pyrethroids, nicotinoids, and rotenoids. **Annais da Revista Entomologica**, v. 15, p. 257-272, 1970.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993.

2 CAPITULO II

BIOLOGIA DE *Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os aspectos biológicos de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), por meio da seleção de linhagens, avaliação da capacidade de parasitismo em diferentes temperaturas, exigências térmicas, tabela de vida e estimativa do número ideal de parasitoides em ovos da broca-pequena-do-fruto. A seleção foi feita com base em 4 linhagens mantidas no Nucleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossario de Pragas (NUDEMAFI), sendo 3 linhagens da espécie *T. pretiosum* e 1 da espécie *T. galloi*. A capacidade de parasitismo das fêmeas foi feita em 5 temperaturas (18, 21, 24, 27 e 30 °C), onde ovos da broca-pequena-do-fruto foram oferecidas diariamente a cada fêmea para cada temperatura. Para a avaliação das exigências térmicas e tabela de vida, o cálculo da temperatura base (T_b) e constante térmica (K) foram obtidos pelo método da hipérbole, e número provável de gerações anuais do parasitoide foi estimado para os municípios de Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Conceição do Castelo, Vargem Alta e Santa Maria do Jetibá. Já para a estimativa do número de *Trichogramma*, as fêmeas foram liberadas nas proporções de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128 por ovos da broca-pequena, em uma gaiola (60 x 60 x 150 m) confeccionada com tela antiafídeo. A linhagem *T. galloi* (Tg1) se destacou das demais apresentando os melhores parâmetros para a seleção da linhagem. Para a capacidade de parasitismo, o maior número de ovos parasitados ocorreram nas primeiras 24h, nas temperaturas de 24 e 27 °C, com cerca de 17 ovos parasitados e a temperatura base para a linhagem selecionada foi de 8,02, exigindo um acúmulo de calor para o seu completo desenvolvimento de 159,74 graus-dia, sendo que o número de gerações/ano do parasitoide variaram para as diferentes localidades testadas, sendo 28,21 para Venda Nova do Imigrante, 24,72 em Domingos Martins, 35,37 em Conceição do Castelo, 30,96 em Vargem Alta e 28,72 em Santa Maria do Jetibá. O R_o variou de 11,37 a 66,58 em função da temperatura e r_m aumentou entre

18 e 27 °C (0,22 à 0,32) apresentando uma redução a 30 °C (0,30), enquanto λ foi maior a 24 °C e menor a 18 °C, com 1,42 e 1,25 fêmeas/fêmeas/dia, respectivamente. A estimativa do número ideal de *T. galloi* em ovos da broca-pequena-do-fruto foi de 82 indivíduos do parasitoide por ovo. Diante disso, conclui-se que a linhagem Tg1 de *T. galloi* possui os parâmetros biológicos adequados em ovos de *N. elegantalis*, demonstrando ser promissor no manejo fitossanitário desta praga.

Palavras-chave: Parasitoide de ovos. Broca-pequena-do-fruto. Manejo fitossanitário.

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) IN EGGS OF *Neoleucinodes elegantalis* (GUENEE, 1854) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the biological aspects of species/strains of *Trichogramma* on eggs of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) by selecting strains, assessing the ability of parasitism at different temperatures, thermal requirements, life table and estimate of number parasitoid in eggs of the small-fruit-borer. The selection was based on 4 strains maintained in Nucleo of Scientific and Technological Management Phytosanitary (NUDEMAFI) , 3 strains of *T. pretiosum* species and 1 to *T. galloi*. The ability of parasitism of female maturation was taken at 5 temperatures (18, 21 ,24 , 27 and 30 °C) , where small-fruit-borer was offered daily to each female for each temperature. For the evaluation of thermal requirements and life calculating the base temperature (T_b) and thermal constant (K) and the life table were obtained by the probable number of generations of the parasitoid was estimated to municipalities for Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Conceição do Castelo, Vargem Alta e Santa Maria do Jetibá. Have to estimate the number of *Trichogramma*, females were released in proportions of 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 and 128 eggs by small-fruit-borer in a cage (60 x 60 x 150m) made with antiafídeo screen. The strain *T. galloi* (Tg1) stood out from the others presenting the best parameters for the selection of the lineage . For the parasitism capacity the largest number of parasitized eggs occurred in the first 24 hours at temperatures of 24 and 27 °C, with about 17 parasitized eggs and the base temperature for the selected strain is 8.02 , requiring an accumulation of heat for your complete development of 159.74 degree-days, and the number of generations / year of parasitoid varied for different locations tested , and 28.21 for Venda Nova do Imigrante, 24.72 in Domingos Martins, 35.37 in the Conceição de Castelo , 30.96 and in Vargem Alta and 28.72 in Santa Maria do Jetibá and the R_0 ranged from 11.37 to 66.58 depending on the temperature and r_m increased between 18 and 27 ° C (0.22 to 0.32) with a reduction to 30 ° C (0.30), while λ was higher at 24 ° C and lowest at 18 ° C , with 1.42 and 1.25 females/female/day, respectively. Estimating the optimal number of *T. galloi* in eggs of small-fruit-borer was 82 individuals per egg parasitoid.

Given this, it is concluded that the strain of *T. galloi* (Tg1) has adequate biological parameters in eggs of *N. elegantalis*, proving to be promising in the management of this pest plant.

Keywords: Egg parasitoid. Small-fruit-borer. Management Phytosanitary.

2.1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é cultivado em várias regiões do Brasil, sendo uma cultura de alto risco, devido principalmente aos danos causados pelas pragas tanto em lavouras destinadas ao consumo *in natura* como para a industrialização (SOUZA; REIS, 2003). Entre as pragas que causam danos, o *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), também conhecido como a broca-pequena-do-fruto, é um dos insetos de maior importância na cultura, causando danos diretamente no fruto, podendo causar perdas de 90% (PICANÇO et al., 2007).

O controle químico tem sido utilizado em larga escala para o controle dessa praga, trazendo riscos à saúde humana e desequilíbrios ao ambiente, causando a morte de inimigos naturais que poderiam auxiliar no manejo de pragas, além de serem ineficazes no manejo dessa praga, uma vez que a larva penetra no fruto (BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001; MEDEIROS; VILELA; FRANÇA, 2006).

Novos métodos de manejo devem ser avaliados com o intuito de reduzir a quantidade de agrotóxicos pulverizados. Entre esses métodos, a utilização do controle biológico com liberação de *Trichogramma* pode ser promissor no manejo fitossanitário da broca-pequena-do-tomateiro.

Em tomateiro, o parasitoide de ovos do gênero *Trichogramma* tem sido utilizado em larga escala, por ser altamente eficiente e especializado, podendo auxiliar no manejo de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) e *N. elegantalis* (PRATISSOLI; PARRA, 2000; PRATISSOLI; PARRA, 2001; BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001; HAJI et al., 2002; PRATISSOLI et al., 2003;; PRATISSOLI et al. 2005; VELÁSQUEZ; GERDING, 2006; DÍAZ; BROCHERO, 2012; OLIVEIRA, 2013).

O sucesso no manejo de pragas, com o uso do parasitóide *Trichogramma* está relacionado à escolha correta da espécie e linhagem a serem utilizadas, pois resultados de pesquisa demonstram que as espécies e/ou linhagens podem apresentar afinidade por determinados hospedeiros, em razão do comportamento de busca orientada por estímulos, das características nutricionais e morfológicas do

ovo, além de fatores abióticos como condições climáticas que pode afetar, entre outros parâmetros, a duração do desenvolvimento, a razão sexual, o parasitismo e a longevidade dos adultos (PRATISSOLI; PARRA, 2000, 2001; MOLINA, 2006; MANSFIELD; MILLS, 2004). Assim, torna-se de grande importância o estudo das características de espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp., utilizando como hospedeiro a broca-pequena-do-tomateiro.

Os objetivos do presente capítulo são:

- Selecionar uma linhagem de *Trichogramma* spp. que mais se adeque aos ovos da broca-pequena-do-tomateiro;
- Avaliar os parâmetros biológicos da espécie selecionada de *Trichogramma* em diferentes temperaturas;
- Avaliar a tabelas de vida de fertilidade para a espécie selecionada;
- Estimar o número ideal de espécimes da linhagem selecionada por ovos da broca-pequena-do-tomateiro.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Obtenção de *Trichogramma*

As linhagens de *Trichogramma* spp. utilizadas no presente experimento foram obtidas da criação estoque do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas (NUDEMAFI) – setor de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito (CCAUFES), sendo estas provenientes de vários locais como descrito no Tabela 1.

Tabela 1 – Linhagens de *Trichogramma* spp. utilizadas para o estudo de seleção de linhagens em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* e seus dados de origem

Espécie	Código	Local de coleta	Cidade	Cultura	Praga
<i>T. pretiosum</i>	T.p8	Fazenda Guandu	Afonso Cláudio - ES	Tomateiro	<i>Helicoverpa zea</i>
<i>T. pretiosum</i>	T. p18	Linhagem comercial - BUG	-	-	-
<i>T. pretiosum</i>	T. p.19	Área experimental - CCAUFES	Rive - Alegre-ES	Tomateiro	<i>N. elegantalis</i>
<i>T. galloi</i>	T g1	Linhagem comercial - BUG	-	-	-

2.2.2 Criação do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)

O hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) foi criado em dieta homogeneizada à base de farinha de trigo integral (60%), milho (37%) e levedura de cerveja (3%). A dieta foi disposta em caixa plástica (30 x 25 x 10 cm) com fitas de papelão corrugado (25 x 2 cm) no interior, sendo os ovos do hospedeiro dispostos aleatoriamente na dieta. Os adultos foram coletados diariamente, com aspirador de pó adaptado e transferidos para tubos de PVC (150 mm de diâmetro x 25 cm de altura) com tiras de tela de náilon, dobradas em seu interior para a oviposição.

2.2.3 Multiplicação de *Trichogramma* spp.

Para a manutenção dos parasitoides, ovos de *A. kuehniella* foram inviabilizados em lâmpada germicida durante 50 min e fixados em retângulos de cartolina azul celeste (8,0 x 2,0 cm), com da goma arábica diluída a 20%. Essas cartelas foram inseridas em tubos de vidro (8,5 x 2,4 cm), contendo adultos de parasitoides recém-emergidos. Posteriormente, os tubos foram vedados com filme plástico de PVC, a fim de evitar a fuga dos parasitoides. As cartelas foram mantidas nos tubos por 24 horas e posteriormente armazenadas em tubos limpos de vidro (9 x 3 cm) em sala climatizada com temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h.

2.2.4 Multiplicação de *N. elegantalis*

A multiplicação da praga foi realizada em sala climatizada (25 ± 2 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h). Os adultos foram mantidos em gaiolas de acrílico e alimentados com solução de mel a 10%. Para a oviposição, frutos de tomate do cultivar Alambra F1 foram acondicionados nas gaiolas. Diariamente, os ovos foram retirados dos frutos de tomate e distribuídos em frutos de jiló (em média de 5 ovos/fruto), os quais permaneciam em bandejas plásticas tampadas com tecido TNT, servindo assim de local de pupação das lagartas. Terminada essa fase, as pupas foram transferidas para potes plásticos ou placas de Petri e acondicionadas em câmaras climatizadas nas condições citadas até a emergência dos adultos, que eram novamente levados às gaiolas de acrílico.

2.2.5 Seleção de linhagens de *Trichogramma* spp.

Para cada linhagem foram utilizadas 20 fêmeas (com menos de 24 h de idade), sendo estas individualizadas em tubetes de *eppendorf* (2 mL), contendo em sua parede gotículas de mel para a alimentação das fêmeas. Os ovos de *N. elegantalis* foram coletados da criação estoque, sendo retirados dos frutos através do auxílio de um bisturi. Foram oferecidos para cada fêmea, 20 ovos fixados em cartelas de cartolina azul (0,5 x 2,0 cm), com idade de 0 - 24h, e o parasitismo foi permitido por 24h em câmaras climatizadas (25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h). Após esse período as fêmeas foram retiradas dos *eppendorf* e os ovos permaneceram nessas câmaras.

O sexo dos indivíduos foi determinado pelo dimorfismo sexual apresentado nas antenas. Os ovos parasitados foram colocados em sacolas plásticas e mantidos na temperatura (25 ± 2 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h) até a emergência dos descendentes. Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de ovos parasitados, viabilidade dos ovos (n° de ovos com orifício/ n° de ovos parasitados x 100), número de indivíduo por ovos e a razão sexual (número de fêmeas/ n° de machos + n° fêmeas).

Esta etapa do experimento foi composta de um delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (linhagens) e 20 repetições, sendo cada repetição representada por uma fêmea da linhagem testada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Assistat 7.7.

2.2.6 Capacidade de parasitismo de *Trichogramma* spp. em ovos de *N. elegantalis* sob diferentes temperaturas.

Ovos de *N. elegantalis* com até 12h de idade foram coletados de frutos de tomate com o auxílio de um bisturi e colados em cartelas de cartolina azul celeste (0,5 x 2,0

cm) com o auxílio de um pincel e goma arábica a 20%. Para cada temperatura em estudo foram isoladas 20 fêmeas recém-emergidas em tubetes de *ependorf* (2,0 mL), contendo gotículas de mel para alimentação e vedados com tampa do próprio tubete. As cartelas contendo 20 ovos da broca-pequena-do-tomateiro foram oferecidas diária e individualmente para cada fêmea em cada temperatura de 18, 21, 24, 27 e 30 °C até a morte da mesma. As cartelas do dia anterior eram identificadas e colocadas em sacos plásticos (23,0 x 4,0 cm) e mantidas nas respectivas temperaturas.

Os seguintes parâmetros biológicos foram avaliados: parasitismo diário e acumulado, total de ovos parasitados por fêmea, razão sexual (número de fêmeas/ nº de machos + nº fêmeas), viabilidade dos ovos (nº de ovos com orifício/nº de ovos parasitados x 100) e número e indivíduos por ovo nas diferentes temperaturas.

Essa etapa do experimento foi composta de um delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (temperaturas) e 20 repetições, sendo cada repetição representada por uma fêmea da linhagem selecionada anteriormente. Para a análise dos dados foi feita uma regressão pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

2.2.7 Exigências térmicas e tabela de vida de *Trichogramma* spp. em ovos de *N. elegantalis*

Ovos da broca-pequena-do-tomateiro foram agrupados em número de 10 ovos por fêmea de *Trichogramma* spp., sendo utilizadas três fêmeas por repetição. Os ovos foram expostos ao parasitismo por 5h, a fim de evitar a ocorrência de superparasitismo. Os ovos da broca-pequena foram transferidos diariamente para cartolina azul celeste (0,5 x 2,0 cm), sendo que estes e o parasitoide, com 0 a 12h de idade foram mantidos em tubos de *ependorf* (2 mL), com uma gotícula de mel para alimentação, vedados com a tampa do recipiente, a uma temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h. Após esse período, as fêmeas do parasitoide foram mortas com o auxílio de um pincel e os ovos parasitados foram transferidos para câmaras climatizadas nas temperaturas de 18, 21, 24, 27 e 30 °C $\pm$

1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h. Essas temperaturas correspondem à faixa ótima (24 °C a 27 °C) e às extremas (18, 21 e 30 °C) para o desenvolvimento do parasitoide de acordo com Melo et al. (2007). Essa metodologia utilizada por Pratissoli e Parra (2000) implica na obtenção dos parasitoides na fase de ovo.

A partir da emergência dos adultos, 15 fêmeas (idade 0-6h), provenientes de cada temperatura (18; 21; 24; 27 e 30 ± 1 °C), foram individualizadas em tubos tipo *ependorf* (2,0 mL) e retornaram para as respectivas temperaturas. Cartelas de cartolina azul celeste (0,5 x 2,0 cm) contendo 20 ovos de *N. elegantalis* (idade 0-24 h) foram oferecidas diariamente, até a constatação da morte da fêmea. As cartelas com ovos parasitados, provenientes de cada tratamento, foram acondicionadas em sacos plásticos (23,0 x 4,0 cm) e mantidas nas mesmas condições.

Para a avaliação das exigências térmicas, o cálculo da temperatura base (T_b) e constante térmica (K) foram obtidos pelo método da hipérbole (HADDAD et al. 1999), a partir do programa SAS, versão 9.0 (SAS Institute 2001), baseando-se na duração do ciclo (ovo-adulto) nas temperaturas testadas.

O número provável de gerações anuais de *T. galloi* foi estimado para os municípios da Região Serrana do Estado do Espírito Santo, sendo eles Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Conceição do Castelo, Vargem Alta e Santa Maria do Jetibá, baseando-se na temperatura média mensal dessas localidades, por meio da equação: $NG = \{T(T_m - T_b)/K\}$, onde: K = constante térmica, T_m = temperatura média mensal, T_b = temperatura base (°C) e T = tempo (dias). Os dados de temperatura média mensal dos municípios foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia.

Para a elaboração das tabelas de vida de fertilidade, empregou-se a metodologia citada por Silveira Neto et al. (1976). Através dos valores de intervalos de idade (x), fertilidade específica (m_x) e probabilidade de sobrevivência (l_x) das tabelas de fertilidade de vida, foi confeccionada a tabela de vida de fertilidade do parasitoide baseado na estimativa de Jackknife (MAIA; LUIZ; CAMPANHOLA, 2000; MAIA; LUIZ, 2006), sendo os seguintes parâmetros determinados: taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo de tempo entre cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m) e razão finita de aumento (λ) onde:

$$Ro = \sum(m_x \cdot l_x) \quad T = \sum(m_x \cdot l_x \cdot x) / \sum(m_x \cdot l_x) \quad r_m = \frac{\log_e Ro}{T} = \frac{\ln Ro}{T}$$

$$\lambda = e^{r_m}$$

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos (temperaturas) sendo os dados quantitativos submetidos a análise de regressão. A escolha da equação que melhor se ajustou aos dados foi baseada no fenômeno em estudo e na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e da regressão pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro e no coeficiente de determinação (R^2) (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002; SOUZA, 1998; GUJARATI; PORTER, 2011).

2.2.8 Estimativa do número de *Trichogramma* sp. a ser liberado

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação do CCAUFES, onde mudas de tomate da variedade Alambra F1 foram transferidas para baldes de plástico de 20 Kg contendo substrato preparado na proporção de 1/3 de terra de subsolo, 1/3 de areia e 1/3 de esterco de curral curtido. O experimento foi montado após 60 dias de transplantados, onde na noite que antecedeu à experimentação, frutos de tomate foram oferecidos às fêmeas de *N. elegantalis*, sendo posteriormente 200 ovos contabilizados. As fêmeas de *Trichogramma* sp. foram liberadas na proporções de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128 por ovo da broca-pequena, em uma gaiola (60 x 60 x 150 m) confeccionada com tela antiafídeo, vedada em sua base. O tomate contendo os ovos foi colocado na parte média da planta de tomate. Assim, de acordo com a proporção, foram liberadas 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400, 12800, 25600 fêmeas de *Trichogramma* sp. O parasitismo foi permitido por 24h, sendo posteriormente os frutos identificados e levados para laboratório, dispostos em câmara climatizada (25 ± 2 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h).

Em cada proporção, o experimento foi repetido 6 vezes, em um delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, a fim de se determinar o número ideal da linhagem de *Trichogramma* a ser liberado em campo. O parâmetro avaliado foi o percentual de ovos parasitados em cada proporção.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Seleção de linhagens

Entre as espécies avaliadas a que mais se destacou foi a espécie *T. galloi* (Tg1), devido ao alto índice de porcentagem de parasitismo (81,25%), diferindo das demais. Para o parâmetro biológico de razão sexual somente a linhagem T. p18 demonstrou a presença de machos na população. Em relação à viabilidade dos ovos, a linhagem selecionada Tg1, apresentou 100% de viabilidade diferindo apenas da linhagem Tp8 com 93,40% de viabilidade. Quanto ao número de indivíduos por ovo, as linhagens que se destacaram foram Tp8 e T. p19 com 1,60 e 1,61 respectivamente, diferindo das demais, T p18 e Tg1 com 1,24 e 1,17 indivíduos por ovo, respectivamente. (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de parasitismo, razão sexual, viabilidade e número de indivíduos por ovo para as linhagens de *Trichogramma*

Linhagem	% Parasitismo ¹	Razão sexual ¹	Viabilidade (%) ¹	Número de indivíduos/ovo ¹
Tp8	24,5 ± 0,39 c	1,00 ± 0,00 a	93,40 ± 0,27 b	1,60 ± 0,01 a
T. p18	67,25 ± 1,47 b	0,86 ± 0,01 b	100,00 ± 0,22 a	1,24 ± 0,01 b
T. p19	32,75 ± 0,37 c	1,00 ± 0,00 a	96,63 ± 0,19 ab	1,61 ± 0,02 a
Tg1	81,25 ± 0,89 a	1,00 ± 0,00 a	100,00 ± 0,00 a	1,17 ± 0,01 b

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si por Tukey (P ≤ 0,05).

A seleção de espécie (s) e/ou linhagem (s) de *Trichogramma* tem sido um dos fatores amplamente estudados, como características de qualidade nos programas de controle biológico (HASSAN, 1997).

Assim, os resultados obtidos no presente trabalho demonstram a importância da seleção de linhagens desse parasitoide para o manejo da broca-pequena-do-tomateiro, uma vez que existem diferenças para os parâmetros avaliados nas espécies e/ou linhagens testadas, pois o hospedeiro é um fator que pode proporcionar alterações comportamentais nesse parasitoide de ovos (PRATISSOLI et al., 2003). Essas variações ocorrem principalmente em razão de características nutricionais e morfológicas do ovo, como tamanho, forma, espessura e rigidez do córion (HASSAN, 1994), demonstrando assim que a linhagem de *T. galloi* se

adaptou aos ovos da broca-pequena-do-tomateiro. Esse fato decorre que essa espécie apresentou o maior índice de parasitismo, sendo suas proles somente de fêmeas e houve emergência de descendentes de todos os ovos parasitados. Quanto ao número de indivíduos por ovo, Tg1 estatisticamente apresentou o menor valor, o que não condiz na realidade como um fator negativo, isto porque já é consenso entre os pesquisadores que um menor número de indivíduos por ovo leva ao desenvolvimento de parasitoides mais robustos.

Dessa forma, pode-se afirmar que *T. galloi*, por apresentar características qualitativas e quantitativas adequadas, pode ser um parasitoide eficiente no manejo de *N. elegantalis*.

Outros estudos que envolvam as características de *T. galloi* em ovos de *N. elegantalis* devem ser feitos para avaliar suas características favoráveis para o manejo da praga em questão, como por exemplo, a capacidade que essa linhagem possui em parasitar os ovos da broca-pequena-do-fruto em diferentes temperaturas, dados de exigências térmicas e sua tabela de vida, assim como a estimativa ideal do número de indivíduos do parasitoide a ser liberado em campo em relação ao número de ovos da praga em questão.

2.3.2 Capacidade de parasitismo

Em face dos resultados obtidos, pode-se verificar que o tempo e a temperatura interferem no potencial de parasitismo de *T. galloi*.

O parasitismo diário decresceu em todas as temperaturas com o avanço da idade da fêmea de *T. galloi*. Nas diferentes temperaturas estudadas, as maiores quantidades de ovos parasitados nos hospedeiros diariamente ocorreram nas primeiras 24h, nas temperaturas de 24 °C e 27 °C com cerca de 17 ovos parasitados (FIGURA 1).

Entre os principais fatores que afetam as características biológicas de espécies do gênero *Trichogramma*, a temperatura se destaca, pois com o aumento da mesma, ocorre uma queda da performance da fêmea, o que causa aumento no metabolismo, reduzindo o parasitismo (BLEICHER; PARRA 1989, PRATISSOLI, et al., 2003; PRATISSOLI; PARRA, 2000, PRATISSOLI et al. 2004). Isso foi demonstrado no

presente trabalho, nas temperaturas extremas, onde houve uma queda no parasitismo, com em média 11 ovos parasitados a 18 °C; 10 ovos a 21 °C e 14 ovos parasitados a 30 °C.

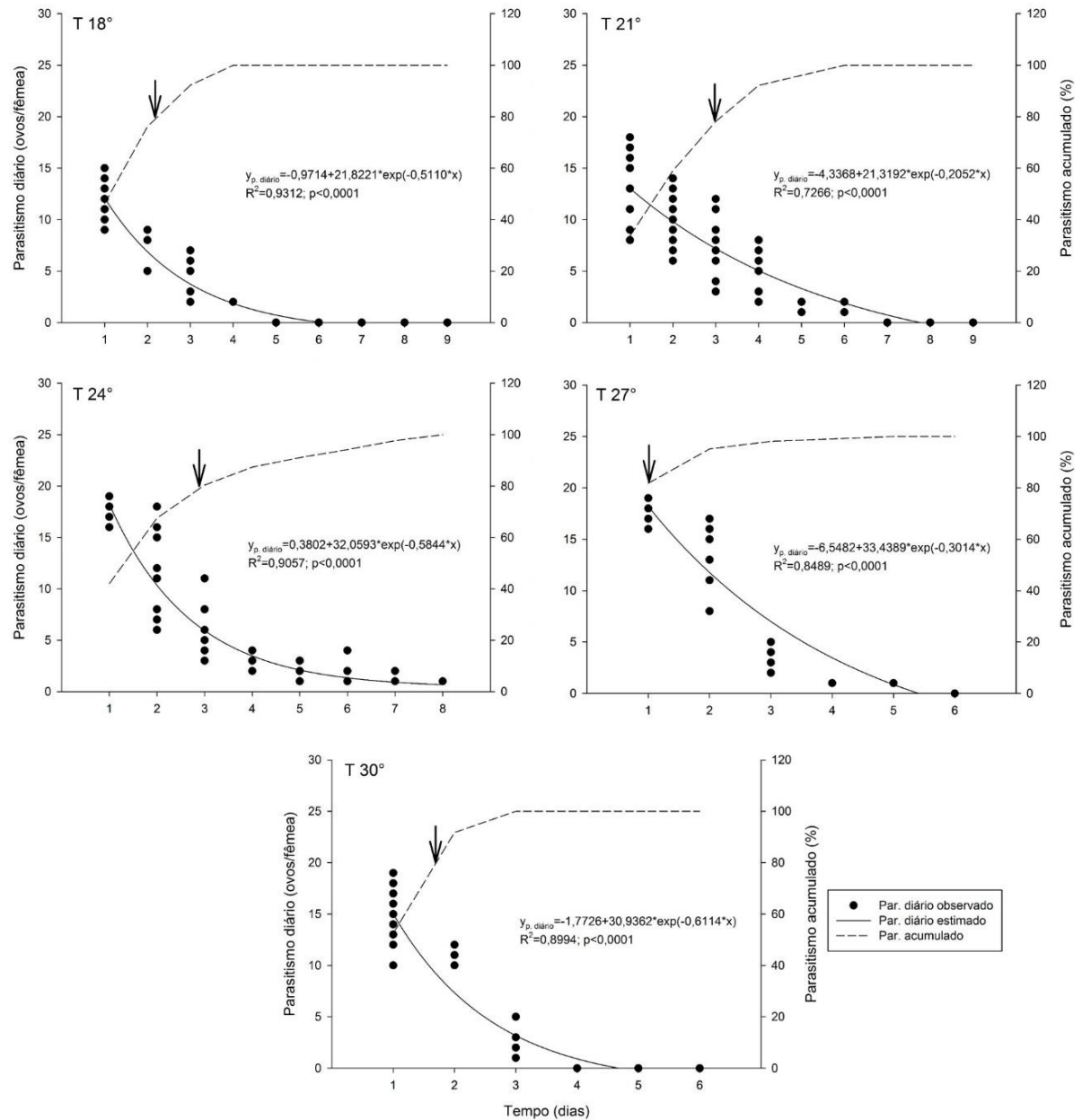


Figura 1 – Parasitismo diário e acumulado de *T. galloi* em ovos de *N. elegantis* em diferentes temperaturas.

Em relação à longevidade das fêmeas, nota-se que em temperaturas mais baixas (18 °C a 24°C) há uma redução na atividade fisiológica das fêmeas, já em temperaturas mais elevadas (27 °C e 30 °C), há maior gasto de energia e, conseqüentemente, as fêmeas sobrevivem menos (Figura 1).

Assim, as condições de atuação ideais para essa temperatura variam entre 24 °C e 27 °C, onde esta linhagem apresenta melhor desempenho.

O parasitismo acumulado em ovos de *N. elegantalis* atingiu 80% do total de ovos parasitados para cada faixa térmica (18, 21, 24, 27 e 30 °C) no 2º, 3º, 3º, 1º e 2º dias respectivamente. Em função dos 80% de parasitismo, nota-se a agressividade de parasitismo, pois essa linhagem faz o parasitismo em poucos dias independente da temperatura.

Para essa linhagem a temperatura de 24 °C também se destacou pelo total de ovos parasitados por fêmea, alcançando em média 30 ovos. Já, em relação à viabilidade dos ovos, nota-se que a medida que a temperatura aumenta, ocorre uma redução na viabilidade, chegando a 60% na temperatura de 30 °C, ocorrendo ainda a presença de mais machos na população, porém, o número de indivíduo por ovos foi constante nas temperaturas (Figura 2).

A razão sexual diferenciada foi influenciada principalmente pela temperatura (VINSON, 1997), uma vez que a umidade, a idade da fêmea e o hospedeiro foram constantes para todas as temperaturas.

Assim, baseado nos resultados encontrados na presente pesquisa, nota-se que as características físico-químicas do ovo de *N. elegantalis* foram favoráveis ao parasitismo para a linhagem Tg1.

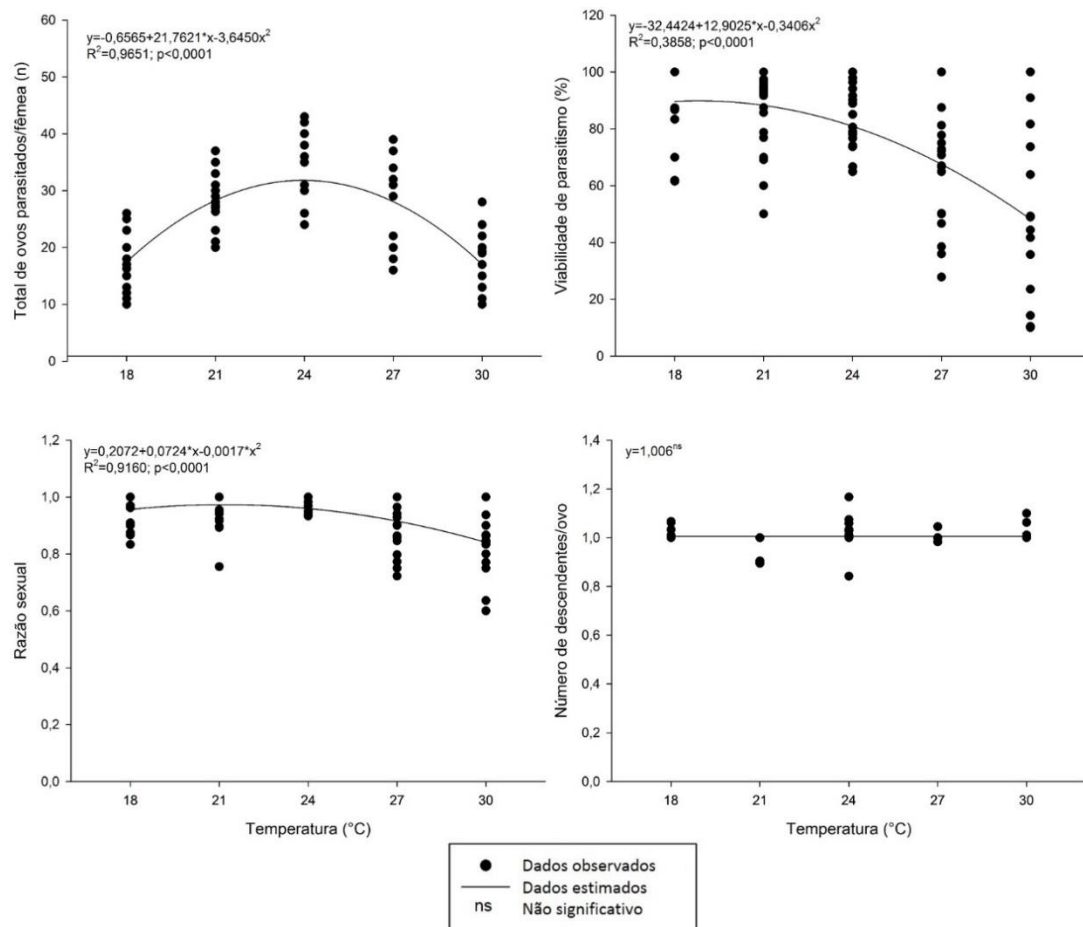


Figura 2 – Total de ovos de *N. elegantalis* parasitados por *T. galloi*, viabilidade de parasitismo, razão sexual e número de descendentes por ovos em diferentes temperaturas.

2.3.3 Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade

De acordo com os resultados, o desenvolvimento embrionário se inicia quando a temperatura permanece acima de $8,02 \pm 0,2$ °C, e o acúmulo de calor para o completo desenvolvimento é de $159,74 \pm 3,88$ °C graus-dias (GD) (Figura 3).

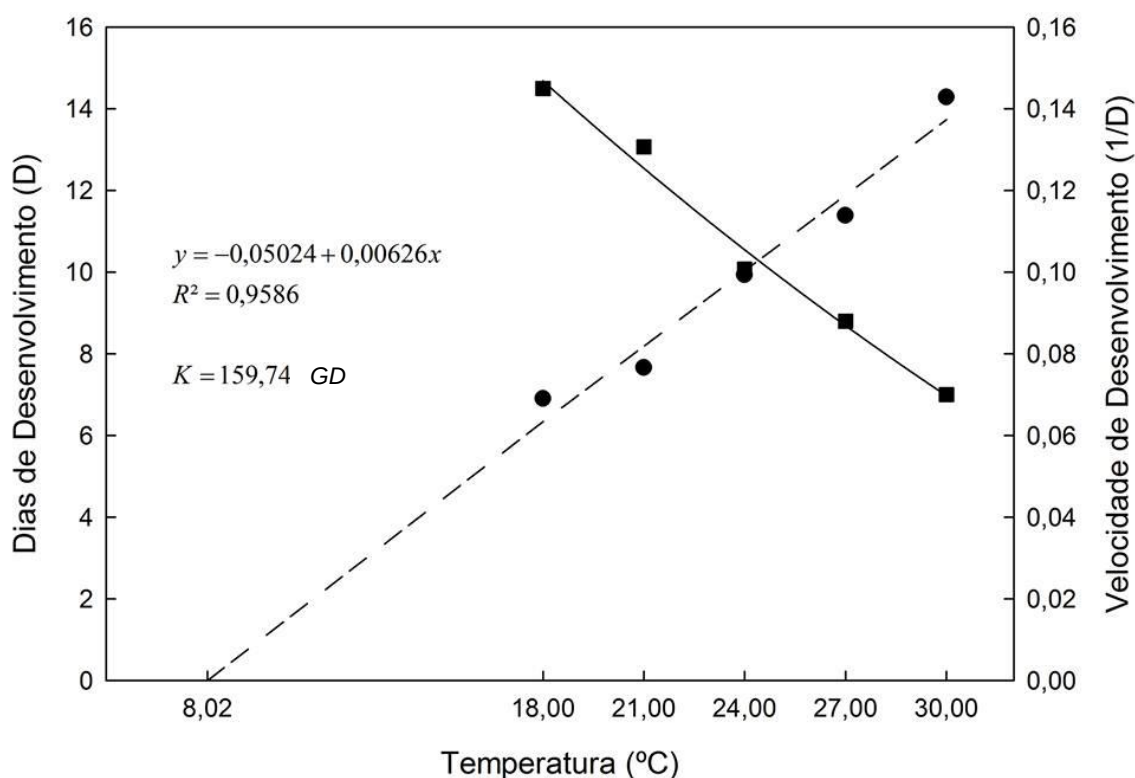


Figura 3 – Duração (dias) e velocidade de desenvolvimento de *Trichogramma galloi*, linhagem Tg1 em ovos de *Neoleucinodes elegantalis*, submetidos a diferentes temperaturas. UR: $70 \pm 10\%$ e Fotofase: 14h.

O número de gerações de *T. galloi* em ovos da broca-pequena para os municípios de Venda Nova do Imigrante, Domingos Martins, Conceição do Castelo, Vargem Alta

e Santa Maria do Jetibá, regiões produtoras de tomate da Região Serrana do Espírito Santo, foram estimados através do requerimento térmico com respectivamente 28,21, 24,72, 35,37, 30,96 e 28,72 gerações por ano (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de gerações de *Trichogramma galloi* em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* em diferentes municípios da Região Serrana do estado do Espírito Santo

Município	Número de gerações/ ano
Venda Nova do Imigrante	28,21
Domingos Martins	24,72
Conceição do Castelo	35,37
Vargem Alta	30,96
Santa Maria do Jetibá	28,72

A comparação entre o número de gerações por mês em cada município foi verificada (Figura 4), nota-se que nos períodos mais quentes do ano ocorrem um maior número de gerações da linhagem em todos os municípios, sendo que o município de Domingos Martins apresentou o menor número de gerações independente da época do ano. Os municípios de Conceição do Castelo e Vargem obtiveram maior destaque com o maior número de gerações do parasitoide independente da época do ano, alcançando mais de 3 gerações entre os meses de dezembro a março.

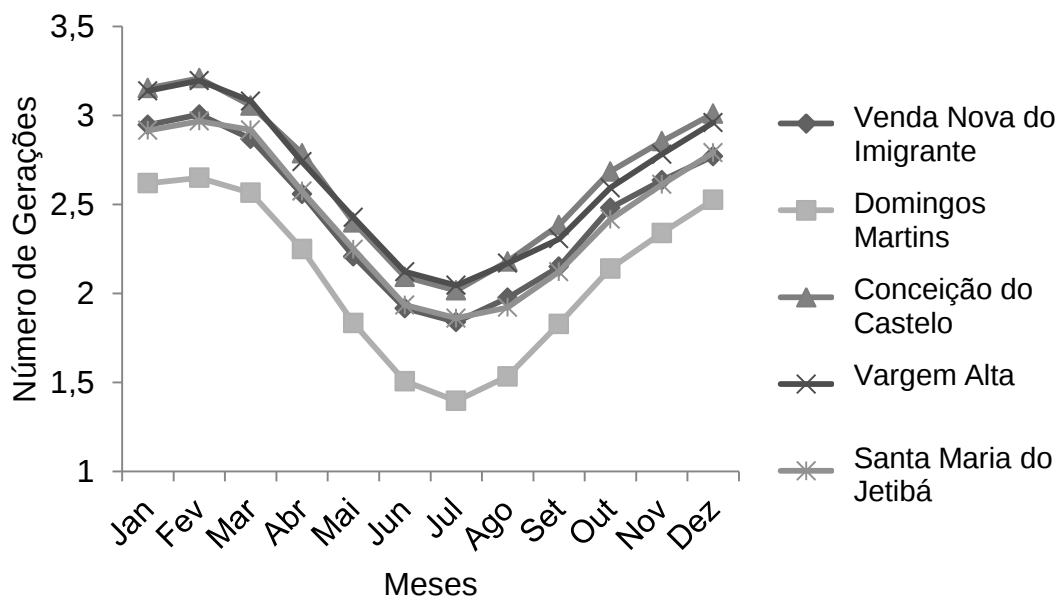


Figura 4 – Estimativa do número de gerações de *T. galloi* em ovos de *N. elegantalis* nos diferentes meses do ano, para quatro municípios produtores de tomate no Espírito Santo.

Para a tabela de vida, a duração média de uma geração (T) de *T. galloi* criados em ovos de *N. elegantalis* demonstrou uma relação inversa com o aumento da temperatura de 18 a 30 °C com valores de 16,06 e 8,11 dias, respectivamente (Tabela 2).

A taxa reprodutiva líquida (Ro), ou seja, o número de vezes que a população poderá se multiplicar por geração variou de 11,37 a 66,58 em função da temperatura, com o máximo de incremento da população na temperatura de 24 °C e menor taxa líquida de reprodução nas temperaturas de 30 e 27 °C, com 11,37 e 28,28 respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 – Duração de uma geração (T), taxa líquida de reprodução (Ro), razão infinitesimal de aumento (r_m) e razão finita de aumento (λ) de *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* em diferentes temperaturas, Umidade Relativa de 70±10% e fotofase de 14 horas

Temperaturas	T (dias)	Ro	r_m	λ
18	16,06	36,81	0,22	1,25
21	14,91	61,14	0,27	1,32
24	11,91	66,58	0,35	1,42
27	10,14	28,28	0,32	1,39
30	8,11	11,37	0,30	1,35

A taxa infinitesimal de aumento (r_m) de *T. galloi* aumentou entre 18 e 27 °C (0,22 a 0,32) apresentando uma redução a 30 °C (0,30).

Em relação à razão finita de aumento (λ), ou seja, o número de fêmeas de *T. galloi* adicionado à população por fêmeas do parasitoide por dia foi maior a 24 °C e menor a 18 °C, com 1,42 e 1,25 fêmeas/fêmeas/dia, respectivamente.

Desta forma, entre diferentes espécies e/ou linhagens, podem ocorrer diferenças de comportamento, visto que se trata de parâmetros de caráter individual de acordo com o hospedeiro utilizado no parasitismo, ocorrendo uma adaptação da espécie/linhagem de acordo com as temperaturas testadas.

Nota-se assim, que a tabela de vida é de grande valia para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie (SILVEIRA NETO et al., 1976), sendo que

para o presente experimento a temperatura de 24 °C *T. galloi* foi a mais adequada para os parâmetros avaliados.

2.3.4 Estimativa do número de *T. galloi* por ovo de *N. elegantalis*

Através da análise do número de ovos parasitados, verificou-se que o comportamento de *T. galloi* seguiu uma função quadrática, demonstrando que ocorreu uma relação direta entre o número de parasitoides liberados e o parasitismo, sendo que a estimativa de 82 indivíduos do parasitoide por ovo da broca-pequena foi suficiente para alcançar 100% do parasitismo, ou seja, 200 ovos parasitados (Figura 5).

Dessa forma, o número de parasitoides a ser liberado varia em função de vários fatores, como a fenologia da planta, a espécie e/ou linhagem do parasitoide e com a característica de postura do hospedeiro (PRATISSOLI et al., 2005).

Assim, o sucesso no controle de pragas, com o uso do parasitóide *Trichogramma*, está relacionado à escolha correta da espécie e linhagem a serem utilizadas, pois embora seja classificado como parasitóide generalista, resultados de pesquisa demonstram que as espécies e as linhagens podem apresentar afinidade por determinados hospedeiros, em razão do comportamento de busca orientado por estímulos, das características nutricionais e morfológicas do ovo, além de fatores abióticos como condições climáticas que pode afetar, entre outros parâmetros, a duração do desenvolvimento, a razão sexual, o parasitismo e a longevidade dos adultos (CALVIN et al., 1984; YU; LANG; HAGLEY, 1984; BLEICHER, 1985; STEIN; PARRA, 1987; CÔNSOLI; PARRA, 1996; PRATISSOLI; PARRA, 2000, 2001; MOLINA, 2003; MANSFIELD; MILLS, 2004).

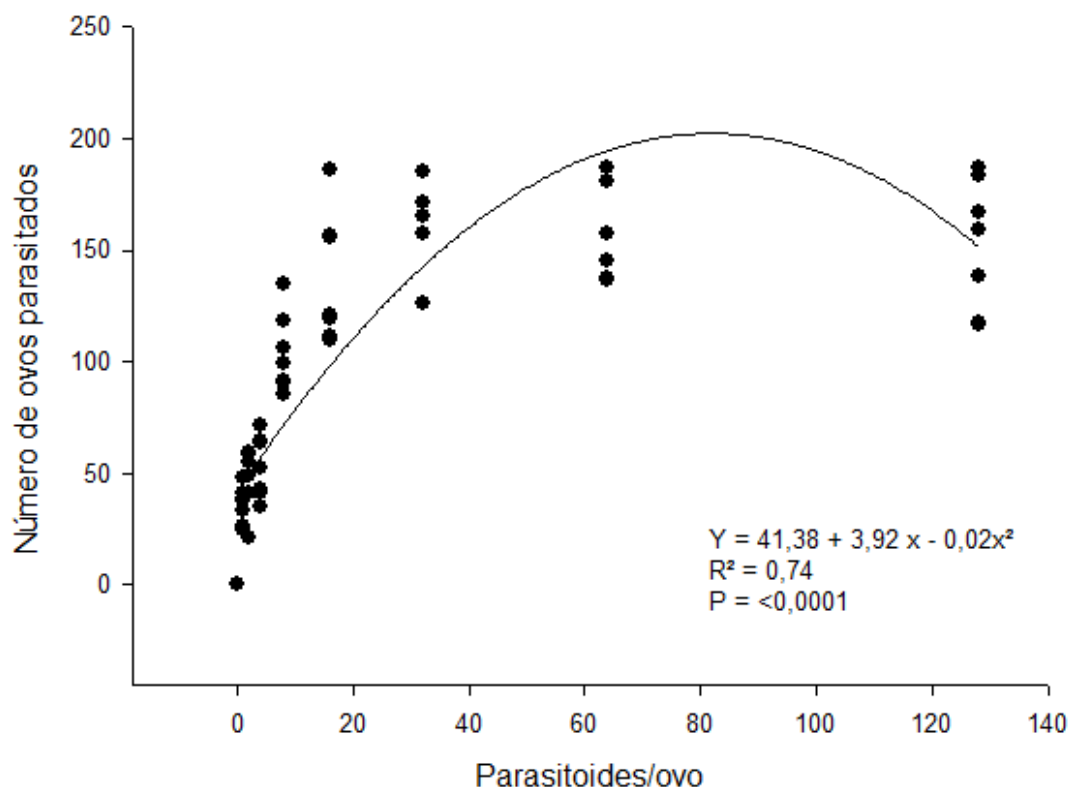


Figura 5 – Número de ovos de *Neoleucinodes elegantalis* parasitados por *Trichogramma galloi* em plantas de tomate.

Apesar do presente estudo em larga escala da linhagem Tg1 de *T. galloi* em ovos de *N. elegantalis* em laboratório e em telado, torna-se de grande importância à avaliação desse parasitoide em campo para a implantação de um manejo fitossanitário da praga em questão, levando em consideração o cálculo do custo/benefício, uma vez que através do presente trabalho foi possível observar que a liberação de um grande número de parasitoides por ovo da praga é necessária.

2.4 CONCLUSÃO

- A linhagem selecionada em ovos de *N. elegantalis* foi Tg1 pertencente à espécie *Trichogramma galloi*.
- Os ovos da broca-pequena-do-tomateiro apresentam características físico-químicas favoráveis ao parasitismo por esta linhagem.
- Esta linhagem demonstra alta agressividade de parasitismo nos ovos de *N. elegantalis*, uma vez que o parasitismo ocorre nos 3 primeiros dias.
- A temperatura base para esta linhagem é de 8,02, exigindo um acúmulo de calor para completar o desenvolvimento de 159,74 graus-dias.
- O número de gerações/ano do parasitoide é influenciado pelas condições climáticas.
- Ao analisar todos os parâmetros da tabela de vida as melhores características de tabela de vida ocorrem na temperatura de 24 °C.
- A estimativa do número ideal de *T. galloi* em ovos da broca-pequena-do-fruto é de 82 indivíduos do parasitoide por ovo de *N. elegantalis*.

2.5 REFERÊNCIAS

- BLACKMER, J. L.; EIRAS, A. E.; SOUZA, C. L. M. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá-RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 89-95, 2001.
- BLEICHER, E. **Biologia e exigências térmicas de populações de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae)**. 1985. 80p (Doutorado em entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.8, p.929-940, ago. 1989.
- CALVIN, D. D.; KNAPP, M. C.; WELCH, S. M.; POSTON, F. L.; ELZINGA, R. J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 3, p. 774-780, 1984.
- CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P. Comparison of hemolymph and holotissues of different species of insects as diet components for *in vitro* rearing of *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. **Biological Control**, n. 6, p. 401-406, 1996.
- DÍAZ, A. E.; BROCHERO, H. L. Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) en Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 38, p. 50-57, 2012.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**, 5. ed. Bookman: Porto Alegre, 2011. 924 p.
- HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba, FEALQ, 29p. 1999.
- HAJI, F. N. P.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J. S.; ALENCAR, J. A. *Trichogramma pretiosum* para controle de pragas no tomateiro industrial, p.477-494. In: Parra, J.R.P., Botelho, S. M.; Ferreira, B. S. C.; Bento, J. M. S., **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.
- HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. eds. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 183- 205.
- HASSAN, S. A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. In: GERDING, P. M. **Produccion y utilizacion de Trichogrammas para el control biologico de plagas**. Chillán: INIA, 1994. p.1-19.

MAIA, A. de H. N.; LUIZ, A. J. B. Programa SAS para análise de tabelas de vida e fertilidade de artrópodes: o método Jackknife. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. (Embrapa Meio Ambiente. **Comunicado Técnico**, 33).

MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical Inferences on associated lifetable parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MANSFIELD, S.; MILLS, N. J. A comparison of methodologies for the assessment of host preferences of the gregarious egg parasitoid *Trichogramma platneri*. **Biological Control**, v.29, p.332-340, 2004.

MEDEIROS, M. A.; VILELA, N. J.; FRANÇA, F. H. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p.180-184, 2006.

MELO, R. L.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; MELO, D. F.; BARROS, R.; MILANEZ, A. M. Biologia e Exigências Térmicas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em Ovos de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**, v.36, n.3, p.431-435, 2007.

MOLINA, R. M. S. **Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdyolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. 2003, 80 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003 .

OLIVEIRA, C. M. de. **Efeito da densidade e da idade de ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) sobre parâmetros biológicos e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, 2013.

PICANÇO, M. C.; BACCI, L.; CRESPO, A. L. B.; MIRANDA, M. M. M.; MARTINS, J. C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 9, p. 327-355, 2007.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; SILVA, A. F. da; PASTORI, P. L. Tabela de vida de fertilidade de cinco linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) criadas em ovos de *Tuta absoluta* (Merick) (Lep.: Gelechiidae), sob temperaturas constantes e alternadas. **Ciência Rural**, v.37, n.3, 2007.

PRATISSOLI, D.; Oliveira, H. N. de; Vieira, S. M. J.; Oliveira, R. C. de; ZAGO, H. B. Efeito da disponibilidade de hospedeiro e de alimento nas características biológicas

de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 1, p. 101-104, 2004.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p.73-76, 2003.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, para o controle das traças *Tuta absoluta* e *Phthorimaea operculella*. **Neotropical Entomology**, v.30, p.277- 282, 2001.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum*, criados em duas traças do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1281-1288, 2000.

SAS Institute 2001. **SAS/STAT** User's guide, version .02, TS level 2MO. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SILVEIRA NETO, S. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo: Ed. Ceres, 1976. 419p.

SOUZA, G. da S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-SEA, 1998. 505 p.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, p.79-92, 2003.

STEIN, C. P.; PARRA, J. R. P. Aspectos biológicos de *Trichogramma* sp. em diferentes hospedeiros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 163-171, 1987.

VELÁSQUEZ, C. F.; GERDING, M. P. Evaluación de diferentes especies de *Trichogramma* spp. para el control de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). **Agricultura Técnica**, v. 66, p. 411-415, 2006.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, cap. 4, p. 67 – 120, 1997.

YU, D. S. K.; LANG, J. E.; HAGLEY, A. C. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in apple orchard after inundative releases. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 2, p. 371-374, 1984.

3 CAPÍTULO III

DESEMPENHO DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS *Heterorhabditis indica* (NEMATA: RHABDITIDA) E *Sterneneima carpocapsae* (NEMATA: RHABDITIDA) SOBRE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

A utilização de nematoides entomopatogênicos no manejo fitossanitário é uma alternativa para a redução dos danos causados por pragas em culturas de interesse econômico. O objetivo deste presente trabalho foi avaliar o efeito de duas espécies de nematoides, *Heterorhabditis indica* (Nemata: Rhabditida) e *Sterneneima carpocapsae* (Nemata: Rhabditida) em pré-pupas de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) (broca-pequena-do-fruto). Para a montagem do experimento as espécies de nematoide foram diluídas em água destilada para 50, 65, 83, 107, 138, 178, 229, 295, 380 e 500 juvenis infectivos (JI) por pré-pupa de *N. elegantalis*. Na análise foi possível verificar que para as duas espécies de nematoide estudadas, à medida que há o aumento das concentrações, ocorre o aumento da mortalidade das pré-pupas e que o nematoide *S. carpocapsae* foi o mais efetivo, causando uma mortalidade de 82,93% a uma concentração de 65 JI por pré-pupa da broca-pequena-do-fruto.

Palavras-chave: Broca-pequena-do-fruto. Juvenis infectivos. Tomateiro.

ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES *Heterorhabditis indica* (NEMATA: RHABDITIDA) AND *Sterneneima carpocapsae* (NEMATA : RHABDITIDA) EFFICIENCY ON *Neoleucinodes elegantalis* GUENEE (LEPIDOPTERA : CRAMBIDAE)

ABSTRACT

The use of entomopathogenic nematodes in pest management is an alternative to reduce damage caused by pests in crops of economic interest. Thus, the objective of this study is to evaluate the effect of two species of nematodes (*Heterorhabditis indica* and *Sterneneima carpocapsae*) in pre-pupae *Neoleucinodes elegantalis* (small-fruit-borer). For mounting the experiment nematode species were diluted in distilled water for 50, 65, 83, 107, 138, 178, 229, 295, 380 and 500 infective juveniles per pre-pupae of *N. elegantalis*. Through analysis we found that for both nematode species studied, the measure of increased concentrations, there is increased mortality of pre-pupae and the nematode *S. carpocapsae* was more effective, causing a mortality of 82-93% at a concentration of 65 IJ by pre-pupae of small-fruit-borer.

Keywords : Small-fruit-borer; Infective juveniles , Tomato .

3.1 INTRODUÇÃO

A broca-pequena-do-tomateiro, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é uma das pragas que geram grandes perdas na produção do tomateiro, podendo atingir cerca de 90%, causando danos diretamente no fruto a ser comercializado (GALLO et al, 2002). Uma das grandes dificuldades de manejo dessa praga é que no 1º ínstar a lagarta penetra no fruto, saindo somente no seu período de pré-pupa para pupar de preferência no solo (BENVENGA et al., 2010).

Outros métodos de manejo que possam auxiliar no controle dessa praga devem ser estudados. Entre estes, os nematoides entomopatogênicos (NEPs), agentes do controle biológico de pragas, são eficientes e de grande importância, principalmente por não apresentarem toxidez a mamíferos (CANCELA, 2013), bem como não afetarem as culturas.

Esses nematoides possuem dois gêneros de grande importância, sendo eles *Steinernema*, com 25 espécies descritas e *Heterorhabditis* com 8 espécies descritas (ADAMS, 1998). As espécies *Heterorhabditis indica* e *Sterneneima carpocapsae* têm sido estudadas, demonstrando que a utilização pode ser eficaz no manejo de pragas, dentre elas *Mahanarva* sp. (Hemiptera: Cercopidae); *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae); *Ceratitis capitata* Wiedemann; *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae); *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae); *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae); *Leucothyreus* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae); *Diaprepes abbreviatus* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae); *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) e *Bradysia mabiusi* Lane (Diptera: Sciaridae) (KAYA; GRIEVE, 1982; LOSSBROEK; THEUNISSEN 1985; LINDEGREN; WONG; MCINNIS, 1990; RICHTER; FUXA, 1990; LEITE et al., 2007; SHAPIRO-ILAN et al.; 2010; LEITE et al., 2012)

Esses gêneros podem ser promissores para auxiliar no Manejo fitossanitário de *N. elegantalis*, uma vez que esta praga na maioria dos casos empupam no solo, podendo assim sofrer ação dos NEPs.

Dessa forma, os objetivos do presente trabalho são:

- Comparar as espécies *H. indica* e *S. carpocapsae* em pré-pupas de *N. elegantalis*.
- Verificar a CL₅₀ para as duas espécies.
- Avaliar o tempo, em dias para causar mortalidade de pré-pupas da broca-pequena-do-tomateiro.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), no Setor de Entomologia, sediado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES.

3.2.1 Multiplicação de *N. elegantalis*

A multiplicação da praga foi realizada em sala climatizada ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h). Os adultos foram mantidos em gaiolas de acrílico e alimentados com solução de mel a 10%. Para a oviposição, frutos de tomate do cultivar Alambra F1 foram acondicionados nas gaiolas. Todos os dias os frutos de tomate eram retirados e os ovos distribuídos em frutos de jiló (em média de 5 ovos/fruto) que permaneceram em bandejas plásticas tampadas com Tecido-Não-Tecido (TNT), servindo assim de local de pupação das lagartas. Finda essa fase, as pupas foram retiradas e acondicionadas em câmaras climatizadas nas condições citadas anteriormente até a emergência dos adultos.

3.2.2 Multiplicação de *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)

Esses insetos foram mantidos em dieta artificial à base de soja e cera de abelha, à temperatura de 32°C , umidade relativa ambiente e fotoperíodo de 12 horas (CRUZ, 1988).

3.2.3 Obtenção e multiplicação dos nematoides entomopatogênicos

Os isolados de nematoides foram obtidos da criação estoque do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas

(NUDEMAFI), sendo a espécie *H. indica* (linhagem - LPP30) proveniente da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) de Campos dos Goytacazes - RJ e a espécie *S. carpocapsae* proveniente de uma linhagem comercial doada pela empresa Koppert.

Para a multiplicação dos espécimes, larvas de *G. mellonella* foram colocadas em placas de Petri (8,5 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) (5 por placa) sobre papel de filtro sendo aplicados sobre as larvas 1,5 mL de suspensão aquosa contendo a espécie do nematoide entomopatogênico.

Após esse procedimento, as placas eram vedadas e mantidas em câmara climatizada ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas) até a constatação da morte das larvas de *G. mellonella*. Havendo mortalidade, as lagartas eram transferidas para armadilhas de “White” (WHITE, 1927), constituídas de placa de Petri com uma lâmina de água e disco de papel filtro úmido para a retirada dos juvenis infectivos (JI), obtendo-se de 100.000 a 300.000 JIs por larva infectada (POINAR, 1990). Essa solução contendo os nematoide eram então armazenados em câmara climatizada por um período máximo de 1 mês em câmara climatizada ($16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas)

3.2.4 Avaliação de isolados de nematoides entomopatogênicos em *Neoleucinodes elegantalis*

Para a instalação do experimento, as pré-pupas de *N. elegantalis* foram retiradas da criação do NUDEMAFI, sendo acondicionadas em gerbox (6,3 cm de diâmetro por 2,3 cm de altura), revestido com papel filtro e posteriormente umedecido com água destilada.

Para o preparo das concentrações, os nematoides foram diluídos em água destilada em uma proporção de 500 juvenis infectivos (JIs) em 0,2 mL. Após a estabilização dessa concentração, a solução foi então diluída para as demais concentrações inferiores (50, 65, 83, 107, 138, 178, 229, 295, 380 e 500 JI por pré-pupa) através da contagem do número de JI em 0,2 mL de solução. Posteriormente, para que

ocorresse uma homogeneização da solução, as soluções foram colocadas sob agitação moderada por 3 minutos e, depois então, aplicadas com o auxílio de pipetas automáticas sobre as pré-pupas na proporção de 0,2 mL por inseto.

Após a aplicação, os recipientes de gerbox foram tampados, identificados e levados à câmara climatizada ($27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 70% e fotofase de 12h).

As avaliações de mortalidade foram feitas diariamente, até completarem sete dias após a inoculação dos nematoides. A confirmação da mortalidade por nematoides foi feita após os oito dias, com a dissecação de todas as larvas em placas de Petri de 5 cm com água.

O experimento foi instalado em um esquema de parcelas sub-subdivididas ($11 \times 2 \times 7$), sendo as parcelas as concentrações em 11 níveis (0 (testemunha), 50, 65, 83, 107, 138, 178, 229, 295, 380 e 500 JI por pré-pupa da broca), a subparcela com 2 níveis (espécies) (*Heterorhabditis indica* e *Sterneneima carpocapsae*) e as sub-subparcelas os dias com 7 níveis em um delineamento experimental inteiramente casualizado em 10 repetições com 3 pré-pupas por repetição. Com os resultados encontrados, as concentrações letais (CL50) foram estimadas para o 4º dia e os dados de mortalidade foram analisados por meio de regressão de Probit, utilizando o programa POLO-PC (LEORA SOFTWARE, 1987).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teste de mortalidade de pré-pupas causada por nematoides entomopatogênicos, foi possível observar que não houve diferença na parcela sub-subdivida (espécies de nematoides x concentrações x dias de avaliação), porém houve diferença entre a parcela e a subparcela (espécies do nematoide x concentrações) ($F = 5.3372$, $p < 0.05$) e entre a parcela e a sub-subparcela (concentrações x dias) ($F = 2.4205$, $p < 0.05$).

Na análise entre a parcela e a subparcela (espécies do nematoide x concentrações), nota-se que para as duas espécies testadas, à medida que se aumenta as concentrações de juvenis infectivos por inseto, maior é a mortalidade das pré-pupas (Tabela 1).

Tabela 1 – Mortalidade (%) de pré-pupas de *Neoleucinodes elegantalis* tratadas com as espécies de nematoide *Heterorhabditis indica* *Sterneneima carpocapsae* em diferentes concentrações

Conc. (JI/Inseto)	Espécies ¹							
	(%) Mortalidade por <i>Heterorhabditis indica</i> ²				(%) Mortalidade por <i>Sterneneima carpocapsae</i> ²			
50	34,13	±	0,18	dB	73,09	±	0,21	bA
65	68,27	±	0,13	cB	82,93	±	0,12	aA
83	68,31	±	0,14	cB	84,84	±	0,13	abA
107	78,00	±	0,14	bcB	84,56	±	0,13	abA
138	78,26	±	0,13	bcB	91,46	±	0,11	aA
178	81,23	±	0,12	abB	93,32	±	0,12	aA
229	81,82	±	0,10	abB	94,47	±	0,08	aA
295	90,28	±	0,13	abA	93,85	±	0,09	aA
380	92,65	±	0,15	aA	94,50	±	0,09	aA
500	94,45	±	0,11	aA	95,15	±	0,09	aA

¹Percentual de mortalidade corrigida com base na testemunha pela fórmula de Abbott (1925).

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de significância.

Para a espécie *H. indica*, as concentrações de 178 a 500 juvenis infectivos não diferiram entre si, causando mortalidade de 81,23 e 94,45% das pré-pupas. No entanto, somente as duas maiores concentrações diferiram estatisticamente das

concentrações de 50 a 138, causando mortalidade que variaram entre 34,13 a 78,26% dos insetos.

Em pré-pupas que foram tratadas com *S. carpocapsae*, as concentrações entre 65 e 500 juvenis infectivos causaram os maiores índices de mortalidade (82,93 a 95,15%), diferindo estatisticamente apenas da menor concentração, com 73,09% de mortalidade.

Dessa forma, comparando as duas espécies, em todas as concentrações, a espécie *S. carpocapsae* foi superior na mortalidade de pré-pupas da broca-pequena-do-fruto, causando porcentagens de mortalidades superiores à espécie *H. indica*. No entanto, estatisticamente, apenas nas três maiores concentrações não diferiram entre si. A superioridade de uma espécie pode ter ocorrido devido a vários fatores, como por exemplo, a adaptabilidade da espécie *S. carpocapsae* ser maior em pré-pupas de *N. elegantalis* do que a linhagem de *H. indica* testada, ou ainda esta maior mortalidade causada por *S. carpocapsae* pode ter ocorrido devido à forma de infecção dessa espécie, que ocorre em forma de emboscada, quando o JI se posiciona para que ocorra uma interceptação no momento em que o inseto passa próximo a ele, diferentemente de juvenis de *Heterorhabditis*, que possuem um comportamento do tipo “cruiser”, pois vagam pela água intersticial do solo até encontrar um inseto (ALMENARA et al., 2012), sendo este efeito de interceptação através de *S. carpocapsae* observado para pré-pupas de *N. elegantalis*, onde as mesmas se movimentavam rapidamente até encontrarem um local ideal para se transformarem em pupa,

Na análise da interação na parcela e sub-subparcela (concentrações x dias), nota-se que à medida que se aumenta os dias após a inoculação ocorreu um aumento da mortalidade para as espécies (Tabela 2).

Para ambas as espécies, entre o 4^o e 7^o dia, após a inoculação, não foi constatado, estatisticamente, incremento na mortalidade tanto para *H. indica* (82,55 a 83,62%) quanto para *S. carpocapsae* (93,78 a 96,43%), diferindo estatisticamente dos três primeiros dias. Porém, entre as duas espécies, *S. carpocapsae* novamente se destacou em relação a *H. indica*, diferindo estatisticamente com maiores índices de mortalidade em todos os dias.

Tabela 2 – Porcentagem de mortalidade de pré-pupas de *Neoleucinodes elegantalis* tratadas com as espécies de nematoide *Heterorhabditis indica* *Sterneneima carpocapsae*

Dias após a inoculação	Espécies ¹					
	(% Mortalidade por <i>Heterorhabditis indica</i> ²			(% Mortalidade por <i>Sterneneima carpocapsae</i> ²		
1	55,39	±	0,80 dB	71,54	±	0,60 dA
2	73,55	±	0,90 cB	80,65	±	0,54 cA
3	78,54	±	0,94 bB	89,11	±	0,31 bA
4	82,55	±	0,92 aB	93,78	±	0,38 aA
5	83,61	±	0,90 aB	95,11	±	0,30 aA
6	83,61	±	0,90 aB	95,11	±	0,30 aA
7	83,62	±	0,90 aB	96,43	±	0,32 aA

¹Percentual de mortalidade corrigida com base na testemunha pela fórmula de Abbott (1925).

²Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knot ao nível de 5% de significância.

Nota-se que a espécie de nematoide mais indicada para o manejo de *N. elegantalis* é *S. carpocapsae*, causando mortalidades superiores a 90% de mortalidade a uma concentração de 138 juvenis infectivos por pré-pupa, sendo que no 4º dia após a inoculação os melhores resultados são encontrados.

Na estimativa da concentração letal (CL₅₀), os dados adequaram-se ao modelo de Probit, mostrando um χ^2 não significativo e baixa heterogeneidade. Os intervalos de confiança determinaram diferenças significativas entre as vias de aplicação (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de CL₅₀ calculados para pré-pupas de *Neoleucinodes elegantalis* tratados com duas espécies de nematoides entomopatogênicos

Espécie	N ¹	Slope±EP ²	CL ₅₀ (IC 95%) ^{3/6}	χ^2 ⁽⁴⁾	Gl ⁵
<i>Heterorhabditis indica</i>	500	1,811±0,238	122,230 (62,346-173,650)	12,774	8
<i>Sterneneima carpocapsae</i>	500	1,106±0,232	24,329 (6,880-24,804)	5,7835	8

¹N: número de observações;

²Slope±EP: inclinação da curva ± erro padrão;

³CL: concentração letal (%); IC: intervalo de confiança;

⁴ χ^2 : qui-quadrado;

⁵gl: graus de liberdade;

⁶: teste feito a 5% de significância.

A CL₅₀ foi diferença entre as duas espécies, sendo que *S. carpocapsae* se destacou, sendo necessários 24,32 juvenis infectivos do nematoide entomopatogênico por pré-pupa para causar a mortalidade de 50% da população, enquanto que para *H. indica* foram necessários 122,23 juvenis infectivos para causar a mesma proporção de mortalidade.

As inclinações da curva de concentração-mortalidade diferiram entre si, com maior inclinação da curva para *H. indica* (1,811) e menor para *S. carpocapsae* (1,106). Os valores mais altos de inclinação da curva indicam que caso ocorram pequenas variações no número de juvenis infectivos do nematoide entomopatogênico, grandes variações ocorrerão na mortalidade das pré-pupas de *N. elegantalis*.

É possível concluir que o nematoide entomopatogênico *S. carpocapsae* aplicado sobre o tegumento de pré-pupas de *N. elegantalis* causam maior mortalidade quando comparados a *H. indica*.

3.4 CONCLUSÃO

- Para a espécie *H. indica* a concentração de 295 JI causa mortalidade de 92,65% das pré-pupas da broca-pequena-do-fruto.
- Para *S. carpocapsae*, a concentração de 65 JI causa mortalidade de 82,93% das pré-pupas da broca-pequena-do-fruto;
- Em todas as concentrações, a espécie *S. carpocapsae* é superior na mortalidade de pré-pupas.
- Com o passar do tempo, após a aplicação, há um aumento da mortalidade para as duas espécies de nematoides testadas.
- Em relação aos dias após a infecção, *S. carpocapsae* também se destaca com maiores índices de mortalidade em todos os dias.
- Na CL_{50} , *S. carpocapsae* se destaca, sendo necessários 24,32 juvenis infectivos do nematoide entomopatogênico por pré-pupa para causar a mortalidade de 50% da população de *N.elegantalis*.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, B. J. Species concepts and the evolutionary paradigm in modern nematology. **Journal of Nematology**, v.30, p.1-21, 1998.
- ALMENARA, D. P.; ROSSI, C.; NEVES, M. R. de; WINTER, C. E. Nematoides Entomopatogênicos. *In: Tópicos Avançados em Entomologia Molecular*. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular INCT – EM – 2012.
- BENVENGA, S. R.; BORTOLI, S. A. DE; GRAVENA, S.; BARBOSA, J. C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.4, 2010.
- CANCELA, K. C. **Conceitos, Terminologia, Descrição e Caracterização de Agente**. 2013. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/alias/lpf/public_html/contbio01.html>. Acesso em: 25 jan. 2014.
- CRUZ, B. P. B. **Pragas de culturas e controle biológico**. Campinas: Fundação Cargill, 1988, p. 26-28.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.L.P.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.
- KAYA, H. K.; GRIEVE, B. J. The nematode *Neoplectana carpocapsae* and the beet armyworm *Spodoptera exigua*: Infectivity of prepupae and pupae in soil and of adults during emergence from soil. **Journal of Invertebrate Pathology**.v.39, p.192-197, 1982.
- LEITE, L. G.; TAVARES, F. M.; BOTELHO, P. S. M.; BATISTA FILHO, A.; POLANCZYK, R. A.; SCHMIDT, F. S. Eficiência de nematoides entomopatogênicos e inseticidas químicos contra *Sphenophorus levis* (Vaurie, 1978) (Coleoptera: Dryophthoridae) e *Leucothyreus* sp. em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 40-48, 2012.
- LEITE, L.G., TAVARES, F.M., BUSSÓLAN, R.A., AMORIM, D.S., AMBRÓS, C.M. AND HAKAKAVA, R. Virulência de nematoides entomopatogênicos (Nemata: Rhabditida) contra larvas da mosca-dos-fungos *Bradysia mabiusi* (Lane, 1959) e persistência de *Heterorhabditis indica* Poinar, 1992 em substratos orgânicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, p.337-342, 2007.
- LEORA SOFTWARES. **POLO-PC, probit or logit analysis**. Berkeley (CA), 1987.
- LINDEGREN, J. E.; WONG, T. T.; MCINNIS, D. O. Response of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* in field tests in Hawaii. **Environmental Entomology**. v. 19, p. 383-386. 1990.
- LOSSBROEK, T. G.; THEUNISSEN, J. O nematoide entomopatogênico *Neoplectana bibionis* como um agente de controle biológico

de *Agrotis segetum* em alface. **Entomopathogenic Nematodes in Pest Management**, v. 39, p. 261-264, 1985.

POINAR JUNIOR., G.O. (1990) Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. *In*: GAUGLER, R., KAYA, H.K. (eds.) **Entomopathogenic Nematodes in Biological Control**, Boston: CRC Press. 25. p. 23–62.

RICHTER, A. R.; FUXA, J. R. Effect of *Steinernema feltiae* on *Spodoptera frugiperda* and *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in Corn. **Journal of Economic Entomology**, v.83, p.1286-1291, 1990.

SHAPIRO-ILAN, D., MORALES-RAMOS, J. A., ROJAS, M. G.; TEDDERS, W .L. Effects of a novel entomopathogenic nematode-infect host formulation on cadaver integrity, nematode yield, and suppression of *Diaprepes abbreviatus* and *Aethina tumida*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 103, p.103-108. 2010.

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

4 CAPÍTULO IV

ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS A *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a atividade inseticida de mamona, fumo, alho e pimenta no manejo de *Neoleucinodes elegantalis*. O efeito inseticida dos extratos foi testado, primeiramente, a 10% para o fumo, o alho e a pimenta e a 1% para o óleo de mamona. Após a seleção, foi verificado o efeito inseticida sobre a oviposição em ambiente confinado e não confinado através da porcentagem de deterrência e a atividade inseticida sobre os ovos (através da eficiência ovicida; densidade de orifícios de entrada e saída; ação de choque; ação fisiológica; e eficiência biológica) e lagartas de 1º ínstar, pré-pupa e pupa através da CL₅₀. Como comparativo para tais bioensaios, foi utilizado como testemunha negativa o inseticida Rumo WG (Indoxacarb) (8g/100L água) e na testemunha positiva foi pulverizada água destilada. Por ocasião dos resultados, verificou-se que o extrato aquoso de fumo se destacou, causando uma mortalidade de 100% das lagartas a uma concentração de 10% do extrato. A concentração de 1,75% do extrato de fumo reduziu a oviposição da broca-pequena-do-tomateiro em ambiente confinado, causando alta porcentagem de deterrência na oviposição, podendo o extrato ser efetivo até 6 dias após a aplicação e em ambiente de livre escolha. A concentração de 0,13% do extrato de fumo já é suficiente para reduzir a oviposição para 5,6 ovos e a concentração de 0,31% causa uma alta deterrência na oviposição. A concentração de 4,16% do extrato aquoso de fumo foi suficiente para causar a mortalidade dos ovos, reduzir a quantidade de orifícios de entrada e de saída nos frutos do tomateiro e, através da CL₅₀, foi possível observar que o extrato aquoso de fumo foi mais eficiente para as fases de ovo, lagarta e pré-pupa, não diferindo entre si, alcançando uma concentração média de 0,31%, 0,34% e 0,48% do extrato do fumo para matar 50% da população, respectivamente.

Palavras-chave: Bioinseticidas. Broca-pequena-do-fruto. Extrato aquoso de fumo.

**ACTIVITY OF INSECTICIDE PLANT EXTRACTS THE *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the insecticidal activity of castor, tobacco, garlic and pepper in managing *Neoleucinodes elegantalis*. The insecticidal effect of the extracts were tested, first to 10% for tobacco, garlic and pepper and 1 % for castor oil. After selection the insecticidal effect was observed on the oviposition in confined and unconfined environment by percentage of deterrence and insecticidal activity against the eggs (ovicidal efficiency through; density of inlet and outlet; shock action, and physiological action; biological efficiency) and 1st instar larvae, pre-pupae and pupae using CL₅₀. As for such comparative bioassays was used as negative control insecticide Towards WG (Indoxacarb) (8g/100L water) and positive control was sprayed distilled water. Upon the results, it was found that an aqueous extract of tobacco stood, causing 100% mortality of larvae to a concentration of 10% of the extract. The concentration of 1.75% smoke extract reduced oviposition - drill small the tomato in a confined environment, causing high percentage of oviposition deterrence in the extract may be effective up to 6 days after application and in a free choice environment concentration of 0.13% extract smoke is enough to reduce oviposition for eggs and 5.6% concentration of 0.31 causes a high oviposition deterrence. The concentration of 4.16% of the aqueous extract of smoke was enough to cause mortality of eggs, reduce the amount of inlet and outlet in tomato fruits and using CL₅₀ was observed that the aqueous extract of tobacco was more efficient for the phases of egg, caterpillar, pre- pupa, not differing from each other , reaching an average concentration of 0.31% , 0.34% and 0.48% extract tobacco to kill 50% of the population, respectively.

Keywords: Biopesticides. Small-fruit-borer. Watery extract of tobacco.

4.1 INTRODUÇÃO

A broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é considerada uma espécie polífaga, tendo como hospedeiros algumas plantas da família Solanaceae, destacando-se o tomate, berinjela, jiló e pimentão, os quais são espécies amplamente cultivadas e de extrema importância agrícola (TOLEDO, 1948; ZUCCHI; SILVEIRA NETO; NAKANO, 1993; MELO et al., 2013).

Com relação ao comportamento desse inseto-praga em tomateiro, verifica-se que os ovos são depositados na superfície dos frutos e, após a eclosão, as lagartas, penetram nos frutos onde permanecem até o fim da fase larval (EIRAS; BLACKMER, 2003). Contudo, devido ao curto período de trânsito das lagartas na superfície do fruto, o qual se estima ser de aproximadamente 1 hora, e também por permanecer grande parte do seu ciclo protegidas no interior dos mesmos, o manejo torna-se difícil, sendo ideal a utilização de métodos manejo que visem à redução da entrada da praga no fruto de tomate.

Entre esses métodos, a utilização de extratos vegetais tem sido promissora, pois se constituem uma alternativa viável, podendo ser preparados na propriedade e utilizados por produtores rurais. Entre as plantas mais estudadas, destacam-se as famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annonaceae, Labiatae e Canellaceae (JACOBSON, 1989; SANTA-CECÍLIA et al., 2010).

Entre as plantas com atividade inseticida, o fumo (*Nicotiana tabacum*), a mamona (*Ricinus communis*), o alho (*Allium sativum*) e a pimenta-roxa (*Capsicum chinense*) se destacam, sendo promissores no controle de pragas. Porém, poucos estudos foram realizados para avaliar a possibilidade de utilização desses produtos para o manejo de *N. elegantalis* (PEIXOTO et al., 2013).

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar a atividade inseticida de mamona, fumo, alho e pimenta no manejo de *N. elegantalis*.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), no Setor de Entomologia, sediado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES.

4.2.1 Multiplicação de *N. elegantalis*

A multiplicação da praga foi realizada em sala climatizada (25 ± 2 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h). Os adultos foram mantidos em gaiolas de acrílico e alimentados com solução de mel a 10%. Para a oviposição, frutos de tomate do cultivar Alambra F1 foram acondicionados nas gaiolas. Diariamente, os ovos foram retirados dos frutos de tomate e distribuídos em frutos de jiló (em média de 5 ovos/fruto), os quais permaneciam em bandejas plásticas tampadas com tecido TNT, servindo assim de local de pupação das lagartas. Terminada essa fase, as pupas foram transferidas para potes plásticos ou placas de Petri e acondicionadas em câmaras climatizadas nas condições citadas até a emergência dos adultos, que eram novamente levados às gaiolas de acrílico.

4.2.2 Obtenção dos extratos vegetais

Frutos maduros de pimenta-roxa foram obtidos de plantios, nas dependências do NUDEMAFI, no CCAUFES em Alegre-ES. Todo o material colhido foi cortado em pedaços, para facilitar a secagem, e colocados em bandejas de alumínio a 50 °C por 72h, em estufa de circulação forçada. Após a secagem, foram moídos em moinho de facas até a obtenção do pó e armazenados em potes de vidro de tampa rosqueável e vedados com papel alumínio para não sofrer a ação da radiação solar. Para a preparação do extrato aquoso, o material vegetal moído (100 g) foi transferido para

um Erlenmeyer (1L) contendo água destilada estéril (ADE) (900 mL) para a obtenção de 1L da solução inicial a 10 % (m/v). Posteriormente, foram mantidos sob homogeneização por 24h em agitador transversal (240 rpm) por um período de 24h. Após esse tempo, a mistura foi filtrada com tecido tipo *voil* e transferido para um balão volumétrico e o volume aferido para 1L.

O alho utilizado para o experimento foi o alho-roxo, proveniente de São Gotardo-MG (latitude 19° 18' 26.83" e longitude 46° 3' 21.94"). O mesmo foi conduzido ao Setor de Entomologia do NUDEMAFI, descascado e picado, sendo que somente os seus bulbos foram utilizados. Após este procedimento, foram então dispostos em bandejas alumínio e secos da mesma forma como descrito anteriormente para pimenta, assim como a obtenção do seu extrato.

No caso do fumo, foi utilizado material na forma de rolo, proveniente de Ubá – MG (latitude 21° 07' 12" e longitude 42° 56' 34"). O material foi conduzido ao Setor de Entomologia do NUDEMAFI, sendo desfiado, picado e distribuído em bandejas de alumínio, sendo seco e preparado da mesma forma como descrito anteriormente para os extratos anteriores.

Para a obtenção do óleo de mamona, foram utilizadas as sementes da variedade IAC 80 de plantas coletadas na cidade de Muqui (latitude: 20° 57' 06" e longitude: 41° 20' 45"). As sementes coletadas foram conduzidas ao setor de entomologia do NUDEMAFI, onde foram lavadas em água corrente e secas em estufa a 70 °C por 24h. A extração do óleo foi feita utilizando o método de prensagem a frio. Para isso pesou-se 1 kg de semente de mamona e colocou-se em uma filtroprensa (sujeito a patente). Após a extração, obteve-se 480 g de um óleo viscoso de cor palha-amarelo. Foi utilizado o óleo a 1% (v/v), sendo utilizada água destilada com espalhante adesivo (Tween® 80) na concentração de 0,05% (v/v).

4.2.3 Realização dos bioensaios

O experimento foi dividido em duas etapas, sendo que a primeira corresponde à avaliação da atividade inseticida dos extratos vegetais sobre as larvas de 1º instar de *N. elegantalis* e, a segunda etapa, a avaliação do efeito do extrato vegetal que apresentou a maior mortalidade na etapa anterior, sendo avaliados os seguintes parâmetros: efeito ovicida, oviposição, estimativa da concentração letal (CL₅₀), para as larvas de 1º instar e a atividade inseticida nas fases de pré-pupa e pupa.

1ª Etapa - Atividade inseticida dos extratos vegetais

Para o presente experimento, os quatro extratos vegetais (fumo, alho, pimenta e mamona) foram testados em lagartas de 1º instar de *N. elegantalis*. Frutos de jiló foram imersos nas caldas na proporção de 10% para fumo, pimenta e alho e 1% para mamona. As testemunhas foram compostas de somente água destilada, para o experimento com os extratos de fumo, pimenta e alho; água destilada + Tween® 80 (0,05%) e acetona (2%), para o experimento com óleo de mamona.

Após a imersão, os frutos foram individualizados em potes de plástico descartáveis (9,0 x 5,5 cm) com base de papel toalha dispostos em câmara de fluxo laminar até que estivessem secos por completo, onde foram então inoculados 6 ovos de 5 dias de desenvolvimento, ou seja, aqueles que apresentavam a cápsula cefálica da lagarta bem desenvolvida. O experimento foi instalado às 05h da manhã uma vez que as lagartas eclodem entre às 6h e 8h do dia (BLACKMER; EIRAS; SOUZA, 2001).

Após a inoculação, os potes foram fechados com uma tampa que possui uma abertura vedada com tela antiáfideo e dispostos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

A avaliação foi feita 21 dias após a instalação do experimento, quando foi contabilizada a quantidade de lagartas que conseguiram efetuar um orifício de saída. Para confirmar a mortalidade, os frutos de jiló foram cortados em busca de lagartas vivas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 10 repetições com 6 ovos por repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Assistat 7.7.

2ª Etapa - Efeito inseticida do extrato vegetal de fumo sobre *N. elegantalis*

Por ocasião desse experimento, avaliou-se o efeito inseticida de fumo a *N. elegantalis* mediante os seguintes parâmetros: atividade ovicida, atividade deterrente à oviposição, atividade inseticida nas fases de pré-pupa e pupa, além da estimativa da concentração letal (CL₅₀) no 1º ínstar larval.

Experimento 1 - Ação sobre a oviposição

Esse experimento foi subdividido em: sem chance de escolha e com chance de escolha. No experimento de confinamento, os frutos de tomate foram imersos nas concentrações de 0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16 e 10% do bioinseticida selecionado, além da utilização de uma testemunha comparativa, também chamada de testemunha negativa, sendo esta um inseticida do grupo químico oxadiazina, cujo ingrediente ativo é o Indoxacarb (Rumo WG, 300 g/kg). Esse inseticida está registrado para a cultura do tomate e indicado para *N. elegantalis*, sendo utilizado na proporção de 8 g/100 L água.

Além dessa testemunha negativa, foi utilizado um controle somente com água destilada. As caldas foram mantidas sob agitação, através de um agitador magnético em alta velocidade para confirmar a homogeneidade da calda durante todo o processo. Após a imersão, foram dispostos em câmara de fluxo laminar até a total secagem. Após secos, os frutos foram inseridos em gaiolas, confeccionadas com tecido *voil* (90 x 80 cm), e estas mantidas em uma sala climatizada a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h, dentro das quais foram introduzidas 10 fêmeas acasaladas e solução de mel a 10%. Para cada tratamento (concentração do extrato de fumo, inseticida e testemunha), também foi avaliado o efeito residual por um período de 6 dias. Para isso tomates foram imersos nas caldas, os quais foram

oferecidos diariamente às fêmeas com o intuito de avaliar o efeito de deterrência no decorrer dos dias. Cada tratamento constou de 5 repetições.

A ação sobre a oviposição foi verificada diariamente até o sexto dia, ou seja, a porcentagem média de deterrência (PD), que pode ser calculada através da seguinte fórmula, de acordo com Obeng-Ofori (1995):

$$PD = (NC - NT)/(NC + NT) \times 100$$

em que:

PD = porcentagem média de deterrência;

NC = número de ovos no tratamento com água destilada;

NT = número de ovos em cada tratamento com extrato.

Esse experimento foi repetido 2 vezes (2 tempos), sendo o 2º instalado 60 dias após 1º para confirmar o efeito dos testes em diferentes gerações da praga. O experimento foi instalado em parcela sub-subdivida (11 x 6 x 2), sendo nas parcelas as concentrações e 11 níveis (0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16, 10%, Indoxacarb e testemunha) , nas subparcelas os dias em 6 níveis (dias 1, 2, 3, 4, 5 e 6) e na sub-subparcela o tempo em 2 níveis em um delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições e 10 fêmeas por repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste *Scott- Knott* ao nível de 5% de probabilidade pelo programa Assistat 7.7.

Para o teste de livre escolha, foi oferecido em uma mesma gaiola um tomate da variedade Alambra F1, tratado nas concentrações mencionadas anteriormente e um fruto não tratado, fazendo com que as fêmeas pudessem escolher em qual tomate ovipositar. Esse experimento foi instalado como descrito anteriormente, sendo os valores médios da Porcentagem Média de Deterrência (PD) também calculados, fazendo-se um comparativo entre o número de ovos depositados nos tomates tratados e não tratados.

O delineamento experimental constou de uma parcela sub-subdividida (11 x 2 x 2) sendo nas parcelas, as concentrações em 11 níveis (0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16, 10%, Indoxacarb e testemunha), nas subparcelas, as escolhas em

2 níveis (tomate tratado x não tratado) e na sub-subparcela, os tempos em 2 níveis em um delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições e 10 fêmeas por repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Assistat 7.7. Para a PD, além do teste de médias, os dados foram submetidos à análise de regressão, sendo que a escolha da equação que melhor se ajustou aos dados foi baseada no aspecto em estudo e na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e da regressão pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro e no coeficiente de determinação (R^2) através do programa estatístico SigmaPlot.

Experimento 2 - Ação sobre os embriões

A ação sobre os ovos foi verificada utilizando-se o extrato vegetal selecionado na Etapa 1 do trabalho. Tomates da variedade Alambra F1, com 4 cm de diâmetro, foram oferecidos às fêmeas dois dias antes da instalação dos experimentos. Foram contabilizados 6 ovos por tomate sendo os demais descartados. Após a contagem, os tomates contendo os ovos foram imersos nas caldas do bioinseticida selecionado (0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16 e 10%), do inseticida (8g/100L água) e da testemunha (água destilada).

Durante a imersão, as caldas foram homogeneizadas por um agitador magnético em alta velocidade para que houvesse uma homogeneização do produto. Após essa etapa, os tomates foram acondicionados em potes de plástico descartáveis (9,0 x 5,5cm) com base de papel toalha dispostos em câmara de fluxo laminar até que estivessem secos por completo. Após a secagem, os potes foram tampados com uma tampa que possuía uma abertura vedada com tela antiafídeo e dispostos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Os seguintes parâmetros da eficiência do bioinseticida foram avaliados:

- Eficiência ovicida: ação direta sobre os ovos, onde é calculada a redução da eclosão de lagartas em relação à testemunha (%). Foi observada 7 dias após a

imersão a integridade do córion e o aspecto geral quanto à textura e à coloração. Foram considerados de ação ovicida as concentrações cujo córion dos ovos submetidos ao tratamento não apresentaram qualquer sinal de raspagem pela lagarta para o rompimento e a eclosão. Também foram incluídos como tendo ação ovicida quando os ovos apresentavam-se com aspecto gelatinoso, disformes sem indício da cápsula cefálica e/ou a lagarta desenvolvida (BENVENGA, 2009).

- Número de orifícios de entrada: o número de orifícios de entrada que as lagartas de 1º ínstar provocaram no fruto de tomate. Essa avaliação foi feita 7 dias após a imersão nas concentrações mencionadas.
- Número de orifícios de saída: o número de orifícios de saída que as lagartas provocaram no fruto de tomate para que pudessem sair e empupar no exterior do fruto. Nessa etapa a avaliação foi feita 21 dias após a imersão.
- Ação de choque: também conhecida como eficiência larvicida, que é a redução de orifícios de entrada em relação à testemunha, verificada 7 dias após a imersão.
- Ação Fisiológica: também conhecida como eficiência larvicida, que é a redução de orifícios de saída em relação à testemunha, verificada 21 dias após a imersão.
- Eficiência Biológica: redução de eclosão de lagartas e orifícios de saída em relação à testemunha, com verificação dos dados ao 7º dia após a imersão para a visualização do número de lagartas eclodidas e, posteriormente, 21 dias após a imersão para a verificação do número de orifícios de saída.

Assim, para o cálculo dos parâmetros acima, foram utilizadas fórmulas propostas por Abbot (1925) e adaptadas por Benvenga (2009) (Tabela 1).

O experimento foi instalado em um esquema de parcelas subdivididas (11 x 2), sendo nas parcelas as concentrações em 11 níveis (0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16, 10%, Indoxacarb e testemunha) e a subparcela o tempo com 2 níveis em um delineamento experimental inteiramente casualizado em 5 repetições com 6 ovos por repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Assistat 7.7. Além do teste de médias, os dados foram submetidos à análise de regressão, sendo que a escolha da equação que

melhor se ajustou aos dados foi baseada no aspecto em estudo e na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e da regressão pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro e no coeficiente de determinação (R^2) através do programa estatístico SigmaPlot.

A Concentração letal para os dois tempos foi estimada por meio de regressão de Probit, utilizando-se o programa POLO-PC (LEORA SOFTWARE, 1987).

Tabela 1 – Fórmulas utilizadas para os cálculos do efeito do bioinseticida em *N. elegantalis*

Eficiência Ovicida (EO) EO (%) = [(NLTS – NLTR) / (NLTS)] x 100
Ação de Choque (AC) AC (%) = [(NOeTS – NOeTR) / (NOeTS)] x 100
Ação Fisiológica (AF) AF (%) = [(NOsTS – NOsTR) / (NOsTS)] x 100
Eficiência Biológica (EB) EB (%) = [(NOsTS/NOTS) – (NOsTR/NOTR) / (NOsTS/NOTS)] x 100
NLTS = No médio de lagartas eclodidas na testemunha
NOTS = No médio de ovos na testemunha
NOeTS = No médio de orifícios de entrada na testemunha
NOsTS = No médio de orifícios de saída na testemunha
NLTR = No médio de lagartas eclodidas no tratamento
NOTR = No médio de ovos no tratamento
NOeTR = No médio de orifícios de entrada no tratamento
NOsTR = No médio de orifícios de saída no tratamento

Fonte: Aboot (1925) adaptada por Benvenga (2009).

Experimento 3 - Efeito sobre lagartas de 1º ínstar

Essa fase do trabalho assemelha-se à 1ª etapa do experimento, porém foram utilizados frutos de tomate para estimar a concentração letal para causar a

mortalidade em 50% da população. Assim, frutos de tomate foram imersos nas caldas de fumo, nas proporções de 0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16 e 10%, no inseticida (8g/100L água) e na testemunha (água destilada). Após a imersão foram individualizados em potes de plástico descartáveis (9,0 x 5,5 cm) com base de papel toalha e dispostos em câmara de fluxo laminar até que estivessem secos por completo, onde eram então inoculados 5 ovos de 5 dias de desenvolvimento, ou seja, que apresentavam a cápsula cefálica da lagarta bem desenvolvida. O experimento foi instalado às 05:00 AM uma vez que as lagartas eclodem à partir das 6:00 AM (BLACKMER et al., 2001).

Após a inoculação, os potes foram tamponados com uma tampa que possui uma abertura vedada com tela antiafídeo e dispostos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

A avaliação foi feita 21 dias após a instalação do experimento, onde foi contabilizada a quantidade de lagartas que conseguiram efetuar um orifício de saída. Para confirmar a mortalidade, os frutos de jiló foram cortados em busca de lagartas vivas.

O experimento foi montado em um esquema de parcelas subdivididas (10 x 2), sendo nas parcelas as concentrações em 10 níveis (0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16, 10% e testemunha) e a subparcela o tempo com 2 níveis em um delineamento experimental inteiramente casualizado em 10 repetições com 5 ovos por repetição. Com os resultados encontrados, foram estimadas as concentrações letais (CL_{50}) e os dados de mortalidade foram analisados por meio de regressão de Probit, utilizando o programa POLO-PC (LEORA SOFTWARE, 1987).

Experimento 4 - Efeito sobre a pré-pupa e pupa

Para avaliar o efeito do extrato aquoso selecionado previamente sobre a pré-pupa e pupa de *N. elegantalis*, foram testadas 10 concentrações do bioinseticida (0,01;

0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16 e 10%), além do inseticida Rumo WG (Indoxacarb) (8g/100L água) e da testemunha composta somente de água destilada.

Cada repetição foi composta de 3 pré-pupas e 3 pupas, que foram transferidas com o auxílio de um pincel para a placas do tipo gerbox com 6,3 cm de diâmetro por 2,3 cm de altura, revestidas com papel filtro. A pulverização foi feita com o auxílio da torre de Potter[®] com pressão de 15 lb/pol² e 6 mL de solução de cada uma das concentrações do extrato anteriormente descritas, medido com pipetador automático de 2 a 10 mL.

Após a aplicação, os gerbox foram tamponados e dispostos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

O experimento foi instalado em um esquema de parcelas subdivididas (10 x 2), sendo as parcelas as concentrações em 10 níveis (0,01; 0,02; 0,05; 0,13; 0,31; 0,74; 1,75; 4,16, 10% e testemunha) e a subparcela o tempo com 2 níveis em um delineamento experimental inteiramente casualizado em 6 repetições, com 3 indivíduos cada. A avaliação foi feita diariamente até o 12º dia após da aplicação. Com os resultados encontrados, foram estimadas as concentrações letais (CL₅₀) e os dados de mortalidade foram analisados por meio de regressão de Probit, utilizando o programa POLO-PC (LEORA SOFTWARE, 1987).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1ª Etapa - Seleção do melhor bioinseticida - Todos os extratos testados causaram mortalidade das lagartas de 1º ínstar. No entanto, o melhor bioinseticida foi o extrato aquoso de fumo, pois este a uma concentração de 10% causou mortalidade em 100% das lagartas de 1º ínstar, não apresentando nenhum orifício de saída na superfície dos frutos de jiló e nenhum indício de galeria no interior do fruto nesse tratamento. Em seguida, o extrato de alho, que levou a uma mortalidade de 25% de e os extratos de pimenta e mamona que não diferiram estatisticamente da testemunha com 6,66%, 3,33% e 1,67% de mortalidade das lagartas, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de mortalidade de lagartas de 1º ínstar de broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis*, em frutos de jiló por fitoquímicos

Tratamento	% mortalidade ¹			
Fumo	100,00	±	0,00	a
Alho	25,00	±	0,29	b
Pimenta	6,66	±	0,29	c
Mamona	3,33	±	0,23	c
Testemunha	1,67	±	0,18	c

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si por Tukey ($P \leq 0,05$).

Esse efeito também foi observado em outros produtos à base de plantas inseticidas, como por exemplo, extratos de Angico (*Anaderanthera macrocarpa* Benth), extrato de Faveleira (*Cnidosculus quercifolius*), de Camomila (*Matricaria chamomilla*) com Própolis, de Melão de São Caetano (*Momordica Charantia*) e do óleo de Neem (*Azadirachta indica*), em frutos de tomate, onde se verificou o número de frutos sadios e de frutos brocados por *N. elegantalis* após a aplicação, obtendo uma ordem de eficiência de controle de 53,6% para Faveleira, 43,9% para Óleo de neem, 37,8% para Própolis + camomila, 15,8% Melão de S. Caetano e 12,1% para Angico (PEIXOTO et al., 2013).

Do ponto de vista toxicológico, toda e qualquer substância pode ser considerada como um agente capaz de provocar toxicidade, disso depende apenas das condições de exposição à substância. A quantidade da substância administrada ou absorvida, o tempo e a frequência da exposição e também as vias de administração é que determinam o potencial toxicológico de determinada substância (VALENTE et al., 2009).

Assim, dos extratos testados no presente trabalho, o fumo é o bioinseticida mais promissor para o manejo da broca-pequena-do-tomateiro, além de outras pragas que atuam nessa cultura. Mais estudos, como o efeito ovicida, efeito na oviposição e os efeitos lagarta, pré-pupa e pupa, devem ser verificados para a obtenção de um conhecimento mais aprofundado do extrato de fumo sobre *N. elegantalis*.

2ª Etapa - Testes com o bioinseticida selecionado

Experimento 1 - Ação sobre a oviposição

Para o teste de confinamento, não houve diferença entre as concentrações (parcelas), os dias (subparcelas) e o tempo (sub-subparcela), porém houve diferença entre as concentrações e os dias ($F= 2,7832$, $p < 0,05$), que são apresentados na Tabela 3.

Através da presente análise, é possível verificar que quanto maior a concentração, maior é a redução de oviposição no fruto, podendo chegar até a não ocorrer a oviposição a uma concentração a 10% de fumo e que ao longo dos 6 dias houve baixa redução da viabilidade do extrato, sendo que mesmo até o 6º dia apresenta ação sobre a taxa de oviposição da broca-pequena em frutos de tomateiro em laboratório.

Tabela 3 – Número de ovos da broca-pequena em frutos de tomate tratados com diferentes concentrações do extrato aquoso de fumo e com o ingrediente ativo Indoxarcabe em ambiente confinado

Tratamento	Número de ovos de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em tomateiro em ambiente confinado ¹											
	Dias											
	1				2				3			
Fumo (0,01%)	55,90	±	7,91	cA	51,60	±	3,50	cA	47,30	±	7,39	cA
Fumo (0,02%)	56,50	±	5,67	cB	53,90	±	2,39	cB	50,70	±	3,59	cB
Fumo (0,05%)	52,80	±	5,17	cB	46,90	±	4,11	cB	34,60	±	5,70	bA
Fumo (0,13%)	42,00	±	10,27	cB	36,60	±	3,41	cB	26,90	±	3,10	bA
Fumo (0,31%)	28,00	±	4,48	bA	24,00	±	2,76	bA	17,10	±	3,54	aA
Fumo (0,74%)	24,90	±	3,36	bA	25,80	±	4,31	bA	12,60	±	2,61	aA
Fumo (1,75%)	7,30	±	1,41	aA	6,30	±	1,22	aA	4,50	±	1,44	aA
Fumo (4,16%)	2,80	±	0,67	aA	3,70	±	1,12	aA	1,00	±	0,49	aA
Fumo (10%)	1,10	±	0,23	aA	1,50	±	0,50	aA	0,20	±	0,13	aA
Indoxarcabe ²	13,70	±	1,73	aA	19,00	±	2,16	bA	43,30	±	4,97	cB
Testemunha	134,80	±	7,89	dB	129,80	±	5,41	dB	132,60	±	8,23	dB
Tratamento	Dias											
	4				5				6			
	Fumo (0,01%)	47,00	±	7,91	cA	54,90	±	7,63	cA	65,80	±	6,55
Fumo (0,02%)	48,50	±	5,67	cB	31,80	±	4,45	bA	34,30	±	8,69	bA
Fumo (0,05%)	39,70	±	5,17	cB	26,30	±	6,03	bA	24,60	±	4,48	bA
Fumo (0,13%)	24,20	±	10,27	bA	13,70	±	3,29	aA	24,10	±	7,89	bA
Fumo (0,31%)	19,80	±	4,48	bA	25,80	±	7,90	bA	26,60	±	6,80	bA
Fumo (0,74%)	13,90	±	3,36	bA	10,60	±	3,32	aA	20,80	±	4,63	bA
Fumo (1,75%)	5,00	±	1,41	aA	11,30	±	2,53	aA	12,70	±	2,17	aA
Fumo (4,16%)	2,20	±	0,67	aA	0,60	±	0,22	aA	0,90	±	0,31	aA
Fumo (10%)	1,30	±	0,23	aA	0,00	±	0,00	aA	0,40	±	0,22	aA
Indoxarcabe ²	47,00	±	1,73	cB	36,90	±	5,15	bB	35,80	±	6,53	bB
Testemunha	126,90	±	7,89	dB	140,80	±	7,81	dB	82,20	±	19,70	cA

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si por Scott- Knott ($P \leq 0,05$).

²Princípio ativo do inseticida Rumo WG 8g/100L água: efeito comparativo da eficiência dos tratamentos.

Para o 1º dia nas concentrações de 1,75 à 10% do extrato aquoso de fumo, houve uma drástica redução na postura (7,30 a 1,10 ovos), assim como para o Indoxarcabe (13,70 ovos), diferindo estatisticamente das concentrações inferiores (0,01 a 0,05%) e da testemunha (134,8 ovos). No 2º dia, as concentrações de 1,75 a 10%

reduziram significativamente a quantidade de ovos depositados no fruto (6,30 a 1,50 ovos), porém diferiram-se do Indoxarcabe (19 ovos), dos tratamentos inferiores (0,01 a 0,74%) e da testemunha (129,80 ovos). No 3º dia, nas concentrações entre 0,31 e 10%, foram as que mais se destacaram, não diferindo estatisticamente (17,10 a 0,20 ovos), porém diferiram-se das concentrações inferiores (0,01 a 0,13%), do Indoxarcabe 43,30 ovos e da testemunha (132,60 ovos). O 4º e o 6º dia se assemelharam ao 2º, onde nas concentrações de 1,75 a 10% não houve diferença estatística, obtendo assim as menores taxas de oviposição, diferindo das concentrações de 0,01 a 0,74%, do Indoxarcabe (47,00 e 35,80% respectivamente) e da testemunha (126,90 e 82,20% respectivamente). No 5º dia, nas concentrações entre 0,74 e 10%, foi onde houve menor redução na taxa de oviposição (10,60 a 0,00 ovos), diferindo das concentrações de 0,01 a 0,31% (54,90 a 25,80 ovos), do Indoxarcabe (36,90 ovos) e da testemunha (140,80 ovos).

De uma forma geral, a concentração de 1,75% foi considerada a ideal, pois é a menor proporção de extrato que reduziu significativamente a oviposição da broca-pequena em frutos de tomate, podendo ser este o indicado para o uso em programas de manejo dessa praga.

Essa redução na oviposição pode ter ocorrido devido a algumas substâncias presentes no fumo, como a nor nicotina, a anabasina e a nicotina, sendo essas substâncias presentes em maiores quantidades e a nicotina em maior concentração no fumo, quando relacionadas com as duas primeiras mencionadas (SAITO; LUCCHINI, 1998)

Substâncias com ação inseticida têm sido encontradas em diversas plantas. Vários estudos têm comprovado essas ações. Plantas como *Cyperus rotundus* (tiririca), *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Richardia brasiliensis* (poaia branca) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) foram testadas para avaliar a eficiência no manejo de *N. elegantalis*, porém verificou-se que os extratos não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha, não se verificando a redução na oviposição da broca pequena em frutos de tomate (BARBOSA, 2001).

Foi possível verificar que o extrato aquoso de fumo é eficiente no manejo de *N. elegantalis*, principalmente nas três maiores concentrações (1,75; 4,16; 10%)

reduzindo drasticamente a oviposição da praga nos frutos do tomateiro. A comprovação desse fato está nos resultados da eficiência do inseticida Indoxarcabe, que foi semelhante ao extrato de fumo apenas nos dois primeiros dias de avaliação. A comparação entre o número de ovos depositados na testemunha e nos tratamentos com as diferentes concentrações do extrato aquoso de fumo foi verificada através da porcentagem de deterrência (Tabela 4).

A interação entre da parcela sub-subdividida (concentrações x dias x tempo) não foi significativa, porém houve interação entre os tratamentos e os diferentes dias ($F=1,9282$, $p < 0,05$) (Tabela 4).

Diante dessas análises, pode-se constatar que, independente dos dias de avaliação, quanto maior a concentração do extrato aquoso de fumo, maior é a porcentagem de deterrência.

De uma forma geral, tem-se verificado que, independente da concentração, o efeito de deterrência foi semelhante ao longo dos dias. Como destaque, pode-se constatar que as duas maiores concentrações apresentaram um efeito de deterrência, em todos os dias de avaliação, sendo superior a 95%. O excelente desempenho do extrato de fumo pode ser verificado quando comparado com o inseticida Indoxarcabe, que apresentou o mesmo efeito apenas no primeiro dia de avaliação.

Desta forma, para o 1º dia de avaliação, o fumo a uma concentração de 1,75% a 10% causou uma deterrência de 89,90 a 98,41%, não diferindo do Indoxarcabe (82,47%), diferindo estatisticamente apenas das concentrações inferiores (0,01 a 0,74%). O 2º, 3º e 4º dia foram semelhantes entre si, onde nas concentrações de 1,75 a 10% foi possível alcançar altas porcentagens de deterrência, no máximo 99,70% no 3º dia, diferindo estatisticamente das concentrações inferiores (0,01 a 0,74%) assim como ocorreu no 1º dia, porém, para esses 3 dias (2º, 3º e 4º), as concentrações superiores diferiram-se do Indoxarcabe que obteve uma redução em sua porcentagem de deterrência de no máximo 63,06% no 4º dia. No 5º e 6º dia, as concentrações de 4,16 a 10% se destacaram, alcançando 100% de deterrência no 5º dia, diferindo estatisticamente das concentrações inferiores (0,01 a 1,75%) e do Indoxarcabe com um máximo 58,12% de deterrência no 6º dia.

Tabela 4 – Deterrência na oviposição de *Neoleucinodes elegantalis* em frutos de tomate tratados com diferentes concentrações do extrato aquoso de fumo e com o ingrediente ativo Indoxarcabe em ambiente confinado

Tratamento	Porcentagem de deterrência ³											
	Dias											
	1 ¹				2 ¹				3 ¹			
Fumo (0,01%)	43,60	±	0,95	cA	43,60	±	0,45	cA	49,51	±	0,90	dA
Fumo (0,02%)	42,08	±	0,69	cB	41,54	±	0,30	cB	45,16	±	0,43	dB
Fumo (0,05%)	44,73	±	0,66	cB	47,62	±	0,53	cB	60,24	±	0,844	cA
Fumo (0,13%)	56,75	±	1,30	bB	56,61	±	0,51	bB	66,83	±	0,50	cB
Fumo (0,31%)	66,83	±	0,79	bA	69,28	±	0,48	bA	78,06	±	0,67	bA
Fumo (0,74%)	69,47	±	0,55	bB	67,95	±	0,71	bB	83,14	±	0,50	bA
Fumo (1,75%)	89,90	±	0,29	aA	90,88	±	0,27	aA	93,62	±	0,31	aA
Fumo (4,16%)	95,98	±	0,15	aA	94,58	±	0,25	aA	98,53	±	0,11	aA
Fumo (10%)	98,41	±	0,05	aA	96,77	±	0,18	aA	99,70	±	0,03	aA
Indoxarcabe ²	82,47	±	0,32	aA	63,06	±	0,50	bB	52,39	±	0,63	dB
Tratamento	Dias											
	Dias											
	4 ¹				5 ¹				6 ¹			
Fumo (0,01%)	48,89	±	1,07	dA	45,91	±	0,92	dA	12,57	±	0,73	dB
Fumo (0,02%)	46,79	±	0,90	dB	64,12	±	0,66	cA	47,78	±	1,60	cB
Fumo (0,05%)	54,86	±	1,00	dB	70,50	±	0,96	cA	49,71	±	1,56	cB
Fumo (0,13%)	69,03	±	0,68	cB	83,00	±	0,61	bA	60,49	±	1,41	cB
Fumo (0,31%)	74,12	±	0,75	bA	72,16	±	1,17	cA	55,87	±	1,35	cA
Fumo (0,74%)	81,36	±	0,74	bA	86,76	±	0,61	bA	62,41	±	1,10	cB
Fumo (1,75%)	92,64	±	0,33	aA	85,60	±	0,48	bA	74,09	±	0,65	bA
Fumo (4,16%)	96,63	±	0,14	aA	99,16	±	0,05	aA	97,86	±	0,11	aA
Fumo (10%)	98,06	±	0,15	aA	100,00	±	0,00	aA	99,38	±	0,05	aA
Indoxarcabe ²	49,36	±	1,01	dB	57,58	±	0,75	dB	58,12	±	0,93	cB

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si por *Scott-Knott* ($P \leq 0,05$).

²Princípio ativo do inseticida Rumo 8g/100L água: efeito comparativo da eficiência dos tratamentos.

³Calculo da fórmula de porcentagem de deterrência de acordo com Obeng-Ofori (1995).

Pode-se concluir que extrato de fumo possui ação de deterrência para a oviposição de *N. elegantalis*, e que as concentrações acima de 0,74% podem promover redução da oviposição em superiores a 80%, no entanto, a estabilidade da ação de deterrência tem sido verificada nas duas maiores concentrações, pois mantiveram sua eficácia, ao longo do tempo.

A ação de extratos tem sido estudada e comprovada a sua eficácia. Trabalhos envolvendo outros produtos à base de extratos de plantas demonstraram que assim como apresentado no presente trabalho, os bioinseticidas podem ter efeito sobre a oviposição, como por exemplo, o inseticida Natuneem® e o NeemPro que reduziram o número de ovos depositados quando comparados à testemunha com índices de preferência para oviposição negativos de -61,83 e -44,07, respectivamente para Natuneem® e NeemPro® (OLIVEIRA; FRANÇA; OLIVEIRA, 2009).

Em um ambiente de livre escolha, onde há tomates tratados e não tratados, a interação entre a parcela sub-subdividida (concentrações de fumo x tomate tratado e não tratado x tempo) não foi significativo, havendo interação somente entre as concentrações e o tomate tratado e não tratado ($F=1.7367$, $p<0,05$) (Tabela 5).

Em todas as concentrações no tomate não tratado, houve mais oviposição do que no ambiente tratado, diferindo apenas da testemunha que não apresentou diferença estatística do ambiente não tratado com 140,80 ovos em média (Tabela 11).

Tabela 5 – Número de ovos da broca-pequena obtidos em teste de livre escolha

Tratamento	Livre escolha ¹					
	Não-Tratado			Tratado		
Fumo (0,01%)	127,20	± 5,04	bA	54,50	± 3,17	dB
Fumo (0,02%)	133,50	± 5,71	bA	40,80	± 2,61	cB
Fumo (0,05%)	136,40	± 5,96	bA	21,60	± 1,79	bB
Fumo (0,13%)	150,10	± 4,04	aA	5,60	± 0,89	aB
Fumo (0,31%)	152,90	± 4,98	aA	0,00	± 0,00	aB
Fumo (0,74%)	152,10	± 7,07	aA	0,10	± 0,10	aB
Fumo (1,75%)	153,60	± 4,57	aA	0,00	± 0,00	aB
Fumo (4,16%)	154,60	± 5,53	aA	0,00	± 0,00	aB
Fumo (10%)	145,10	± 4,75	aA	0,00	± 0,00	aB
Indoxarcabe ²	148,80	± 6,46	aA	0,00	± 0,00	aB
Testemunha	140,80	± 4,32	bA	136,80	± 3,32	eA

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si por *Scott- Knott* ($P \leq 0,05$).

²Princípio ativo do inseticida Rumo 8g/100L água: efeito comparativo da eficiência dos tratamentos.

No tomate tratado, com as concentrações de 0,13% a 10% do extrato de fumo presentes nos frutos, houve uma drástica redução na oviposição, variando de 5,60 a 0,00 ovos, sendo que esses valores diferiram dos tratamentos inferiores (0,01 a

0,05%) e da testemunha (136,80 ovos). No que se refere ao inseticida Indoxarcabe, pode-se verificar que esse também apresenta uma excelente eficácia, pois impediu a oviposição da broca nos frutos.

No que se refere à diferença estatística quanto ao número de ovos obtidos, no tomate não tratado, pode-se inferir que essa variação é decorrente da variabilidade genética expressa na fecundidade de cada fêmea.

Para a porcentagem de deterrência em ambiente de livre escolha, não houve interação significativa entre a parcela sub-subdivida (concentrações de fumo x tomate tratado e não tratado x tempo), porém houve diferença na porcentagem de deterrência entre as concentrações e tomate tratado ($F = 0.0409$, $p < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 – Porcentagem média de deterrência nos ovos da broca-pequena-do-tomateiro em ambiente de livre escolha com tomates tratados com extrato aquoso de fumo em diferentes concentrações

Tratamento	Porcentagem de deterrência ^{1/3}			
Fumo (0,01%)	44,53	±	0,37	e
Fumo (0,02%)	55,36	±	0,36	d
Fumo (0,05%)	73,58	±	0,29	c
Fumo (0,13%)	92,42	±	0,18	b
Fumo (0,31%)	100,00	±	0,00	a
Fumo (0,74%)	99,86	±	0,02	a
Fumo (1,75%)	100,00	±	0,00	a
Fumo (4,16%)	100,00	±	0,00	a
Fumo (10%)	100,00	±	0,00	a
Indoxarcabe ²	91,97	±	0,08	b

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si por *Scott- Knott* ($P \leq 0,05$).

²Princípio ativo do inseticida Rumo 8g/100L água: efeito comparativo da eficiência dos tratamentos.

³Calculo da fórmula de porcentagem de deterrência de acordo com Obeng-Ofori (1995).

As concentrações de extrato aquoso de fumo na faixa de 0,31 a 10% mostraram um excelente efeito de deterrência, os quais foram superiores a 99%, diferindo estatisticamente das concentrações inferiores (0,01 a 0,13%) e do Indoxarcabe.

Nota-se no presente experimento, de uma forma geral, que o extrato aquoso de fumo a 1,75% pode ser eficiente no manejo da broca-pequena do tomateiro, reduzindo a oviposição da fêmea nos frutos de tomate, podendo em alguns casos ser mais eficiente que o próprio inseticida indoxacarb. Outro dado importante é que

quanto maior a concentração, menor é a quantidade de ovos depositados no fruto chegando até a ausência de oviposição na maior concentração (10%) do extrato aquoso de fumo.

Esse efeito também pode ser observado através da curva apresentada na Figura 1, onde nota-se que os dados do efeito na porcentagem de deterrência na oviposição seguem uma distribuição quadrática, alcançando o ápice da curva de porcentagem de deterrência entre as concentrações de 0,31 a 10% de extrato aquoso de fumo, mostrando-se dessa forma, eficiente contra a oviposição de *N.elegantalis*.

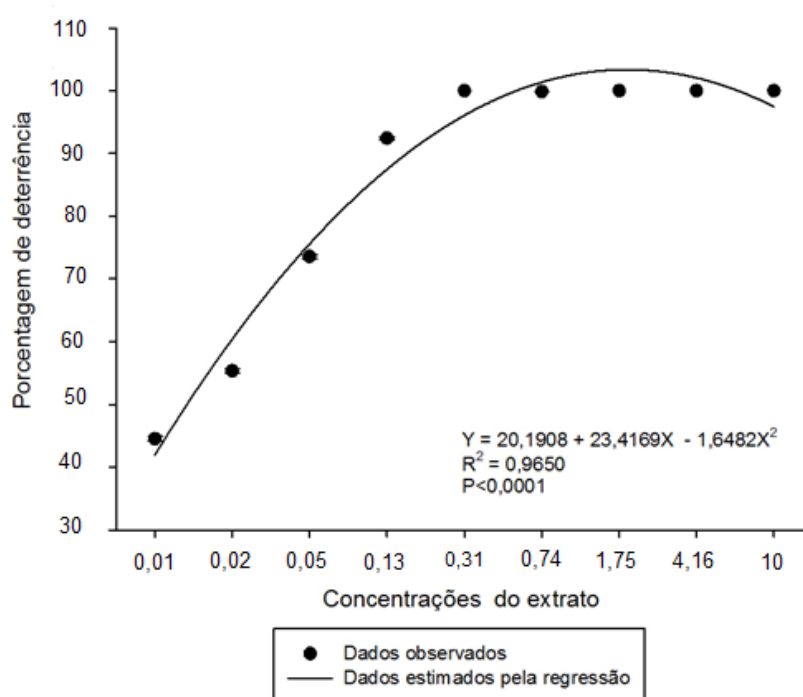


Figura 1 – Deterrência nos ovos da broca-pequena-do-tomateiro em ambiente de livre escolha com tomates tratados com extrato aquoso de fumo em diferentes concentrações.

Em face dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se verificar que concentrações de extrato aquoso de fumo podem propiciar um significativo efeito de deterrência. Esse fator tem sido analisado para outros extratos e agrotóxicos como uma importante ferramenta para prevenir o estabelecimento de infestações de insetos-praga no campo (FRANÇA, 2013).

Experimento 2 - Ação sobre os embriões

A interação entre a parcela subdividida (concentrações x tempo) foi não significativa, sendo para o teste de média da ação ovicida, densidade de orifícios de entrada e de saída houve diferença entre os tratamentos ao nível de 5% ($F = 36,8186$; $35,5542$ e $84,7576$, respectivamente) (Tabela 7).

Tabela 7 – Ação ovicida, densidade de orifícios de entrada e de saída de *Neoleucinodes elegantalis* em frutos de tomateiro tratados com diferentes concentrações de extrato aquoso de fumo

Tratamento	Efeito ovicida % ^{1/3}				Densidade de orifícios de entrada (%) ^{1/3}				Densidade de orifícios de saída (%) ^{1/3}			
Fumo (0,01%)	8,33	±	3,55	d	91,66	±	3,55	d	90,28	±	3,50	d
Fumo (0,02%)	9,72	±	4,54	d	91,67	±	5,42	d	88,88	±	7,30	d
Fumo (0,05%)	13,89	±	5,68	d	86,11	±	5,68	d	83,33	±	7,11	d
Fumo (0,13%)	34,72	±	5,39	c	65,28	±	5,39	c	58,33	±	7,40	c
Fumo (0,31%)	36,11	±	9,98	c	63,88	±	9,98	c	43,05	±	7,92	b
Fumo (0,74%)	70,83	±	11,28	b	29,16	±	11,28	b	12,50	±	4,23	a
Fumo (1,75%)	81,94	±	9,38	b	18,05	±	9,38	b	6,94	±	3,50	a
Fumo (4,16%)	88,88	±	11,72	a	11,11	±	11,72	a	1,39	±	1,96	a
Fumo (10%)	100,00	±	0,00	a	0,00	±	0,00	a	0,00	±	0,00	a
Indoxarcabe ²	36,11	±	4,88	c	63,89	±	4,88	c	63,89	±	4,88	c

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si por *Scott- Knott* ($P \leq 0,05$).

²Princípio ativo do inseticida Rumo 8g/100L água: efeito comparativo da eficiência dos tratamentos.

³Cálculo das fórmulas através de Aboot (1925) adaptado por Benvenga (2009).

Para o efeito ovicida, constatou-se a ação de todas as concentrações dos extratos de fumo. No entanto, os melhores desempenhos foram verificados nos tratamentos de 4,16 a 10%, pois não apresentaram diferença estatística, causando uma mortalidade superior a 85%. Quando comparados com o inseticida, esses mostraram ser, em média, 2,5 vezes mais eficientes (Tabela 7).

Na avaliação do número de orifícios de entrada que as lagartas de 1º ínstar provocaram no fruto de tomate, também as duas maiores concentrações (4,16 e 10%) se destacaram, apresentando diferença estatística aos tratamentos inferiores, bem como do inseticida Indoxarcabe. Deve-se ressaltar que na concentração de 10% o efeito ovicida foi o máximo (100%) (Tabela 7).

Para o número de orifícios de saída, os extratos de fumo cuja concentração foi superior a 0,31% mostraram-se ser os mais eficientes, não havendo diferenças

significativas entre si. A máxima eficiência também foi detectada na concentração de 10% quando não existiram orifícios de saída. Essas quatro maiores concentrações foram estatisticamente superiores às demais concentrações bem como do inseticida (Tabela 7).

De uma forma geral, os extratos aquosos de fumo, independente das concentrações, apresentaram efeito sobre todos os parâmetros avaliados. Nota-se também que à medida que se aumenta a concentração verifica-se uma maior eficácia dos parâmetros avaliados (Tabela 7). Tomando-se por base as concentrações dos extratos de fumo, pode-se constatar uma relação inversa com as densidade de orifícios de entrada e saída, determinando que com o aumento da concentração ocorre uma redução no número de orifícios de entrada e saída nos frutos de tomate (Figura 2).

A alta eficiência do extrato de fumo pode ter ocorrido por existir, em sua composição, substâncias que promovam efeitos deletérios sobre os embriões. Essa ação nos permite acreditar que em determinadas concentrações o extrato possa ser uma excelente ferramenta no manejo praga, visto que a sua ação ocorre sobre a fase de ovo. Segundo França (2013), a fase de ovo é mais tolerante aos inseticidas químicos. Porém, os ovos são alvos biológicos favoráveis ao controle químico, devido principalmente a sua permanência temporal na superfície dos frutos durante o período de incubação, tornando-se alvos fáceis para o manejo (RODRIGUES FILHO; MARCHIOR; SILVA, 2003).

A avaliação de inseticidas na ação ovicida da broca-pequena foi testada com vários inseticidas. Entre eles o etofenproxi, o metomil e a fenpropatrina foram responsáveis pela maior inviabilidade de ovos de *N. elegantalis*, com percentuais de 98,66%; 91,99% e 45,33% respectivamente (FRANÇA, 2013). Nota-se assim que o extrato estudado no presente trabalho é tanto quanto ou mais efetivo do que o inseticida confrontado mais utilizado no controle de pragas em campo.

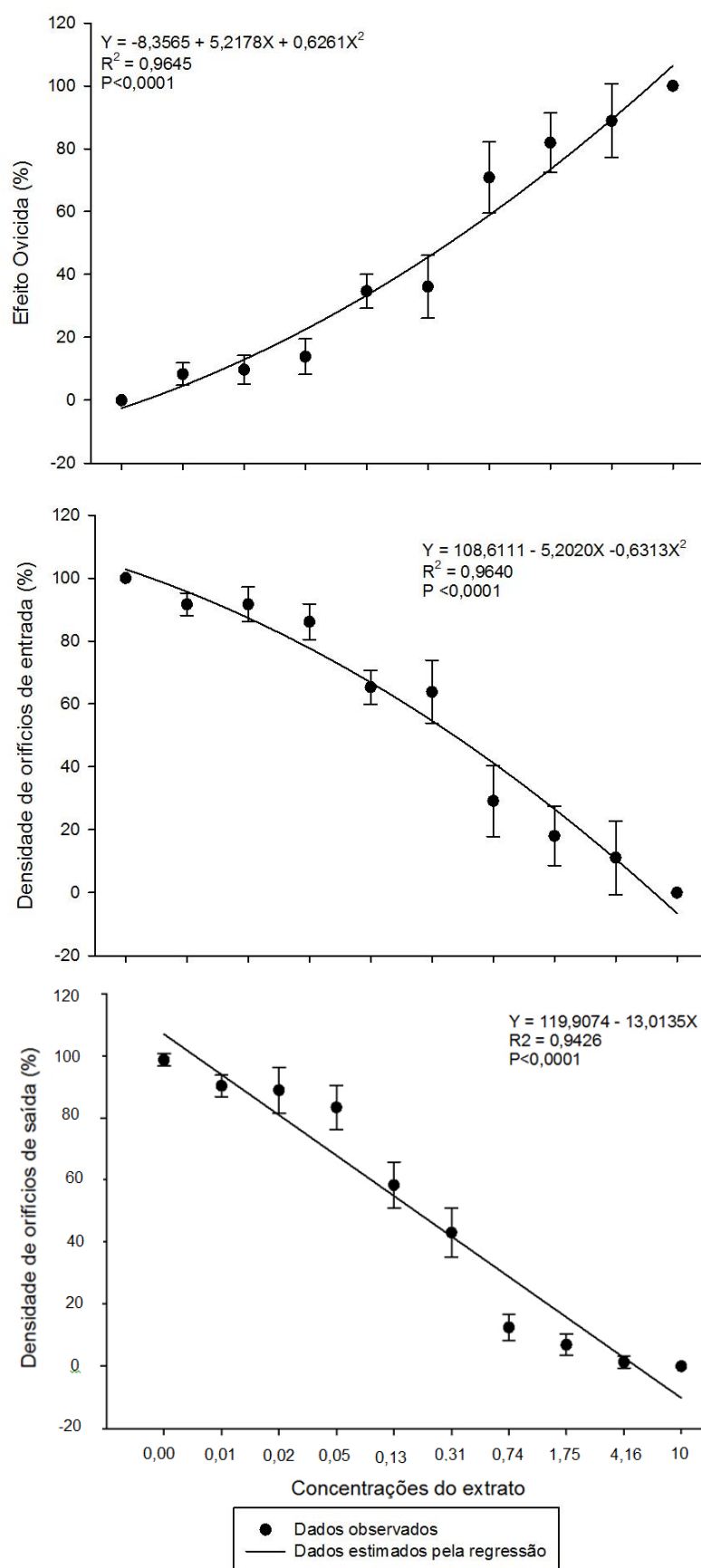


Figura 2 – Efeito ovicida, densidade de orifícios de entrada e de saída de *Neoleucinodes elegantalis* em frutos de tomateiro tratados com diferentes concentrações de extrato aquoso de fumo.

Para os testes de eficiência ovicida, ação de choque, ação fisiológica e eficiência biológica não houve interação entre a parcela subdivida (concentrações x tempo), havendo diferença apenas entre as concentrações do extrato aquoso de fumo a 5 % de significância ($F= 71.3695$; 26.9114 e 64.9299 , respectivamente) (Tabela 8).

Tabela 8 – Eficiência ovicida, ação de choque, fisiológica e eficiência fisiológica de diferentes concentrações de fumo em ovos de *Neoleucinodes elegantalis*

Trat.	Eficiência ovicida (%) ^{1/2/3}				Ação de choque (%) ^{1/3}				Ação fisiológica ^{1/3}			
Fumo (0,01%)	9,72	±	0,35	d	8,33	±	0,36	d	9,72	±	0,35	d
Fumo (0,02%)	11,11	±	0,74	d	8,33	±	0,55	d	11,11	±	0,74	d
Fumo (0,05%)	16,66	±	0,72	d	13,88	±	0,57	d	16,66	±	0,72	d
Fumo (0,13%)	41,66	±	0,75	c	34,72	±	0,55	c	41,66	±	0,75	c
Fumo (0,31%)	56,94	±	0,08	b	36,11	±	1,01	c	56,94	±	0,80	b
Fumo (0,74%)	87,50	±	0,43	a	70,83	±	1,15	b	87,50	±	0,43	a
Fumo (1,75%)	93,05	±	0,74	a	76,00	±	1,12	b	87,82	±	0,75	a
Fumo (4,16%)	98,61	±	0,20	a	88,89	±	1,20	a	98,61	±	0,20	a
Fumo (10%)	100,00	±	0,00	a	100,00	±	0,00	a	100,00	±	0,00	a
Indoxarcabe ⁴	36,11	±	0,50	c	36,11	±	0,50	c	36,11	±	0,50	c

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si por *Scott-Knott* ($P \leq 0,05$).

²A Eficiência Ovicida se igualou a Eficiência Biológica

³Cálculo das fórmulas através de Aboot (1925) adaptado por Benvenga (2009).

⁴Princípio ativo do inseticida Rumo 8g/100L água: efeito comparativo da eficiência dos tratamentos.

No que se refere à eficiência ovicida, pode-se detectar que as quatro maiores concentrações (0,74; 1,75; 4,16; 10%) foram estatisticamente superiores às demais concentrações, inclusive do inseticida indoxacarbe. Esse mesmo comportamento foi verificado no parâmetro de ação fisiológica (Tabela 8).

Para a ação de choque, verificou-se uma menor ação de eficiência em relação aos dois outros parâmetros, onde somente as duas últimas concentrações foram significativamente superiores (Tabela 8).

A máxima eficácia dos extratos, independente do parâmetro analisado, foi verificada na concentração de 10% onde se constatou um percentual de 100%.

Esses resultados corroboram para que se possa acreditar que, em determinadas concentrações, extrato de fumo, possa ser uma excelente ferramenta no manejo praga, visto que a sua ação ocorre sobre a fase de ovo.

Para o efeito ovicida e ação fisiológica, as concentrações de 0,74 a 10% foram as mais eficientes (87,50 a 100%), diferindo estatisticamente das concentrações inferiores (0,01 a 0,31%) e do Indoxarcabe (36,11%).

Analisando os dados apresentados, pode-se verificar que, ocorre uma relação inversa entre as concentrações e os parâmetros analisados, ou seja, à medida que se aumentou a concentração verificou-se uma maior eficiência ovicida, uma melhor ação de choque, bem como uma maior ação fisiológica (Tabela 8; Figura 3).

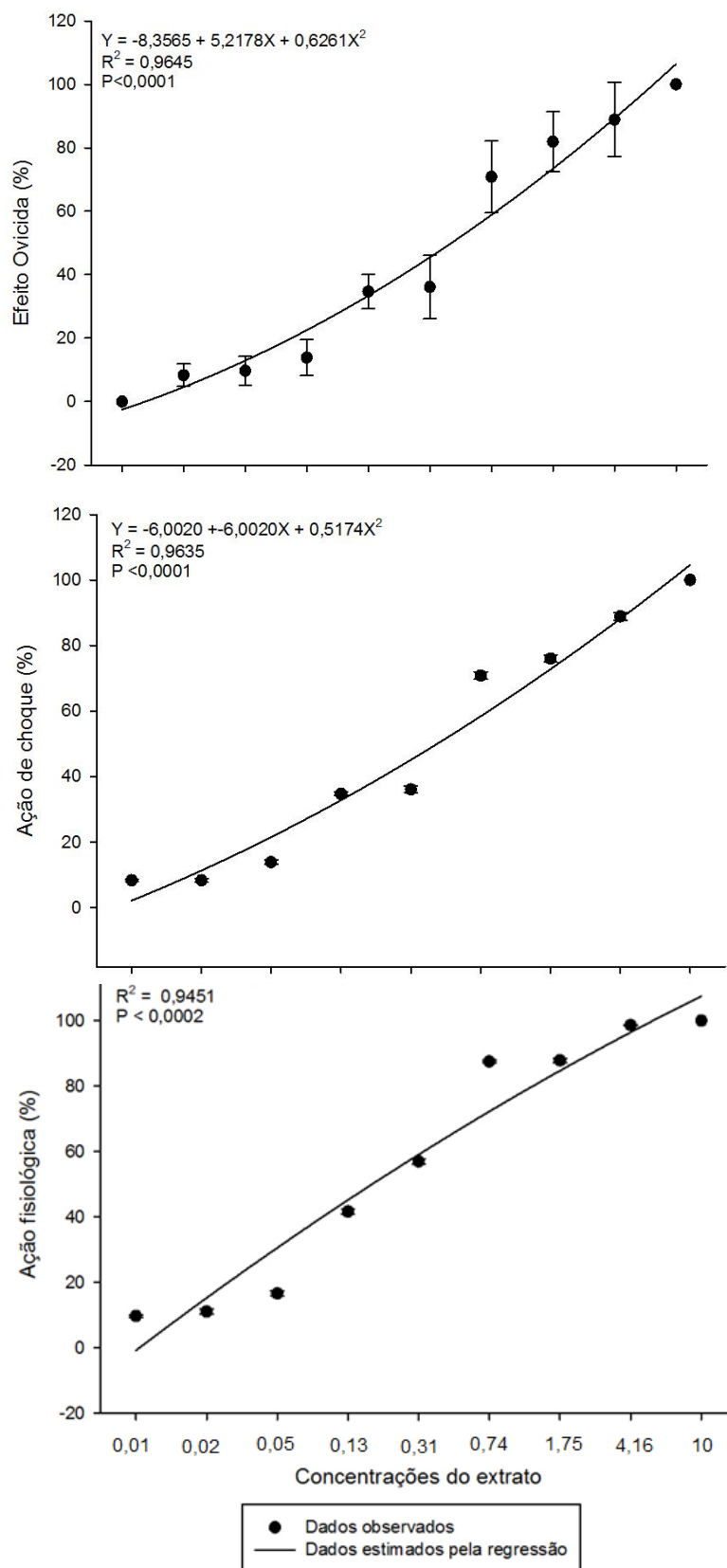


Figura 3 – Eficiência ovicida, ação de choque, fisiológica e eficiência fisiológica de diferentes concentrações de fumo em ovos de *Neoleucinodes elegantalis*.

Estimativa da concentração letal para as fases de ovo, lagarta, pré-pupa e pupa em dois tempos

Na estimativa da concentração letal (CL₅₀), os dados adequaram-se ao modelo de Probit, mostrando um χ^2 não significativo e baixa heterogeneidade. Os intervalos de confiança determinaram diferenças significativas entre as vias de aplicação (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores de CL₅₀ calculados para os o extrato aquoso de fumo sobre os ovos, lagartas de 1º ínstar, pré- pupas e pupas da broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* em dois tempos

Estádio	Tempos	N ¹	Slope $\pm$ EP ²	CL ₅₀ (IC 95%) ³	$\chi^{2(4)}$	GI ⁵	P ⁶
Ovo	1	270	1,116 $\pm$ 0,112	0,376 (0,258 - 0,554)	7,9945	7	0,3331
	2	270	1,184 $\pm$ 0,117	0,245 (0,169 - 0,353)	4,6866	7	0,6981
Lagarta	1	350	1,066 $\pm$ 0,116	0,332 (0,157 - 0,602)	5,8772	5	0,0913
	2	450	1,020 $\pm$ 0,100	0,354 (0,207 - 0,565)	7,8939	7	0,0609
Pré-pupa	1	162	1,748 $\pm$ 0,544	0,529 (0,102 - 0,975)	6,2060	7	0,37195
	2	144	1,744 $\pm$ 0,567	0,443 (0,067 - 0,831)	5,1286	6	0,40587
Pupa	1	162	0,483 $\pm$ 0,113	3,237 (1,096 - 27,850)	1,066	7	0,210
	2	162	0,484 $\pm$ 0,113	3,238 (1,097 - 27,983)	3,068	7	0,211

¹N: número de observações;

²Slope $\pm$ EP: inclinação da curva $\pm$ erro padrão;

³CL: concentração letal (%); IC: intervalo de confiança;

⁴ χ^2 : qui-quadrado;

⁵gl: graus de liberdade;

⁶p: probabilidade.

A CL₅₀ não apresentou diferença entre os dois tempos em todos os tratamentos (ovo, lagarta de 1º ínstar, pré-pupas e pupas). Nota-se ainda que o extrato aquoso de fumo foi mais eficiente para nas fases de ovo, lagarta e pré-pupa, não diferindo entre si, obtendo-se uma concentração média de 0,31%, 0,34% e 0,48% do extrato do fumo para matar 50% da população, respectivamente. Já para a fase de pupa, a concentração média de 3,23% do extrato seria o ideal para causar a mortalidade de 50% da população.

Isso pode ter ocorrido devido a maior suscetibilidade nas fases iniciais do inseto, sendo a mortalidade dos ovos também comprovada em várias concentrações nos

experimentos anteriores. Em relação às lagartas de 1º ínstar, a facilidade de ação do produto torna-se também efetiva, uma vez que elas têm que raspar o fruto para que possam penetrar e fazer suas galerias no interior dos mesmos, se alimentando assim, no momento da raspagem do extrato aquoso do fumo presente da superfície do fruto.

Na fase de pré-pupa, o extrato de fumo foi mais eficiente quando comparado à fase de pupa, pois neste primeiro estágio as células começam a receber informações para que novos tecidos sejam formados, baixando o nível do hormônio juvenil. Enquanto que na fase de pupa, apesar de ser estático, o tegumento do inseto é mais quitinizado, dificultando assim a penetração do extrato no inseto (GALLO et al., 2002).

As inclinações da curva de concentração-mortalidade não diferiram as fases de ovo (1,116 e 1,184), lagarta (1,066 e 1,020) e pré-pupa (1,748 e 1,744), porém estas fases diferenciaram da fase de pupa (0,483 e 0,484), com maior inclinação da curva para os 3 primeiros estágios do inseto e menor inclinação para o estágio de pupa. Esses altos valores de inclinação da curva demonstram que caso ocorram pequenas variações na concentração do produto testado, grandes variações ocorrerão na mortalidade da praga em questão.

Tem-se ainda que alguns inseticidas botânicos podem agir sobre o sistema neuroendócrino, interferindo nos processos normais de troca de tegumento (MENEZES, 2005), sendo esta interferência verificada no presente experimento, pois algumas pré-pupas demoraram ou não puparam, perdurando, por 3 semanas no mesmo estágio até a morte, sendo essa ação observada somente nos tratamentos e não na testemunha.

Desta forma, através da presente análise, é possível concluir que o extrato aquoso de fumo também age por contato quando testados na fase de pré-pupa e pupa, uma vez que quando aplicados sobre o tegumento dos insetos causaram mortalidade ou interferiram em seus processos de troca de tegumento.

Os resultados da CL₅₀, também corroboram para se inferir que extrato de fumo tem potencial para ser empregado no controle da broca-pequena-do- tomateiro, visto que

os valores das concentrações para matar metade da população dessa praga foram menores 0,5%, para a maioria das fases de desenvolvimento testadas.

Através de uma análise global dos resultados obtidos no presente trabalho, nota-se que, extratos de fumo, em determinadas concentrações, poderão ser empregados como um bioinseticidas no manejo de *N. elegantalis*, uma vez que demonstrou eficácia para diferentes fases dessa praga, inclusive a de ovo, considerada a de maior resistência à ação dos agrotóxicos. Além do mais, seu uso como uma ferramenta de manejo para a broca-pequena-do-tomateiro deve ser mais estudado, pois demonstrou ser tão ou mais eficiente quando comparado com alguns inseticidas.

4.4 CONCLUSÕES

- Entre os bioinseticidas químicos testados, o extrato aquoso de fumo é o que tem potencial para ser empregado no manejo da broca-pequena-do-tomateiro.
- A concentração de 1,75% do extrato de fumo reduz a oviposição da broca-pequena-do-tomateiro em ambiente confinado.
- A concentração de 4,16% causa alto da porcentagem de deterência na oviposição podendo o extrato ser efetivo até 6 dias após a aplicação.
- Em ambiente de livre escolha, a concentração de 0,13% do extrato de fumo é suficiente para promover uma drástica redução na oviposição e a concentração de 0,31% causa a máxima deterência na oviposição.
- As maiores eficácias dos extratos de fumo foram alcançadas nas concentrações acima de 1,75%, visto que se constatou efeito ovicida; redução na quantidade de orifícios de entrada e de saída nos frutos; e ação de choque e fisiológica.
- Através da CL_{50} é possível observar que o extrato aquoso de fumo é mais eficiente para nas fases de ovo, lagarta e pré-pupa, cujas concentrações médias não atingem 0,5% de extrato do fumo para matar 50% da população.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method for computing the effectiveness of insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p. 265-267, 1925.

AGUIAR – MENEZES, E. de L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205).

BARBOSA, F. S. **Resistência Genética do Tomateiro e Potencial de Extratos de Plantas Espontâneas no Controle Alternativo de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae)**. 72 f. 2001. Tese - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Pós -Graduação em Fitotecnia. Rio de Janeiro, 2001.

BENVENGA, S. R. ***Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiro estaqueado: dinâmica populacional, nível de controle com feromônio sexual e eficiência de agrotóxicos**. 124 f. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. São Paulo, 2009.

BESTETE, L. R. **Produtos alternativos e associação com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) visando o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2011.

BESTETE, L. R.; PRATISSOLI, D.; CELESTINO, F. N.; QUEIROZ, V. T.; MACHADO, L. C. **Extrato de alho visando o manejo alternativo de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)**. In: Congresso Brasileiro De Entomologia, 24, 2012. Curitiba.

BLACKMER, J. L.; EIRAS, A. E.; SOUZA, C. L. M. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.89-95, 2001.

EIRAS, A. E.; BLACKMER, J. L. Eclosion time and larval behaviour of the tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). **Scientia Agricola**, n. 60, p. 195 – 197, 2003.

FRANÇA, S. M. de. Manejo de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée), (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiro no agreste do Estado de Pernambuco: estudos comportamentais, uso de iscas tóxicas, inseticidas botânicos e sintéticos. 64 f. 2013. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, 2013.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.L.P.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, presente and future. *In*: ARNASON, J. T.; PHILOGÈNE, B. J. R.; MORAND, P. **Insecticide of plant origin**. v. 387. Washington: Journal of the American Chemical Society, p. 69-77, 1989.

LEORA SOFTWARES. **POLO-PC, probit or logit analysis**. Berkeley (CA), 1987.

MELO, D. F.; BESTETE, L. R.; MINAS, R. S. de; SALOMÃO, K. P. de O. S.; SANTOS, F. M. dos. Broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). *In*: MINAS, R. S. de; RONDELLI, V. M.; MELO, D. F.; OLIVEIRA, C. M. R.; BESTETE, L. R. **Solanáceas: abordagem das principais culturas e suas pragas**. Brasília: Kiron, 2013. p. 125 – 144.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropedica. **Embrapa Agrobiologia**, 2005. 58p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205)

OBENG-OFORI, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.77, p.133-139, 1995.

OLIVEIRA, C. M. de; FRANÇA, S. M. de; OLIVEIRA, J. V. de. **Efeitos de inseticidas botânicos e sintéticos sobre a postura de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), em tomateiro**. 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepepx2009/cd/resumos/R0798-1.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

PEIXOTO, M. do S. R. M.; LIMA, V. L. A. de; DANTAS, J. P.; SOUSA, S. Eficiência de extratos vegetais e urina de vaca no controle de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Bemisia* sp (Hemiptera: Aleurodidae) em tomateiro orgânico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p.104-113, 2013.

RODRIGUES, H. DE S.; RONDELLI, V. M.; PRATISSOLI, D.; COSTA, A. V.; PINHEIRO, P. F.; STINGUEL, P.; TÚLER, A. C. **Extratos aquoso e etanólico de pimenta-roxa sobre *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae)**. *In*: Congresso Brasileiro de Entomologia, 24, 2012. Curitiba.

RODRIGUES FILHO, I.L.; MARCHIOR, L.C.; SILVA, L.V. da. Análise da oviposição de *Neoleucinodes elegantalis* (Guén., 1854) (Lep.: Crambidae) para subsidiar estratégia de manejo. **Agronomia**, v. 37, n. 1, p. 23-26, 2003.

RONDELLI, V. M.; PRATISSOLI, D.; PINHEIRO, P. F.; COSTA, A. V.; STINGUEL, P.; VALBON, W. R.; MARINS, A. K.; FORNAZIER, D. L. **Extratos aquoso e etanólico de fumo no controle de *Frankliniella schultzei* (Trybom, 1920) (Thysanoptera: Thripidae)**. *In*: Congresso Brasileiro de Entomologia, 24, 2012. Curitiba.

SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Embrapa Meio Ambiente, 46p. (Documentos 12). 1998.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SANTA-CECÍLIA, F. V.; PEDROSO, E. DO C.; SOUSA, M. V. DE; ABREU, F. A.; OLIVEIRA, D. F.; Carvalho, G. A. **Coffee Science**, v. 5, n. 3, p. 283-293, set./dez. 2010.

TOLEDO, A. A. Contribuição para o estudo da *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), praga do tomate. **O Biológico**, v. 14, p. 103-108, 1948.

VALENTE, R.; SAMPAIO, F. C.; SOUZA, I. A.; HIGINO, J. S. Estudo toxicológico do extrato *Syzygium aromaticum* em roedores. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 19, n. 2, p. 557-560, 2009.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993.

5 CAPÍTULO V

ENSACAMENTO DOS FRUTOS DE TOMATE PARA MANEJO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

RESUMO

O ensacamento de frutos tem sido uma técnica muito utilizada no manejo de pragas que causam injúrias principalmente em fruteiras. Em tomateiro, devido à grande utilização de inseticidas na cultura, novos métodos de manejo têm sido estudados, para controlar pragas que atacam essa cultura. Entre essas pragas o *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) tem causado grande prejuízos à cultura, uma vez que causam danos diretamente no fruto. Mediante esse contexto, os objetivos do presente trabalho foram avaliar o broqueamento de frutos de tomate ensacados com sacolas do tipo TNT com fundo e sem fundo e ainda avaliar o peso, pH e graus brix desses frutos. Os experimentos foram realizados em plantios de tomate da variedade CLX, nas safras 2012 e 2013, no município de Conceição do Castelo-ES. O ensacamento foi realizado nos três primeiros cachos por planta, a partir do momento que os primeiros frutos atingiram 20 mm de diâmetro para prevenir posturas. A cobertura dos cachos foi realizada com tecido TNT (30 x 35 cm), preparados no laboratório. Em campo, foram amarrados acima do primeiro fruto do cacho, mantendo-se a região inferior do saco fechada. Os frutos foram avaliados de acordo com o número de orifícios de saída feitos pela broca-pequena-do-fruto no tomate por cacho assim que eles apresentaram maturação. Posteriormente, os frutos foram armazenados para as avaliações físico-químicas, como peso, pH e grau brix. Observou-se que o ensacamento de TNT com o fundo fechado foi eficiente na redução do número de frutos brocados e que nos dois tipos de ensacamento (fundo aberto e fundo fechado) não houve diferença para as características físico-químicas nos frutos quanto ao peso, pH e graus brix.

Palavras-chave: Broca-pequena-do-tomateiro. Manejo fitossanitário de pragas. Sacolas de TNT.

SACK OF TOMATO FRUITS, AIMING TO MANAGEMENT *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA : CRAMBIDAE) FIELD

ABSTRACT

Bagging of fruits has been a widely used technique in the management of pests that cause injuries especially in fruit trees. In tomato, due to extensive use of insecticides in culture, new management methods have been studied to control pests on this crop. Among these pests, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) , has caused great damage to the crop, as they cause damage directly on the fruit. Through this context, the objectives of this study were to evaluate the drilling of tomato fruits bagged with bags of type TNT with background and without background and also assess the weight, pH and brix of the fruit. Experiments were carried out in plantations of tomato variety CLX , in vintages 2012 and 2013 , in the municipality of Conceição do Castelo-ES . Bagging was done in the first three bunches per plant, from the moment that the first fruits reached 20 mm in diameter to prevent postures. The concealment of the bunches was performed with TNT (30 x 35 cm) fabric made in the laboratory. Field were tied above the first fruit of the bunch, keeping the lower region of the bag closed. The fruits were evaluated according to the number of exit holes made by the small-fruit-borer in tomato per hand so that the bunches had matured. Following fruits were stored for physicochemical reviews as weight, pH and brix degree. In view of the results it was observed that the bagging of TNT with the closed-end fund was efficient in reducing the number of borne fruit and that the two types of bagging (open-end fund and closed-end fund) there was no difference in the physico- chemical characteristics in fruits for weight , pH and brix .

Keywords: Small-fruit-borer. Phytosanitary pest management . Bags of TNT.

5.1 INTRODUÇÃO

Na década de 60, o ensacamento era prática usual, sendo usado principalmente para o pessegueiro, a pereira e a ameixeira no Rio Grande do Sul (ROSA, 2002), porém no início dos anos 70 foi substituído pela aplicação de inseticidas (LIPP; SECCHI, 2002).

Nos últimos anos, com a mudança no perfil do consumidor, particularmente os que consomem frutos *in natura*, tem aumentado a exigência por alimentos com níveis reduzidos ou mesmo isentos de agrotóxicos. O ensacamento de frutos é um método simples e prático de controle de pragas que não exige elevado investimento com materiais de consumo, porém alguns autores ainda descrevem que esse método é visto como uma alternativa ao ataque de brocas, mas restrito somente a pequenos produtores (JORDÃO; NAKANO, 2002).

Uma das pragas que causam danos em tomateiro é a broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). Essa praga é responsável por causar grandes perdas na produção devido ao seu ataque no fruto (MELO et al., 2013).

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Observar o número de tomates brocados por *N. elegantalis* em cachos ensacados com sacolas de TNT com o fundo aberto, fechado e cachos sem ensacamento.
- Verificar as possíveis modificações dos frutos quanto ao peso, pH e Brix.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Ensacamento de frutos do tomateiro com TNT

Os experimentos foram conduzidos nas safras 2012 e 2013, no município de Conceição do Castelo-ES. A variedade de tomate utilizada foi a CLX. Os tratos culturais, como transplante, tutoramento, amarrio, capação e desbrota, foram realizados seguindo recomendações para a cultura (ABAURRE, 2010).

Adotou-se o sistema de condução com duas hastes por planta em tutoramento vertical, por ser o mais utilizado pelos produtores de tomate estaqueado no Estado do Espírito Santo. Esse método baseou-se na condução das plantas por meio de estacas de bambu nos quais as plantas foram amarradas a cada 7 dias. Utilizou-se o espaçamento 1,3 x 0,7 m (linhas x plantas).

O ensacamento foi feito nos três primeiros cachos por planta, a partir do momento que os primeiros frutos atingiram 20 mm de diâmetro para prevenir posturas. A corbetura dos cachos foi realizada com tecido não tecido (TNT) (30 x 35 cm), conhecido como tecido não tecido, classificado na indústria têxtil como um tecido técnico, devido a sua ampla aplicação nos agronegócios e indústria em geral. Os sacos de TNT foram preparados no setor de Entomologia do NUDEMAFI com o auxílio de uma prensa elétrica. Foram confeccionados dois tipos de sacolas, com fundo fechado e outro aberto. Em campo, as mesmas foram inseridas sobre os cachos, sendo amarradas no pedúnculo, acima do primeiro fruto do cacho.

Na área convencional, realizou-se o controle de broqueadores conforme calendário pré-estabelecido, a cada três ou cinco dias, com a utilização de inseticidas específicos e recomendados para esses insetos.

Os frutos foram avaliados de acordo com o número de orifícios de saída feitos pela broca-pequena-do-fruto no tomate por cacho assim que os cachos apresentaram maturação. Posteriormente, os frutos foram armazenados para as avaliações físico-químicas como peso, pH e grau brix.

O experimento foi instalado em um delineamento experimental em blocos casualizados em um talhão com 150 plantas composto de 3 tratamentos (sacola com fundo x sacola sem fundo x sem sacola), 10 blocos e 15 repetições .

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($P>0,05$) e, quando não houve normalidade nos dados, submetidos ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis ($P>0,05$) pelo programa estatístico Assistat.

5.2.2 Análise físico-química dos tomates

As análises físico-químicas foram realizadas no NUDEMAFI. Os tomates foram pesados de acordo com cada tratamento. O teor de sólidos solúveis totais (Brix°) foi determinado por meio da trituração dos frutos e posterior leitura em refratômetro (PEARSON, 1973). Já o pH do fruto foi avaliado através da trituração dos frutos e posterior avaliação em pHmetro de bancada.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Ensacamento de frutos do tomateiro com TNT

Houve diferença entre os tratamentos ($H = 129.8069$, $p < 0.05$), sendo que o tratamento com o saco de TNT fechado propiciou o melhor resultado (0,00667 orifícios/cacho), diferindo estatisticamente do ensacamento com o fundo aberto (0,26000), que também se diferiu da testemunha (0,79333), ou seja, cachos de tomate onde o ensacamento não foi realizado (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de orifícios de saída de *Neoleucinodes elegantalis* por cacho de tomate em frutos ensacados e não ensacados com tecido não tecido (TNT)

Tratamento	Número orifícios/cacho ¹			
TNT com fundo fechado	0,00667	±	0,00027	a
TNT com fundo aberto	0,26000	±	0,00205	b
Testemunha	0,79333	±	0,00279	c

¹ Médias seguidas por mesma letra não diferem si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Kruskal-Wallis.

De acordo com os dados apresentados, nota-se que o ensacamento de TNT com o fundo fechado foi eficiente na redução do número de frutos brocados uma vez que o mesmo apresentou um menor número quando comparado aos demais tratamentos, enquanto que na sacola de fundo aberto foi possível verificar alguns frutos brocados por *N. elegantalis*, sendo que era possível ainda observar a presença de algumas pré-pupas no tecido TNT, demonstrando assim que este método não foi tão eficiente quando comparado aos sacos de fundo fechado. Na testemunha houve maior oviposição da broca-pequena-do-fruto, obtendo um maior número de orifícios de saída por cacho, mesmo com a utilização de inseticidas. Outra observação relevante é que mesmo em sacos de fundo fechado ocorreu um número pequeno de posturas, sendo que isso pode ter ocorrido devido a alguns frutos já estarem mais desenvolvidos, já apresentando a postura no momento da instalação do experimento.

Desta forma, os dados do presente experimento corroboram com os dados encontrados em cultivo de tomate orgânico, em que o tecido de TNT causou 100%

de eficiência ao manejo de *N. elegantalis* (FIALHO, 2009). Porém, resultados não tão satisfatórios foram observados com ensacamento de papel-manteiga em frutos de tomate visando o manejo de *N. elegantalis*, demonstrando que a utilização desse método de controle pode reduzir a oviposição da broca-pequena nos frutos para 0,4 lagartas por fruto (JORDÃO; NAKANO, 2002). Assim, a utilização do tecido TNT foi mais eficiente para manejo do que o papel-manteiga, uma vez que reduziu o número de orifícios de saída por cacho de tomate. Isso pode ter ocorrido devido aos sacos de papel terem a capacidade de aumentar a incidência de algumas pragas devido ao microclima formado no entorno do fruto por este material (MARTINS et al., 2007) e ainda ao fato de que os envólucros do tecido TNT são totalmente fechados, proporcionando assim maior proteção contra a penetração desses insetos (FIALHO, 2009).

Outra vantagem do TNT é que são resistentes a chuvas, apresentando durabilidade, segurança e proteção durante todo o período de frutificação, não sendo necessária a troca dos mesmos nesse período, diferente da utilização de papel, que deve ser trocado, caso ocorram chuvas ou algum tipo de dano no material (TEIXEIRA et al., 2011).

Outros estudos já têm sido realizados para verificar a eficiência do ensacamento de frutos em diferentes pragas e culturas, tais como: *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae) e *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), em cachos de tomates (JORDÃO; NAKANO, 2002); *Cerconota anonella* (Sepp) (Lepidoptera: Oecophoridae), em graviola (BROGLIO-MICHELETTI; BERTI-FILHO, 2000); e *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), *A. leptozona* Hendel (Diptera: Tephritidae), *A. obliqua* Macquart (Diptera: Tephritidae), *A. striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) e *A. serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), em abiu (NASCIMENTO et al., 2011).

5.3.2 Análise físico-química de tomates ensacados com tecido TNT

Em relação ao grau brix, pH e peso, não houve diferença entre o tomate ensacado com o tecido TNT com fundo, sem fundo e a testemunha, demonstrando assim que o ensacamento não interfere nesses fatores físicos-químicos do fruto (Tabela 2).

Tabela 2 – Avaliação da média do peso, valor do grau Brix e pH por fruto de tomate por tratamento

Tratamento	Peso (kg) ¹	pH ¹	°BRIX ¹
Sem sacola	0,168	4,42	4,58
Sacola com fundo	0,187	4,34	4,53
Sacola sem fundo	0,183	4,42	4,31

¹Não significativo pelo teste de Dunn a 5% de significância.

O peso médio dos frutos é um fator de grande importância na produção, podendo a competitividade do mercado ser definida através deste fator (GUALBERTO; BRAZ; BANZATTO, 2002). Assim, a partir da presente análise, nota-se que o ensacamento não alterou o peso dos frutos, com 0,168, 0,187 e 1,83 kg para a testemunha, sacola com fundo e sacola sem fundo, respectivamente, sendo este um fator positivo para esse método de manejo.

O valor de pH do fruto também não foi alterado quando pelos diferentes tratamentos, com valores de 4,42, 4,34 e 4,42 para a testemunha, sacola com fundo e sacola sem fundo, respectivamente. Sendo assim, pode-se inferir que não houve alteração nas características organolépticas nos frutos onde houve o ensacamento. O mesmo foi observado por Jordão e Nakano (2002) com a utilização de sacos em variedade de tomate Santa Clara, onde o pH não foi alterado alcançando médias de 4,2.

Também para o teor de sólidos solúveis (graus brix), não houve diferença significativa entre os tratamentos com 4,48, 4,53 e 4,31 graus brix para a testemunha, sacola com fundo e sacola sem fundo, respectivamente, ou seja, não houve alteração no teor de sacarose contido nos frutos, estando esses valores dentro do padrão de frutos de tomate (graus brix entre 3,5 a 6,0) (ALVARENGA, 2004), sendo o mesmo efeito também observado no trabalho de Jordão e Nakano (2002) com frutos da variedade de tomate Santa Clara, com média de 3,8 graus brix por tratamento e no trabalho de Fialho (2009), com uma média de 4,0 graus brix para os frutos ensacados com TNT e a testemunha.

Assim, além desses fatores de grande interesse para a comercialização do fruto e manejo da broca-pequena-do-fruto em campo, o ensacamento com sacolas de fundo fechado em cachos do tomateiro pode ainda apresentar outras funções, como melhorar a coloração dos frutos, mantendo a uniformidade da coloração e aumentar

o número de frutos sadios, ou seja, aqueles não atacados por doença, devido principalmente à abertura de saída causada pela broca-pequena-do-fruto.

Desta forma, a utilização de sacolas de TNT com fundo fechado em cachos de tomateiro pode reduzir a injúria causada por *N. elegantalis* para praticamente zero, quando esse método alternativo for colocado em prática assim que os primeiros frutos tenham 20 mm de diâmetro, tornando-se assim um método promissor para o manejo dessa praga.

5.4 CONCLUSÕES

- O ensacamento dos frutos de TNT com o fundo fechado é eficiente na redução do número de frutos brocados por *N. elegantalis*.
- O ensacamento dos frutos não alterara as características físico-químicas nos frutos quanto ao peso, pH e graus brix.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAUURRE, M. E. O. Práticas culturais. *In*: INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL. **Tomate**. Vitória: Incaper, 2010, p. 133-148.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; BERTI-FILHO, E. Controle de *Cerconota anonella* em pomar de gravioleira (*Annona muricata* L). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n. 3, p. 557-559, 2000.
- FIALHO, A. **Ensacamento de frutos no cultivo orgânico de tomateiro**. 57 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Federal de Minas Gerais – Minas Gerais, 2009.
- GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 81-8, jan. 2002.
- JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos de tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.281-289, 2002.
- LIPP, J.P.; SECCHI, V.A. Ensacamento de frutos: uma antiga prática ecológica para controle da mosca-das-frutas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, p.53-58, 2002.
- MARTINS, M. C.; AMORIN, L.; LOURENÇO, S. A.; GUTIERREZ, A. S. S.; WATANABE, H. S. Incidência de danos pós-colheita em goiabas no mercado atacadista de São Paulo e sua relação com a prática de ensacamento dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p.245-248, 2007.
- MELO, D. F.; BESTETE, L. R.; MINAS, R. S. de; SALOMÃO, K. P. de O. S.; SANTOS, F. M. dos. Broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis*). *In*: MINAS, R. S. de; RONDELLI, V. M.; MELO, D. F.; OLIVEIRA, C. M. R.; BESTETE, L. R. **Solanáceas**: abordagem das principais culturas e suas pragas. Brasília: Kiron, 2013. p. 125 – 144.
- NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H.; ARAÚJO, C. dos S.; FLORES, B. C. Ensacamento de frutos de abiu visando à proteção contra o ataque da mosca-das-frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, 2011.
- PEARSON, D. **Laboratory techniques in food analysis**. London: London Butterwoths, 1973.
- ROSA, J. I. da. **Ensacamento de frutos**. Porto Alegre: Emater. 2002 (Informativo DAT, 70).

TEIXEIRA, R.; AMARANTE, C. V. T. I do; BOFF, M. C.; RIBEIRO, L. G. Controle de pragas e doenças, maturação e qualidade de maçãs 'imperial gala' submetidas ao ensacamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, 2011.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao grande percentual de perdas de frutos de tomate causado pelo ataque da broca-pequena-do-fruto, *Neoleucinodes elegantalis*, torna-se de grande importância a implementação de novos métodos de controle dessa praga, uma vez que a utilização indiscriminada de insetidas nessa cultura tem sido um dos maiores impasses para reduzir os resíduos de agrotóxicos no produto a ser comercializado e que venha a agredir menos a saúde do agricultor e o meio ambiente. O presente trabalho estudou novas formas de controle que envolvem o Manejo Fitossanitário de Pragas (MFP) com o intuito de minimizar a utilização de inseticidas em tomateiro. Entre esses métodos, os mais promissores, ou seja, aqueles que se destacaram foram à utilização de *Trichogramma galloi* através do parasitismo de ovos de *N. elegantalis*; uso do nematoide *Sterneneima carpocapsae*, auxiliando no manejo das pré-pupas da broca-pequena-do-tomateiro; atividade inseticida de extrato aquoso de fumo; assim como a utilização de ensacamento de frutos com tecido TNT, reduzindo a oviposição nos frutos de tomate.

Através do presente estudo, é possível fornecer novas ferramentas a serem utilizadas no Manejo Fitossanitário de *N. elegantalis*, visando menor utilização de agrotóxicos para a cultura do tomate. Porém, estudos que envolvam associação desses métodos, assim como o seu efeito em nível de campo são necessários.