

ANDRÉ LAGE PEREZ

BIOECOLOGIA DE *Symmetrischema dulce* (Lepidoptera: Gelechiidae) EM PIMENTA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P438b
2012

Perez, André Lage, 1985-
Bioecologia de *Symmetrischema dulce*
(Lepidoptera: Gelechiidae) em pimenta / André Lage Perez.
- Viçosa, MG, 2012.
viii, 42f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Madelaine Venzon.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Symmetrischema dulce*. 2. Broca-do-fruto-da-pimenta.
3. *Capsicum frutescens*. 4. Lepidóptero. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

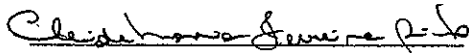
CDD 22. ed. 595.78

ANDRÉ LAGE PEREZ

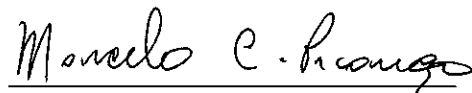
BIOECOLOGIA DE *Symmetrischema dulce* (Lepidoptera: Gelechiidae) EM PIMENTA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de fevereiro de 2012



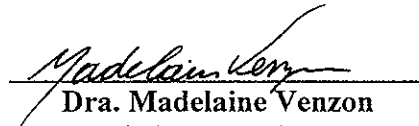
Dra. Cleide Maria Ferreira Pinto



Prof. Marcelo Coutinho Picanço



Prof. José Lino Neto
(Coorientador)



Dra. Madelaine Venzon
(Orientadora)

Ao meu pai Domingos Perez

À minha mãe Maria Carmem

À minha avó Lourdes

Às minhas irmãs Virgínia e Amanda

À minha namorada Maíra

À minha Orientadora, Madelaine Venzon

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa pela concessão da oportunidade de realização destes estudos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG – Unidade Regional Zona da Mata, pela concessão da estrutura e de pessoal técnico indispensáveis para a realização deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio na realização do projeto.

Meus sinceros agradecimentos a minha orientadora Madelaine Venzon, pela sua orientação e por ter tornado possível a realização deste sonho.

Ao Professor Sebastião Martins Filho, pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Doutor Vítor Becker pela identificação taxonômica da broca-do-fruto-da-pimenta.

À Doutora Ranyse Querino e ao Doutor Valmir Antônio Costa pela identificação dos parasitoides coletados.

Ao Professor Lino Neto, pelo auxílio na operação do equipamento óptico e fotográfico utilizado.

Aos técnicos da EMATER-MG de Piranga pela indicação das áreas experimentais.

Aos produtores de pimenta de Piranga, MG – Sr. Chico, Luciano, Preto e José Nogueira pela colaboração e concessão do uso de suas propriedades para execução dos experimentos.

Ao técnico da EPAMIG José Geraldo, pela companhia e ajudas fundamentais nos trabalhos de campo.

À Empresa DVA (Campinas-SP) pelo fornecimento do produto a base de nim (AZAMAX®). Aos colegas de laboratório e amigos Juliana, Anália, Fernanda, Marcus e Rodrigo, em especial a Maíra, Pedro, Dany e Fredy Alex por muitos conselhos, companhia e ajuda.

Às minhas amigas Juliana Novelli e Natália Maria.

À minha família, por representar meu porto seguro em muitos momentos.

À minha namorada Maíra, pelo seu amor, paciência e por estar sempre ao meu lado.

E ao meu pai Domingos Perez, minha mãe Maria Carmem e minha avó Lourdes, por serem o esteio da minha vida. Eu os amo muito!

BIOGRAFIA

André Lage Perez, filho de Maria Carmem Lage Perez e Domingos Perez Vidal. Formado em Ciências Biológicas pela Universidade Vale do Rio Doce no ano de 2006 sob a orientação do Dr. Lusinério Prezotti. Em 2009 iniciou como bolsista de apoio técnico no laboratório de entomologia da EPAMIG, sob supervisão da Dr^a. Madelaine Venzon e em setembro do mesmo ano passou a bolsista DTI/CNPq. No ano de 2010 iniciou o mestrado em entomologia na Universidade Federal de Viçosa sob a orientação da Dra. Madelaine Venzon, cuja tese é aqui apresentada.

Sumário

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1	
Biologia da broca-dos-frutos-da-pimenta <i>Symmetrischema dulce</i> Povolný.....	5
2. INTRODUÇÃO.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
4. RESULTADOS	11
5. DISCUSSÃO	14
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
CAPÍTULO 2	
Aspectos bio-ecológicos de pragas dos frutos da pimenta malagueta.....	19
2. INTRODUÇÃO.....	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSSÃO	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO 3	
Potencial do nim no controle da broca-dos-frutos-da-pimenta	30
2. INTRODUÇÃO.....	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
4. RESULTADOS	34
5. DISCUSSÃO	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CONCLUSÕES GERAIS	42

RESUMO

PEREZ, André Lage, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Aspectos bioecológicos e controle alternativo de pragas dos frutos da pimenta.** Orientadora: Madelaine Venzon. Coorientadores: Angelo Pallini Filho e José Lino Neto.

A broca-do-fruto-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) e a mosca-do-pimentão *Neosilba* sp. McAlpine (Diptera: Lonchaeidae) estão entre as mais importantes pragas da pimenta pois ocasionam grandes perdas à produção de frutos podendo afetar diretamente toda a cadeia de produção. Apesar da importância destas pragas pouco se sabe sobre sua biologia, ecologia e formas de controle. Assim neste trabalho se propõe estudar os aspectos bioecológicos dessas pragas, com ênfase para a *S. dulce*, devido a sua maior ocorrência, bem como testar uma forma alternativa de controle. Assim este trabalho é subdividido em três partes. No capítulo 1 estudou-se a biologia e a reprodução de *S. dulce* em frutos de pimenta-malagueta. No capítulo 2 foram estudadas a distribuição vertical em plantas de pimenta-malagueta e preferência por fases de maturação de *S. dulce* e de *Neosilba* sp. e de seus parasitoides. No capítulo 3 foi testado o potencial de controle um produto à base de nim sobre *S. dulce* em campo.. De acordo com os resultados biológicos obtidos, o estágio de ovo teve viabilidade de 94,48% e duração média de 4,07 dias. A fase larval durou em média 10,72 dias, com quatro ínstaros e viabilidade total de 66,6%. A fase pupal durou 9,61 dias com viabilidade média de 94,73%. A fase adulta durou em média 24,14 dias. O período de pré-oviposição foi em media de três dias e o de oviposição em média 13,85 dias. A taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) foi 0,0035 e a taxa finita de crescimento (λ) foi igual a 1,00. O tempo de duração de cada geração (T) foi de 31,21 dias. A população demonstrou a capacidade de dobramento (TD) em 6,34 dias. Os resultados dos estudos bioecológicos demonstraram que *S. dulce* e *Neosilba* sp. não apresentaram padrão de distribuição vertical na planta de pimenta-malagueta, porém registrou-se um maior ataque de *S. dulce* aos frutos verdes e de *Neosilba* sp. aos frutos maduros. A taxa de parasitismo foi de 3,03% e os parasitoides foram obtidos tanto em frutos verdes quanto em frutos maduros, sem demonstrarem um padrão de distribuição vertical. O produto a base de nim testado (Azamax) tem potencial de controle de *S. dulce*, uma vez que a abundância de adultos de *S. dulce* emergidos de frutos das plantas pulverizadas com diferentes concentrações de nim ter sido menor com relação às plantas pulverizadas com água. A abundância de *S. dulce* em frutos coletados até duas semanas após a ultima pulverização de nim foi menor com relação às plantas do controle.

ABSTRACT

PEREZ, André Lage, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, February, 2012. **Bioecology alternative pest control and fruit of pepper.** Adviser: Madelaine Venzon. Co-advisers: Angelo Pallini Filho and José Lino Neto.

The pepper-fruit-borer *Symmetrischema dulce* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae) and the chilli fly *Neosilba* sp. McAlpine (Diptera: Lonchaeidae) are the most important pest of the red pepper therefore cause large yield losses for fruit production and may directly affect the entire production chain. Despite the importance of these pests, there is a lack of knowledge about its biology, ecology and control strategies. Thus this work aims to study the bio-ecological aspects of these pests, with emphasis on *S. dulce*, due to its greater abundance and an alternative form of pest control. So this dissertation is divided into three chapters. In chapter 1 we studied the biology and reproduction of *S. dulce* in red pepper fruits. In chapter 2 we studied the vertical distribution in plants of red pepper and a preference for the maturation phase of *S. dulce* and *Neosilba* sp. and their parasitoids. In chapter 3 we tested the pest control potential of a neem-based product on *S. dulce* on the crop. According to the biological results obtained, the egg stage presented 94.48%, of viability and lasted on average of 4.07 days. The larval stage lasted on average 10.72 days, with four instars and total viability of 66.6%. The pupal stage lasted 9.61 days with an average viability of 94.73%. The adult stage lasted on average 24.14 days. The pre-oviposition period was on average three days and oviposition on average 13.85 days. The intrinsic rate of increase (r_m) was 0.0035 and finite rate of growth (λ) was 1.00. Each generation (T) lasted 31.21 days. The population has shown the ability to duplicate (TD) in 6.34 days. The results of the bioecological studies show that *S. dulce* and *Neosilba* sp. showed no pattern of vertical distribution in the pepper plant, but *S. dulce* showed higher attack level to the unripe fruits and *Neosilba* sp. showed higher attack to the ripe fruits. The parasitism rate was 3.03% and parasitoids were obtained both in unripe and ripe fruits, without showing a pattern of vertical distribution. The neem based product tested (Azamax) showed potential for controlling *S. dulce*, since the abundance of adult *S. dulce* emerged from fruits of plants sprayed with different Neem concentrations were smaller than in the control plants. The abundance of *S. dulce* in fruits collected until two weeks after the last neem spraying was smaller than in the control plants.

INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo da pimenta (*Capsicum* spp.) ocupa um espaço importante na produção agrícola nacional, embora ainda seja considerada uma atividade secundária para a agricultura no Brasil. As condições climáticas favoráveis permitem o cultivo de pimenta em todas as regiões do país. Os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul são os maiores produtores do Brasil. Devido a sua rentabilidade, tanto para produtores em larga escala quanto para agricultores familiares, a pimenta encontra-se atualmente em um cenário de crescente produção e interesse comercial (Pinto 2006). A pimenta possui uma grande versatilidade de processamento e comercialização, podendo ser encontrada como ingrediente em embutidos, molhos, temperos e geléias. O consumo *per capita* de pimenta no Brasil, somando-se o consumo direto (o próprio fruto) ou de forma indireta (como tempero em alimentos) é de aproximadamente 2 g por dia (EMATER-DF, 2006).

Em Minas Gerais, nos últimos anos, a cultura da pimenta tem passado por um momento de crescimento de produção e área plantada. A alta rentabilidade por área cultivada, o crescente interesse por parte da indústria alimentícia e conseqüentemente a alta de preços pagos aos produtores são os principais fatores de crescimento desta cultura no estado (Pinto 2006). Entre 2004 e 2005 foi comercializado no CEASA/MG um total de 270 toneladas de pimenta com preços médios de R\$ 2,99/Kg. Já, no período de 2010 a 2011 a área plantada em Minas Gerais chegou a 514,3 hectares com 57 municípios produtores e uma produção de 2057,2 toneladas e preços médios de R\$ 5,50/Kg (Pinto & Cruz 2011). Na região da Zona da Mata Mineira, a cultura de pimenta tem grande importância econômica e social devido a sua alta rentabilidade e emprego de grande número de mão de obra nos plantios (Pinto et al. 1999), sobressaindo a variedade malagueta (*Capsicum frutescens* L.) (Pinto 2006).

Dentre os problemas enfrentados pelos agricultores durante a produção da pimenta destacam-se as pragas e doenças que ocorrem durante o ciclo da cultura e que podem comprometer a produção de frutos. Com relação às pragas, vários insetos e ácaros podem causar danos econômicos se não manejados corretamente. Destacam-se como pragas-chaves da cultura o ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae), os pulgões *Aphis gossypii* Glover e *Myzus persicae* Shulzer (Hemiptera: Aphididae), a mosca-branca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) e os tripses *Frankliniella schultzei* Trybom e *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae), pelos danos diretos e pela

transmissão de viroses, e os broqueadores de frutos como a mosca-do-pimentão *Neosilba* sp. (Diptera: Lonchaeidae) e a broca-do-fruto-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) (Venzon et al. 2011).

Os broqueadores de frutos causam grandes danos à produção comprometendo a qualidade dos frutos podendo ocasionar a perda de lotes inteiros de pimenta estocada. A broca-dos-frutos-da-pimenta *S. dulce* é um inseto de ampla distribuição no Brasil e têm grande importância econômica. (França et al. 1984). As larvas penetram nos frutos, onde se alimentam das sementes e da polpa. Há registro de que uma só larva possa danificar vários frutos, antes de iniciar a fase de pupa no solo (Coelho & França 1987). Os orifícios da saída das larvas servem como via de entrada para moscas diversas, especialmente as do gênero *Neosilba* sp. (Diptera: Lonchaeidae), as quais ovipositam no interior dos frutos, e cujas larvas favorecem o apodrecimento (França et al. 1984, Venzon et al. 2006a).

Assim como outras pragas da família Gelechiidae, a broca-dos-frutos da pimenta apresenta características como a penetração em tecidos internos das plantas e a pupação no solo, o que dificultam seu controle através de práticas convencionais do manejo integrado de pragas (França et al. 1984). Além disso, durante os dois primeiros ínstares no interior dos frutos, as larvas de *S. dulce* causam danos pouco visíveis ao coletor. Este fato pode aumentar os danos causados por estas larvas, pois ainda podem danificar os frutos embalados ou estocados acarretando em perdas econômicas para indústrias e comerciantes (Pinto 2006).

As tentativas de controle de *S. dulce* têm sido feitas com aplicações de inseticidas sintéticos (informação pessoal). Entretanto o uso indiscriminado de inseticidas pode acarretar diversos problemas, desde riscos a saúde de produtores e consumidores, contaminação ambiental, eliminação de inimigos naturais até o risco de surgimento de populações resistentes da praga. Além disto, o uso de pesticidas na cultura da pimenta é ilegal, uma vez que não existem inseticidas e acaricidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de pragas da pimenta.

A situação atual do controle de pragas na pimenta gera uma demanda urgente de alternativas de controle, especialmente para os broqueadores dos frutos, devido ao impacto econômicos dos danos causados. Para que o controle biológico e alternativo seja empregado com sucesso no manejo de pragas é fundamental que se conheça a biologia e ecologia das

pragas alvo (Varley et al. 1973, Rabinovich 1978). Visando a geração de informações a serem aplicadas futuramente em programas de manejo de pragas da pimenta, neste trabalho foram realizados estudos bioecológicos dos broqueadores de frutos da pimenta. No capítulo 1, estudou-se em laboratório a biologia e o sucesso reprodutivo de *S. dulce* em frutos de pimenta malagueta. No capítulo 2 foram realizados estudos para identificação de parasitoides dos broqueadores em áreas de cultivo de pimenta malagueta, bem como a distribuição vertical das pragas na planta e sua preferência por fases de maturação dos frutos. Posteriormente, visando ao controle alternativo de *S. dulce* no capítulo 3, foi realizado o estudo da eficácia em campo de um produto comercial a base de nim (*Azadiracta indica* Juss).

Os conhecimentos gerados a partir destes estudos podem modificar o panorama do controle de pragas dos frutos da pimenta fornecendo informações fundamentais para os planos de manejo integrado e tornando mais eficientes a aplicação de estratégias de controle de pragas. Como resultado estes benefícios são voltados a todos os envolvidos na cadeia de produção da pimenta, em especial os agricultores familiares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coelho MCF & França FH (1987) Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 22: 129-135.
- EMATER-DF (2006) Pesquisa de mercado: pimenta, Brasília. Agroinforme, 15p.
- França FH, Barbosa S & Ávila AC (1984) Pragas do pimentão e da pimenta: características e métodos de controle. Informe Agropecuário 13: 61-67.
- Pinto CMF (2006) Cultivo da Pimenta. Informe Agropecuário 27. EPAMIG, Belo Horizonte. 108p.
- Pinto CMF & Cruz RM (2011) Agronegócio da pimenta em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Horticultura Brasileira 29, Viçosa.
- Pinto CMF, Salgado LT, Lima PC, Picanço M, Paula Júnior TJ, Moura WM, Brommonschenkel SH. A cultura da pimenta (*Capsicum* sp.). Belo Horizonte: EPAMIG, 1999. 39p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 56)
- Rabinovich JE, (1978) Ecologia de poblaciones animales. 1 ed. Washington, DC: OEA.
- Varley CG, Gradwell GR & Hassell MP (1973) Insect population ecology - an analytical approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 212p.
- Venzon M, Amaral DSSL, Perez AL, Cruz FAR, Togni PHB & Oliveira RM (2011) Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura da pimenta: EPAMIG, Belo Horizonte, 40p.
- Venzon M, Oliveira CHCM, Rosado MC, Pallini A & Santos IC (2006) Pragas associadas à cultura da pimenta e estratégias de manejo. Informe Agropecuário, 27, 108p.

CAPÍTULO 1

Biologia da broca-dos-frutos-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný

RESUMO - A broca-do-fruto-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma das mais importantes pragas da pimenta no Brasil, sendo capaz de causar perdas significativas na produção e atingir diretamente toda a cadeia produtiva da pimenta. Contudo a pimenta conta com baixo suporte fitossanitário e o conhecimento a respeito desta praga é escasso. No presente trabalho visou-se gerar conhecimentos básicos da biologia de *S. dulce* voltados a aplicação em práticas de controle da praga. Em laboratório foram estabelecidas criações da broca-do-fruto-da-pimenta e registrada a duração, a viabilidade e a morfologia de cada fase de desenvolvimento da praga. Foi calculado o número de ínstaes larvais. Foram também conduzidos experimentos para avaliar da reprodução do inseto onde foi registrado o período de pré-oviposição e oviposição, taxa diária de oviposição, e razão sexual. A partir destes resultados foi estimado o sucesso reprodutivo da broca através da taxa intrínseca de crescimento populacional. A fase de ovo durou em média 4 dias com 94% de viabilidade. A fase larval durou em média 10,72 dias e apresentou quatro ínstaes com viabilidade média de 66,6%. A fase pupal durou 9,61 dias com viabilidade de 94,73%. A fase adulta durou 24,14 dias com um período de pré-oviposição de 3 dias e período de oviposição de 13,85 dias. A taxa intrínseca de crescimento populacional (rm) registrada foi de 0,0035. Os resultados sugerem que a biologia de *S. dulce* é semelhante a de outros lepidoptera praga, porém existem peculiaridades no parâmetros reprodutivos que são de extrema importância para as tentativas de controle biológico e manejo da praga.

Palavras-chave: Pimenta, microlepidoptera, Gelechiidae, tabela de vida

2. INTRODUÇÃO

A broca-dos-frutos-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma das principais pragas da pimenta no Brasil. Existem relatos de os danos causados acarretam até 66% de perdas na produção de pimentas em algumas regiões produtoras (França et al. 1984). Embora existam relatos de ataque a cultivos de pimenta no Brasil, a distribuição detalhada desta espécie não é conhecida. Todavia, a distribuição de grande parte das espécies do gênero *Symmetrischema* é restrita a região Neotropical em especial a região Andina da América do Sul (Povolný 1984).

Os danos são causados pelas larvas de *Symmetrischema*. Estas larvas perfuram os frutos e se alimentam da polpa e das sementes e ao sair dos frutos abrem um orifício que favorece a deterioração por parte de fungos, bactérias e larvas de mosca das frutas (França et al. 1984; Venzon et al. 2011). Muitas vezes são colhidos frutos contendo larvas os quais são embalados junto aos frutos sadios levando a deterioração destes frutos (Venzon et al. 2006a).

Para que se estabeleçam formas de manejo de *S. dulce* na cultura da pimenta, primeiramente é necessário o conhecimento detalhado sua bioecologia, entretanto pouco se sabe sobre este assunto. O uso das tabelas de vida de pragas representa uma ferramenta eficiente de estudos da bioecologia das pragas (Varley et al. 1973, Rabinovich 1978). O conhecimento da biologia pode contribuir para a identificação de fatores chave de mortalidade (Morris 1963), além de identificar os estágios mais vulneráveis para o manejo de uma praga específica (Harcourt 1961, Crocomo 1990). Como não existem informações acerca da biologia da broca-do-fruto-da-pimenta, o emprego adequado de estratégias de manejo é atualmente dificultado.

Assim neste trabalho objetivou-se gerar o conhecimento sobre parâmetros biológicos e reprodutivos de *S. dulce* para que sejam usados futuramente como base para definição de estratégias eficientes de controle desta praga.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de *Symmetrischema dulce*.

Para o estudo da biologia da broca-dos-frutos-da-pimenta foi necessário o estabelecimento de uma criação do inseto em laboratório. Frutos de pimenta malagueta com sintomas de ataque de *S. dulce* foram coletados em áreas produtoras no município de Piranga (MG) (20° 41' 6" S; 43° 18' 0" W – 600 m de altitude). As coletas foram realizadas de janeiro a maio de 2011, durante o período de maior produção de frutos. Os frutos coletados foram levados ao Laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Unidade Regional Zona da Mata (UREZM) em Viçosa (MG).

No laboratório, os frutos foram acondicionados em potes plásticos transparentes (350 ml) vedados com *voile* e mantidos em sala climatizada (25 ± 4°C, UR 70 ±10% e fotofase de 12 horas). Após dois a quatro dias, as larvas de *S. dulce* deixavam os frutos e realizavam a pupação. As pupas foram coletadas, transferidas para outros potes plásticos de 350 mL transparentes vedados com *voile* e mantidas em sala climatizada, conforme descrito acima. Os adultos emergidos foram transferidos e mantidos em gaiolas de acrílico (30 cm x 30 cm x 30 cm) na sala climatizada visando à manutenção e multiplicação dos insetos. Para a alimentação dos adultos, foram adicionados em cada gaiola de criação dois frascos de vidro (10 ml) contendo algodão embebido em solução de água-mel a 10%. Os frascos foram pendurados no alto da gaiola com fita adesiva dupla face e foram substituídos a cada dois dias para evitar a contaminação. Como substrato de oviposição para as fêmeas, em cada gaiola foi colocado quatro ramos com frutos verdes de pimenta malagueta mantidos dentro de um frasco de vidro (10 mL) contendo solução ágar-água 5%. Os ramos com frutos foram renovados a cada três dias.

Os frutos de pimenta das gaiolas foram inspecionados diariamente e os que continham ovos de *S. dulce* foram individualizados em tubos de ensaio de vidro (30 ml) vedados com Parafilm® e mantidos em sala climatizada. Após a contagem dos ovos em cada fruto, estes foram observados diariamente para o registro da eclosão de larvas. Logo após a emergência das larvas, cada larva foi transferida para um fruto verde de pimenta-malagueta recém-colhido, cujo pecíolo foi inserido em um tubo de Durhan contendo solução água-ágar a 5%, mantida em tubo de ensaio vedado com algodão hidrofílico. Foram utilizados frutos verdes, pois as amostragens em campo revelaram que *S. dulce* prefere atacar frutos verdes (ver capítulo 2), além do fato de os frutos verdes manterem a turgescência por um período de tempo maior.

Os frutos contendo larvas foram mantidos dentro dos tubos de ensaio até que as larvas saíssem para empupar. Após a pupação completa, as pupas foram separadas por sexo em tubos de vidro (30 ml). O sexo das pupas foi distinguido pela observação da posição do poro genital, que em machos localiza-se no oitavo segmento abdominal e em fêmeas localiza-se entre o oitavo e o nono segmento abdominal, semelhante ao observado em *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) (Coelho & França 1987). Os adultos emergidos foram utilizados nos experimentos ou redirecionados às gaiolas de criação. Adultos procedentes da criação foram identificados pela dissecação das genitálias, pelo taxonomista Dr. Vítor Becker (Instituto Uiraçu – Serra Bonita).

3.2 Parâmetros biológicos e reprodutivos de *Symmetrischema dulce*

Para avaliação dos parâmetros biológicos e reprodutivos de *S. dulce*, 17 casais do inseto foram mantidos desde a emergência até a morte em potes de plástico transparentes (350 ml) vedados com *voile*, contendo ramos com frutos verdes de pimenta. Os potes foram mantidos em sala climatizada ($25 \pm 4^{\circ}\text{C}$, U.R $70 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas).

Os adultos foram alimentados com uma dieta de solução de água e mel (10%), conforme descrito anteriormente para a criação dos insetos. Os ramos com frutos de pimenta foram trocados a cada quatro dias para garantir que não se deteriorassem dentro dos potes. Os frutos foram observados diariamente para o registro de ovos depositados. Foi registrado o período de pré-oviposição e de oviposição, o número de ovos depositados pelas fêmeas diariamente e a longevidade dos adultos de *S. dulce*. Os frutos contendo ovos foram individualizados em potes de plástico (10 ml) fechados com algodão hidrofílico e avaliados diariamente para o registro da duração e viabilidade da fase de ovo. Para garantir a qualidade dos frutos oferecidos, as larvas de primeiro ínstar foram transferidas para frutos verdes de pimenta malagueta, as quais tiveram seu pecíolo mergulhado em solução ágar-água 5% sala climatizada ($25 \pm 4^{\circ}\text{C}$, U.R $70 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas). Os frutos foram avaliados diariamente para que fosse acompanhado o desenvolvimento das larvas e posteriormente das pupas formadas. Durante este período foi registrada a duração e viabilidade das fases de larva e de pupa e a razão sexual.

Foi feita uma descrição morfológica dos estágios imaturos e dos adultos de *S. dulce*. Para isso, os ovos, larvas, pupas e adultos foram fotografados com uma câmera fotográfica (AxioCam ERc5s) acoplada ao estereomicroscópio (Zeiss Discovery V8) no aumento de 1,6x e medidos com o auxílio do software (AxioVision MTB2004).

3.3 Duração de estádios larvais de *S. dulce*

Frutos de pimenta malagueta que estavam no interior das gaiolas de criação foram inspecionados diariamente para observar a presença de ovos. Os frutos contendo ovos foram retirados das gaiolas, contabilizado o número de ovos por fruto, individualizados em potes plásticos (350 ml) e acondicionados em BOD a $25^{\circ}\text{C} \pm 4$, UR $70\% \pm 10$ e fotofase 12 horas. Os frutos com ovos de *S. dulce* foram mantidos com os pecíolos inseridos em frascos de vidro (10 ml) contendo solução ágar-água 5%. Depois de observada a eclosão, as larvas foram individualizadas em novos frutos verdes de pimenta cujo pecíolo foi inserido em um tubo de Durhan contendo ágar-água a 5% e mantidas dentro de frascos. Os frutos foram observados diariamente para o registro da entrada das larvas nos frutos, sendo observado um total de 90 larvas. Para a determinação dos estágios larvais, foram medidas as cápsulas cefálicas de 47 larvas em diferentes dias de desenvolvimento do estágio larval. As larvas retiradas dos frutos foram fixadas na solução de Carnoy II na proporção 6:3:1 (álcool absoluto, clorofórmio e ácido acético) por 24 horas e posteriormente mantidas geladeira em flaconetes contendo álcool 70%.

As cápsulas cefálicas das larvas de *S. dulce* foram fotografadas com uma câmera fotográfica (AxioCam ERc5s) acoplada ao estereomicroscópio (Zeiss Discovery V8) no aumento de 6,3x e as medições foram feitas com o auxílio do software (AxioVision MTB2004). Para o cálculo do número de ínstares larvais os dados da largura das capsulas foram analisados pela Análise de Distribuição de Frequência multimodal no software PAST (Adaptado de Haddad et al. 1995).

3.4 Tabela de vida de fertilidade de *S. dulce*

Os dados de duração e viabilidade dos estádios imaturos, de fecundidade e sobrevivência das fêmeas e a razão sexual foram usados para calcular os seguintes parâmetros:

- a. Tempo médio de cada geração (T): $\sum m_x \cdot l_m \cdot x / \sum m_x \cdot l_m$
- b. Taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) através da equação de Lotka (Carey 1993):

$$\sum_{x=0}^T l_x m_x e^{-r_m(x+1)} = 1$$

- c. Taxa finita de incremento (λ): e^{r_m}
- d. Número de dias necessário para a população duplicar (Tanigoshi et al. (1975): $TD = \ln 2 / r_m$

O m_x é o número de descendentes produzidos por fêmea no estágio x (fertilidade específica) e que produzirão fêmeas; l_x é a proporção de fêmeas vivas (sobrevivência) a partir do nascimento até a idade x ; $m_x l_x$ é o total de fêmeas produzidas por fêmea durante o intervalo de tempo. A taxa finita de incremento (λ) representa o número de indivíduos adicionados a população/unidade de tempo/fêmea que originarão fêmeas

4. RESULTADOS

4.1 Parâmetros biológicos e reprodutivos de *S. dulce*

Os ovos são elípticos, com diâmetro entre 0,20 e 0,30 mm. Estes ovos são visíveis somente com o auxílio de lupa ou estereomicroscópio (8x). Inicialmente os ovos apresentam uma coloração amarelo-claro, adquirindo posteriormente uma tonalidade mais escura próxima à cor parda (Figura 1A). O período de eclosão foi em média $4,07 \pm 0,023$ dias e os ovos apresentaram uma viabilidade superior a 94% (Tabela 1).

As larvas recém-eclodidas possuem de 0,65 a 0,76 mm de comprimento sendo visíveis somente com o auxílio de lupa (8x). Nos instares finais, as larvas apresentam segmentos purpúreos e amarelo-claros, em alternância, e a cápsula cefálica marrom-escuro (Figura 1B). As larvas de primeiro ínstar são ágeis e podem entrar rapidamente nos frutos ou levar horas se deslocando sobre o fruto sem penetrar nos tecidos da planta. Geralmente penetram nos frutos por um orifício aberto no pecíolo do fruto ou próximo a este. Após a entrada da larva, o orifício feito é praticamente imperceptível ao olho nu. Registrou-se mortalidade de 44% nas larvas de primeiro ínstar antes da penetração nos tecidos do fruto.

Os dados das medições das cápsulas cefálicas demonstraram uma distribuição de frequência agrupada em quatro diferentes intervalos ($gl= 46$; $F= 120,8$; $R^2= 0,72$; $p<0,0001$), caracterizando assim os quatro instares de desenvolvimento das larvas de *S. dulce* (Figura 2).

Em laboratório, as larvas não apresentaram padrão de escolha de local para a formação da pupa no interior dos potes plásticos. Logo após a formação, as pupas apresentavam-se esverdeadas ou purpúreas dorsalmente, podendo atingir até 7 mm de comprimento e 2 mm de largura. Após os dois primeiros dias, as pupas assumiram a coloração parda (Figura 1C), com a presença de uma ou duas pequenas manchas no dorso. A pupação aconteceu no interior de um casulo de seda esbranquiçado podendo acumular detritos quando presentes. Em geral, as pupas apresentaram uma viabilidade de 66% (Tabela 1). O critério para separação dos sexos foi através da posição do poro genital das pupas, confirmado posteriormente pela dissecação da genitália dos adultos emergidos.

Os adultos emergem de um fendimento dorso-ventral na região anterior da cabeça da exúvia. Após a emergência, os adultos mantiveram as asas abertas e levantadas perpendiculares ao corpo enquanto caminhavam e depois tornaram-se imóveis com as asas recolhidas junto ao corpo (Figura 1D) para logo após realizarem os primeiros vôos. As fêmeas realizaram as primeiras posturas em média três dias após a emergência, depositando ovos

diariamente durante 14 dias, praticamente metade da fase adulta (Tabela 1). Dos 17 casais de adultos inicialmente separados, apenas 21% ovipositaram. Os picos de oviposição ocorreram entre o 2º e 11º. A taxa média de oviposição diária foi de $3,09 \pm 1,18$ ovos por fêmea.

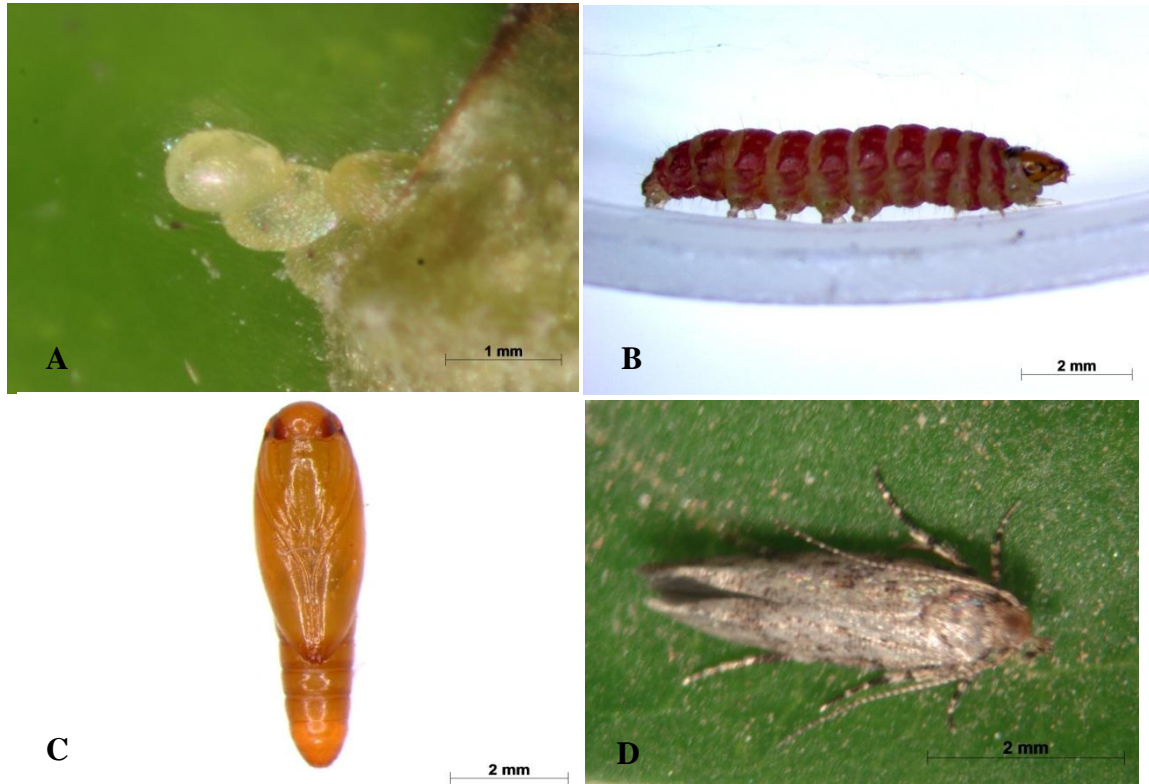


Figura 1. Fases de desenvolvimento da broca-do-fruto-da-pimenta *Symmetrischema dulce*. a) ovos; b) larva (4º ínstar); c) pupa; d) adulto.

Tabela 1. Parâmetros biológicos e reprodutivos (média \pm EP) de *Symmetrischema dulce* ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas).

Parâmetros	Duração (dias)	Viabilidade (%)
Período de incubação	$4,07 \pm 0,02$	94,48
Período larval	$10,72 \pm 0,48$	66,66
Período pupal	$9,61 \pm 0,40$	94,73
Longevidade de adultos ¹	$24,14 \pm 1,59$	-
Período de pré-oviposição	$3,00 \pm 1,08$	-
Período de oviposição	$13,85 \pm 1,83$	

¹ A média de longevidade de adultos corresponde a médias de observações de longevidade de ambos os sexos.

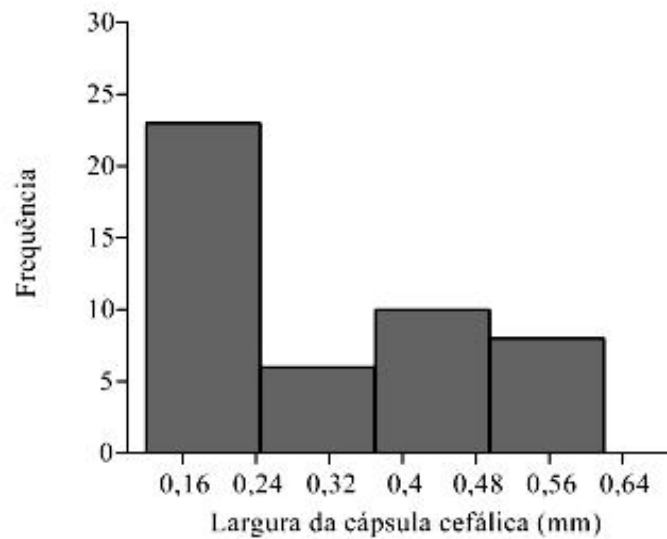


Figura 2. Distribuição de frequência multimodal da largura das cápsulas cefálicas de larvas de *S. dulce* agrupadas em quatro intervalos de crescimento (ínstares) ($p=0,05$).

4.2 Tabela de vida de fertilidade de *S. dulce*

A taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) foi 0,0035 fêmeas/fêmea/dia e a taxa finita de crescimento (λ) igual a 1,00. O tempo de duração média de cada geração (T) foi de 31,21 dias. A proporção de fêmeas vivas no primeiro dia da idade adulta (lx) foi de 0,2147 chegando a zero no 32º dia da fase adulta. O número de descendentes produzidos por fêmea (mx) atingiu o valor máximo ao quinto dia da idade adulta (1,17) e chegou a zero a partir do 21º dia da idade adulta. O número de fêmeas produzidas pelas fêmeas adultas avaliadas (lxx) atingiu o valor máximo de 0,259 ao 7º dia da fase adulta e registrou o primeiro valor nulo ao 13º dia e seguiu registrando valores nulos ou próximos a zero até o último dia da fase adulta. A população dobrou a cada 6,34 dias.

5. DISCUSSÃO

Os aspectos morfológicos dos adultos de *S. dulce* foram semelhantes àqueles descritos por Povolný (1994) para as espécies *Symmtrischema capsicivorum* Povolný e *Symmtrischema capsicum* Bradley & Povolný, microlepidópteros também associados a plantas do gênero *Capsicum*. Alguns trabalhos relatam também o ataque de *Gnorimoschema borsaniella* Kähler (França et al. 1984) aos frutos de pimenta. Todavia os materiais onde a descrição sistemática da genitália e morfologia externa destas espécies é apresentada encontram-se geralmente em acesso restrito a taxonomistas, o que pode levar a situações onde o registro de ocorrência destas espécies seja equivocado.

O período de incubação e a alta viabilidade de ovos (94,48%) de *S. dulce* é semelhante ao observado em trabalhos de biologia de outros insetos da família Gelechiidae (Coelho & França 1987, Marques et al. 2011). As larvas apresentaram uma baixa viabilidade, assim como descrito por Coelho & França (1987) para larvas de *T. absoluta*. A duração do estágio larval foi inferior ao registrado em outras espécies da família Gelechiidae (Coelho & França 1987, Lopes et al. 2000, Marques et al. 2011), no entanto, o estágio larval pode variar em número de ínstaes em espécies de uma mesma família ou gênero (Coelho & França 1987, Lopes et al. 2000, Marques et al. 2011). Ainda, a duração dos estádios pode ser influenciada pelo hospedeiro (Thomazini et al. 2001, Giustolin et al. 2002) e por fatores nutricionais e fenológicos deste (Legaspi & Legaspi 2007).

A duração do período pupal apresenta uma ampla variação na família Gelechiidae, com espécies variando de sete e oito dias (Lopes et al. 2000, Marques et al. 2011) até 16 dias (Legaspi & Legaspi 2007). A alta viabilidade de pupas de *S. dulce* (94,73%) está de acordo com os resultados de outros trabalhos de biologia de outros Lepidoptera como a traça-do-tomateiro *T. absoluta* (80%) (Coelho & França 1987) e a traça-da-batata *Phthorimaea operculella* Zeller (98,3%) (Lopes et al. 2000).

A duração da fase adulta de *S. dulce* (24 dias) foi relativamente próxima ao observado para a *P. operculella* (28 dias) (Lopes et al. 2000), embora tenha sido muito superior a traça-do-tomateiro *T. absoluta* (7,5 dias) (Coelho & França 1987). Um curto período de pré-oviposição é uma característica observada em outros lepidópteros praga (Signoretta et al. 2008, Fugi 2003) demonstrando a capacidade de rápida maturação sexual, pareamento dos casais para a cópula e localização da planta hospedeira. A taxa intrínseca de crescimento populacional r_m , apresentou um valor inferior (0,0035) ao obtido para outros lepidoptera praga (Signoretta et al. 2008, Medeiros et al. 2009, Golizadeh & Razmjou 2010) o

que demonstra um esforço reprodutivo diário menor das fêmeas de *S. dulce*. O tempo de dobramento (TD) da população *S. dulce* foi menor quando comparado a outros lepidotera (Lopes et al. 2000, Medeiros et al. 2009). A fase adulta de *S. dulce* apresentou uma alta mortalidade (79%) na fase inicial, porém o curto período de pré-oviposição, a alta fertilidade de fêmeas no início do período de oviposição e a alta viabilidade dos ovos contribuem para que esta praga tenha a capacidade de dobrar o tamanho populacional em pouco tempo (6 dias). Segundo Carey (2001), estes fatores podem compensar os baixos valores de crescimento populacional por elevar o incremento da população pelas fêmeas adultas no início da vida reprodutiva. Adicionalmente, a baixa taxa de emergência de adultos e a baixa porcentagem de casais que ovipositaram avaliados podem ter influenciado para que a taxa de intrínseca de crescimento tenha sido baixa.

As plantas de pimenta malagueta apresentam um longo período de frutificação (Pereira 2004, Pinto 2006) disponibilizando frutos em abundância, em diferentes fases de maturação, para as larvas de várias gerações da broca-do-fruto-da-pimenta. Isso pode contribuir para a redução da mortalidade causada pela não sincronia entre inseto e o hospedeiro proposta por Podoler & Rogers (1975). Todavia, a mortalidade natural observada na fase larval de *S. dulce* foi alta (44%), o que pode caracterizar esta fase como o período crítico do desenvolvimento da broca-do-fruto-da-pimenta. Resultados semelhantes foram encontrados para a traça-do-tomateiro *T. absoluta* (Miranda et al. 1998), sendo os ínstaes iniciais do desenvolvimento larval considerados como críticos para esta espécie devido à alta mortalidade. As informações obtidas a respeito dos parâmetros biológicos e reprodutivos de *S. dulce* demonstram que os plantios de pimenta-malagueta devem ser monitorados com amostragens constantes a fim de se acompanhar, ainda no início, o surgimento de populações desta praga, visando aplicar estratégias de manejo direcionadas principalmente às larvas e adultos, fases críticas do desenvolvimento da broca-do-fruto-da-pimenta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carey JR (1993) Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University: 206p.
- Carey JR (2001) Insect biodemography. Annual Review of Entomology 46: 79-110.
- Coelho MCF & França FH (1987) Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 22: 129-135.
- Crocomo WB (1990) O que é manejo de pragas. São Paulo. UNESP: 9 - 34.
- França FH, Barbosa S & Ávila AC (1984) Pragas do pimentão e da pimenta: características e métodos de controle. Informe Agropecuário 13: 61-67.
- Fugi CGQ (2003) Aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 em genótipos de soja com diferentes graus de resistência a insetos. 59 f. (Dissertação de mestrado). Instituto Agronomico de Campinas. Campinas.
- Giustolin TA, Vendramim JD & Postal Parra JR (2002) Número de ínstaes larvais de *Tuta absoluta* (Meyrick) em genótipos de tomateiro. Scientia Agricola 59: 393-396.
- Golizadeh A & Razmjou J (2010) Life table parameters of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), feeding on tubers of six potato cultivars. Journal of Economic Entomology 103: 966-972.
- Haddad ML, Moraes RCB & Parra JRP (1995) Sistema computadorizado para modelos estatísticos aplicados à entomologia, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15. Caxambu. SEB, p. 244.
- Harcourt DG (1961) The development and use of life tables in the study of natural insect populations. Annual Review of Entomology 6: 175 - 196.

- Legaspi JC & Legaspi BC (2007) Life table analysis for *Cactoblastis cactorum* immatures and female adults under five constant temperatures: implications for pest management. *Annals of Entomological Society of America* 100: 497 - 505.
- Lopes MTR, Vendramim JD & Thomazini APBW (2000) Biologia e preferência para oviposição de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) em folhas de genótipos de *Solanum tuberosum* (L.) e *Solanum berthaultii* (Hawkes). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 319-326.
- Marques LHSF, Nakano O, Janeiro V, Girardi EA & Bueno GG (2011) Biologia de *Dichomeris famulata* Meyrick, 1914 (Lepidoptera: Gelechiidae) em milho. *Ciência Rural* 41: 108-112.
- Medeiros MAd, Sujii ER, Rasi GC, Liz RS & Morais HCd (2009) Padrão de oviposição e tabela de vida da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 53: 452-456.
- Miranda MMM, Picanço MC, Zanuncio JC & Guedes RNC (1998) Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Biocontrol Science and Technology* 8: 597-606.
- Morris RF (1963) Predictive population equations based on key factors. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 32: 16 - 21.
- Pereira GM (2004) Variabilidade no padrão de amadurecimento dos frutos de acessos de *Capsicum*. 51 f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.
- Podoler H & Rogers D (1975) A new method for the identification of key factors from life-table data. *Journal of Animal Ecology* 44: 85-114.
- Povolný D (1984) Four new Neotropical Gnorimoschemini from Venezuela. *Dt. Entom. Z.* 31: 299-310.
- Rabinovich JE, ed. (1978) *Ecología de poblaciones animales*, Washington, DC. OEA. 114p.

- Signorette AGC, Nava DE, Bento JMS & Parra JRP (2008) Biology and thermal requirements of *Utetheisa ornatrix* (L.) (Lepidoptera: Arctiidae) reared on artificial diet. Brazilian Archives of Biology and Technology 51: 447-453.
- Tanigoshi LK, Hoyt SC, Browne, RW & Logan, J.A. (1975) Influence of temperature on population increase of *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). Annals of the Entomological Society of America. 68: 979 - 986.
- Thomazini APBW, Vendramim JD, Brunherotto R & Lopes MTR (2001) Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology 30: 283-288.
- Varley CG, Gradwell GR & Hassell MP (1973) Insect Population Ecology - an Analytical Approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Venzon M, Amaral DSSL, Perez AL, Cruz FAR, Togni PHB & Oliveira RM (2011) Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura da pimenta: EPAMIG, Belo Horizonte, 40p.
- Venzon M, Oliveira CHCM, Rosado MC, Pallini A & Santos IC (2006) Pragas associadas à cultura da pimenta e estratégias de manejo. Informe Agropecuário, 27. EPAMIG, Belo Horizonte, MG, p. 108.

CAPÍTULO 2

Aspectos bio-ecológicos de pragas dos frutos da pimenta malagueta

RESUMO- Neste trabalho foi avaliada a distribuição vertical e a ocorrência em frutos verdes e maduros da broca-do-fruto-da-pimenta (*Symmetrischema dulce* Povolný), da mosca-do-pimentão (*Neosilba* sp. McAlpine) e de seus parasitoides. Em plantios de pimenta malagueta foram feitas coletas semanais amostrando frutos verdes e maduros em três estratos visuais de altura das plantas. Em laboratório foi observada a emergência de adultos das pragas e de seus parasitoides. A broca *S. dulce* não demonstrou padrão de distribuição vertical mas demonstrou preferência pelos frutos verdes. A mosca *Neosilba* sp. também não demonstrou padrões de distribuição vertical mas sua ocorrência foi maior em frutos maduros. Os resultados demonstram que a distribuição das pragas é definida pela fase de maturação dos frutos independente da altura que se encontram na planta. Os parasitoides das famílias Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae e Mymaridae ocorreram em frutos verdes e maduros atacados pelas pragas em todos os estratos de altura da planta.

Palavras-chave: distribuição vertical, parasitoides, *Symmetrischema dulce*, *Neosilba* sp.

2. INTRODUÇÃO

No Brasil, a pimenta é cultivada em todas as regiões devido às condições climáticas favoráveis e a alta rentabilidade do plantio. Ela geralmente é explorada por agricultores familiares e a produção é comercializada por indústrias alimentícias ou os frutos são processados e comercializados pelos próprios produtores (Pinto 2006). Um dos problemas enfrentados pelos produtores é o ataque de pragas, em especial os broqueadores dos frutos como a broca-do-fruto-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) e a mosca-do-pimentão *Neosilba* sp. McAlpine (Diptera: Lonchaeidae) (Venzon et al. 2011). Estes insetos atacam os frutos da pimenta e se alimentam da polpa e das sementes, contribuindo para a redução da qualidade e a perda de grande parte da produção. A falta de conhecimento bioecológico sobre essas pragas e o baixo suporte fitossanitário à cultura da pimenta dificultam as tentativas de controle das pragas. Além disso, os agricultores utilizam para o controle dos broqueadores agrotóxicos que não são registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de pragas na pimenta, uma vez que não existem produtos registrados para esta finalidade para a cultura da pimenta

A ocorrência simultânea destas e de outras pragas de importância econômica na cultura da pimenta torna extremamente necessário definir meios práticos e eficientes de controle. Para que o manejo seja desenvolvido satisfatoriamente em um sistema agrícola é necessário estabelecer uma forma de amostragem rápida e eficiente das principais pragas e seus inimigos naturais (Giles et al. 2000). Tais estratégias de amostragens devem ser baseadas no conhecimento da biologia e ecologia das pragas e seus inimigos naturais (Panizzi & Parra 1991). Todavia, os conhecimentos a respeito dos broqueadores dos frutos da pimenta e seus inimigos naturais são muito escassos. O presente trabalho tem como objetivo gerar conhecimento a respeito dos padrões de distribuição intraplanta da broca-do-fruto-da-pimenta *S. dulce*, da mosca-do-pimentão *Neosilba* sp. e dos seus parasitoides naturalmente associados a estas pragas em plantas de pimenta malagueta.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas três áreas de plantio de pimenta-malagueta em Piranga, (MG) (20° 41' 6" S; 43° 18' 0" W) para a realização de coleta de frutos de pimenta malagueta. O manejo da cultura feito pelos produtores foi o convencional. No entanto, não foram feitas aplicações de inseticidas durante o período das amostragens. Em cada área, foram selecionadas aleatoriamente 20 plantas, as quais foram divididas em três estratos visuais de altura a partir do solo: superior, médio e inferior. Foram coletados quatro frutos maduros e quatro frutos verdes em cada estrato de cada planta, 24 frutos em cada uma das 20 plantas, totalizando 480 frutos coletados por área de plantio de pimenta-malagueta. Foram feitas coletas semanais no período de março a maio de 2011, totalizando-se cinco coletas em cada área.

Os frutos coletados foram levados ao laboratório, separados por fase de maturação (verde ou maduro) e por terço amostrado (superior, médio e inferior). Os frutos foram acondicionados em potes plásticos transparentes (350 ml) contendo areia autoclavada no fundo e mantidos em sala de criação (25 ± 4°C; U.R 70 ± 10%). Os potes foram vedados com *voile* e diariamente os frutos eram observados para se registrar a emergência dos adultos de *S. dulce*, *Neosilba* sp. ou de parasitoides. Os adultos de *S. dulce* emergidos dos frutos foram direcionados para as gaiolas de criação ou montados em microalfinetes para a posterior identificação taxonômica (ver capítulo 1). Os adultos de *Neosilba* sp. foram conservados em flaconetes de vidro (5 ml) contendo álcool 70%. Os parasitoides foram acondicionados em flaconetes de vidro (5 ml) contendo álcool 70% para a posterior identificação ao nível de espécie. Os parasitoides coletados foram enviados para os especialistas em cada família com segue: *i*) Braconidae e Ichneumonidae – Dra Ângelica Dias, UFSCar / SP; *ii*) Mymaridae – Dra Ranyse Querino, EMBRAPA-Meio Norte / PI e *iii*) Pteromalidae – Dr. Valmir Costa, Instituto Bilógico / SP.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 2 (três estratos verticais e duas fases de maturação dos frutos) em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Cada repetição foi representada por uma semana de coleta em campo. As áreas de coleta não foram consideradas como variáveis do delineamento, pois eram próximas (500 m) e estavam sob as mesmas condições geográficas, climáticas e conduzidas sob as mesmas práticas culturais.

Os dados referentes à abundância de *S. dulce*, de *Neosilba* sp. e das espécies de parasitoides em frutos de diferentes fases de maturação e amostrados nos diferentes estratos

verticais foram submetidos à Análise Fatorial (Multivariada) em parcelas subdivididas. As médias dos fatores que apresentaram correlação foram comparadas pelo Teste F ($\alpha=0,05$).

4. RESULTADOS

A abundância média de adultos de *S. dulce* emergidos de frutos coletados em diferentes estratos da planta não variou entre os estratos, mostrando não haver preferência de *S. dulce* com relação à altura na planta para o ataque aos frutos ($X= 3,77$; $gl= 2$; $F= 0,44$; $p>0,05$). Houve diferença significativa entre o número de adultos de *S. dulce* emergidos de frutos verdes e maduros, sendo que a broca preferiu os frutos verdes ($gl= 1$; $F= 7,18$; $p= 0,010$) (Tabela 1).

A abundância da mosca *Neosilba* sp. não diferiu entre os três estratos amostrados da planta ($X= 0,25$; $gl= 2$; $F= 2,56$; $p= 0,08$). No entanto, observou-se um maior número de moscas emergidas de frutos maduros de pimenta ($gl=1$; $F=9,00$; $p= 0,0043$) (Tabela 1).

A ocorrência de parasitoides não diferiu significativamente entre os três estratos amostrados ($X=0,03$; $gl= 2$; $F= 0,57$) e entre os dois estádios de maturação dos frutos ($X= 0,15$; $gl= 1$; $F= 0,14$). No total, emergiram 14 parasitoides das amostras coletadas de frutos pimenta-malagueta. Os parasitoides do gênero *Polynema* sp. (Haliday) (Hymenoptera: Mymaridae) representaram 10,7% dos parasitoides coletados. O parasitoide *Lycrus incertus* Ashmead (Hymenoptera: Pteromalidae) representou 25% do total registrado e os parasitoides das famílias Ichneumonidae (28,5%) e Braconidae (35,7%) foram os mais abundantes dentro da população de parasitoides coletados.

A população de broqueadores emergidos dos frutos amostrados foi composta em média por $91,35 \pm 3,76\%$ da broca-do-fruto-da-pimenta *S. dulce*, $5,64 \pm 2,30\%$ da mosca-do-pimentão *Neosilba* SP e $3,03 \pm 1,87\%$ de parasitoides (Figura 1).

As médias da abundância de adultos de *S. dulce* emergidos das amostragens periódicas não diferiram estaticamente no tempo ($gl= 4$; $F= 2,27$; $p>0,05$). Todavia registrou-se abundâncias diferentes entre as amostragens periódicas de *Neosilba* sp. ($gl= 4$; $F= 3,42$; $p=0,01$), com picos entre a segunda e a quinta amostragem. Os parasitoides também apresentaram diferença de abundância entre as coletas ($gl= 4$; $F= 5,65$; $p<0,001$), sendo os maiores valores registrados durante a segunda e terceira coletas, período correspondente a março e abril (Figura 1).

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de indivíduos de *Symmetrischema dulce*, *Neosilba* sp. e seus parasitoides em frutos verdes e maduros coletados em plantios de pimenta malagueta em Piranga (MG).

Ocorrência	Maturação dos frutos ¹	
	Verde	Maduro
<i>Symmetrischema dulce</i>	5.09 \pm 0,59 a	2.47 \pm 0,34 b
<i>Neosilba</i> sp.	0.09 \pm 0,11 b	0.42 \pm 0,04 a
Parasitoides	0.18 \pm 0,06 a	0.13 \pm 0,06 a

¹Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($p < 0,05$).

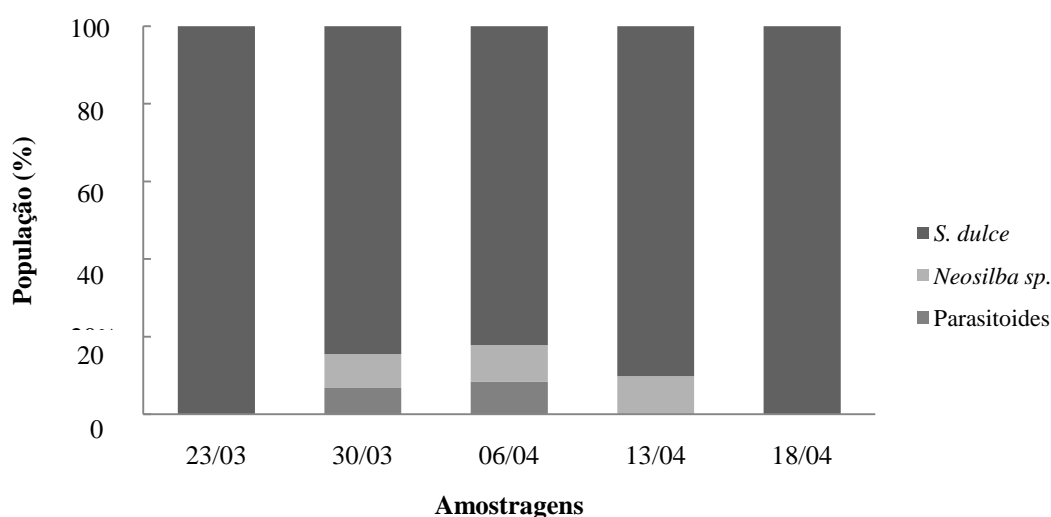


Figura 1. Composição da população (%) de broqueadores *Symmetrischema dulce*, *Neosilba* sp. e de seus parasitoides amostrados em áreas de plantio de pimenta malagueta no período entre março e maio de 2011, Piranga, MG.

5. DISCUSSÃO

A broca-dos- frutos da pimenta não mostrou preferência de ataque por nenhum dos estratos verticais da planta, no entanto, teve preferência por frutos verdes de pimenta. Ao longo do processo de maturação dos frutos de pimenta ocorre o aumento do teor de capsaicina (Estrada et al. 2000), um composto natural dos frutos de pimenta e que possui a propriedade de deterrência alimentar e à oviposição para alguns insetos (Miller & Cowles 1990, Lale 1992). Alternativamente, os frutos verdes podem representar um recurso alimentar por um tempo maior para as larvas podendo garantir o desenvolvimento completo da fase larval mesmo que o fruto inicie a fase de maturação, tendo em vista que *S. dulce* pode ocorrer em frutos verdes e maduros.

A mosca-do-pimentão *Neosilba* sp. não demonstrou padrão de distribuição vertical nas plantas de pimenta-malagueta, mas sua ocorrência foi maior em frutos maduros. Resultados semelhantes foram encontrados por Houston (1981) e Leyva et al. (1991) para a mosca-dos-frutos *Anastrepha ludens* Loew (Diptera: Tephritidae) em pomares de citros e pêssego, onde se observou o aumento populacional da praga à medida que se avançava a maturação dos frutos. Segundo Salles (1994), a preferência das moscas-das-frutas por frutos maduros se dá devido à dificuldade que as fêmeas encontram em introduzir o acúleo para ovipositar na casca mais lignificada dos frutos verdes. A mosca-do-pimentão pode ter demonstrado maior ocorrência em frutos devido ao fato de ocasionalmente utilizarem os orifícios de saída das larvas de *S. dulce* para depositarem seus ovos no interior dos frutos (França et al. 1984)

Os parasitoides dos broqueadores dos frutos da pimenta não demonstraram padrões de distribuição intraplanta, nem preferência para atacar praga em frutos verdes ou maduros. Todavia como a metodologia não discriminou os parasitoides de acordo com os hospedeiros estes podem ter seguido o mesmo padrão de distribuição pelo fato de *S. dulce* ter preferência por frutos verdes e *Neosilba* sp. por frutos maduros. Em estudos do parasitismo sobre *Anastrepha fraterculus* Wied (Diptera: Tephritidae) em diversos frutos, Salles (1996) observou que o parasitismo por braconídeos em frutos infestados por *A. fraterculus* era independente da faixa de altura amostrada. Faria et al. (2008) encontraram um menor parasitismo de *Trichogramma pretiosum* aos ovos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) depositados sobre as folhas do terço superior das plantas de tomate devido a diferenças na estrutura destas folhas como a menor concentração de tricomas glandulares.

Os parasitoides encontrados nas amostragens de frutos de pimenta malagueta deste trabalho pertencem às famílias Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae e Mymaridae. Estes são encontrados em outras espécies de moscas-das-frutas e de lepidópteros da família Gelechiidae, com potencial de parasitismo aos ovos, larvas e pupas de *S. dulce*. Salles (1996) encontrou quatro espécies da família Braconidae parasitando larvas e pupas de *A. fraterculus*. Parasitoides da família Ichneumonidae foram obtidos de larvas de *Gelechia senticetella* Stgr. (Lepidoptera: Gelechiidae) (Mirchev et al. 2001). A família Pteromalidae merece atenção especial devido ao fato de espécies desta mesma família serem relatadas parasitando outras pragas dos frutos da pimenta como o besouro *Anthonomus eugeni* Cano (Coleoptera: Curculionidae) (Rodríguez-Leyva et al. 2007) e a broca-do-botão-da-pimenta *Symmetrischema capsica* (Bennett 1995), além de diversas outras moscas-das-frutas (Wen et al. 1995, Salles 1996, Fernandes et al. 2010). A taxa de parasitismo obtida nos frutos coletados em campo foi baixa (3,03%). Resultado semelhante foi relatado por Hickel (2002) em pomares infestados por moscas da família Tephritidae (3 %). Um dos fatores que pode ter contribuído para a baixa taxa de parasitismo é a forma de cultivo convencional, onde as práticas utilizadas não favorecem os inimigos naturais. Nessa forma de cultivo não há oferta de recursos alternativos para os inimigos naturais, tais como alimento derivado da planta (pólen e néctar), áreas de refúgio e microclima adequado (Barbosa 1998, Landis et al. 2000). As informações a respeito da distribuição e ocorrência de *S. dulce*, de *Neosilba* sp. e de seus parasitoides apresentadas são subsídios iniciais para a aplicação de medidas de manejo integrado e controle biológico destas pragas apresentando parâmetros para a amostragem das pragas em campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa P (1998) Conservation biological control. Academic Press, San Diego.396p.
- Bennett FD (1995) Parasites of the pepper flower-bud moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in Florida. Florida Entomologist 78: 546 - 549.
- Estrada B, Bernal MA, Diaz J, Pomar F & Merino F (2000) Fruit Development in *Capsicum annuum*: changes in capsaicin, lignin, free phenolics, and peroxidase Patterns. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 6234-6239.
- Faria CA, Torres JB, Fernandes AMV & Farias AMI (2008) Parasitismo de *Tuta absoluta* por *Trichogramma pretiosum* in response to host density and plant structures. Ciência Rural 38: 1504 - 1509.
- Fernandes LBR, Dias Filho MM, Fernandes MA & Penteado-Dias AM (2010) Ichneumonidae (Hymenoptera) parasitoids of Lepidoptera caterpillars feeding on *Croton floribundus* Spreng (Euphorbiaceae). Revista Brasileira de Entomologia 54: 263-269.
- França FH, Barbosa S & Ávila AC (1984) Pragas do pimentão e da pimenta: características e métodos de controle. Informe Agropecuário 13: 61-67.
- Giles KL, Royer TA, Elliott NC & Kindler SD (2000) Development and validation of a binomial sequential sampling Plan for the sreenbug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. Journal of Economic Entomology 93: 1522-1530.
- Hickel ER (2002) Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de mosca-das-frutas (Diptera:Tephritidae) por Hymenoptera: Braconidae. Ciência Rural 32: 1005-1009.
- Houston WWK (1981) Fluctuations in numbers and the significance of the sex ratio of the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* caught in McPhail traps. Entomologia Experimentalis et Applicata 30: 140-150.

- Lale NES (1992) Oviposition-deterrent and repellent effects of products from dry chilli pepper fruits, *Capsicum* species on *Callosobruchus maculatus*. Postharvest Biology and Technology 1: 343-348. doi:10.1016/0925-5214(92)90036-o.
- Landis DA, Wratten SD & Gurr GM (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45: 175-201.
- Leyva JL, Browning HW & Gilstrap FE (1991) Development of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) in several host fruit. Environmental Entomology 20: 1160 - 1165.
- Miller JR & Cowles RS (1990) Stimulo-deterrent diversion: A concept and its possible application to onion maggot control. Journal of Chemical Ecology 16: 3197-3212.
- Mirchev P, Georgiev GT & Tsankov G (2001) Studies on the parasitoids of *Gelechia senticetella* (Stgr.) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Bulgaria. Anzeiger für Schädlingskunde 74: 94-96.
- Panizzi AR & Parra JRP (1991) Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo. 412p.
- Parra JRP, Bento JMS, Garcia MS, Yamamoto PT, Vilela EF & Leal WS (2004) Development of a control alternative for the citrus fruit borer, *Ecdytolopha aurantiana* (Lepidoptera, Tortricidae): from basic research to the grower. Revista Brasileira de Entomologia 48: 561-567.
- Pinto CMF (2006) Cultivo da Pimenta. Informe Agropecuário 27. EPAMIG, Belo Horizonte.108p.
- Rodríguez-Leyva E, Stansly PA, Schuster DJ & Bravo-Mosqueda E (2007) Diversity and Distribution of Parasitoids of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) from Mexico and Prospects for Biological Control. Florida Entomologist 90: 693-702.
- Salles LAB (1994) Períodos de ataque e de controle da mosca-das-frutas em pessegueiro. Horti Sul 3: 47 - 51.

Salles LAB (1996) Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied) (Diptera: Tephritidae) por hymenoptera, na região de Pelotas, RS. Pesquisa Agropecuária Brasileira 31: 769 - 774.

Venzon M, Amaral DSSL, Perez AL, Cruz FAR, Togni PHB & Oliveira RM (2011) Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura da pimenta: EPAMIG, Belo Horizonte, p. 40p.

Wen B, Weaver DK & Brower JH (1995) Size preference and sex ratio for *Pteromalus cerealellae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored corn. Environmental Entomology 24: 1160-1166.

CAPÍTULO 3

Potencial do nim no controle da broca-dos-frutos-da-pimenta

RESUMO - A pimenta-malagueta é uma hortaliça de alta rentabilidade em sistemas de agricultura familiar. Contudo pragas como a broca-dos-frutos-da-pimenta (*Symmetrischema dulce*) levam a grandes perdas na produção. Em sistemas de produção sustentáveis, em que o uso de inseticidas não é permitido, uma alternativa é o uso de inseticidas botânicos como nim (*Azadirachta indica* A. Juss), o qual praticamente não tóxico ao homem e por ser rapidamente degradado nas plantas e no solo. Este trabalho objetivou testar a eficácia de diferentes concentrações de um produto comercial à base de nim no controle *S. dulce* em campo. O experimento foi realizado em cultivos de pimenta-malagueta no município de Piranga (MG) com delineamento em seis blocos. Cada bloco foi dividido em quatro parcelas tratadas com caldas de diferentes concentrações (0,9; 1,8; 2,7 g/l) do produto comercial Azamax® (12g/L azadiractina A/B) e com água. Os frutos das plantas de pimenta localizadas no centro das parcelas foram levados ao laboratório para observar a emergência de adultos da broca. A abundância de brocas emergidas de frutos retirados de plantas tratadas com diferentes concentrações do nim não diferiu significativamente entre as concentrações. No entanto as plantas tratadas com nim tiveram significativamente menos brocas do que aquelas pulverizadas com água e esta diferença persistiu por até duas semanas após a última pulverização. Portanto, o nim pode ser utilizado no controle de populações da *S. dulce* em plantios de pimenta-malagueta.

Palavras-chave: *Symmetrischema dulce*., *Azadirachta indica*, *Capsicum frutescens*, controle alternativo

2. INTRODUÇÃO

A cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) encontra condições climáticas favoráveis em quase todas as regiões do Brasil, sendo muito empregada em sistemas de agricultura familiar. O cultivo desta hortaliça no país é de grande importância devido à alta rentabilidade, possibilidade de agregação de valor ao produto pelo próprio produtor e pelo emprego elevado de mão-de-obra nos plantios (Pinto et al. 2006). Contudo, muitas são as pragas que comprometem a produção da pimenta-malagueta. A broca-dos-frutos-da-pimenta *Symmetrischema dulce* Povolný (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma dessas espécies que podem causar sérios prejuízos à produção da pimenta (Venzon et al. 2006, 2011). Seu controle é dificultado pelo fato das larvas penetrarem rapidamente nos frutos onde ficam protegidas e pelo hábito de empuparem geralmente no solo.

A pimenta é considerada *minor crop* e não possui suporte fitossanitário suficiente. Na falta de informações e orientação precisas, os produtores fazem o uso indevido do controle químico, sem a obtenção de resultados satisfatórios no controle da praga. Além disso, esse tipo de controle pode causar a contaminação do ambiente e intoxicação aos aplicadores e consumidores, além da presença de resíduos nos frutos. Uma alternativa aos produtos convencionais são os inseticidas botânicos, como o nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Este é conhecido por seu potencial inseticida, por ser praticamente não tóxico ao homem e por ser rapidamente degradado em plantas e no solo (Schmutterer 1990).

Os extratos vegetais de *Azadirachta indica* possuem diversos compostos de ação inseticida e repelente, dentre os quais a azadiractina é o composto mais ativo biologicamente (Singh et al. 2009). A azadiractina apresenta principalmente efeito sobre o crescimento dos insetos e deterrência sobre alimentação e oviposição. Adicionalmente, muitos autores descrevem outros efeitos de formulações a base de nim como efeito sobre a histomorfologia dos insetos imaturos resultando em mal formação de insetos adultos, ação ovicida, interferência sobre o comportamento de herbívoros e efeito sobre a reprodução dos insetos (Hunter & Ullman 1992, Schmutterer 1990, Stark & Wennergren 1995, Mordue & Nisbet 2000, Singh et al. 2009). Estas características tornam o uso nim eficaz contra diversos tipos de praga como insetos sugadores como a mosca-branca *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) (Coudriet et al. 1985), broqueadores como a broca-do-café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) (Depieri & Martinez 2010), minadores como o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville (Lepidoptera: Lyonetiidae)

(Venzon et al. 2005) e desfolhadores como *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) (Mikolajczak et al. 1989)

O uso de inseticidas, mesmo que botânicos, deve ser validado quanto a sua eficiência para cada cultura e praga-alvo. Para a broca-dos-frutos-da-pimenta, por exemplo, não existem inseticidas registrados no Ministério da Agricultura, sendo esta uma oportunidade para o uso de um produto menos tóxico ao homem e ao ambiente em relação aos inseticidas sintéticos. Portanto objetivou-se neste trabalho testar a eficácia de diferentes concentrações de um produto comercial à base de nim no controle da broca-dos-frutos-da-pimenta em campo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área experimental e delineamento.

O experimento foi realizado em duas áreas de cultivo de pimenta-malagueta no município de Piranga, MG (20° 41' 6" S; 43° 18' 0" W). As parcelas foram montadas em duas áreas de plantio devido ao fato dos plantios ocuparem áreas pouco extensas (3 hectares) não permitindo a montagem de todas as parcelas em uma mesma área. Em ambas as áreas foram adotadas as mesmas práticas de manejo, de forma convencional, exceto pela não aplicação de agrotóxicos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com seis repetições. Em cada área foram montadas três parcelas constituídas de quatro subparcelas. Cada subparcela foi constituída de três linhas de cinco plantas de pimenta, totalizando 15 plantas por subparcela, sendo consideradas úteis as três plantas centrais.

Os tratamentos foram constituídos de três concentrações do produto comercial a base de nim AZAMAX® (12 g/L de azadiractina) (0,9; 1,8; 2,7 g/l de azadiractina). O controle consistiu de plantas pulverizadas com água. O tratamento aplicado em cada subparcela foi estabelecido previamente por sorteio. As caldas de nim e a água foram aplicadas com um pulverizador costal de 15 litros (Jacto) com bico do tipo leque aberto. Foram realizadas três pulverizações, a cada sete dias. Previamente, as três plantas centrais de cada parcela foram marcadas com fita plástica. Somente os frutos destas plantas foram amostrados durante o experimento, a fim de se evitar os efeitos de borda. Foram coletados dez frutos destas pimenteiras uniformemente distribuídos por toda a planta. As amostragens foram feitas antes e depois de cada aplicação de nim e por mais quatro semanas após a terceira pulverização, totalizando sete coletas. Os frutos coletados foram acondicionados em sacos de papel e levados ao laboratório de entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, Unidade Regional da Zona da Mata (UREZM), Viçosa (MG). Os frutos foram separados em potes plásticos de 350 ml de acordo com os tratamentos, mantidos em sala de climatizada ($25 \pm 4^{\circ}\text{C}$; U.R $70 \pm 10\%$, fotoperíodo 12 horas) e observados diariamente para a avaliação da emergência de adultos. Os dados da abundância de adultos emergidos dos frutos coletados de diferentes tratamentos de nim foram transformados (raíz quadrada), analisados por modelos mistos, Modelos Lineares Generalizados (GLM), e as médias submetidas à Análise de Contraste. A abundância de adultos emergidos dos frutos provenientes das subparcelas ao longo das amostragens foi analisada pela Análise de Regressão. Todas as análises foram feitas no software estatístico (R Development Core Team, 2011).

4. RESULTADOS

A abundância de adultos da broca-dos-frutos-da-pimenta emergidos de frutos oriundos de plantas pulverizadas com as diferentes concentrações de nim e com água apresentou diferença significativa ($z = -2,898$; $p = 0,00375$). O número de adultos obtidos em frutos oriundos de plantas pulverizadas com água foi significativamente maior do que aqueles oriundos de plantas pulverizadas com nim ($z = -3,12$; $p = 0,0017$) (Fig. 1). No entanto, não houve diferença significativa entre as três concentrações do nim testadas ($\chi^2 = 0,2805$; $p = 0,8691$) (Fig. 1).

Os dados de emergência de adultos também foram analisados comparando-se a abundância nos diferentes tratamentos ao longo do período amostral do experimento. Houve diferença significativa entre o número de brocas emergidas ao longo do tempo ($z = 2,058$; $p = 0,03955$). A abundância de adultos de *S. dulce* emergidos ao longo do tempo foi maior no controle em relação aos demais tratamentos com doses de nim ($z = -2,907$; $p = 0,00365$) (Fig. 2).

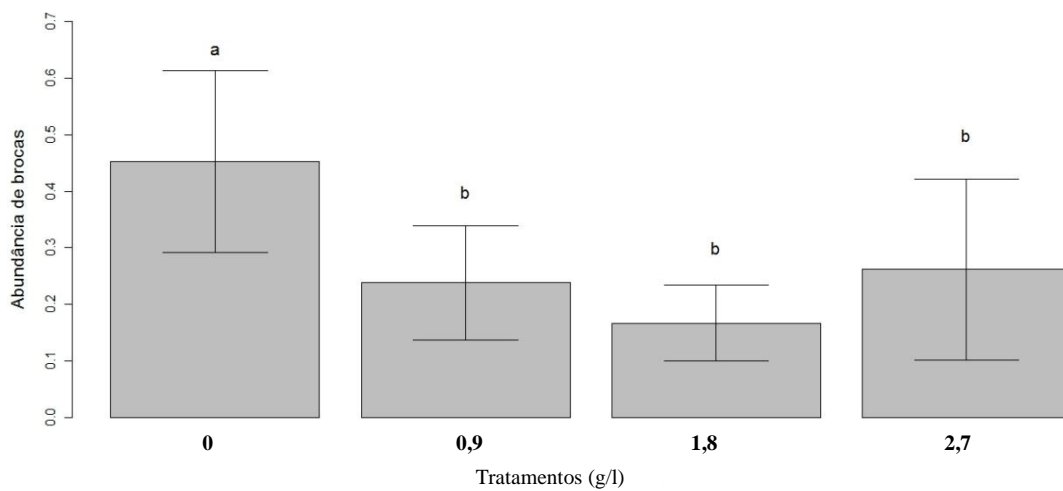


Figura 1. Abundância de adultos de *Symmetrischema dulce* emergidos de frutos provenientes de plantas pulverizadas com diferentes concentrações de um produto a base de nim (Azamax) e com água. Letras diferentes nas barras representam diferença significativa entre as médias ($\alpha = 0,05$).

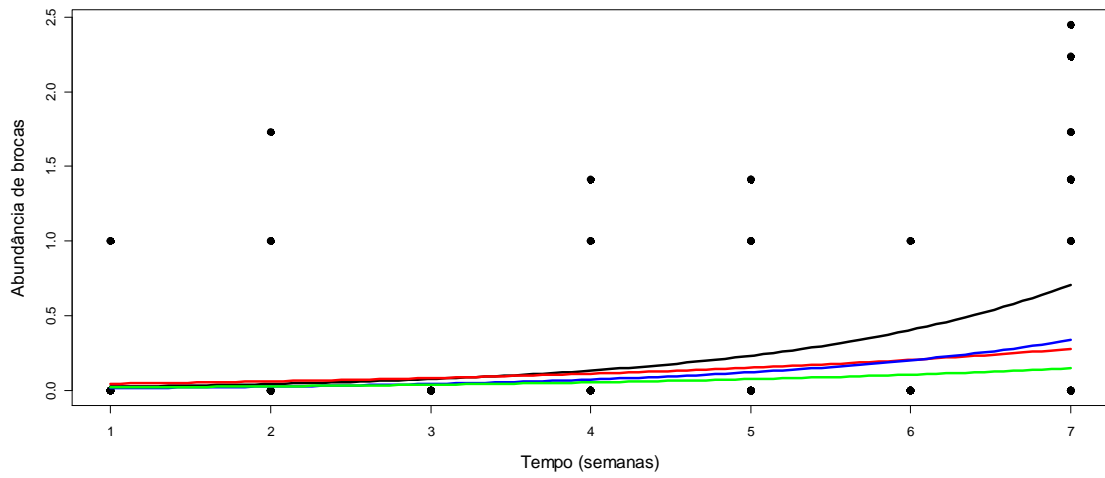


Figura 2. Numero médio de adultos de *Symmetrischema dulce* (adultos/subparcela) emergidos ao longo de sete semanas após o início do experimento. Curvas: preta-controle (água); vermelha- Azamax a 0,9 g/l; azul- Azamax a 1,8 g/l; verde- Azamax a 2,7 g/l.

5. DISCUSSÃO

A abundância de adultos de *S. dulce* emergidos ao longo do período de amostragens nas plantas pulverizadas com água foi maior em relação a abundância de adultos dos demais tratamentos onde as plantas foram pulverizadas com as diferentes concentrações de nim. Mesmo após o período de aplicações em campo, nas amostragens seguintes, a abundância de brocas obtidas das plantas que receberam pulverizações com água foi ainda maior em comparação com as plantas dos tratamentos com pulverizações do nim. Muitas são as características biológicas do nim que podem explicar estes resultados. Os princípios ativos do óleo de nim têm a propriedade de deterrência à oviposição (Ramarethinam et al. 2000). A baixa abundância de adultos de *S. dulce* em frutos coletados em plantas pulverizadas com nim também pode ser explicada pela deterrência à oviposição provocada pela azadiractina (Mordue & Nisbet 2000, Martinez & van Emden 2001, Singh et al. 2009). Medeiros et al. (2005) encontraram uma alta porcentagem de deterrência (89,1%) à oviposição da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) quando plantas de couve foram tratadas com o extrato aquoso de folhas de *A. indica*.

Adicionalmente, mesmo em casos onde as fêmeas ovipositaram, as concentrações pulverizadas nestas plantas podem ter exercido efeito ovicida, como relatado por Schmutterer (1990), onde a exposição a diferentes concentrações de extrato de sementes de nim exerceram efeito negativo na viabilidade dos ovos da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Este resultado também pode ser explicado pelo efeito sobre a reprodução dos insetos. Stark & Wennergren (1995) encontraram uma redução drástica da taxa líquida de reprodução (R_0) do pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) de 35 ninfas por fêmea do controle e reduzindo a zero em fêmeas expostas a 1410 mg/100ml de extrato de sementes de nim.

As larvas de *S. dulce*, mesmo se desenvolvendo no interior dos frutos podem ter sido afetadas pelas pulverizações sobre as plantas. Isto se deve a característica do nim em ser translaminar, penetrando nos tecidos da planta e atingindo insetos que se alimentam no interior deste. (Depieri & Martinez 2010) em ensaios com aplicação de concentrações do óleo de sementes (Dalneem®) e dos extratos aquosos de folhas e sementes de nim sobre os frutos do café obtiveram uma redução de até 70% do ataque da broca *H. hampei* aos frutos e uma mortalidade de 58% de fêmeas desta praga. Após as aplicações sobre as plantas, ocorrendo a penetração nos tecidos vegetais, a azadiractina mantém sua persistência e efeito inseticida em

até 14 dias (Coudriet et al. 1985). Com isso as aplicações de nim podem ter afetado o desenvolvimento de larvas que entraram em frutos mesmo após alguns dias da última aplicação. Tendo em vista o período de incubação dos ovos de *S. dulce* (4 dias – ver capítulo 1) as larvas que possam ter eclodido de ovos postos após o período de aplicações, podem ainda ter encontrado teores tóxicos de azadiractina nos tecidos dos frutos. Aliados a alta mortalidade larval no primeiro ínstar, estes efeitos podem ter contribuído para a menor abundância de brocas em plantas pulverizadas com nim a em relação ao controle após as aplicações.

Não foi observada diferença entre a abundância geral de adultos de *S. dulce* emergidos das plantas pulverizadas com as diferentes concentrações do produto a base de nim, no entanto a abundância de adultos emergidos as plantas pulverizadas com água foi maior do que a observada nos demais tratamentos de nim. Este resultado demonstra a ação do nim como inseticida sobre a broca-do-fruto-da-pimenta. O uso do nim para controle de outros broqueadores como a traça-da-batata *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) foi testado em experimentos com a aplicação do extrato aquoso das sementes de nim (100 g de extrato de sementes/l) sobre tubérculos estocados de batata (*Solanum tuberosum* L.) mostrando eficácia por causar até 84,7% de mortalidade às larvas no interior dos tubérculos (Kroschel & Koch 1996). Outros trabalhos demonstraram a ação do efeito de formulados à base de nim para insetos encontrados em frutos e em minas. Salles & Rech (1999) obtiveram redução da sobrevivência de várias fases da mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* Wied (Diptera: Tephritidae) em especial sobre ovos e larvas quando aplicaram o extrato aquoso da torta de nim. Venzon et al. (2005) verificaram a ação toxica de um produto a base de nim (NeemAzal T/S, 10 g/L de azadirachtina) sobre larvas do bicho-mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella* Guérin-Menèville (Lepidoptera: Gelechiidae) no interior das minas na folhas, demonstrando assim a ação translaminar do produto. Os autores também verificaram que a mortalidade foi semelhante quando foram utilizadas diferentes concentrações do produto, sendo todas significativamente maiores que o controle (água). Resultado semelhante foi obtido para a *S. dulce* neste trabalho.

O fato de não ter sido verificada significativa entre o número de adultos emergidos de frutos coletados de plantas pulverizadas com diferentes concentrações de nim pode indicar que efeito semelhante poderia ser obtido com concentrações ainda menores. De fato a menor concentração utilizada do produto é maior do que a recomendada para outros artrópodes, sugadores e desfolhadores (AGROFIT). As concentrações mais altas foram escolhidas por se tratar de um inseto que vive no interior dos frutos. Outra observação

importante foi a de mesmo em concentrações mais altas o nim não provocarem sintomas de fitotoxicidade. Este fato foi relatado para outras culturas e variou também como a formulação empregada (Xuan et al. 2004, Dequech et al. 2008 Soto et al. 2010).

O nim tem potencial de controle da broca-dos-frutos da pimenta *S. dulce*. No entanto, mais estudos devem ser conduzidos para avaliar o efeito de concentrações menores do produto a base de nim. O uso de tais concentrações deve ser priorizado, uma vez que o nim pode afetar negativamente os inimigos naturais da broca e de outras pragas da pimenta e esse efeito varia com a formulação e concentração do produto utilizado (Mourão et al. 2004, Venzon et al. 2006b, Brito et al. 2006).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT Ministério da Agricultura - Coordenação-Geral de de Agrotóxicos e Afins / DFIA / SDA.
- Brito HM, Gondim Jr. MGC, Oliveira JVd & Câmara CAGd (2006) Toxicidade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro-rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 35: 500-505.
- Coudriet DL, Prabhaker N & Meyerdirk DE (1985) Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): effects of neem-seed extract on oviposition and immature stages. *Environmental Entomology* 14: 776 - 779.
- Depieri RA & Martinez SS (2010) Redução da sobrevivência da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), e do seu ataque aos frutos de café pela pulverização com nim em laboratório. *Neotropical Entomology* 39: 632-637.
- Dequech ST, Ribeiro LP, Sausen CD, Egewarth R & Kruse ND (2008) Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. *Revista da FZVA* 15: 71 - 80.
- Hunter WB & Ullman DE (1992) Effects of the neem product, RD-Repelin, on settling behaviour and transmission of zucchini yellow mosaic virus by the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). *Annals of Applied Biology* 120: 9-15. doi:10.1111/j.1744-7348.1992.tb03398.x.
- Kroschel J & Koch W (1996) Studies on the use of chemicals, botanicals and *Bacillus thuringiensis* in the management of the potato tuber moth in potato stores. *Crop Protection* 15: 197-203.
- Martinez SS & van Emden HF (2001) Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by Azadirachtin. *Neotropical Entomology* 30: 113-125.
- Medeiros CAM, Boiça Junior AL & Torres AL (2005) Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. *Bragantia* 64: 227 - 232.
- Mikolajczak KL, Zilkowski BW & Bartelt RJ (1989) Effect of meliaceous seed extracts on growth and survival of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Journal of Chemical Ecology* 15: 121-128. doi:10.1007/bf02027778.

- Mordue AJ & Nisbet AJ (2000) Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 615-632.
- Mourão SA, Silva JCT, Guedes RNC, Venzon M, Jham GN, Oliveira CL & Zanuncio JC (2004) Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 33: 613-617.
- Pinto CMF (2006) Cultivo da Pimenta. EPAMIG, Belo Horizonte.
- Pinto CMF & Cruz RM (2011) Agronegócio da pimenta em Minas Gerais: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA (ed. ABH, Viçosa).
- Ramarethinam S, Marimuthu S & Murugesan NV (2000) Effect of neem oil formulation on the growth and development histomorphology of some lepidopteran pest (*Helicoverpa armigera* H., *Spodoptera litura* F.). *Pestology* 24.
- Salles LA & Rech NL (1999) Efeito de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e cinamomo (*Melia azadarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Revista Brasileira de Agrociência* 5: 255 - 227.
- Salles LAB (1996) Parasitismo de *Anastrepha fraterculus* (Wied) (Diptera: Tephritidae) por hymenoptera, na região de Pelotas, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 31: 769 - 774.
- Schmutterer H (1990) Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 35: 271-297. doi:10.1146/annurev.en.35.010190.001415.
- Signoretta AGC, Nava DE, Bento JMS & Parra JRP (2008) Biology and thermal requirements of *Utetheisa ornatrix* (L.) (Lepidoptera: Arctiidae) reared on artificial diet. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51: 447-453.
- Singh KK, Phogat S, Tomar A & Dhillon RS (2009) *Neem a treatise*. A. K. Publisher, New Delhi.
- Soto A, Venzon M, Oliveira RM, Oliveira HG & Pallini A (2010) Alternative control of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) on tomato plants grown in greenhouses. *Neotropical Entomology* 39: 638-644.

- Stark JD & Wennergren U (1995) Can population effects of pesticides be predicted from demographic toxicological studies? . *Journal of Economic Entomology* 88: 1089 - 1096.
- Venzon M, Amaral DSSL, Perez AL, Cruz FAR, Togni PHB & Oliveira RM (2011) Identificação e manejo ecológico de pragas da cultura da pimenta: EPAMIG, Belo Horizonte, p. 40p.
- Venzon M, Rosado MC, Matiello Fadini MA, Iorio Ciociola Jr A & Pallini A (2005) The potential of NeemAzal for the control of coffee leaf pests. *Crop Protection* 24: 213-219.
- Venzon M, Rosado MdC, Pinto CMF, Duarte VdS, Euzébio DE & Pallini A (2006b) Potencial de defensivos alternativos para o controle do ácaro-branco em pimenta "Malagueta". *Horticultura Brasileira* 24: 224-227.
- Xuan TD, Eiji T, Hiroyuki T, Mitsuhiro M, Khanh TD & Chung IM (2004) Evaluation on phytotoxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) to crops and weeds.

CONCLUSÕES GERAIS

- A biologia e reprodução da broca-do-fruto-da-pimenta (*Symmetrischema dulce*) possui semelhança com relação a outros lepidopteros d da família Gelechiidae , no entanto existem particularidades que merecem atenção;
- A broca-do-fruto-da-pimenta tem crescimento populacional devido a alta viabilidade de ovos e pupas e a maior fecundidade das fêmeas nos primeiros dias da fase adulta;
- A distribuição vertical de *S. dulce* em plantas de pimenta-malagueta ocorre em todas as faixa de altura da planta, com maior ocorrência em frutos verdes;
- *Neosilba* sp. ocorre em todas as faixa de altura das plantas de pimenta-malagueta com maior ocorrência em frutos maduros;
- Os parasitoides de *S. dulce e Neosilba* (Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae e Mymaridae) não seguiram padrões de distribuição vertical em plantas de pimenta-malagueta, ocorrendo em todas as faixa de altura e em todas as fases de maturação dos frutos;
- O produto a base de nim testado tem o potencial de controle de *S. dulce*, sendo capaz de reduzir a abundância desta praga nas plantas tratadas mesmo duas semana após as aplicações.