



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**Influência de extratos vegetais na dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* (Genn.)  
biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**

Vilcilene Bicudo da Rocha

Orientador: Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

Brasília, DF

2018

**VILCILENE BICUDO DA ROCHA**

**Influência de extratos vegetais na dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* (Genn.)  
biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii

Orientador – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Profa. Dra. Marina Regina Frizzas

Membro Titular – Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília

Prof. Dr. Pedro Henrique Brum Togni

Membro Titular – Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília

Prof. Dra. Rosana Tidon

Suplente – Departamento de Genética e Morfologia, Universidade de Brasília

Brasília, junho de 2018

*A ciência incha, o amor é que constrói.*

*Ainda que eu falasse as línguas dos homens e as dos anjos, mas não tivesse amor, eu seria como um bronze que soa ou um címbalo que retine.*

*Ainda que tivesse o dom da profecia, o conhecimento de todos os mistérios e de toda a ciência, ainda que tivesse toda fé, a ponto de remover montanhas, se não tivesse amor, eu nada seria.*

*O amor é paciente, é prestativo, não é invejoso, não se ostenta, não se incha de orgulho. Nada faz de inconveniente, não procura o seu próprio interesse, não se irrita, não guarda rancor. Não se alegra com a injustiça, mas se regozija com a verdade. Tudo desculpa, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.*

*O amor jamais passará. As profecias desaparecerão, as línguas cessarão, a ciência também desaparecerá. Pois o nosso conhecimento é limitado, e limitada é a nossa profecia. Mas quando vier a perfeição, o que é limitado desaparecerá.*

*Agora vemos em espelho, e de maneira confusa, mas depois, veremos face a face. Agora meu conhecimento é limitado, mas depois, conhecerei como sou conhecido. Agora, portanto, permanecem essas três coisas: fé, esperança e amor. Mas a maior delas é o amor.*

Apóstolo São Paulo (1 Cor 8, 1; 13)

A Deus que me guiou em cada detalhe, para sua honra e glória,

**OFEREÇO**

A toda a minha família, que sempre me apoiou, especialmente ao **Márcio Pessoa** que esteve ao meu lado nessa caminhada, aos meus pais **Jerônimo** e **Maria Divina**, aos meus irmãos **Wilson** e **Valcirene**, aos meus sobrinhos **Ravy** e **Ian Rhafael**,

**DEDICO**

iii

## AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, Senhor da minha vida e dos meus projetos, que me guiou e me direcionou em cada momento dessa jornada, especialmente na seleção para o mestrado; na escolha do orientador Edison R. Sujii, que foi um presente na minha vida de mestranda; nas aulas e avaliações de cada disciplina do curso; na escolha das espécies de plantas para os extratos; na concentração necessária para escrever essa dissertação, principalmente em momentos emocionalmente difíceis que passei.

Ao Dr. Edison Ryoiti Sujii, que me recebeu com um sorriso e disse sim quando fui timidamente em sua sala solicitar sua orientação nesse projeto. Que acreditou no meu sonho, foi paciente, compreensivo e imensamente me ajudou em cada etapa deste estudo, transmitindo-me conhecimento com sabedoria. Que com seus ensinamentos e dedicação colaborou com meu crescimento profissional e pessoal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e a UnB pela oportunidade de realizar este curso, pelo apoio e confiança.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UnB, pelos ensinamentos transmitidos em cada disciplina e aos colegas mestrandos e doutorandos pela convivência nas aulas, discussões e atividades que desenvolvemos juntos.

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, pela disponibilização de todo o material necessário para a realização dos experimentos desse trabalho.

A todos da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia que me apoiaram em diversas etapas deste trabalho, em especial, ao Alex Cortês, ao Lucas Machado, a Eliana Fontes e Darah Duarte pela disponibilidade e ajuda no laboratório e pelas sugestões para a defesa, às estagiárias Raquel Monique Silva e Andressa Louise de Oliveira que me auxiliaram na casa-de-vegetação e no laboratório, ao Hélio Moreira dos Santos e sua equipe que me ajudou com a trituração do material botânico, à Daniela e Irene pela disponibilização e orientação no uso do Shaker, e a todos os demais funcionários que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho, minha imensa gratidão.

Ao Dr. Pedro Henrique Brum Togni por ter acreditado no meu projeto e me apoiado com suas ricas experiências e conhecimento sobre *Bemisia tabaci*.

Aos fornecedores dos materiais botânicos: Instituto de Ciências Biológicas-UnB, especialmente à equipe da Botânica que me forneceu material para coleta da saboneteira; à Fazenda Água Limpa-UnB, em especial ao Israel Xavier de Oliveira, que me ajudou a coletar as folhas de barbatimão; Ao Jardim Botânico de Brasília, especialmente à Vânia de Araújo Soares, que foi muito prestativa e agilizou a autorização para a coleta; à Horta Agroecológica do Ministério da Agricultura, em especial ao Rogério Dias que autorizou a coleta de confrei na horta; aos produtores orgânicos que também forneceram parte do material botânico utilizados neste trabalho.

À Biblioteca Nacional de Agricultura do MAPA (Binagri), onde pude encontrar várias referências que me auxiliaram no desenvolvimento deste estudo. Obrigada à Maria Olímpio das Neves e Silva e demais funcionários que sempre me atenderam com muita atenção.

Aos membros da banca Dr. Pedro Togni e Dra. Marina Fizzas pelas importantes contribuições.

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, pela concessão de “horário especial ao servidor estudante”, pois só dessa forma consegui conciliar os estudos e o trabalho. Também à minha equipe de trabalho da Coordenação de Agroecologia e Produção Orgânica – COAGRE/MAPA – Virgínia Lira, Tereza Cristina O. Saminêz, Maria Raquel Silva, Gabriela Carneiro, Laila Simaan, Luciano Valadares, Claudimir Sanches, Raphel Henrique, Juscélio Santos e Eriksson Costa, pelo incentivo e pela compreensão nos momentos de ausência e horários diferenciados.

Ao meu pai, Jerônimo Bicudo da Rocha e meu sobrinho Ravy Teixeira da Rocha que me ajudaram no reconhecimento e coleta da quina-do-cerrado no Jardim Botânico de Brasília.

Ao Márcio Pessoa Soares de Lima, que me ajudou em diversos momentos deste trabalho, inclusive na montagem das gaiolas usadas nos experimentos.

A Karla Guimarães pela amizade e incentivo.

A todos os meus familiares e amigos que me incentivaram nessa caminhada, minha sincera gratidão.

A todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desse projeto, muito obrigada!

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMO GERAL .....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Agricultura e sustentabilidade.....	1
A cultura do tomateiro .....	5
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae).....	8
Derivados de plantas no manejo de pragas agrícolas.....	18
CAPÍTULO I – Efeito de extratos vegetais sobre <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em culturas de tomate em casa-de-vegetação.....	26
Resumo.....	27
Introdução.....	28
Material e métodos.....	29
Resultados.....	34
Discussão.....	35
CAPÍTULO II – Modelagem da dinâmica populacional de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B e simulação do impacto de extratos vegetais em sua abundância.....	48
Resumo.....	49
Introdução.....	50
Material e métodos.....	51

Resultados.....	56
Discussão.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS .....	90

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1: Fitotoxicidade apresentada por extratos de sete espécies vegetais em diferentes concentrações em tomateiro em casa-de-vegetação ( $27\pm 4^{\circ}\text{C}$ , 70 UR).....	45
Tabela 1.2: Comportamento de colonização de adultos de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e com água destilada (controle) em casa-de-vegetação ( $27\pm 4^{\circ}\text{C}$ , 70 UR). N=50.....	46
Tabela 1.3: Comportamento de oviposição de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e água destilada (controle) em casa-de-vegetação ( $27\pm 4^{\circ}\text{C}$ , 70 UR). N=50.....	46
Tabela 2.1: Dados selecionados para inserção no modelo matemático que simula a dinâmica populacional de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B. Todos os dados são referentes a estudos com <i>Bemisia tabaci</i> em cultura de tomate.....	61
Tabela 2.2: População de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B nos diferentes estágios de desenvolvimento, no final do ciclo do tomateiro, de acordo com as simulações realizadas no modelo, considerando dois parâmetros de fecundidade das fêmeas, 3,6 e 5,9 ovos/fêmea/dia e capacidade de suporte da planta ilimitada.....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.1: *Bemisia tabaci* biótipo B (**A** = ovos e ínstaes iniciais, **C** = 4º ínstar/pupário, **D** = adulto no momento da emergência e **E** = adultos momentos após a emergência). **B** = folha de couve infestada pela praga. **F** = Folhas de aboboreira *Curcubita moschata* com sintoma da anomalia “folha-prateada-da-aboboreira” provocado pela infestação de *B. tabaci* biótipo B.....42
- Figura 1.2: Gaiolas 60 x 30 x 25 cm, cobertas com tecido *voil* e porta com fecho de velcro para criação de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de couve.....42
- Figura 1.3: Espécies de plantas utilizadas para preparação de extratos que foram pulverizados em diferentes estágios de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro em casa-de-vegetação: **A** - *Azadirachta indica* (nim), **B** - *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), **C** - *Sapindus saponaria* (saboneteira), **D** - *Strychnos pseudoquina* (quina-do-cerrado), **E** *Petroselinum crispum* (salsa) e **F** - *Vernonia condensata* (boldo-baiano); e **G** - *Symphytum officinali* (confrei).....43
- Figura 1.4: Fitotoxicidade apresentada por extratos vegetais aquosos ao tomateiro em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR): **A** = *Azadirachta indica* a 5% p/v; **B** = *Sapindus saponaria* a 3% p/v; **C** = *S. saponaria* a 2% p/v; **D** = *Petroselinum crispum* a 3% p/v; **E** = *Vernonia condensata* a 10% p/v; **F** = *Symphytum officinali* a 3% p/v.....44
- Figura 1.5: Gaiola 60x30x25 cm, coberta com tecido *voil* com sistema de irrigação, montado com equipamento para soro “equipo”, no qual a água é levada para dentro da gaiola através da mangueira irrigando a planta por gotejamento.....45
- Figura 1.6: Inviabilidade de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e água destilada (controle) em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR). Médias seguidas das mesmas letras não diferiram significativamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.  $F_{7,16}=9,506$ ,  $P=<0,001$ .....47
- Figura 1.7: Mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e água destilada (controle) em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR). Médias seguidas das mesmas letras não diferiram significativamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.  $F_{7,16}=25,886$ ,  $P=<0,001$ .....47

Figura 2.1: Ciclo de vida de <i>Bemisia tabaci</i> com base nos dados de Salas & Mendoza (1995).....	62
Figura 2.2: Resultado da simulação da dinâmica populacional de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em plantas de tomate. As curvas representam a população de adultos de <i>B. tabaci</i> por planta, durante o ciclo da planta em diferentes taxas de fecundidade: 3,6 ovos/fêmea/dia e 5,9 ovos/fêmea/dia.....	62
Figura 2.3: Resultado das simulações da dinâmica populacional de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em plantas de tomate. As curvas demonstram o crescimento exponencial e logístico (K2000, K500 e K200) da população de adultos de <i>B. tabaci</i> por planta. <b>A</b> = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia; <b>B</b> = fecundidade 5,9 ovos/fêmea/dia; <b>C</b> = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia com eixo y em escala Log; <b>D</b> = fecundidade 5,9 ovos/fêmea/dia durante com eixo y em escala Log.....	63
Figura 2.4: Simulações da dinâmica populacional de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em plantas de tomate, considerando o recurso ilimitado, com e sem efeito da aplicação de extratos vegetais. <b>A</b> = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia; <b>B</b> = fecundidade 5,9 ovos/fêmea/dia; <b>C</b> = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia com eixo y em escala Log; <b>D</b> = fecundidade 5,9 ovos/fêmea/dia com eixo y em escala Log.....	64
Figura 2.5: Simulações da dinâmica populacional de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B em plantas de tomateiro, com e sem efeito de extratos vegetais considerando diferentes capacidades de suporte: K2000, K500 e K200. <b>A</b> , <b>C</b> e <b>E</b> = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia; <b>B</b> , <b>D</b> e <b>F</b> = fecundidade de 5,9 ovos/fêmea/dia.....	65

## RESUMO GERAL

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* é uma das hortaliças mais importantes do mundo, sendo o Brasil um dos principais países produtores dessa cultura. Porém, o cultivo do tomateiro é um grande desafio, devido à alta suscetibilidade da planta a diversas pragas. A mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B é uma das pragas que causam sérios danos à cultura ao sugar a seiva e injetar toxinas debilitando a planta. Além disso, atua como vetor de vírus que afetam a cultura. Atualmente, o controle da mosca-branca é realizado principalmente através do uso de inseticidas químicos sintéticos. No entanto, esses produtos causam danos à saúde humana, problemas ambientais e seleção de populações de pragas resistentes. Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de alternativas ambientalmente mais seguras e menos prejudiciais à saúde. Os inseticidas botânicos são de rápida degradação, baixa toxicidade a mamíferos, possuem mais de um princípio ativo, o que pode dificultar o desenvolvimento de resistência pela praga e muitos são seletivos, não afetando os inimigos naturais. Assim, os extratos vegetais apresentam uma alternativa menos prejudicial, podendo ser usados no sistema orgânico de produção. No primeiro capítulo deste estudo, foram realizados experimentos para testar o efeito de extratos aquosos de sete espécies de plantas, no comportamento e na sobrevivência de *B. tabaci* biótipo B, em cultivos de tomate em casa-de-vegetação. A concentração de cada extrato foi estabelecida a partir de testes de fitotoxicidade ao tomateiro, ficando definidas as seguintes concentrações (peso/volume): barbatimão *Stryphnodendron adstringens* 10%; quina-do-cerrado *Strychnos pseudoquina* 10%; nim *Azadirachta indica* 3%; salsa *Petroselinum crispum* 2%; boldo-baiano *Vernonia condensata* 5%; saboneteira *Sapindus saponaria* 1%; e confrei *Symphytum officinali* 2%. Com base nos resultados deste estudo, verificou-se que os extratos de *A. indica*, *S. adstringens*, *P. crispum* e *S. saponaria* apresentaram potencial para controle da mosca-branca no tomateiro ao reduzir a colonização em cerca de 50% (*A. indica* e *S. adstringens*) e a oviposição em mais de 50% (*A. indica*), além de afetar a sobrevivência dos ovos, 50,8% de mortalidade (*S. adstringens*) e de ninfas, 73,4% de mortalidade (*S. saponaria*). No segundo capítulo, para verificar o impacto dos efeitos dos extratos sobre a dinâmica populacional da mosca-branca, foi desenvolvido um modelo determinístico. Utilizamos equações de diferenças para populações estruturadas em estágios discretos de desenvolvimento, a partir de parâmetros biológicos da mosca-branca, obtidos na literatura e nos experimentos desse estudo. Esse modelo, que considera o recurso ilimitado, gerou curvas de crescimento exponencial com uma explosão populacional de mais de 40 mil indivíduos adultos por planta no final da safra, destoando da realidade vista em campo. Então, esse modelo foi ajustado pela inclusão de parte

da equação de crescimento logístico, onde as taxas de emigração são denso-dependentes para o estágio adulto. Foram avaliadas três possíveis capacidades de suporte  $K = 2000, 500$  e  $200$  adultos/planta. A inserção da dependência da densidade, corrigiu o crescimento exponencial do modelo inicial. Assim, o aumento da densidade de adultos por planta, produzia o aumento da emigração dos adultos recém-emergidos, reduzindo o recrutamento de novos adultos com base na capacidade de suporte da planta. As simulações geradas pelo modelo, considerando os efeitos (letais ou subletais) da aplicação individual dos extratos de *A. indica*, *S. adstringens* e *S. saponaria*, demonstraram forte impacto na dinâmica populacional de *B. tabaci*. O efeito da aplicação combinada de todos os extratos provocou uma mudança ainda mais drástica na dinâmica populacional da praga, mantendo baixa densidade populacional durante todo o ciclo do tomateiro. Portanto, as simulações resultantes do modelo, sugerem que a aplicação individual ou combinada dos extratos de nim, na fase de colonização, barbatimão, na fase de ovo e saboneteira, na fase de ninfa, pode ser uma alternativa eficiente de controle populacional de *B. tabaci* biótipo B na cultura do tomateiro. O modelo desenvolvido também pode ser útil para a seleção de produtos a serem utilizados no manejo de pragas.

Palavras-chave: Agricultura orgânica, modelagem matemática, extratos botânicos, controle alternativo de pragas, plantas inseticidas.

## ABSTRACT

The tomato *Lycopersicon esculentum* is one of the most important vegetable crops of the world, and Brazil one of the main producing countries of this vegetable. However, the cultivation of tomato is a major challenge due to its high susceptibility to various pests. Whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B, is a major pest causing serious damage to plant, sucking the sap and injecting toxins that weaken the plant. It is also the main vector of virus that affects the plant. Currently, the main whitefly control method is spraying synthetic chemical insecticides. However, the use of these products cause damage to human health, environmental problems and select resistant pest populations. Thus, it is evident the need for alternative methods which are less harmful to the health and more environmentally safe. Botanical insecticides are degraded faster in the environment, have low toxicity to mammals, have more than one active ingredient, which can hinder the development of resistance by pest. In addition, many of them are selective, do not affecting their natural enemies. Thus, plant extracts present a less harmful alternative that can be even used in organic production systems. In the Chapter 1 of this study, experiments were performed to test the effect aqueous extracts of seven plant species in the behavior and mortality of *B. tabaci* biotype B in tomato plants growed in greenhouse. To set the concentrations of each extract to be used in the study, experiments were performed to test phytotoxicity for each plant extract in different concentrations. The followings concentrations (weight/volume) were set: *Stryphnodendron adstringens* 10%; *Strychnos pseudoquina* 10%; *Azadirachta indica* 3%; *Petroselinum crispum* 2%; *Vernonia condensata* 5%; *Sapindus saponaria* 1%; and *Symphytum officinali* 2%. It was found that the extracts *A. indica*, *S. adstringens*, *P. crispum* and *S. saponaria* presented potential to control whitefly in tomato to reduce the colonization in around 50% (*A. indica* and *S. adstringens*), and oviposition in more than 50% (*A. indica*), in addition to affect the viability of eggs, 50,8% mortality (*S. adstringens*) and survival of nymphs, 73,4% mortality (*S. saponaria*). In the Chapter 2 a deterministic model was developed to verify the impact of former tested plants extracts on the population dynamics of the whitefly. We used differences equations for populations structured in discrete stages of development, from the biological parameters of the whitefly, obtained in the literature and in the experiments of this study. This model which considers the resource unlimited has generated exponential growth curves with a population explosion of more than 40 thousand adult individuals per plant at the end of the harvest, unlike reality seen in the field. So, this model was adjusted by the inclusion of part of the logistic growth equation, where the emigration rates are dense-dependent for the adult stage. Then we evaluated three possible

carrying support  $K = 2000, 500, \text{ and } 200$  adults/plant. The inclusion of the density dependence function corrected the exponential growth of the initial model. Thus, the increase in density adults per plant, produced the increase of emigration newly hatched adults, reducing its recruitment based on the plant carrying capacity. Simulations generated by the model considering the effects (lethal or sublethal) resulting from application of each single extract of *A. indica*, *S. adstringens*, and *S. saponaria* showed strong impact on the population dynamics of *B. tabaci*. Effect of combined application of all extracts, caused even more drastic change in the population dynamics of pest, keeping the density low throughout the tomato cycle. This way, results from the simulations suggests that individual or combined application of extracts of *A. indica* during colonization, *S. adstringens* on egg stage, and *S. saponaria* on nymph stage can be an alternative and efficient method for population control of *B. tabaci* biotype B in tomato crops. The model developed may also be useful selection of products to be used in pest management.

Key-words: Biopesticide, mathematics model, botanical extracts, pest alternative control, insecticide plants.

## INTRODUÇÃO GERAL

### Agricultura e sustentabilidade

O homem começou a cultivar plantas e criar animais no período neolítico, entre dez a dezesseis mil anos atrás (Thacker, 2002; Mazoyer & Roudart, 2008). Técnicas simples e rudimentares utilizadas inicialmente, foram evoluindo ao longo dos séculos e novas tecnologias e ferramentas foram introduzidas no sistema a cada revolução agrícola, e assim, gradualmente, os ecossistemas naturais foram sendo cada vez mais alterados (Mazoyer & Roudart, 2008). Ecossistemas naturais apresentam alta resiliência com habitats heterogêneos, grande diversidade de espécies e interações tróficas complexas. Agroecossistemas, de forma inversa, são ecologicamente instáveis, apresentando estrutura simplificada e baixa diversidade de espécies devido à intervenção humana (Gliessman, 2000).

A revolução agrícola dos tempos modernos, que ocorreu ao longo da última metade do século XX, foi importante para a economia agrícola, trazendo inovações tecnológicas e práticas que permitiram grande aumento na produtividade no campo. No entanto, nem todos os agricultores foram beneficiados por essas tecnologias, acentuando-se as desigualdades sociais. Além disso, as práticas desenvolvidas nesse sistema, como o cultivo intensivo do solo, a monocultura, o melhoramento genético e o uso de fertilizantes e agrotóxicos, não levaram em conta as consequências de longo prazo e a dinâmica ecológica dos agroecossistemas (Gliessman, 2000; Mazoyer & Roudart, 2008). O aumento de áreas cultivadas no sistema agrícola convencional contribuiu para a degradação de habitats, perda da biodiversidade e de diversos serviços ecossistêmicos, dos quais a própria agricultura depende (Tilman, 1999; Pretty, 2007). A biodiversidade tem papel ecológico essencial nos agroecossistemas e está relacionada, por exemplo, ao controle de pragas realizado por inimigos naturais e na conservação do solo, onde diversos organismos estão envolvidos na decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes influenciando na disponibilidade de nutrientes para as plantas (Altieri, 1999).

Se não houver uma mudança de atitude e as práticas atuais da agricultura convencional continuarem, as projeções para o futuro são dramáticas (Tilman *et al.*, 2001). A monocultura, sob o ponto de vista ecológico, leva a diversas consequências, como por exemplo, à instabilidade e suscetibilidade a pragas. Áreas extensas de monocultura oferecem recursos concentrados para herbívoros, são aparentes para a imigração de pragas, e ainda carecem de

recursos para o estabelecimento dos inimigos naturais (Altieri & Nicholls, 2005). As atividades agrícolas, através da deposição de grandes quantidades de insumos e poluentes, contribuem para a poluição dos sistemas aquáticos, contaminação do solo e da atmosfera alterando diversos processos ecológicos e comprometendo o funcionamento dos ecossistemas e da saúde humana (Carpenter *et al.*, 1998; Conway & Pretty, 2009).

Diante da crise econômica e ambiental que a agricultura moderna tem apresentado e da previsão de aumento da demanda por alimentos nas próximas décadas, intensificaram-se os debates quanto à necessidade de se desenvolver tecnologias e práticas que garantam produtividade agrícola de maneira sustentável. Um verdadeiro desafio para agricultores, pesquisadores e governantes (Tilman *et al.*, 2002; Scherr & McNeely, 2008; Tilman *et al.*, 2011; UNCTAD, 2013; FAO, 2014).

A agricultura sustentável agrega conceitos ecológicos visando o aumento da resiliência e resistência dos agroecossistemas, buscando fazer melhor uso dos bens e serviços providos pela natureza, aplicando tecnologias e práticas que melhoram a produtividade para os agricultores sem desconsiderar os processos ecológicos (Pretty, 2007). De acordo com Conway (2003), Altieri & Nicholls (2005) e Pretty (2007), tecnologias e práticas agrícolas sustentáveis envolvem, entre outras:

- Manejo integrado de pragas (MIP): uso de técnicas para controlar pragas de forma que favoreça o controle natural e uso de agrotóxicos somente quando outras opções são ineficazes;
- Controle biológico: uso de inimigos naturais para controlar as pragas;
- Plantas de cobertura: cultivo de plantas para proteção e cobertura do solo, adubação verde e aumento da abundância e diversidade de insetos benéficos;
- Policultivo: cultivo simultâneo de duas ou mais culturas no mesmo talhão de plantio;
- Agroflorestas: cultivo de herbáceas entre árvores e arbustos perenes em sistemas diversos e semi-perenes; e
- Barreiras vegetais: cultivo de plantas com função de barreiras para contenção do vento e redução de dispersão de pragas e corredores ecológicos que favorecem a dispersão de insetos benéficos.



Projetos visando o aumento da sustentabilidade de agroecossistemas implementados em alguns países em desenvolvimento, apresentaram aumento da produtividade, melhoria da qualidade da água, redução da erosão do solo, aumento no estoque de carbono, aumento da biodiversidade, diminuição do uso de pesticidas sintéticos, formação de organizações sociais mais fortes e melhor conexão com instituições políticas externas (Pretty *et al.*, 2006; Pretty, 2007).

No contexto da sustentabilidade agrícola, surgiu na década de 70 a agroecologia, uma ciência multidisciplinar baseada em métodos e princípios ecológicos e que leva em consideração questões sociais e econômicas. Práticas tradicionais utilizadas desde os primórdios da agricultura, juntamente com tecnologias modernas sustentáveis, tornaram-se parte dos estudos da agroecologia (Gliessman, 2000; Altieri, 2002). Métodos aplicados por agricultores tradicionais valorizam a diversidade de espécies, buscam acumular a matéria orgânica do solo, fazem a reciclagem de nutrientes, armazenam água e mantêm a biodiversidade funcional, fornecendo, dessa forma, uma perspectiva mais sustentável a longo prazo para a gestão agrícola (Altieri, 2004b).

Dentro da abordagem agroecológica, a agricultura orgânica, em que o equilíbrio ecológico é desejável para o sucesso do sistema, baseia-se em práticas e técnicas de manejo que levam em consideração a complexidade do sistema e as diversas interações existentes (Souza, 1998; Souza, 2015). A agricultura orgânica protege o ambiente de forma mais adequada que a agricultura convencional (Altieri, 2002), e os impactos ambientais e uso de recursos da agricultura orgânica em relação à agricultura convencional são menos prejudiciais em diversos aspectos (Stolze *et al.*, 2000). Tecnologias utilizadas na agricultura orgânica, em comparação com o sistema convencional, promovem benefícios como: maior quantidade de matéria orgânica e nitrogênio no solo; redução da erosão do solo e redução da incidência de pragas devido à rotação de culturas; redução da poluição e benefício para a agricultura através da reciclagem de resíduos de animais; e aumento da biodiversidade devido à biomassa abundante tanto acima quanto abaixo do solo (Pimentel, 2005). A agricultura orgânica, se adaptada às condições locais climáticas, geográficas e sociais, pode promover desenvolvimento agrícola acessível aos pequenos e médios produtores, e dessa forma, fortalecer a estrutura do sistema agrícola de forma socialmente justa e economicamente e ambientalmente sustentável (Kristiansen & Merfield, 2006; FAO, 2015). No Brasil o sistema orgânico de produção deve atender os princípios estabelecidos na Lei 10.831 de dezembro de 2003, que além dos princípios

agroecológicos, também leva em consideração as relações sociais e trabalhistas envolvidas na produção (BRASIL, 2003; BRASIL, 2007).

Entidades governamentais e não governamentais, pesquisadores e sociedade civil tem se empenhado em desenvolver e implementar a agroecologia e a produção orgânica (Kristiansen & Merfield, 2006; UNCTAD, 2013; EC, 2014; MDA, 2016) que vem ganhando espaço no mercado mundial. De acordo com dados de 2015 são 179 países com agricultura orgânica (172 em 2014); cerca de 50.9 milhões de hectares destinados à produção orgânica (somente 11 milhões em 1999); 2.4 milhões de agricultores orgânicos (em 1999 eram 200 mil apenas); e vendas atingindo quase 82 bilhões de dólares (em 2000 foram 17.9 bilhões) (Lernoud & Willer, 2017; Willer & Lernoud, 2017). No entanto, apesar do crescimento considerável da agricultura orgânica, os investimentos em programas com ênfase em agroecologia ainda são pouco expressivos em relação aos recursos destinados à agricultura convencional (DeLong *et al.*, 2016). Apesar do aumento da demanda por produtos mais saudáveis, a disponibilidade de produtos orgânicos ainda é pequena e os preços são altos comparados com os convencionais, isso dificulta o acesso da grande maioria dos consumidores que acaba tendo que optar pelos produtos convencionais que são mais acessíveis (Yiridoe *et al.*, 2005; Lockie *et al.*, 2006; Wynen, 2006; Terrazzan & Valarini, 2009; Smolinski *et al.*, 2011).

Maior investimento em políticas públicas que forneça subsídios à produção, pesquisa, e assistência técnica são fundamentais para melhorar as condições dos produtores orgânicos, e reduzir os entraves à adesão ao sistema, aumentando o número de produtores, o que aumentaria a oferta de produtos orgânicos, facilitando o acesso a esses produtos por parte dos consumidores (Wynen, 2006).

Embora as práticas do sistema orgânico envolvam o manejo do solo e práticas culturais que mantém a saúde do solo e os serviços ecossistêmicos, buscando o equilíbrio ecológico e a prevenção de problemas fitossanitários (Souza & Resende, 2006; Sujii *et al.*, 2010), frequentemente, os produtores orgânicos enfrentam problemas com pragas em suas culturas (Letourneau & Bruggen, 2006). Nesse caso, como última opção, o produtor pode usar medidas curativas para manter a população da praga sob controle, porém, isso deve ser feito respeitando os princípios agroecológicos (Zehnder *et al.*, 2007). Um dos fatores limitantes para a expansão de sistemas de produção orgânica no Brasil, é a falta de produtos fitossanitários para uso na agricultura orgânica (MDA, 2016). Este sistema, segue uma abordagem diferenciada quanto às formas de controle de pragas e doenças, onde produtos químicos sintéticos comumente

utilizados em sistemas convencionais são substituídos por alternativas mais naturais à base de fungos, bactérias, insetos e extratos vegetais (Letourneau & Bruggen, 2006; Souza & Resende, 2006; MAPA, 2018a). A legislação brasileira da produção orgânica trata de forma diferenciada os insumos destinados à agricultura orgânica, com o objetivo de simplificar e agilizar o processo de registro (BRASIL, 2003; BRASIL, 2007), sem deixar de lado a preocupação com a saúde, meio ambiente e a eficiência agrônômica (MAPA, 2011; MAPA/ANVISA/IBAMA, 2011; MAPA 2014). Estes insumos recebem a denominação de “produto fitossanitário com uso aprovado para a agricultura orgânica” (MAPA/ANVISA/IBAMA, 2011).

Apesar da oferta de produtos fitossanitários para uso na agricultura orgânica ter aumentado nos últimos anos (MAPA, 2018a), ainda é insuficiente para atender a demanda por esses produtos (MDA, 2016). Além da baixa disponibilidade de recursos financeiros e de pessoal, a escassez de estudos é um dos entraves para o registro e a disponibilização de produtos fitossanitários adequados à produção orgânica (MDA, 2016).

Neste contexto, plantas cultivadas suscetíveis ao ataque de um grande número de insetos praga e doenças, como o tomateiro, tornam-se um grande desafio para os sistemas de produção orgânica (Leal, 2006; Souza, 2010; Michereff Filho *et al.*, 2014). Dessa forma, mais investimentos em estudos e pesquisas com insumos para esse sistema, são necessários para a viabilização de alternativas de controle de pragas de forma eficiente e segura (MDA, 2016).

### **A cultura do tomateiro**

A família Solanaceae é extremamente grande e diversa (Taylor, 1986). Além do tomate, importantes hortaliças que fazem parte da mesma família são a batata *Solanum tuberosum* L., a berinjela *Solanum melongena* L. e o pimentão *Capsicum cordiforme* Mill. (Dusi *et al.*, 1993).

O tomateiro é uma solanácea herbácea originária de uma espécie silvestre da região andina, a *L. esculentum* var. *Cerasiforme* (Figueira, 2005). O tomateiro tem sido referido na literatura como *Solanum lycopersicum* L., *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten e *Lycopersicon esculentum* Miller, não tendo ainda uma definição sobre qual nome científico é o correto, porém, o mais comumente utilizado é *Lycopersicon esculentum* Miller (Taylor, 1986; Knap & Jarvis, 1990).

O cultivo do tomate já ocorria no México e em países da América Central e do Sul antes da chegada dos espanhóis, a partir daí o tomate foi levado para a Europa e ali começou a ser cultivado no século XVI, ganhando importância somente a partir do século XIX, sendo

atualmente considerado uma das culturas vegetais mais importantes do mundo (Dusi *et al.*, 1993; Bergougnoux, 2014; Tüzel & Öztekin, 2017). O tomate é uma importante fonte de nutrientes, os quais são importantes para a saúde humana (Bergougnoux, 2014). É rico em vitaminas A e C, minerais e fibras, além de ser uma importante fonte de licopeno, um poderoso antioxidante (Bergougnoux, 2014; Wakil *et al.*, 2017). Pesquisas recentes têm sugerido que o licopeno é um antioxidante que pode reduzir o risco de certas doenças como alguns tipos de câncer e doenças cardiovasculares (Burton-Freeman & Reimers, 2011).

O tomateiro, devido a suas origens, se desenvolve em condições de clima tropical de altitude e subtropical, fresco e seco e alta luminosidade. Temperaturas acima de 35°C prejudicam a frutificação e temperaturas muito baixas também podem afetar o desenvolvimento da planta, sendo a faixa de temperatura ideal para o cultivo de 20 a 25°C durante o dia e de 11 a 18°C durante a noite (Souza, 2010; Carmo & Caliman, 2010). O excesso de chuvas pode favorecer a proliferação de fungos e bactérias, prejudicando a cultura, mas, esse problema tem sido minimizado com a implementação de cultivos protegidos (Dusi *et al.*, 1993; Leal, 2006; Souza, 2010).

Cuidados para o sucesso no cultivo do tomateiro incluem: escolha da área que deve ser exposta ao sol com solo de fácil drenagem, leves, ricos em matéria orgânica, baixo índice de acidez e alta fertilidade; escolha de variedades resistentes; escolha de sementes de qualidade; realização de tratamentos culturais necessários como irrigação adequada, tutoramento e amarrio que normalmente são feitos em tomateiro que produz frutos para o consumo *in natura*, desbrota, controle fitossanitário, adubação e retirada de plantas invasoras que concorrem em água, luz e nutrientes com o tomateiro (Dusi *et al.*, 1993; Leal, 2006; Souza, 2010).

Existem várias cultivares e híbridos que apresentam forma, sabor e coloração variados. As diversas cultivares e híbridos do tomate são agrupados em: Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete ou Italiano, Cereja e Holandês, no entanto, a nomenclatura desses grupos não possui um consenso entre as regiões (Souza & Resende, 2006; Carmo & Caliman, 2010). No caso das cultivares, também denominadas variedades, os produtores podem colher as sementes numa safra para plantá-las nos próximos cultivos, pois, possuem características homogêneas e estáveis ao longo das gerações, já para as sementes de híbridos não se recomenda o replantio, pois, perdem o vigor ao longo das gerações (Carmo & Caliman, 2010).

O tomate é destinado tanto para o consumo *in natura*, quanto para a indústria sendo produzido e consumido o ano inteiro, mesmo com certa sazonalidade da oferta que varia de

acordo com as safras de verão e inverno. Os preços também variam com a oferta, sendo, normalmente, mais elevados entre março e junho, e preços mais baixos entre outubro e janeiro, por outro lado, essas diferenças vêm sendo reduzidas com aumento de regiões produtoras e melhorias nos sistemas de produção (Borel *et al.*, 2010).

O crescimento do consumo do tomate no mundo tem demandado a expansão dessa cultura (Carvalho & Pagliuca, 2007), o que demanda também constante evolução tecnológica e conhecimentos específicos para o cultivo (Borel *et al.*, 2010). Mundialmente a produção de tomate alcançou mais de 170 milhões de toneladas em 2014, sendo a China responsável pela maior parte da produção (FAOSTAT, 2014).

No Brasil, um dos principais países produtores de tomate no mundo, o tomateiro é uma das culturas hortícolas de maior importância econômica e social, com grande volume de produção e geração de empregos (Carvalho & Pagliuca, 2007; Quezado-Duval *et al.*, 2013). O Brasil está entre os dez maiores produtores de tomate do mundo (Wakil *et al.*, 2017). Em 2017 a estimativa da produção alcançou mais de 4 milhões de toneladas, sendo o Estado de Goiás o maior produtor com cerca de 28,5% da produção total (IBGE, 2017).

Um dos maiores desafios para a produção de tomate se deve à alta suscetibilidade da planta a diversas pragas e doenças (Dusi *et al.*, 1993; Quezado-Duval *et al.*, 2013). Diversas espécies de insetos provocam sérios danos ao tomateiro ao se alimentarem da planta e muitos transmitem vírus como, por exemplo, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* (Gennadius)) biótipo B, tripses (*Frankliniella schultzei* Trybom e *Thrips palmi* Karny), pulgões (*Myzus persicae* Sulzer e *Macrosiphum euphorbiae* Thomas), traça-do-tomateiro (*Tuta adsoluta* Meyrick) broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis* Guennée), broca-grande (*Helicoverpa zea* Boddie) e percevejo rendado (*Corythaica cythicalis* Costa) (Leal, 2006; Moura *et al.*, 2014). As principais doenças que afetam o tomateiro são: a requeima causada pelo fungo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, a mancha de cladospório provocada pelo fungo *Cladosporium fulvum* Cooke, mancha de estenfilio provocada por fungos do gênero *Stenphylium* principalmente *Stenphylium solani* Weber e a murcha bacteriana causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum* Smith (Dusi *et al.*, 1993; Leal, 2006). A mosca-branca, *B. tabaci*, biótipo B, é um dos principais insetos vetores de vírus que afetam a cultura do tomateiro (Dusi *et al.*, 1993; Quezado-Duval *et al.*, 2013). Tais problemas têm limitado a produtividade e elevado o custo da produção (Quezado-Duval *et al.*, 2013).

## ***Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**

### *Taxonomia e distribuição geográfica*

A ordem Hemiptera é um grupo grande e diversificado de insetos e é o maior grupo dos insetos hemimetábolos, com cerca de 89 mil espécies conhecidas distribuídas em quatro subordens: Heteroptera (cerca de 38 mil espécies), Auchenorrhyncha (cerca de 35 mil espécies), Sternorrhyncha (cerca de 16 mil espécies) (Grazia *et al.*, 2012). Os hemípteros variam consideravelmente na forma do corpo, asas, antenas, histórias de vida e hábitos alimentares (fitófagos, predadores, hematófagos) e habitam principalmente as regiões tropicais (Thiplehorn & Johnson, 2011). Praticamente todos os Sternorrhyncha e Auchenorrhyncha são fitófagos e sua estrutura bucal especializada os tornam muito eficientes em se alimentar de plantas (Grimaldi & Engel, 2005).

Enquanto que entre os predadores há várias espécies benéficas à agricultura, no grupo de hemípteros fitófagos, estão muitas espécies que causam sérios danos às plantas cultivadas (Grazia *et al.*, 2012), dentre estas, espécies de um grupo popularmente conhecido como moscas-brancas (Byrne & Bellows, 1991). São referidas como moscas-brancas, diversas espécies pertencentes à subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae, como por exemplo, *Bemisia tabaci*, *B. berbericola* Cockerell, *Trialeurodes vaporariorum* West., *Dialeurodes citri* Ashmead, *Singhiella citrifolii* Morgan e *Aleurothrixus floccosus* Maskel (Hodges & Evans, 2005).

*Bemisia tabaci* tem se destacado entre as moscas-brancas, sendo considerada uma grave ameaça para plantas cultivadas em todo o mundo. Sua importância como praga agrícola é devido principalmente ao fato de ser um inseto vetor de diversas espécies de vírus, como dos gêneros *Begomovirus* e *Crinivirus* para as plantas hospedeiras (Brown, 2010; EFSA, 2013).

Mound & Halsey (1978) listaram 22 sinónimas para *B. tabaci*, sendo que *Aleurodes tabaci* foi a primeira descrição feita para a espécie por Gennadius há mais de 120 anos na Grécia, onde foram encontrados indivíduos da espécie colonizando plantas de tabaco *Nicotiana tabacum* (Solanaceae).

*Bemisia tabaci*, possui uma grande variabilidade genética, apresentando diferenças no tamanho, fertilidade, amplitude de hospedeiros, habilidade em induzir mudanças fisiológicas nas plantas hospedeiras e diferenças também na habilidade de transmitir viroses (Bedford *et al.*, 1994; Rosell *et al.*, 1997; De Barro & Hart, 2000; Brown, 2010), provocando intenso debate

sobre sua classificação. Estudos de comparação morfológica, análises moleculares e filogenéticas e testes de acasalamento têm sido realizados na tentativa de compreender melhor a taxonomia de *B. tabaci* (De Barro *et al.*, 2011). Wool *et al.* (1994) evidenciaram diferenciação genética entre populações de *B. tabaci*, concluindo que existe um complexo de raças. Brow *et al.* (1995) sugeriram a existência de um complexo de biótipos encontrados em diferentes hospedeiros e com capacidade de transmitir diferentes vírus. De Barro & Hart (2000) constataram certo grau de incompatibilidade genética entre *B. tabaci* biótipo B e populações nativas da Austrália. Em 2005, De Barro encontrou heterogeneidade genética e isolamento reprodutivo entre populações de *B. tabaci* sugerindo que há um complexo de espécies irmãs. Recentemente, Xu *et al.* (2010) verificaram incompatibilidade reprodutiva entre populações de *B. tabaci*, concluindo que existe um complexo de espécies crípticas, nessa mesma linha, De Barro *et al.* (2011) sugeriu que há um complexo de espécies morfológicamente indistinguíveis. Queiroz *et al.* (2017) mostraram, através de identificação molecular, a variabilidade genética de *B. tabaci* em várias culturas de diversas localidades do Brasil. Identificaram indivíduos de *B. tabaci* biótipo B (80% das amostras) em diversas culturas e indivíduos de *B. tabaci* BR, um biótipo nativo do Brasil (4% dos indivíduos coletados), sendo este biótipo encontrado em culturas de algodão.

Especificamente, quanto à *B. tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B, um estudo em 1994 a descreveu como sendo uma nova espécie, *B. argentifolii* (Bellows & Perring), baseado em diferenças na morfologia e no padrão de migração de aloenzimas. Segundo esses autores, *B. argentifolii* diferencia-se no quarto ínstar pela ausência de uma seta submarginal dorsal; pela largura das pregas traqueais torácicas que são mais estreitas que as de *B. tabaci*; e as projeções marginais de cera das dobras traqueais posteriores são estreitas, com filamentos de cera curtos e frágeis enquanto que em *B. tabaci*, essas projeções são largas e robustas. No adulto, existe diferença na distância de migração de aloenzimas para três sistemas enzimáticos (Bellows *et al.*, 1994).

A denominação *B. argentifolli*, apareceu em alguns estudos posteriores (Rosell *et al.*, 1997; Hodges & Evans, 2005), porém, será referida no presente estudo, como *B. tabaci* biótipo B, pois, é a classificação mais comumente utilizada.

O local de origem de *B. tabaci* é incerto, acredita-se que tenha se originado em algum país do oriente e que sua dispersão para a América possa ter ocorrido a partir da Índia, no início do século XX, através de atividades de comercialização e transporte de plantas ornamentais

realizadas pelo homem (Mound, 1983; Byrne & Bellows, 1991; Brown *et al.*, 1995). Atualmente, *B. tabaci* ocorre em diversos países, principalmente em regiões tropicais e subtropicais de clima quente (De Barro *et al.*, 2011; McAuslane & Smith, 2015), tendo sido considerada praga de grande importância em sistemas agrícolas nas Américas desde 1981 (Haji *et al.*, 2000).

No Brasil, a entrada de *B. tabaci* biótipo B, provavelmente ocorreu através do transporte da planta ornamental poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch - *Euphorbiaceae*) nos anos de 1990, inicialmente no estado de São Paulo e posteriormente disseminou-se para praticamente todos os estados, sendo atualmente o biótipo predominante em diversas culturas no país (Lourenção & Nagai, 1994; Haji *et al.*, 2000; Villas Bôas, 2005; Quezado-Duval *et al.*, 2013; Queiroz *et al.*, 2017).

#### *Biologia e dinâmica populacional*

*Bemisia tabaci* biótipo B, pode se reproduzir de forma sexuada ou partenogênética, sendo que ovos fertilizados geram descendentes machos e fêmeas, e ovos não fertilizados geram somente descendentes machos (partenogênese arrenótoca) (Salas & Mendoza, 1995; Villas Bôas, 2005).

Os adultos são pequenos, medindo de 1 a 2 mm de comprimento, sendo os machos menores que as fêmeas, possuem aparelho bucal picador-sugador e dois pares de asas membranosas de cor branca (Byrne & Bellows, 1991; Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005). Salas & Mendonza (1995) e Villas Bôas *et al.* (2002) verificaram que a razão sexual foi favorável às fêmeas, porém, pode apresentar variação sazonal com machos predominando em determinada época do ano e também variação de acordo com a idade da fêmea, que produz uma maior proporção de machos à medida que envelhece (Horowitz & Gerling, 1992).

Os ovos medem de 0,2 a 0,3 mm, têm o formato de pera e inicialmente apresentam coloração amarela que vai escurecendo ao longo da incubação, apresentando coloração marrom quando próximos à eclosão. São depositados principalmente na face inferior das folhas e presos por um pedúnculo curto, que além de prender o ovo à folha, tem também a função de absorver água que é essencial para o desenvolvimento do ovo. Os ovos, normalmente ficam dispostos em forma de um círculo completo ou parcial, formado a partir do movimento de rotação da



fêmea em torno de seu aparelho bucal que permanece preso à folha enquanto oviposita (Mound & Halsey, 1978; Haji *et al.*, 2005; Walker *et al.*, 2010).

As ninfas têm aparelho sugador labial, são translúcidas e apresentam coloração amarela a amarelo-claro. As ninfas de primeiro ínstar são bem pequenas e apresentam pernas e antenas relativamente longas, se locomovem sobre as folhas até encontrarem um local adequado para se fixarem, e a partir daí iniciam a alimentação através da sucção da seiva, não se movendo mais nos próximos ínstars até o momento da emergência do adulto. As ninfas de 2º, 3º e 4º ínstars apresentam pernas e antenas atrofiadas. A ninfa de quarto ínstar (também chamada de pupário) é caracterizada por apresentar olhos vermelhos. A emergência do adulto ocorre através de uma abertura em forma de “T” invertido na região anterior dorsal do pupário do último ínstar da ninfa, sendo que no caso de uma ninfa ser parasitada, o pupário apresentará uma abertura em forma de um círculo irregular por onde emergiu o parasitoide (Mound & Halsey, 1978; Haji *et al.*, 2000; Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005).

O macho vive de 9 a 17 dias e as fêmeas em média 62 dias, podendo por de 100 a 300 ovos durante toda a sua vida dependendo da temperatura e planta hospedeira (Villas Bôas *et al.*, 2002; Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005).

O desenvolvimento e a dinâmica populacional da mosca-branca são influenciados por diversos fatores nos ecossistemas agrícolas, como temperatura, precipitação, planta hospedeira, vento, métodos de produção, inimigos naturais, senescência da cultura e até mesmo pelas culturas hospedeiras vizinhas (Horowitz, 1986; Villas Bôas *et al.*, 2002; Leite *et al.*, 2005; Haji *et al.*, 2005; Henneberry *et al.*, 2007; Asiimwe *et al.*, 2016).

Villas Bôas *et al.* (2002) estudaram o potencial biótico da mosca-branca em diversos hospedeiros, e constaram que para a cultura do tomate em casa de vegetação ( $25 \pm 8^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 10\%$  UR), a razão sexual foi favorável às fêmeas (2:1), o ciclo ovo-adulto foi de  $27,5 \pm 0,7$ , houve maior mortalidade na fase de ovo com  $30,1 \pm 7,0\%$ , na fase de ninfa de 4º ínstar a mortalidade foi de  $21,0 \pm 7,3\%$ , sendo a mortalidade total cerca de 45,5%.

Salas & Mendoza (1995) avaliaram o desenvolvimento e oviposição de *B. tabaci* em plantas de tomate em condições de laboratório ( $25^\circ\text{C}$  e 65% UR), e apresentaram os seguintes resultados: período de incubação do ovo:  $7,3 \pm 0,5$  dias; primeiro ínstar:  $4,0 \pm 1,0$  dias; segundo ínstar:  $2,7 \pm 1,1$  dias; terceiro ínstar  $2,5 \pm 0,7$  dias; quarto ínstar:  $5,8 \pm 0,3$  dias; ciclo de vida: 22,3 dias; tempo de oviposição:  $16,7 \pm 3,2$ ; fecundidade:  $194,9 \pm 50,1$  ovos por fêmea. A

longevidade foi em torno de 19 dias tanto para machos quanto para fêmeas, a razão sexual foi 1:2,7 macho-fêmea e a viabilidade dos ovos foi de 86,5%.

O desenvolvimento de *B. tabaci* biótipo B, foi analisado em oito genótipos de tomate em casa de vegetação por Fancelli & Vendramim (2002) e foi constatado que a oviposição, o período de incubação e a viabilidade dos ovos, o número de ninfas e a viabilidade ninfal foram influenciados pelo genótipo do tomate.

Ao longo do ano com as mudanças sazonais, a dinâmica populacional da mosca-branca sofre alterações, normalmente com baixo crescimento populacional no inverno e grande infestação no período mais quente (Gerling *et al.*, 1980; Henneberry *et al.*, 2007). Condições climáticas extremas podem provocar declínio populacional de *B. tabaci* (Horowitz, 1986). Dependendo da temperatura o período de incubação do ovo pode variar de 5 a 23 dias, o ciclo de vida pode variar de 14 a 107 dias e a taxa de mortalidade também varia muito com a temperatura (Henneberry *et al.*, 2007).

Horowitz *et al.* (1984) estudaram a dinâmica populacional de *B. tabaci* em culturas de algodão em Israel, e verificaram que a mortalidade na fase de ovo foi a que mais contribuiu com a mortalidade total e o parasitismo foi um fator importante de mortalidade no 2º e 3º ínstaes.

Em um estudo realizado no Brasil por Albergaria *et al.* (2003), constatou-se que diversos fatores causam mortalidade de *B. tabaci* em culturas de soja, no entanto, não identificaram o fator chave de mortalidade, por outro lado, identificaram o parasitoide *Encarsia* spp. como fator de mortalidade importante na fase de “pupa” e os fatores de mortalidade que atuam na fase de 3º instar foram os que mais contribuíram para a mortalidade total.

Naranjo & Ellsworth (2005) verificaram que a mortalidade em *B. tabaci* biótipo B, em culturas de algodão nos Estados Unidos foi maior no quarto instar ninfal e que a predação é a principal causa de mortalidade nessa fase, destacando a importância da conservação dos predadores para o manejo eficiente da praga.

Sousa *et al.* (2016) investigaram os principais fatores de mortalidade de ninfas de 3º e 4º instar de *B. tabaci* em sistemas orgânicos e convencionais de cultivo de tomate no Distrito Federal. Neste trabalho, os autores verificaram que o sistema de cultivo influenciou a mortalidade das ninfas, sendo que a mortalidade nos sistemas orgânicos foi significativamente maior que nos sistemas convencionais. Também foi constatado que a contribuição de cada fator

de mortalidade na mortalidade total difere entre os sistemas, sendo que no sistema orgânico, a predação é o fator-chave de mortalidade. Por outro lado, a predação tem pouca influência na mortalidade das ninfas nos sistemas convencionais, sendo o desalojamento o principal fator de mortalidade de ninfas nesses sistemas.

*Bemisia tabaci* é uma espécie multivoltina que se reproduz continuamente ao longo do ano, movendo-se através das diversas espécies de plantas hospedeiras, desde hortaliças a ervas daninhas (Byrne e Bellows, 1991; Brown *et al.*, 1995). Há relatos de que a mosca-branca pode migrar para áreas distantes de seu local de origem, movendo-se em grande número a alturas de 1 a 3 m acima do solo (Naranjo *et al.*, 2010). Em estudo para verificar as características de dispersão da mosca-branca, Byrne (1999) verificou que parte da população migra para culturas próximas e parte se dispersa para áreas mais distantes (mais de 2 km). Também foi verificado que a mosca-branca pode direcionar ativamente o voo, não sendo então, completamente direcionada pelo vento.

Sabendo que muitos fatores bióticos e abióticos podem influenciar no ciclo de vida de *B. tabaci* alterando o tempo de desenvolvimento ou causando mortalidades, faz-se importante conhecer também o impacto que tais fatores podem provocar em sua dinâmica populacional, podendo, a partir daí, definir estratégias de manejo da praga.

#### *Importância nos sistemas agrícolas*

A mosca-branca é uma espécie amplamente polífaga podendo se alimentar de mais de 500 espécies de plantas hospedeiras (Mound & Halsey, 1978). Algumas das culturas mais prejudicadas pela mosca-branca são melão, melancia, abóbora, tomate, pimentão, brócolis, couve-flor, repolho, algodão, soja, feijão, uva, crisântemo e bico-de-papagaio (Haji *et al.*, 2000; Haji *et al.*, 2005; Henneberry *et al.*, 2007). Sendo, a cultura do tomate, uma das preferidas pela mosca-branca que apresenta um alto potencial biótico para esta planta hospedeira, conseqüentemente, ocasionando sérios danos a esta cultura (Villas Bôas *et al.*, 2002; Haji *et al.*, 2005).

Surtos populacionais da mosca-branca estão relacionados a fatores como o desenvolvimento de monoculturas, aumento de uso de fertilizantes e outras tecnologias de produção, como o uso intensivo de inseticida que pode provocar a indução de resistência e a supressão de inimigos naturais da praga (Henneberry *et al.*, 2007).

*Bemisia tabaci* biótipo B causa danos às culturas de forma direta: suga a seiva reduzindo o vigor da planta, e injeta uma toxina no tomateiro que causa o amadurecimento irregular do fruto, o que pode dificultar no reconhecimento do ponto de colheita, reduzir a produção e interferir na qualidade da pasta no caso de tomate para a indústria (Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005). Além disso, causa danos indiretos ao excretar uma substância açucarada favorecendo o desenvolvimento do fungo fumagina (*Capnodium* spp.) que forma uma cobertura escura nas folhas prejudicando a realização de fotossíntese (Byrne & Bellows, 1991; Naranjo & Legg, 2010). Entretanto, o dano mais severo induzido pela mosca-branca é a transmissão de vírus (Lapidot & Polston, 2010), estando associada à transmissão de *Begomovirus* e *Crinivirus* ao tomateiro (Michereff Filho *et al.*, 2014). Uma vez adquirido o vírus, a mosca-branca passa a transmiti-lo por toda a sua vida (transmissão tipo persistente ou circulativa) (Moura *et al.*, 2014). Tomateiros infectados pelos vírus apresentam inicialmente, clorose na base dos folíolos entre as nervuras, evoluindo para um mosaico amarelo que por fim acomete toda a planta, tornando as folhas coriáceas e com intensa rugosidade (Haji *et al.*, 2005). A virose também causa nanismo na planta, enrolamento das folhas, despigmentação nos frutos e pode ser disseminado rapidamente na cultura podendo ocasionar perdas de 40 a 70% da produção quando infecta plantas de tomate (Villas Bôas, 2005).

#### *Formas de controle*

Algumas das estratégias de controle da mosca-branca são: controle biológico, realizado por inimigos naturais como insetos parasitoides, insetos e ácaros predadores e fungos entomopatogênicos; o controle cultural através da formação de barreiras vivas utilizando sorgo forrageiro ou milho por exemplo, seleção de sementes de boa qualidade e mudas saudáveis, destruição dos restos culturais e realização de rotação de culturas; adoção do vazio sanitário, onde ocorre a proibição, normalmente em nível regional, do cultivo de determinadas culturas em determinado período do ano; escolha de variedades resistentes; e controle químico através do uso de inseticidas (Haji *et al.*, 2000; Hilje *et al.*, 2001; Horowitz *et al.*, 2011; MAPA, 2003).

O controle biológico realizado por inimigos naturais tem sido muito eficaz para controlar diversos insetos praga na agricultura (Horowitz *et al.*, 2011). Diversos inimigos naturais de *B. tabaci* têm sido relatados, entre eles várias espécies de insetos dos gêneros *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Amitus*, *Metaphycus*, *Cycloneda* e *Chrysoperla*; fungos entomopatogênicos como *Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii* e *Aschersonia*

*aleyrodides* e ácaros como *Euseius ovalis* (Oliveira *et al.*, 2003; Henneberry *et al.*, 2007; Arnó *et al.*, 2010).

Pesquisas científicas referentes ao controle biológico de *B. tabaci* tem crescido e muitos estudos mostram que os inimigos naturais podem causar altas taxas de mortalidade em populações de *B. tabaci*, e já existem no mercado, alguns produtos comerciais dessa linha disponíveis. No entanto, surtos populacionais de mosca-branca persistem, e tem causado sérios danos a diversas culturas em vários países, e o controle biológico, parece, muitas vezes não apresentar o efeito esperado (Naranjo, 2001; Arnó *et al.*, 2010; Horowitz *et al.*, 2011). Diversos fatores podem interferir na capacidade dos inimigos naturais de controlar a praga, como por exemplo o clima, a predação, a competição, a falta de abrigo e de alimentos, e certas práticas agrícolas como a monocultura e o uso intensivo de inseticida que pode suprimir os inimigos naturais da praga (Gerling *et al.*, 1980; Naranjo, 2001; Henneberry *et al.*, 2007).

Algumas técnicas de manejo podem melhorar o ambiente, tornando-o mais favorável aos inimigos naturais, por exemplo, o cultivo de plantas hospedeiras de predadores e parasitoides, o policultivo que pode favorecer a presença de insetos benéficos e o uso de bioinseticidas seletivos que podem atuar no controle da praga sem suprimir os inimigos naturais (Naranjo, 2001).

A diversidade e abundância de inimigos naturais, em geral, é maior em cultivos orgânicos em relação aos cultivos agrícolas convencionais (Bengtsson *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2016). Um estudo realizado por Togni *et al.* (2010b) mostrou que no consórcio de tomate com coentro, a abundância e riqueza de predadores e parasitoides foi maior em relação ao monocultivo de tomate. No caso da mosca-branca que é um inseto polífago, o policultivo, além de favorecer a presença de inimigos naturais, também pode afetar o comportamento do inseto, fazendo com que em meio à diversidade de hospedeiros, a mosca-branca tenha dificuldade em selecionar a planta hospedeira e a oviposição é diminuída devido ao maior tempo de procura pelo melhor hospedeiro (Bird & Kruger, 2006).

Devido aos prejuízos causados pela mosca-branca, principalmente pela transmissão de vírus, o MAPA implantou, em 2003, o Manejo Integrado de Pragas do Tomateiro em cultivos para processamento industrial determinando medidas de controle, dentre as quais, o vazio sanitário que prevê um período de 60 a 120 dias livres de cultivo de tomate, devendo esse período ser determinado de acordo com as peculiaridades de cada região (MAPA, 2003).

O Manejo Integrado de Pragas – MIP, onde as ações e práticas de controle levam em consideração aspectos econômicos, toxicológicos, ambientais e sociais, propõe a integração de métodos de controle baseados no monitoramento da praga de forma a estabelecer uma estratégia eficiente no controle da mosca-branca (Villas Bôas, 2005; Hilje *et al.*, 2001), e muitas dessas práticas podem ser adotadas nos sistemas orgânicos de produção (Souza & Resende, 2006; Sujii *et al.*, 2010).

No entanto, o controle de *B. tabaci* no tomateiro em sistemas convencionais, é feito praticamente com o uso de inseticidas químicos sintéticos (Melo & Vilela, 2005), muitas vezes, de forma inadequada (Haji *et al.*, 2000; Henneberry *et al.*, 2007). O uso indiscriminado desses produtos tem acarretado sérios problemas ambientais, para a saúde humana e para a própria cultura com o surgimento de populações de pragas resistentes aos produtos (Moura *et al.*, 2014). Sem assistência técnica muitos produtores adquirem os inseticidas sem receituário agrônomico, e os aplicam sem observar as recomendações de uso e não cumprem os prazos de carência (Araújo *et al.*, 2001).

No Brasil, é crescente o uso de agrotóxicos na produção agrícola (Carneiro *et al.*, 2015) e boa parte dos alimentos consumidos pelos brasileiros, apresentam resíduos de agrotóxicos não autorizados ou autorizados, mas acima do LMR (Limite Máximo de Resíduo) (ANVISA, 2013; ANVISA, 2016). O uso indiscriminado de agrotóxicos pode causar sérios problemas ao meio ambiente e à saúde humana (Conway & Pretty, 2009; Moura, 2014).

O uso de inseticidas botânicos, quando aplicados adequadamente (Cloyd, 2004), pode ser uma alternativa eficiente e mais segura para organismos não-alvos e ambiente (Koul & Walia, 2009). A maioria dos constituintes de derivados botânicos se degradam rapidamente, minimizando o contato residual e favorecendo a imigração ou reintrodução de inimigos naturais e polinizadores (Isman & Machial, 2006). Além disso, a maioria dos inseticidas botânicos tem baixa toxicidade a mamíferos e baixa fitotoxicidade, se obedecidas as indicações de uso (Cloyd, 2004). Em sistemas agroecológicos, os agricultores são orientados a utilizar – como medidas mais drásticas e ocasionalmente, inseticidas botânicos para controlar pragas específicas sem causar danos desnecessários ou irreparáveis (Altieri, 2004a). Assim, o uso cauteloso de inseticidas botânicos pode ser uma importante ferramenta no manejo de *B. tabaci*, atuando no controle da praga sem suprimir os inimigos naturais (Naranjo, 2001).

Estudos recentes têm comprovado o potencial de extratos e óleos vegetais no controle de pragas agrícolas (Santos *et al.*, 2007; Lima *et al.*, 2008; Knaak *et al.*, 2012; Ateyyat *et al.*, 2009; Roh *et al.*, 2011; Hammad *et al.*, 2014). E mesmo que de forma restrita e concentrada em

poucas espécies de plantas, formulações comerciais de inseticidas botânicos já fazem parte dos sistemas agrícolas em alguns países (Isman, 2006). Biopraguicidas a partir de plantas podem ser indicados como forma alternativa de controle de pragas agrícolas nos programas de Manejo Integrado de Pragas - MIP (Koul & Walia, 2009; Bailey *et al.*, 2010). Também podem ser adequados ao sistema orgânico de produção, onde, um dos princípios consiste em não utilizar insumos para o controle de pragas que sejam maléficos à saúde humana, animal ou do ecossistema (MAPA, 2011; MAPA, 2014).

*Bemisia tabaci* biótipo B tem grande capacidade para desenvolver resistência aos inseticidas (Haji *et al.*, 2000). Intercalar a aplicação de inseticidas com diferentes ingredientes ativos pode evitar ou retardar a evolução da resistência da mosca-branca, sendo uma estratégia para manter o controle da praga (Moura *et al.*, 2013). Os inseticidas botânicos dificultam o desenvolvimento de resistência pelas pragas, pois, normalmente os extratos vegetais possuem mais de um princípio ativo (Gallo *et al.*, 2002). Algumas pesquisas indicam que extratos ou óleos de determinadas plantas podem alterar o comportamento e o desenvolvimento de *B. tabaci*, biótipo B, com efeito repelente, efeito deterrente de oviposição e efeito inseticida (Cavalcante *et al.*, 2006; Baldin *et al.*, 2007; Ateyyat *et al.*, 2009; Pinheiro *et al.*, 2009; Nzanza & Mashela, 2012; Baldin *et al.*, 2015).

No sistema orgânico, o manejo de pragas no cultivo do tomate envolve inicialmente as práticas que visam prevenir a infestação. Uma importante estratégia de controle, por exemplo, é a escolha de variedades e cultivares adaptadas às condições locais e ao sistema de plantio seja no campo ou em ambiente protegido, também as práticas que mantêm a diversidade de inimigos naturais são fundamentais (Leal, 2006; Souza, 2010). No entanto, mesmo com as medidas preventivas, certas pragas são persistentes e, nesse momento os produtores precisam ter à disposição uma medida de controle (Letourneau & Bruggen, 2006; Souza, 2010). No caso da mosca-branca o problema é agravado devido a possibilidade da transmissão de fitovirose, que pode ser transmitida para toda a cultura mesmo com um pequeno número de indivíduos infectados, tendo relato de que apenas um adulto de mosca-branca por planta de tomate pode potencialmente, infectar toda a cultura (Haji *et al.*, 2005).

Atualmente, para o controle de *B. tabaci* biótipo B, existem poucos produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica disponíveis no mercado brasileiro. Somente alguns produtos à base de *Beauveria bassiana* e produtos à base de óleo de *Azadirachta indica* (MAPA, 2018a). Outra alternativa indicada aos produtores orgânicos no Brasil para o controle da mosca-branca na cultura do tomateiro, é o plantio em consórcio com

o quinquilho ou trombeta (*Datura estramonium*) ou uso do extrato dessa planta pela infusão das folhas (MAPA, 2017).

No Brasil, para se obter o registro de um produto com uso aprovado para a agricultura orgânica, somente poderão ser usadas na composição do produto, as substâncias permitidas na legislação de orgânicos, as quais devem, entre outras exigências, estar de acordo com os princípios da produção orgânica, apresentar eficiência agrônômica e o mínimo risco possível ao ecossistema e à saúde humana (MAPA, 2011; MAPA, 2014).

### **Derivados de plantas no manejo de pragas agrícolas**

As plantas produzem diversas substâncias químicas, os metabólitos primários, os quais têm função nutricional e os metabólitos secundários, que estão relacionados com a defesa contra herbívoros (Raven *et al.*, 1992; Townsend *et al.*, 2010). As substâncias químicas secundárias, devido ao seu papel ecológico, podem ser classificadas como “aleloquímicos”, os quais são substâncias químicas não-nutricionais produzidas por uma espécie, que afeta o crescimento, a saúde, o comportamento ou a biologia populacional de outras espécies (Schoonhoven *et al.*, 2005). As plantas com tais propriedades podem desempenhar papel importante no manejo de pragas na agricultura (Koul & Walia, 2009).

As principais classes de metabólitos secundários são: compostos nitrogenados (alcaloides, aminas, aminoácidos não-proteicos, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos), terpenoides, (hemiterpenos, monoterpenos, sesquiterpenos, homoterpenos e diterpenos) e compostos fenólicos (fenólicos simples, flavonoides, estilbenos, lignanas e taninos) (Raven *et al.*, 1992; Menezes, 2005; Vizzoto *et al.*, 2010; War *et al.*, 2011). Tais substâncias podem ter sido adquiridas pelas plantas ao longo de milhões de anos, como mecanismos de defesa, em resposta à pressão de seleção evolutiva exercida pelos herbívoros (Begon *et al.*, 2008; Townsend *et al.*, 2010). Esses compostos agem como repelentes, inibidores de crescimento, deterrentes alimentares e de oviposição e como toxinas para muitas espécies de insetos e outros herbívoros (Schoonhoven *et al.*, 2005).

O uso de derivados de plantas para o controle de pragas agrícolas, remota aos tempos das antigas civilizações, há relatos que mencionam o uso de plantas venenosas no controle de pragas na China, Egito, Grécia e Índia há cerca de 2000 anos a.C. (Thacker, 2002; Isman, 2006). Recentemente, com o advento da agricultura moderna e avanços tecnológicos, classes de



inseticidas químicos sintéticos foram descobertas, como os organoclorados, organofosforados, carbamatos, e piretroides, por volta de 1930 a 1950 (Isman, 2006). Desde então, os inseticidas botânicos foram gradativamente substituídos, e o manejo de pragas tem sido fortemente dependente do uso de produtos químicos sintéticos (Bailey *et al.*, 2010). Se por um lado, essas substâncias sintéticas colaboraram com o aumento da produção agrícola, por outro, trouxeram inúmeros problemas, como poluição dos cursos de água, ação tóxica para organismos não alvos, acúmulo de resíduos tóxicos em alimentos, intoxicação de produtores rurais e toxicidade aos inimigos naturais e polinizadores (Isman, 2006; Bailey *et al.*, 2010). Atualmente, o sistema agrícola mundial é fortemente dependente do uso de agrotóxicos. No Brasil, o mercado mundial de agrotóxicos tem crescido acima da média mundial, em 2012 foi considerado o maior mercado de agrotóxicos do mundo (Carneiro *et al.*, 2015).

Devido aos problemas causados pelo uso de praguicidas sintéticos, a busca por produtos menos prejudiciais tem levado ao desenvolvimento de novos agentes de controle mais seletivos e menos prejudiciais à saúde e ao ambiente (Koul & Walia, 2009; Bailey *et al.*, 2010). Dessa forma, biopraguicidas a partir de derivados vegetais oferecem uma alternativa aos praguicidas químicos sintéticos, pois, podem ser empregados com o mesmo propósito, porém com menor impacto ambiental (Menezes 2005; Barbosa *et al.*, 2006; Bailey *et al.*, 2010). Estudos mostram que diversas plantas apresentam substâncias com potencial para controle de pragas (Isman & Machial, 2006; Koul & Walia, 2009), seja pela ação inseticida, como deterrente de alimentação, como regulador de crescimento ou pela interferência no comportamento da praga (Schoonhoven *et al.*, 2005; Alexenizer & Dorn, 2007).

Os principais produtos botânicos usados atualmente, são o piretro, a rotenona, o nim e óleos essenciais. Também são usados de forma mais restrita a nicotina, a rianodina e a sabadila, além de outros óleos e extratos vegetais que são usados em menores volumes e mais regionalmente (Isman, 2006; Cloyd *et al.*, 2009; Hammad *et al.*, 2014).

Os óleos essenciais são líquidos voláteis de odor característico e apresentam bioatividade contra diversos insetos e outras pragas. São extraídos a partir da destilação das folhas ou outras partes de determinadas plantas (Isman & Machial, 2006). Em sua maioria, os óleos essenciais, não são tóxicos para mamíferos, aves e peixes. Entretanto, deve haver cautela, pois, polinizadores e inimigos naturais podem ser vulneráveis aos produtos baseados em óleos essenciais (Isman, 2006).

O piretro é extraído das flores secas da margarida de *Tanacetum cinerariaefolium* (Asteraceae). As piretrinas são as principais substâncias ativas com atividades inseticidas extraídas da planta (Isman, 2006). As piretrinas agem por contato ou ingestão, sendo muito tóxicas e de rápida ação contra os insetos (Menezes, 2005). Normalmente as formulações de inseticidas comerciais a base de *T. cinerariaefolium* contêm de 20 a 25% de piretrinas. Globalmente, cerca de 80% dos inseticidas botânicos comerciais, são feitos a partir do piretro (Isman, 2006).

A rotenona é derivada de plantas Fabaceae dos gêneros *Derris* spp., *Lonchocarpus* spp. e *Tephrosia* (Menezes, 2005). Seu uso é questionado devido a estudos que mostram sua toxicidade a mamíferos (Betarbet *et al.*, 2000; Isman, 2006). Outros inseticidas que também são usados de forma mais restrita são a nicotina, extraída do tabaco *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), os compostos derivados da sabadila (*Schoenocaulon officinale* – Linaceae) e a rianodina extraída de *Ryania speciosa* (Flacuorticaceae) (Isman, 2006). Certos princípios ativos da sabadila são extremamente tóxicos a mamíferos, no entanto, em concentrações consideradas seguras, a sabadilla e ryania são usadas em formulações comerciais de inseticidas, por agricultores orgânicos em alguns países (Isman, 2006). A nicotina é um alcaloide usado há muito tempo como inseticida. Porém, atualmente, seu uso tem sido limitado devido à alta toxicidade a mamíferos, assemelhando-se, em sua toxicidade, a certos inseticidas sintéticos (Isman, 2006; Dimetry, 2014). É considerado um dos inseticidas botânicos mais tóxicos aos seres humanos, facilmente absorvido pelos olhos, pele e mucosa (Menezes, 2005; Isman, 2006). No Brasil, no sistema orgânico de produção, o uso de extratos de fumo, piretro, rotenona e azadiractina naturais deverá ser autorizado pelos órgãos de controle, sendo proibido o uso de nicotina pura (MAPA, 2011).

Da árvore do nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) são extraídos óleos e extratos com substâncias que apresentam diversos efeitos tóxicos sobre os insetos (Koul *et al.*, 1990; Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000). A azadiractina é o princípio ativo mais importante do nim, a qual interfere na síntese e distribuição dos hormônios da ecdise, levando a uma ecdise incompleta nos insetos imaturos (NRC, 1992; Menezes, 2005). Nos adultos, a azadiractina pode levar as fêmeas à esterilidade e também atua como um importante antialimentar para muitos insetos (Isman, 2006). Outro fator importante é que o nim não é considerado tóxico para mamíferos, peixes e polinizadores, sendo mundialmente aprovado para a agricultura orgânica (Menezes, 2005; Isman, 2006). A descoberta das propriedades do nim, trouxe novas perspectivas ao uso

de substâncias derivadas de plantas e impulsionou o desenvolvimento de inseticidas botânicos (Isman, 2006).

Os extratos podem ser aquosos (extraídos com água) ou orgânicos (extraídos com álcool, etanol, metanol, acetona, hexano, entre outras substâncias orgânicas (Gallo *et al.*, 2002). O extrato aquoso é de fácil obtenção e de menor custo (Menezes, 2005). Além disso, os demais solventes podem sofrer alguma restrição quanto ao seu uso, principalmente na agricultura orgânica (MAPA, 2011).

Neste estudo foram utilizados extratos aquosos das seguintes plantas: nim *A. indica*, salsa *Petroselinum crispum*, saboneteira *Sapindus saponaria*, quina-do-cerrado *Strychnos pseudoquina*, barbatimão *Stryphnodendron adstringens*, confrei *Symphytum officinali*, boldo-baiano *Vernonia condensata*. A motivação para escolha dessas espécies partiu do conhecimento empírico sobre o uso dessas plantas na medicina popular e documentos com indicações de receitas caseiras dessas plantas como inseticidas naturais (Vila Verde *et al.*, 2003; Barbosa *et al.*, 2006; Souza & Felfili, 2006; Previero *et al.*, 2010). Também foram observados alguns dos critérios para seleção de praguicidas botânicos apresentados por Dimetry (2014), como por exemplo: utilizar plantas que não exigem cuidados dispendiosos para seu cultivo; escolher plantas que não tenha valor econômico muito alto; dar preferência às plantas que possuem uso adicional, como na medicina, por exemplo. Além disso, foram escolhidas espécies nativas ou que já estão há muito tempo estabelecidas no Brasil, sendo comumente cultivadas em hortas e pomares.

Exceto *A. indica*, para qual existem diversos estudos, foram encontradas poucas informações sobre as espécies de plantas pesquisadas neste estudo, principalmente referente à utilização no controle de pragas agrícolas. O que evidencia a necessidade de estudos com base científica, que esclareçam o potencial dessas espécies para inserção das mesmas no mercado de produtos fitossanitários. Abaixo são apresentadas as informações encontradas na literatura sobre cada planta que foi testada nos experimentos desse estudo:

***Azadirachta indica*** – O nim *A. indica* A. de Jussieu (Rutales: Meliaceae) é uma árvore grande (30 m de altura) de folhas perenes originária da Índia ou Myanmar, atualmente é cultivada em diversos países para reflorestamento e produção de matéria prima para inseticidas e medicamentos (NRC, 1992; Koul, 2004). Diversos princípios ativos do nim têm sido identificados em diferentes partes da planta, sendo as azadiractinas os mais importantes (Isman, 2006). Azadiractinas são um complexo de tetranortriterpenóide limonóide que possuem efeito

tóxico e efeitos no comportamento e fisiologia da praga (Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Koul, 2004). Além de inseticida, o nim pode atuar como repelente, antialimentar, regulador de crescimento, inibidor de oviposição, na interrupção de acasalamento e provocando esterilização das fêmeas (Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Cowles, 2004; Schoonhoven *et al.*, 2005). Atualmente, o nim é a espécie botânica mais estudada, destacando-se por sua alta eficiência e baixíssima toxicidade a mamíferos (Menezes, 2005). Muitas formulações comerciais do nim estão disponíveis em vários países, inclusive para uso na agricultura orgânica (Koul, 2004; Menezes, 2005; Isman, 2006; MAPA, 2018a).

***Petroselinum crispum*** – a salsa *P. crispum* Mill. (Umbeliferae), é uma herbácea originária da região Mediterrânea, também conhecida como salsinha, possui várias propriedades farmacológicas, podendo agir como analgésico, anticoagulante, laxativo, diurético, hipotensivo, antibacteriano e antifúngico. *P. crispum* possui vários compostos bioativos, como flavonoides, sesquiterpenos e monoterpenos (Farzaei *et al.*, 2013).

***Sapindus saponaria*** – a saboneteira *S. saponaria* L. (Sapindaceae) é uma planta semidecídua que ocorre da Região Amazônica até Goiás e Mato Grosso. É comumente conhecida como saboneteira, saboeiro, sabão-de-macaco, sabão-de-soldado, saponária ou pau-de-sabão (Corrêa, 1978; Lorenzi, 1992). É uma árvore de pequeno porte (até 9 m de altura) e de crescimento rápido, normalmente utilizada em paisagismo e recuperação de áreas degradadas. Os frutos servem para lavar roupa, pois, contêm saponina. As sementes são duras e usadas em artesanatos (Lorenzi, 1992).

***Strychnos pseudoquina*** – a quina-do-cerrado *S. pseudoquina* A. St.-Hill. (Loganiaceae) é uma árvore pequena (até 4m de altura), nativa do Cerrado brasileiro, conhecida também como, falsa-quina, quina-branca, quina-do-campo, casca-aromática, entre outros nomes populares. Por suas propriedades tônica e febrífuga, já foi umas das plantas medicinais mais usadas do Brasil, sendo utilizada também contra cólicas, problemas estomacais e hepáticos, como depurativo e anti-inflamatório (Almeida *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2005; Souza & Felfili, 2006). Estudos fitoquímicos dessa espécie relatam a presença de triterpenoides, esteroides, flavonoides e alcaloides (Andrade-Neto *et al.*, 2003; Mendonça *et al.*, 2007; Large *et al.*, 2013). Extratos de *S. pseudoquina*, bem como flavonoides isolados da planta, apresentaram efeito contra parasitas da leishmaniose (Large *et al.*, 2013).

***Stryphnodendron adstringens*** – o barbatimão *S. adstringens* (Mart.) Coville ou *Stryphnodendron barbatiman* Mart. (Fabaceae (Leguminosae – Mimodoideae)) é uma árvore de

pequeno porte (de até 5m), nativa e endêmica do Cerrado, conhecida também como barba-de-timão, chorãozinho-roxo, barbatimão-verdadeiro e casca-da-virgindade. É uma espécie bastante conhecida pelo seu valor medicinal, sendo uma importante fonte de tanino. Possui propriedades adstringentes e cicatrizantes e já foi bastante utilizada no curtume de couro. O barbatimão é utilizado também na medicina popular como antibacteriano, anti-inflamatório, antisséptico, tratamento bucal, para combater afecções escorbúticas, gonorreia, hérnia, feridas hemorrágicas, malária e diarreias (Corrêa, 1926; Lorenzi, 1992; Almeida *et al.*, 1998; Vila Verde *et al.*, 2003; Souza & Felfili, 2006). Recentemente, as propriedades bioativas de *S. adstringens* têm sido verificadas em alguns estudos. Soares *et al.* (2008) verificaram efeito antibacteriano de extratos de barbatimão em microrganismos da cárie dental. Jesus *et al.* (2011) relataram efeito deterrente de oviposição, em *Plutella xylostella* L., provocado pelo extrato aquoso de *S. adstringens*. Silva *et al.* (2015) verificaram efeito de extrato de barbatimão na reparação de feridas cirúrgicas de dermatite digital bovina. Alves *et al.* (2016) evidenciaram efeito antibacteriano do extrato do barbatimão.

***Symphytum officinali*** – *S. officinali* L. (Boraginaceae) é uma herbácea originária da Ásia e da Europa, conhecida popularmente como confrei, língua-de-vaca, orelha-de-burro, consólida, entre outras denominações (Bertolucci *et al.*, 2008). Os principais constituintes químicos são a alantoína, alcaloides, taninos, glicosídeos flavônicos, esteroides e glicosídeos saponínicos (Toledo *et al.*, 2003; Ferrari *et al.*, 2012). É uma espécie utilizada na medicina popular contra inflamação externa, e indicado também para uso na agricultura contra pulgões e como adubo foliar (Barbosa *et al.*, 2006; Souza & Felfili, 2006). Um estudo realizado por Knaak *et al.* (2012), mostrou que *S. officinalis* afetou o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, prolongando a duração da fase pupal.

***Vernonia condensata* Baker** – o boldo-baiano é um arbusto alto da família Asteraceae, possivelmente nativo da África, está amplamente distribuído nos estados do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Possui várias sinonímias sendo *Vernonia condensata* Baker uma das mais empregadas (MS/ANVISA, 2014). Apresenta em sua constituição diferentes metabólitos secundários como fenólicos, alcaloides, taninos, saponinas, flavonoides, terpenoides e esteroides (Risso *et al.*, 2010; Toyang & Verpoorte, 2013). Extratos de boldo-baiano, preparados de diferentes formas, são utilizados na medicina popular contra diarreia, constipação, dor de estômago, vermes intestinais e infecções bacterianas (MS-ANVISA, 2014).

A biodiversidade de plantas tem oferecido uma vasta e importante fonte de materiais biologicamente ativos para uso na proteção das plantas cultivadas, seja na forma de extratos, óleos essenciais ou aleloquímicos puros (Thacker, 2002; Akhtar & Isman, 2004; Alexenizer & Dorn, 2007; Koul & Walia, 2009; Hammad *et al.*, 2014). Entretanto, a disponibilização de inseticidas comerciais à base de plantas é ainda muito restrita (Isman, 2006).

A principal barreira para uso de derivados de plantas no controle de pragas é atribuída à dificuldade de regulamentação governamental (Isman, 2006; Isman & Machial, 2006; Tangtrakulwanich & Reddy, 2014). A carência de pesquisas sobre eficiência e toxicidade sobre organismos não-alvos e tolerância de resíduos em alimentos tem dificultado o processo de regulamentação (Menezes, 2005). Assim, o presente estudo visa gerar informações que colaborem com a disponibilização de alternativas mais naturais, à base de extratos vegetais, para o controle de *B. tabaci* biótipo B.

Além de conhecer os efeitos letais e subletais que os extratos podem provocar sobre a praga, é importante também conhecer o impacto desses efeitos sobre sua dinâmica populacional. Simulações da dinâmica populacional de insetos-praga têm sido realizadas através de modelos matemáticos (Sgrillo & Cunha, 1985; Sujii *et al.*, 2002). Modelos matemáticos podem prever o tamanho de uma população (Gotelli, 2009), sendo uma ferramenta importante, capaz não só de descrever a abundância, mas também, muito útil para o entendimento da dinâmica populacional da praga, os processos biológicos envolvidos e o comportamento das populações frente às variações dos agroecossistemas, podendo imitar o que ocorre em campo (Sujii, 1998; Battel *et al.*, 2012). Conhecer bem a dinâmica populacional de *B. tabaci* biótipo B será muito importante para a definição de estratégias de manejo dessa praga.

Dessa forma, visando conhecer os efeitos da aplicação de extratos vegetais sobre *B. tabaci* biótipo B e o impacto desses efeitos em sua dinâmica populacional, para assim, fornecer informações que colaborem com o desenvolvimento de alternativas mais naturais para o controle da praga, este trabalho foi realizado em duas etapas, as quais foram descritas nessa dissertação em dois capítulos: No primeiro capítulo foram realizados experimentos em casa-de-vegetação, para avaliar os efeitos de extratos aquosos de sete espécies de plantas no comportamento e na sobrevivência de *B. tabaci* biótipo B em cultivos de tomate; no segundo capítulo foi desenvolvido um modelo matemático, a partir do qual foram geradas simulações da dinâmica populacional da mosca-branca em cultura de tomate em diferentes situações. Primeiramente, a partir de dados disponíveis na literatura e dados experimentais deste estudo,

foram realizadas simulações considerando diversos parâmetros biológicos e alguns fatores de mortalidade em determinadas fases do inseto. Posteriormente, foram feitas as mesmas simulações, porém, com a inserção dos efeitos da aplicação de extratos vegetais nas diferentes fases de desenvolvimento do inseto.

## **CAPÍTULO I**

**Efeito de extratos vegetais sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em culturas de tomate em casa-de-vegetação**



## Resumo

O tomateiro é uma cultura de grande importância, porém, de difícil cultivo devido ao ataque de diversas pragas. Entre estas, *Bemisia tabaci* biótipo B, pois, causa sérios danos à cultura ao sugar a seiva, injetar toxina, favorecer o desenvolvimento de fungo e atuar como vetor de diversos vírus. A principal forma de controle de *B. tabaci* é a aplicação de inseticidas sintéticos, que provocam diversos problemas para o ecossistema e para a saúde humana. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de extratos aquosos de sete espécies de plantas no comportamento de adultos e na mortalidade de imaturos de *B. tabaci* biótipo B em cultivos de tomate em casa-de-vegetação. Antes de realizar os experimentos com *B. tabaci*, foram realizados testes de fitotoxicidade de cada extrato, em diferentes concentrações, a fim de determinar as concentrações que não provocasse injúrias ao tomateiro. As concentrações (p/v) indicadas para cada extrato foram: barbatimão, *Stryphnodendron adstringens* 10%; quina-do-cerrado, *Strychnos pseudoquina* 10%; nim, *Azadirachta indica* 3%; salsa, *Petroselinum crispum* 2%; boldo-baiano, *Vernonia condensata* 5%; saboneteira, *Sapindus saponaria* 1%; e confrei, *Symphytum officinali* 2%. As plantas pulverizadas com *A. indica* e *S. adstringens*, apresentaram redução de cerca de 50% de colonização de adultos de *B. tabaci* em relação aos respectivos controles. As plantas tratadas com *A. indica* apresentaram redução de 54% no número de ovos em relação aos controles. As plantas pulverizadas com extratos de *S. adstringens* e *P. crispum*, foram as que apresentaram maiores médias de ninfas que não eclodiram ( $50,82 \pm 12,29\%$  e  $38,29 \pm 19,52$  respectivamente). O extrato de *S. saponaria* foi o que provocou maior mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, com  $73,45 \pm 8,04\%$  de mortalidade média. Com base nos resultados deste estudo, verificou-se que os extratos de *A. indica*, *S. adstringens*, *P. crispum* e *S. saponaria* reduzem a colonização (*A. indica* e *S. adstringens*), a oviposição (*A. indica*), a sobrevivência dos ovos (*S. adstringens* e *P. crispum*) e das ninfas (*S. saponaria*). Dessa forma, estes extratos apresentam potencial para uso no controle de *B. tabaci* biótipo B em culturas de tomate, como uma alternativa sustentável e de fácil utilização.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, mosca-branca, pragas agrícolas, inseticidas botânicos, efeitos letais e subletais, controle alternativo de pragas.

## Introdução

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* Miller é uma solanácea herbácea originária da região andina (Figueira, 2005). Atualmente, é considerada uma das culturas vegetais mais importantes do mundo (Dusi *et al.*, 1993; Tüzel & Öztekin, 2017). O Brasil é um dos principais países produtores dessa hortaliça no mundo, com grande volume de produção e geração de empregos (Carvalho & Pagliuca, 2007; Quezado-Duval *et al.*, 2013; FAOSTAT, 2014). Em 2017 a estimativa da produção no país alcançou mais de 4 milhões de toneladas, sendo o Estado de Goiás o maior produtor com cerca de 28,5% da produção total (IBGE, 2017). Um grande desafio para a produção do tomate se deve à alta suscetibilidade da planta a diversas pragas e doenças, sendo a mosca-branca, *B. tabaci* biótipo B, um dos principais insetos vetores de vírus que afetam a cultura (Dusi *et al.*, 1993; Quezado-Duval *et al.*, 2013).

*Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma espécie polífaga, podendo se alimentar de mais de 500 espécies de plantas (Haji *et al.*, 2000; Henneberry *et al.*, 2007), sendo considerada uma grave ameaça para plantas cultivadas em todo o mundo (Brown, 2010; EFSA, 2013). A cultura do tomate é uma das preferidas pela mosca-branca, que, conseqüentemente causa sérios danos à cultura (Villas Bôas *et al.*, 2002; Haji *et al.*, 2005). *B. tabaci* biótipo B causa danos às culturas de forma direta: sugando a seiva e injetando toxina no tomateiro que causa amadurecimento irregular do fruto; danos indiretos: excreta uma substância açucarada, o que favorece o desenvolvimento do fungo fumagina que forma uma cobertura escura nas folhas prejudicando a realização de fotossíntese (Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005); pode transmitir vírus ao tomateiro (por exemplo, *Begomovirus* e *Crinivirus*), que causa clorose nos folíolos tornando as folhas coriáceas e com rugosidade, nanismo na planta, enrolamento das folhas e clorose nos frutos, sendo esse o dano mais sério provocado pela praga, podendo ocasionar perdas de 40 a 70% da produtividade (Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005; Michereff Filho *et al.*, 2014).

O controle de *B. tabaci* no tomateiro é realizado principalmente através do uso de inseticidas químicos sintéticos (Melo & Vilela, 2005). Porém, o uso desses produtos tem causado sérios problemas ambientais, para a saúde humana e para o próprio cultivo com o surgimento de pragas resistentes a estes inseticidas (Conway & Pretty, 2009; Moura *et al.*, 2014). Os inseticidas botânicos podem ser uma alternativa menos prejudicial, pois, são de rápida degradação, baixa toxicidade a mamíferos e muitos são seletivos não afetando tanto os inimigos naturais (Menezes, 2005). Além disso, os extratos vegetais possuem mais de um

princípio ativo, o que pode dificultar o desenvolvimento de resistência pela praga (Gallo *et al.*, 2002). Assim, podem, ocasionalmente, serem usados também em sistemas agroecológicos (Altieri, 2004a). No Brasil, além das medidas preventivas e tecnologias apropriadas para a produção orgânica, os agricultores orgânicos também podem usar produtos fitossanitários no controle de pragas, desde que estes contêm em sua composição somente substâncias permitidas na legislação de orgânicos (MAPA, 2011; MAPA, 2014). No entanto, apesar da oferta de produtos fitossanitários para uso na agricultura orgânica ter aumentado nos últimos anos (MAPA, 2018a), ainda é insuficiente para atender a demanda por esses produtos (MDA, 2016). Atualmente, no Brasil, para o controle da mosca-branca, existem somente alguns produtos à base de *Beauveria bassiana* e produtos à base de *Azadirachta indica* (MAPA, 2018a). O interesse por parte de empresas em registrar produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica tem crescido a cada dia, só para extratos vegetais são mais de 40 solicitações de especificação de referência – etapa que antecede o pleito de registro (MAPA, 2018b). Porém, a escassez de estudos que comprovem a eficiência e a segurança desses produtos em relação ao meio ambiente e saúde humana tem dificultado o registro (MDA, 2016).

Nesse capítulo, foi avaliado o efeito de extratos aquosos de sete espécies de plantas no comportamento de adultos e na sobrevivência de imaturos de *B. tabaci* biótipo B em cultivos de tomate. As espécies de plantas selecionadas foram: *Azadirachta indica* A. de Jussieu, *Sapindus saponaria* L., *Strychnos pseudoquina* A. St.-Hill., *Stryphnodendron adstringens* Mart., *Symphytum officinali* L. *Petroselinum crispum* Mill. e *Vernonia condensata* Baker. Apesar dessas plantas serem conhecidas popularmente por suas propriedades medicinais e uso como inseticidas naturais (Vila Verde *et al.*, 2003; Barbosa *et al.*, 2006; Souza & Felfili, 2006; Previero *et al.*, 2010), há poucas informações científicas sobre essas espécies, principalmente relacionadas ao controle de pragas. Neste sentido, este estudo objetiva fornecer subsídios científicos para alternativas ecológicas de controle de *B. tabaci* biótipo B em cultivos de tomate, a partir do conhecimento do efeito dos extratos dessas plantas sobre a praga.

## **Material e métodos**

### *Condições experimentais*

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação ( $27 \pm 4^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 20\%$  UR) na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN, Brasília-DF, no período de agosto de 2016 a janeiro de 2018. Foram utilizadas plantas de tomate *L. esculentum*, híbrido BRS Sena, tolerante a doenças e ao begomovírus (Quezado-Duval *et al.*, 2014).

Para iniciar a criação, indivíduos adultos de *B. tabaci* foram coletados em uma plantação de couve (*Brassica oleracea*) mantida em campo aberto na Embrapa CENARGEN. Para a coleta das moscas-brancas foi utilizado um aspirador entomológico manual.

A criação da mosca-branca foi iniciada no mês de agosto de 2016 em casa-de-vegetação. Para manutenção da colônia, foram utilizadas plantas de couve plantadas em vasos de 1 a 3 L. Para minimizar problemas com competidores ou predadores e parasitoides da mosca-branca, os vasos foram colocados dentro de gaiolas (60 x 30 x 25 cm) cobertas com tecido *voil* (Figura 1.2). Sempre que necessário as plantas de couve eram substituídas por outras, normalmente quando as plantas envelheciam ou eram infestadas por alguma praga (fungos ou invertebrados fitófagos).

O biótipo B de *B. tabaci* induz o sintoma da anomalia “folha-prateada-da-aboboreira”, termo designado como “*squash silverleaf*” em inglês (Yokomi *et al.*, 1990; Costa *et al.*, 1993; Lourenção & Nagai, 1994). Assim, realizou-se a infestação de plantas de abóbora jerimum de leite *Curcubita moschata* com os indivíduos coletados. Posteriormente foi observado o sintoma do prateamento das folhas da aboboreira, indicando que se tratava do biótipo B (Figura 1.1).

#### *Coleta do material botânico e preparação dos extratos vegetais*

As partes coletadas e a localização das plantas (Figura 1.3) foram as seguintes: folhas de *Azadirachta indica* (nim): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN; frutos maduros de *Sapindus saponaria* (saboneteira): Instituto de Ciências Biológicas/IB - UnB; cascas de *Strychnos pseudoquina* (quina-do-cerrado): Jardim Botânico de Brasília; folhas de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão): Fazenda Água Limpa - UnB; folhas de *Symphytum officinali* (confrei): Horta Agroecológica - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento; folhas+ramos de *Petroselinum crispum* Mill. (salsa) e *Vernonia condensata* (boldo-baiano): foram adquiridas de produtores orgânicos do Distrito Federal. Todo material foi coletado no período de novembro de 2016 a abril de 2017. A identificação botânica das espécies foi confirmada pela descrição taxonômica das plantas e fotografias das estruturas vegetais (folhas,

sementes, frutos) disponíveis na literatura (Corrêa, 1926; Corrêa, 1978; Almeida *et al.*, 1998; Lorenzi, 1992; NCR, 1992; Ferrari *et al.*, 2012; MS/ANVISA, 2014).

Após a coleta, as partes das plantas foram lavadas em água destilada e secas em estufa. A temperatura da estufa e o tempo para secagem variaram dependendo da planta, de 30 a 40°C e de 24 a 48 horas. Após a secagem, o material foi triturado em liquidificador industrial até formar um pó fino, e depois armazenado em sacos plásticos, separados por cada espécie de planta, e acondicionados no refrigerador até o momento da preparação para a aplicação.

Para a obtenção dos extratos aquosos, o material botânico triturado de cada espécie foi pesado de acordo com a concentração previamente determinada para cada extrato (em testes preliminares) e misturado em 100 mL de água destilada em Erlenmeyer 200 mL, depois foi colocado em incubadora Shaker a 150 rpm em temperatura de 22°C por 24 horas. Após a homogeneização, a mistura foi coada em tecido *voil* e o extrato pronto transferido para o pulverizador manual de 500 mL, e utilizado logo na sequência.

#### *Concentração dos extratos*

Para definir a concentração do extrato de cada espécie de planta a ser utilizado nos experimentos, foram feitos testes preliminares com os extratos em diferentes concentrações para saber quais não provocariam fitotoxicidade ao tomateiro.

Dessa forma, foram necessários três experimentos em casa-de-vegetação, para se chegar numa concentração adequada para cada extrato. Nos três experimentos, para cada tratamento foi colocada em uma gaiola 60x30x25 cm coberta com tecido *voil*, uma planta de tomate com idade de 18 dias, plantada em vaso de 1L, e então a planta foi pulverizada uma vez com o tratamento. Foram três replicações (cada planta = uma réplica) e oito tratamentos (7 extratos e água destilada para controle). Depois de 7 dias da aplicação dos extratos, foi verificada a fitotoxicidade. Para isso, foi feita uma avaliação através da observação visual dos sintomas de injúrias e/ou queimaduras nas folhas. As observações foram feitas no microscópio estereoscópico, quando necessário.

No primeiro experimento a concentração foi de 3% (p/v) para os sete tipos de extratos: *Azadirachta indica*, *Petroselinum crispum*, *Sapindus saponaria*, *Strychnos pseudoquina*, *Stryphnodendron adstringens*, *Symphytum officinali* e *Vernonia condensata*. Neste teste foi constatada fitotoxicidade dos extratos de *P. crispum*, *S. saponaria* e *S. officinali* (Figura 1.4).

A partir dos resultados do primeiro experimento foi realizado o segundo experimento. Assim, os extratos de *P. crispum*, *S. saponaria* e *S. officinali* foram testados na concentração de 2% (p/v), mostrando ser possível a aplicação, nessa concentração, apenas dos extratos de *P. crispum* e *S. officinali*. Já o extrato de *S. saponaria* provocou fitotoxicidade a 2% (Figura 1.4). Os demais extratos foram testados na concentração de 5% (p/v), sendo que nessa concentração, o extrato de *A. indica* apresentou fitotoxicidade (Figura 1.4), ficando definida para esse extrato, a concentração de 3% (p/v).

No terceiro experimento, os extratos que não foram fitotóxicos ao tomateiro na concentração de 5%, *S. adstringens*, *S. pseudoquina* e *V. condensata*, foram testados na concentração de 10% (p/v) e o extrato de *S. saponaria* foi testado na concentração de 1%. O extrato de *V. condensata* provocou fitotoxicidade ao tomateiro na concentração de 10% (Figura 1.4). Assim, ficou definida a concentração de 5% para o *V. condensata*. Os extratos de *S. adstringens* e *S. pseudoquina* a 10% não provocaram fitotoxicidade, ficando estabelecida esta concentração para esses dois extratos. Concentrações acima de 10% não foram testadas, devido a dificuldades em se realizar pulverizações com extratos muito concentrados e também pela otimização de matéria prima. Além disso, de acordo com Dimetry (2014), um dos critérios para seleção de pesticidas botânicos, é dar preferência para espécies em que os ingredientes ativos sejam eficientes em baixas concentrações. Quanto ao extrato de *S. saponaria*, verificou-se que poderia ser aplicado somente na concentração de 1%, pois, concentrações acima dessa provocaram fitotoxicidade.

Dessa forma, ficaram definidas as seguintes concentrações para os experimentos com a mosca-branca: *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) 10% (p/v); *Strychnos pseudoquina* (quina) 10% (p/v); *Azadirachta indica* (nim) 3% (p/v), *Petroselinum crispum* (salsa) 2% (p/v), *Vernonia condensata* (boldo-baiano) 5% (p/v); *Sapindus saponaria* (saboneteira) 1% (p/v) e *Symphytum officinali* (confrei) 2% (p/v) (Tabela 1.1).

### *Desenho experimental*

Em todos os experimentos, as sementes de tomate foram semeadas em bandejas de plástico com 200 células. Após 12 dias da semeadura as mudas foram transplantadas para vasos de 1L (uma planta por vaso) e colocadas em gaiolas 60x30x25 cm, cobertas com tecido *voil* (unidade experimental). Foi montado um sistema de irrigação, no qual a água era colocada em

uma garrafa de plástico fixada do lado externo da gaiola conectada a um equipo para irrigação dentro da gaiola em um sistema de gotejamento (Figura 1.5). Esse esquema foi montado para evitar a entrada de insetos e outros organismos para a gaiola ou a saída dos indivíduos adultos de mosca-branca durante os experimentos.

Para avaliar o comportamento da mosca-branca, foram colocadas duas plantas por gaiola. Nos experimentos para avaliação dos efeitos ovicida e ninficida foi colocada uma planta por gaiola. Para a realização de cada experimento, foram escolhidos estágios fenológicos iniciais do tomateiro, de forma que atendessem as exigências do trabalho.

**Efeito no comportamento da mosca-branca (colonização e oviposição)** – para cada tratamento (1 gaiola com 2 plantas), quando as plantas estavam com 20 dias de idade, foram retiradas da gaiola para realização da pulverização. Uma planta foi pulverizada com o extrato e a outra com água destilada até o ponto de escorrimento. Após a pulverização as plantas foram recolocadas dentro da gaiola, e depois, foram liberados dentro da gaiola 50 indivíduos adultos de mosca-branca, coletados aleatoriamente entre machos e fêmeas. Para verificar a colonização ocorrida, 48 horas depois da liberação dos insetos, foi feita a contagem direta do número de adultos presentes em cada planta e para verificação da oviposição ocorrida em cada planta, as folhas foram destacadas e levadas ao laboratório para contagem dos ovos em lupa estereoscópica. Ao todo foram sete tratamentos (sete tipos de extratos) com três repetições cada, sendo 21 gaiolas dispostas ao acaso.

**Efeito ovicida** – Para avaliar o efeito ovicida, para cada tratamento (gaiola com 1 planta), quando a planta de tomate estava com 17 dias de idade, realizou-se a liberação de 25 indivíduos adultos de mosca-branca (não separados por sexo) dentro da gaiola. Os indivíduos foram deixados na gaiola durante 48 horas para oviposição. Após esse período, os indivíduos adultos foram retirados com aspirador entomológico manual. A planta com os ovos foi pulverizada com o tratamento até o ponto de escorrimento. 10 dias depois da liberação das moscas-brancas nas gaiolas, tempo suficiente para a eclosão das ninfas, as folhas das plantas foram destacadas e levadas ao laboratório para contagem das “cascas” de ovos, que ficam presas as folhas mesmo após a eclosão das ninfas, para dessa forma estimar o número de ovos que havia antes da pulverização. Metodologia semelhante foi utilizada por Horowitz *et al.* (1984), que estimaram o número de adultos de *B. tabaci* ou de parasitoides que emergiram a partir da observação e contagem do número de pupários vazios presentes nas folhas de algodão. Também foram contados os ovos mortos ou ninfas não-eclodidas e as ninfas eclodidas. Ao todo foram

oito tratamentos sendo sete com os diferentes extratos e um com água destilada para controle. Cada tratamento teve três repetições, somando-se 24 plantas de tomate em 24 gaiolas que foram dispostas ao acaso.

**Efeito ninfícida** – O desenho experimental, número de tratamentos e de moscas-brancas adultas liberadas, idade das plantas de tomate e tempo para oviposição não diferiram do estabelecido para o experimento ovícida, detalhado anteriormente. Porém, para este experimento, após a retirada dos insetos adultos da gaiola, esperou-se dez dias, tempo suficiente para que as ninfas eclodissem e se fixassem às folhas, para então realizar a pulverização dos tratamentos sobre as ninfas de 1º a 2º ínstar. Após sete dias da pulverização, as folhas foram destacadas e levadas ao laboratório para contagem das “cascas” dos ovos aderidas as folhas (para estimar o número de ninfas antes da pulverização) e contagem do número de ninfas vivas e ninfas mortas.

#### *Análise dos dados*

**Efeito no comportamento** – para verificar o efeito dos extratos na colonização, foi calculada a porcentagem média do número de adultos de mosca-branca presentes em cada planta. O efeito na oviposição foi calculado com base na média do número de ovos depositados pelas moscas-brancas em cada planta. As médias (extrato x controle) foram comparadas pelo teste-t.

**Efeito inseticida** – para verificar o efeito na mortalidade de ovos, foi calculada a porcentagem média de ninfas não eclodidas em cada tratamento. O efeito na mortalidade de ninfas foi calculado pela porcentagem média das ninfas mortas de cada tratamento. Os tratamentos foram comparados por análise de variância seguido do teste de Tukey.

Todas as análises foram feitas com auxílio do programa Sigma Plot® 12 (Systat Software, 2010).

## **Resultados**

### *Efeito no comportamento*

Apenas 21,33±2,49% dos adultos liberados de *B. tabaci*, colonizaram plantas pulverizadas com o extrato de *A. indica*, diferindo estatisticamente do controle que apresentou



49,33±8,05% da população de adultos inicial. As plantas tratadas com *S. adstringens* também tiveram a colonização de mosca-branca reduzida, apresentando somente 23,33±2,49% da população diferindo do seu respectivo controle que apresentou 44,66±2,49% da população inicial (Tabela 1.2). Os demais tratamentos não diferiram do controle.

Após a verificação da colonização de adultos de mosca-branca, avaliou-se no mesmo dia, o número de ovos por planta. A Tabela 1.3 apresenta as médias de ovos em cada tratamento. O tratamento com *A. indicica* diferiu do controle com média de 111,33±21,96 ovos por planta pulverizada com o extrato, enquanto seu respectivo controle apresentou média de 245,66±15,50 ovos por planta. Os demais tratamentos não diferiram dos controles.

#### *Efeito inseticida*

Os tratamentos com extrato de *S. adstringens* e *P. crispum*, foram os que apresentaram maiores médias de ninfas que não eclodiram, 50,82±12,29% e 38,29±19,52 respectivamente, ambos diferindo do controle que apresentou média de 3,94±3,8% de ninfas não eclodidas (Figura 1.6). Os demais tratamentos não diferiram do controle.

O extrato de *S. saponaria* foi o que provocou maior mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, cerca de 73,45±8,04% de mortalidade média, diferindo do controle (18,69±8,47%) e dos demais tratamentos (Figura 1.7). Nenhum dos outros tratamentos diferiu do controle.

### **Discussão**

Como constatado nesse estudo, certos extratos vegetais podem apresentar efeito fitotóxico. Esse efeito depende da concentração do extrato. Dos tratamentos testados que apresentaram algum potencial para o controle da mosca-branca, o extrato de *S. saponaria* foi o mais fitotóxico para o tomateiro, requerendo a preparação do extrato de menor concentração, 1% (p/v). O extrato de *P. crispum* também provocou danos às plantas de tomate em concentrações mais altas, porém sendo viável na concentração de 2% (p/v). Para o extrato de *A. indicica* a concentração de 3% (p/v) foi considerada adequada quanto à fitotoxicidade. Já o extrato de *S. adstringens* não provocou fitotoxicidade, mesmo na maior concentração testada nesse estudo (10% p/v) (Tabela 1.1).

Os resultados encontrados nesse estudo, demonstram que a fitotoxicidade é um fator importante a ser observado a nível de espécie. Assim, antes mesmo da verificação do potencial

de extratos vegetais no controle de pragas agrícolas, sugere-se a verificação da fitotoxicidade à cultura a ser tratada, para que dessa forma, possa ser definida uma concentração adequada.

Outro ponto importante a ser destacado, é que, as observações dos efeitos de fitotoxicidade apresentados por certos extratos testados nesse estudo ao tomateiro, podem indicar um potencial efeito herbicida. Isso pode servir como ponto de partida para futuras pesquisas. Tal hipótese, se confirmada, poderá trazer importantes informações para o manejo sustentável de ervas daninhas, já que as ervas daninhas respondem por uma grande porcentagem (cerca de 34%) de perda da produtividade agrícola e que os herbicidas sintéticos representam cerca de 48% do mercado de agroquímicos (Koul & Walia, 2009). Extratos botânicos podem ser importantes como herbicidas naturais para os sistemas orgânicos de produção (Tworkoski, 2002).

Os extratos de *A. indica* e *S. adstringens* influenciaram na colonização dos adultos de *B. tabaci* biótipo B, apresentando uma redução de cerca de 50% de indivíduos por planta, comparando-se com os controles. O tratamento com *A. indica* foi o único que apresentou redução significativa no número de ovos por planta. A redução no número de ovos nos tratamentos com nim pode ter sido influenciada pelo fato de o mesmo extrato ter reduzido a colonização, pois menos adultos pode indicar menos ovos. Além do efeito repelente ou inibitório de extratos vegetais, que influenciam no número de ovos, a aplicação dos extratos também pode ter efeito direto na oviposição, por exemplo, os compostos presentes nos extratos podem prejudicar a aderência dos ovos à folha (Quintela & Pinheiro, 2009). Além disso, o efeito antialimentar provocado por extratos vegetais pode influenciar no número de ovos (Nardo *et al.*, 1997).

Os efeitos repelente e deterrente à oviposição de *B. tabaci* apresentado por certos extratos vegetais, demonstra que tais plantas possuem metabólitos secundários que podem provocar esses efeitos (Baldin *et al.*, 2007; War *et al.*, 2011). O nim possui substâncias que atuam como repelente, antialimentar, inibidor de oviposição e inseticida (Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Cowles, 2004; Schoonhoven *et al.*, 2005). Um dos compostos bioativos mais conhecidos de *A. indica* é a azadiractina, que é um complexo de tetranortripertenoide limonoide que tem efeito inseticida e antialimentar para os insetos (Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Koul & Walia, 2009). O potencial antialimentar da azadiractina, tem sido demonstrado para várias espécies de insetos-pragas (Koul & Walia, 2009). Vários outros compostos do nim têm demonstrado ser bioativos, agindo como deterrentes alimentar e reguladores de crescimento (Koul *et al.*, 1990).

O efeito inibitório aos adultos de *B. tabaci*, apresentado por *A. indica*, já foi relatado em estudo anterior (Baldin *et al.*, 2007). Já o efeito inibitório apresentado pelo extrato de *S. adstringens*, trata-se de uma informação nova. Sabe-se que o barbatimão é uma espécie rica em derivados fenólicos, como taninos, além de apresentar também flavonoides e saponinas (Almeida *et al.*, 1998; Macedo *et al.*, 2007). Taninos são compostos fenólicos que podem ter efeito antialimentar, pois, podem diminuir a palatabilidade da planta, reduzir a eficiência na absorção de nutrientes e também pode atuar inativando enzimas digestivas de herbívoros, reduzindo a digestibilidade e diminuindo o valor nutritivo de plantas para os herbívoros (Mello & Silva-filho, 2002; War *et al.*, 2012).

Além de provocar repelência ou tornar as plantas hospedeiras menos atrativas para os insetos, afetando a colonização, os metabólitos secundários também podem apresentar efeito antialimentar. O efeito antialimentar dos extratos, pode também ter influência na redução da população de adultos por causar mortalidade aos insetos que deixam de se alimentar (Nardo *et al.*, 1997).

Portanto, a redução na colonização de *B. tabaci*, provocada pelos extratos de *A. indica* e *S. adstringens* sugere que os compostos secundários presentes nessas espécies, podem ter provocado ação repelente, antialimentar, tóxica, ou tais compostos tornaram as plantas de tomate menos atrativas para os insetos em comparação com o controle. Cada um desses efeitos pode estar relacionado com o insucesso na colonização dos insetos, afetando diretamente em sua população (Nardo *et al.*, 1997; Hammad *et al.*, 2001; Togni *et al.*, 2010a).

Os extratos que, de alguma forma, evitam a chegada dos insetos nas plantas, é particularmente importante no caso de *B. tabaci* biótipo B, devido ao fato desse inseto transmitir vírus para as plantas ao se alimentarem (Baldin *et al.*, 2007). Nardo (1989) sugere que a aplicação de extratos vegetais sobre *B. tabaci* pode reduzir o nível de infecção por vírus transmitidos por essa praga. Além disso, se a colonização é reduzida, isso pode influenciar diretamente no número de ovos postos (Nardo *et al.* 1997).

Na avaliação do efeito ovicida, foi constatado que os ovos pulverizados com *S. adstringens*, apresentavam-se completamente secos com aspecto enrijecido, demonstrando o efeito ovicida do extrato. Já no caso do tratamento com *P. crispum*, dos ovos contabilizados, muitos apresentavam aspecto aparentemente normal, não sendo possível determinar se o efeito do extrato seria ovicida ou apenas prolongaria os dias de incubação dos ovos. Tal efeito não deixa de ser relevante, já que a variação no tempo de incubação dos ovos e o prolongamento no

tempo de desenvolvimento do inseto interfere em sua dinâmica populacional (Fancelli & Vendramim, 2002; Henneberry *et al.*, 2007).

*Stryphnodendron adstringens* é uma espécie rica em derivados fenólicos, como taninos, além de apresentar também flavonoides e saponinas (Macedo *et al.*, 2007). Os taninos têm ação adstringente (Corrêa, 1926; Lorenzi, 1992), e afetam o crescimento e desenvolvimento dos insetos pela ligação de proteínas reduzindo a absorção de nutrientes e provocando lesões no intestino quando ingeridos (War *et al.*, 2012). Essas propriedades e características do barbatimão podem estar relacionadas com a mortalidade de ovos observada no presente estudo, que se apresentaram enrugados, secos e recobertos por uma fina camada formada a partir dos constituintes do extrato da planta, quando aplicado o tratamento com extrato de *S. adstringens*.

*Petroselinum crispum* possui vários compostos bioativos, como flavonoides, sesquiterpenos e monoterpenos como o limoneno (Farzaei *et al.*, 2013). Os flavonoides protegem as plantas por influenciarem no comportamento, crescimento e desenvolvimento dos insetos (War *et al.*, 2012). Sesquiterpenos e monoterpenos apresentam efeito antialimentar em insetos (Koul & Walia, 2009). Tais substâncias presentes em *P. crispum* podem ter influenciado o desenvolvimento dos ovos de *B. tabaci*, resultando no efeito observado (ninfas não-eclodidas).

A constatação da elevada porcentagem de mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, provocada pelo extrato de *S. saponaria* (73,45±8,04% média ± erro padrão) é de grande relevância para os programas de controle dessa praga. Tratando-se de uma informação nova, referente a uma planta ainda pouco estudada, mas que pelo resultado apresentado nesse estudo, apresenta alto potencial de controle de ninfas de mosca-branca. Lembrando que, como mencionado, há poucas informações sobre *S. saponaria*, e de acordo com o observado no presente estudo, o extrato aquoso dessa planta na concentração acima de 1% (p/v) provocaram fitotoxicidade ao tomateiro. Portanto, apesar de *S. saponaria* ter se mostrado uma fonte promissora de controle de *B. tabaci* biótipo B, faz-se importante novas pesquisas sobre os compostos dessa planta, seus efeitos fitotóxicos e tóxicos a organismos não alvos, bem como o efeito residual. *S. saponaria* é uma espécie rica em saponina (Lorenzi, 1992). Saponinas são triterpenoides que atuam na defesa contra insetos e microrganismos (Vizzoto *et al.*, 2010). Um estudo realizado por Jesus *et al.* (2011) menciona que extratos aquosos de *S. saponaria* apresentaram efeito negativo no comportamento e biologia de *P. xylostella*.

Das quatro espécies (*A. indica*, *P. crispum*, *S. saponaria*, *S. adstringens*) que influenciaram o desenvolvimento da mosca-branca, reduzindo sua população, *A. indica* é a única que possui diversos estudos científicos relatando sobre suas propriedades e efeitos sobre insetos, inclusive sobre a mosca-branca.

Os efeitos antialimentar e deterrente provocados pelo extrato de *A. indica* já foi relatado em outros estudos. No estudo de Baldin *et al.* (2007), os autores encontraram resultado semelhante ao encontrado no presente estudo para o extrato de nim, quanto ao efeito na colonização e oviposição. Eles avaliaram a atratividade e preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B em plantas de tomateiro pulverizadas com extratos botânicos aquosos a 3% (p/v). Neste trabalho, os autores verificaram que as plantas pulverizadas com extrato de folhas e de sementes de *A. indica* foram menos atrativas para os adultos da mosca-branca, diferindo do controle com água destilada. Também foi constatado que a oviposição de *B. tabaci* biótipo B em folíolos de tomateiro, foi menor em tratamentos com extrato de folhas de *A. indica*, diferindo do controle. Quintela & Pinheiro (2009) avaliaram o efeito de extratos botânicos, a partir de produtos comerciais e preparações caseiras, na oviposição de *B. tabaci* biótipo B em plantas de feijoeiro. Neste estudo, as autoras também constataram redução da oviposição nos tratamentos com os extratos de *A. indica*.

Propriedades inseticidas do nim têm sido descritas por diversos autores (Koul *et al.*, 1990; Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Koul, 2004). Dos diversos compostos bioativos de *A. indica*, sabe-se que a azadiractina tem ação inseticida contra uma ampla gama de insetos (Koul & Walia, 2009). Este composto bloqueia a síntese e distribuição de hormônios da ecdise, levando a uma ecdise incompleta dos insetos e reduz os níveis de enzimas de desintoxicação devido ao bloqueio da síntese de proteína (Mordue (Luntz) & Nisbet, 2000; Isman, 2006; Gobbo-Neto & Lopes, 2007). Porém, no presente estudo não foi constatado efeito inseticida do nim, tanto para ovos quanto para ninfas, resultado que destoa de estudos anteriores. Por exemplo, em estudo de Baldin *et al.* (2015), onde avaliaram o efeito inseticida de extratos aquosos de espécies botânicas a 3% (p/v) sobre *B. tabaci* biótipo B em plantas de tomate, foi verificado efeito ovicida do nim. Baldin *et al.* (2007) constataram efeito inseticida de extratos aquosos à base de *A. indica* para ninfas de mosca branca. Souza e Vendramim (2005) também verificaram efeito ninficida de extratos aquosos de sementes *A. indica* em *B. tabaci* biótipo B em tomateiro, em experimentos onde avaliaram o efeito inseticida translaminar, sistêmico e de contato. Esses resultados diferem do presente estudo, por outro lado, são semelhantes com resultado apresentado por Baldin *et al.* (2015), que verificaram baixa porcentagem de

mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, tratadas com extratos de nim, não diferindo do controle com água destilada.

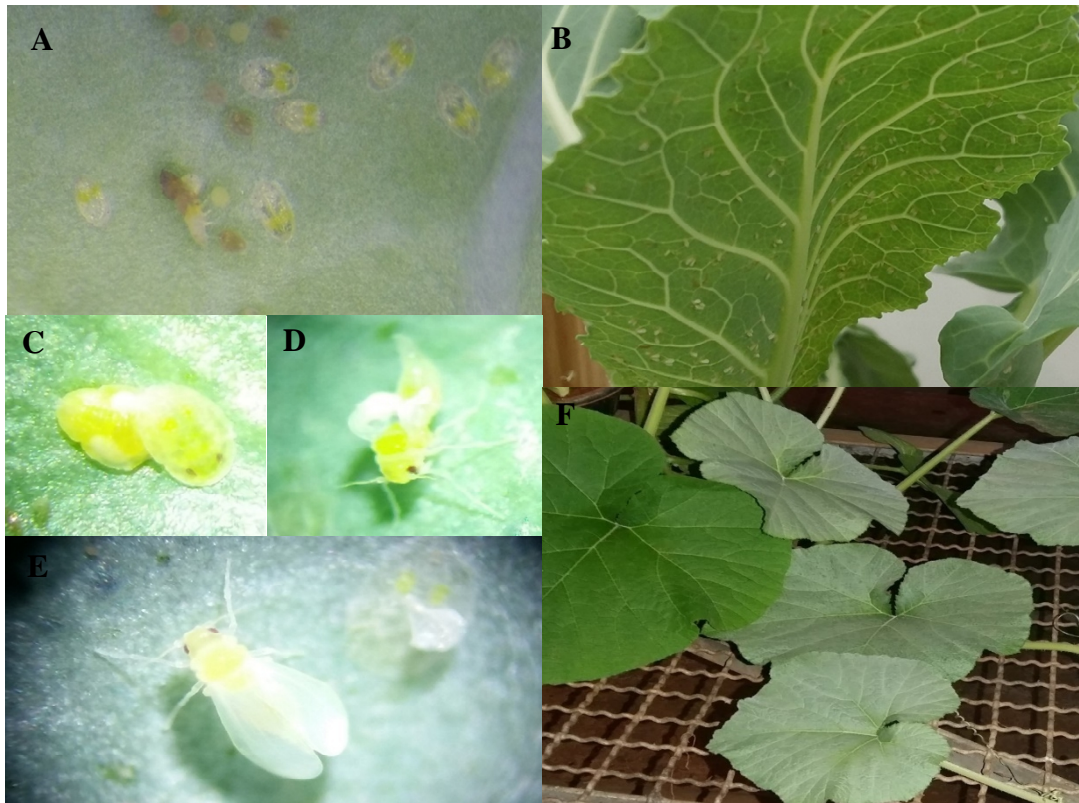
Essas diferenças podem ser atribuídas a diversos fatores que influenciam a quantidade final de metabólitos secundários em plantas, como por exemplo, local de coleta do material botânico, época da coleta, partes da planta utilizadas, forma de estocagem, concentração e solvente utilizado (Menezes, 2005; Isman & Machial, 2006). Como visto por Souza e Vendramim (2001), que avaliaram a atividade inseticida de extratos aquosos de diferentes estruturas das meliáceas *Melia azedarach* e *Trichilia pallida* sobre ovos de *B. tabaci* em tomateiro e verificaram que os frutos verdes e folhas de *M. azedarach* apresentaram efeito ovicida, diferindo da testemunha. Já os extratos de frutos maduros e ramos não diferiram dos demais tratamentos, inclusive da testemunha. Para *T. pallida*, somente os ramos apresentaram mortalidade de ovos superior à testemunha.

A verificação do efeito inseticida apresentado pelos extratos de *S. adstringens* e *S. saponaria* sobre ovos e ninfas de *B. tabaci* biótipo B, acrescenta novas informações sobre tais espécies e representa um importante passo para a inserção desses inseticidas botânicos nos programas de controle de pragas. Seja na substituição de inseticidas químicos sintéticos na agricultura convencional, seja para uso na agricultura orgânica, já que neste sistema, inseticidas à base de extratos vegetais podem ser autorizados.

Cloyd *et al.* (2009) sugere cautela no uso de derivados vegetais, já que certos extratos que são eficientes contra as pragas, podem também, estar associados a efeitos fitotóxicos. Entretanto, como verificado no presente estudo, nem todas as plantas que apresentaram algum efeito contra a mosca-branca, tiveram atividade fitotóxica, como o caso do barbatimão, que apresentou atividade repelente ou inibitória e ação inseticida para os ovos e não causou fitotoxicidade ao tomateiro, mesmo na maior concentração testada (10% p/v). Além disso, o efeito fitotóxico, pode estar relacionado à concentração do extrato. A saboneteira, por exemplo, mostrou-se fitotóxica nos primeiros experimentos, no entanto, foi possível ajustar uma concentração que não causou fitotoxicidade e provocou alta mortalidade de ninfas de mosca-branca.

Portanto, se usado após os estudos necessários para conhecimento do efeito tóxico a organismos não-alvos, os riscos da aplicação dos derivados vegetais podem ser mínimos. Podendo, até mesmo, serem autorizados para uso na agricultura orgânica (Barbosa *et al.*, 2006; Isman & Machial, 2006). Além disso, os derivados vegetais são biodegradáveis e possuem

baixo ou nenhum poder residual, sendo, normalmente, menos danosos que os inseticidas sintéticos (Menezes, 2005). Dessa forma, estudos como este são importantes para dirimir questões tanto quanto a eficiência dos produtos no controle das pragas, como para esclarecer sobre a segurança do produto para organismos benéficos e organismos não-alvo. E assim, os derivados vegetais, poderão ganhar maior importância no mercado de produtos fitossanitários, trazendo alternativas para a proteção das culturas, beneficiando diversos produtores e consumidores, além de diminuir o impacto sobre o ecossistema.



Fotos: Vilciene Rocha

Figura 1.1: *Bemisia tabaci* biótipo B (A = ovos e ínstaes iniciais, C = 4º ínstar/pupário, D = adulto no momento da emergência e E = adultos momentos após a emergência). B = folha de couve infestada pela praga. F = Folhas de aboboreira *Curcubita moschata* com sintoma da anomalia “folha-prateada-da-aboboreira” provocado pela infestação de *B. tabaci* biótipo B.



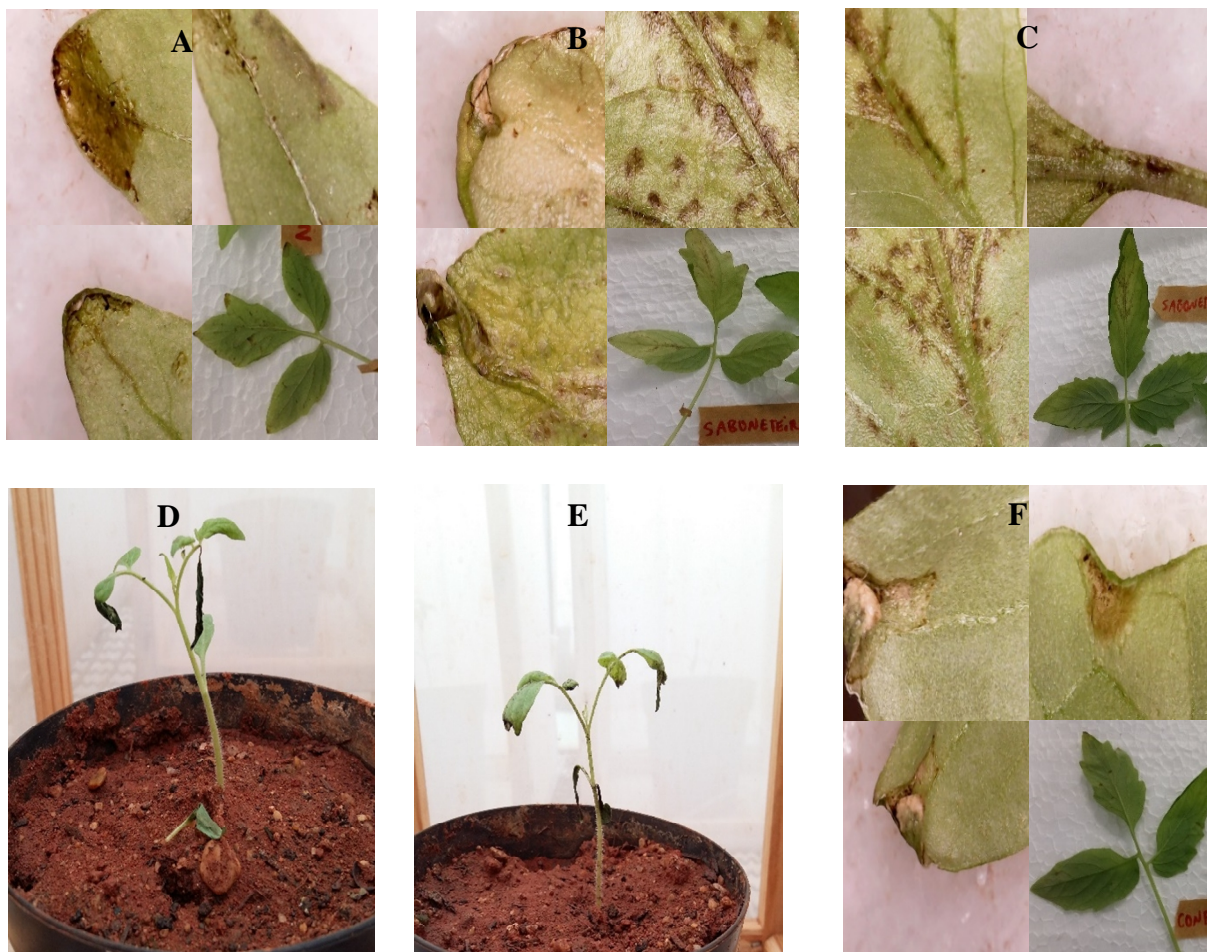
Fotos: Vilciene Rocha

Figura 1.2: Gaiolas 60 x 30 x 25 cm, cobertas com tecido *voil* e porta com fecho de velcro para criação de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de couve.





Figura 1.3: Espécies de plantas utilizadas para preparação dos extratos que foram pulverizados em diferentes estágios de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro em casa-de-vegetação: **A** - *Azadirachta indica* (nim), **B** - *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), **C** - *Sapindus saponaria* (saboneteira), **D** - *Strychnos pseudoquina* (quina-do-cerrado), **E** *Petroselinum crispum* (salsa), **F** - *Vernonia condensata* (boldo-baiano); e **G** - *Symphytum officinali* (confrei).



Fotos: Viciene Rocha

Figura 1.4: Fitotoxicidade apresentada por extratos vegetais aquosos ao tomateiro em casa-de-vegetação ( $27\pm 4^{\circ}\text{C}$ , 70 UR): **A** = *Azadirachta indica* a 5% p/v; **B** = *Sapindus saponaria* a 3% p/v; **C** = *S. saponaria* a 2% p/v; **D** = *Petroselinum crispum* a 3% p/v; **E** = *Vernonia condensata* a 10% p/v; **F** = *Symphytum officinali* a 3% p/v.

Tabela 1.1: Fitotoxicidade apresentada por extratos de sete espécies vegetais em diferentes concentrações em tomateiro em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR).

Tratamentos	1º teste concentração dos extratos: 3% (p/v)	2º teste concentração dos extratos: 2 ou 5% (p/v)	3º teste concentração dos extratos: 1 ou 10% (p/v)
<i>Azadirachta indica</i>	NF*	5% - F	----
<i>Sapindus saponaria</i>	F	2% - F	1% - NF *
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	NF	5% - NF	10% - NF *
<i>Symphytum officinali</i>	F	2% - NF *	----
<i>Strychnos pseudoquina</i>	NF	5% - NF	10% - NF*
<i>Petroselinum crispum</i>	F	2% - NF*	----
<i>Vernonia condensata</i>	NF	5% - NF*	10% - F
Água destilada	NF	NF	NF

NF = Não fitotóxico, F = Fitotóxico, \*Concentração do extrato que foi definida para utilização nos experimentos que avaliaram os efeitos no comportamento e efeito inseticida em *Bemisia tabaci* biótipo B em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR).

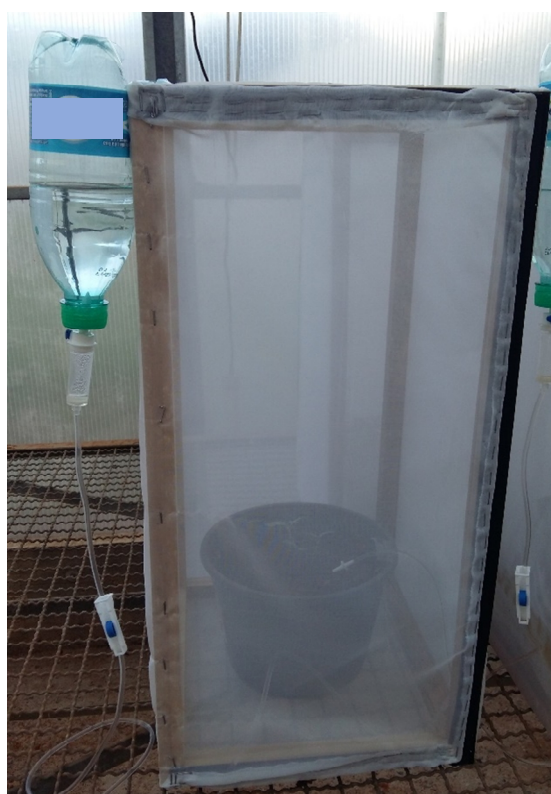


Foto: Vitilene Rocha

Figura 1.5: Gaiola 60x30x25 cm, coberta com tecido *voil* com sistema de irrigação, montado com equipamento para soro “equipo”, no qual a água é levada para dentro da gaiola através da mangueira irrigando a planta por gotejamento.

Tabela 1.2: Comportamento de colonização de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e com água destilada (controle) em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR). N=50

Tratamentos	Adultos por planta (% média ± EP)
	Tratamento / Controle
<i>Azadirachta indica</i>	21,33 ± 2,49 / 49,33 ± 8,05 *
<i>Petroselinum crispum</i>	28 ± 3,26 / 48,66 ± 4,89
<i>Sapindus saponaria</i>	30,66 ± 13,19 / 42 ± 1,63
<i>Strychnos pseudoquina</i>	37,33 ± 9,56 / 38,33 ± 12,68
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	23,33 ± 2,49 / 44,66 ± 2,49 *
<i>Symphytum officinali</i>	47,33 ± 10,87 / 32,66 ± 4,10
<i>Vernonia condensata</i>	37,33 ± 9,84 / 56 ± 8,48

Médias seguidas de \* diferiram significativamente (P<0,05) pelo teste-t. Cada tratamento foi comparado com seu respectivo controle. Para o tratamento com *A. indica*:  $t_4=-4,696$ , P=0,009 e para o tratamento com *S. adstringens*:  $t_4=-8,552$ , P=0,001.

Tabela 1.3: Comportamento de oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e água destilada (controle) em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR). N=50

Tratamentos	Ovos por planta (média ± EP)
	Tratamento / Controle
<i>Azadirachta indica</i>	111,33 ± 21,96 / 245,66 ± 15,50 *
<i>Petroselinum crispum</i>	96,66 ± 51,59 / 144,66 ± 24,19
<i>Sapindus saponaria</i>	131,66 ± 88,31 / 148 ± 29,46
<i>Strychnos pseudoquina</i>	142 ± 58,03 / 174,5 ± 108,04
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	78,33 ± 45,32 / 166,66 ± 89,17
<i>Symphytum officinali</i>	141,33 ± 94,07 / 110,33 ± 17,47
<i>Vernonia condensata</i>	140,66 ± 76,21 / 246 ± 70,21

Médias seguidas de \* diferiram significativamente (P<0,05) pelo teste-t. Cada tratamento foi comparado com seu respectivo controle. Para o tratamento com *A. indica*:  $t_4=-8,655$ , P=<0,001.

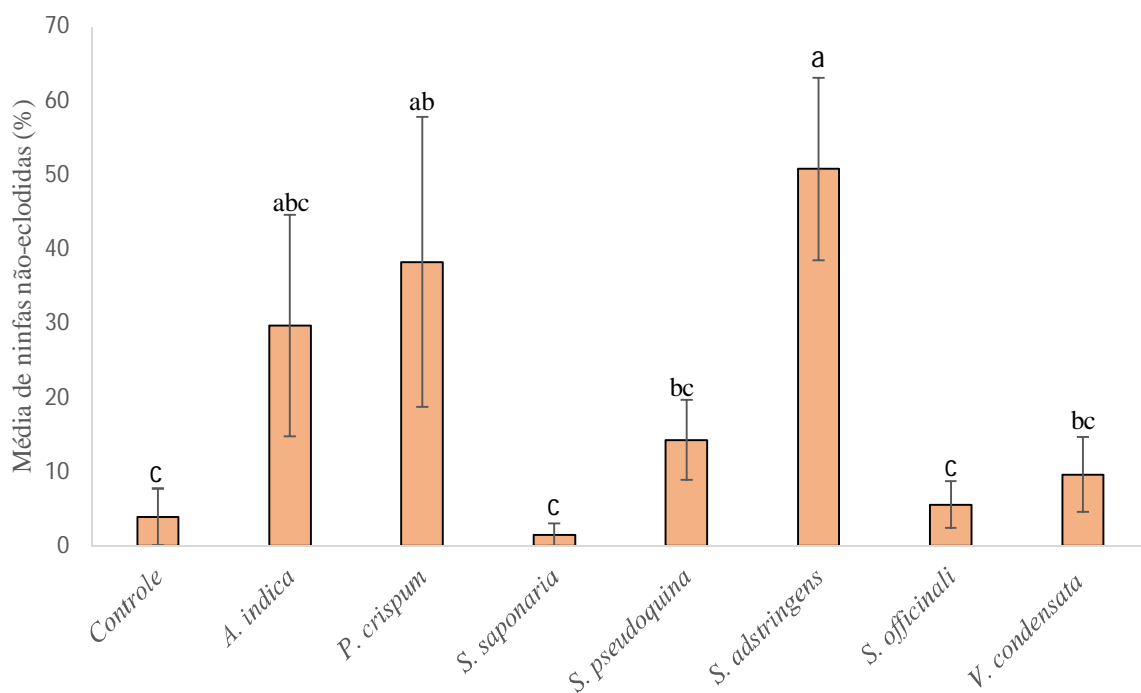


Figura 1.6: Inviabilidade de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e água destilada (controle) em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR). Médias seguidas das mesmas letras não diferiram significativamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.  $F_{7,16}=9,506$ ,  $P=<0,001$ .

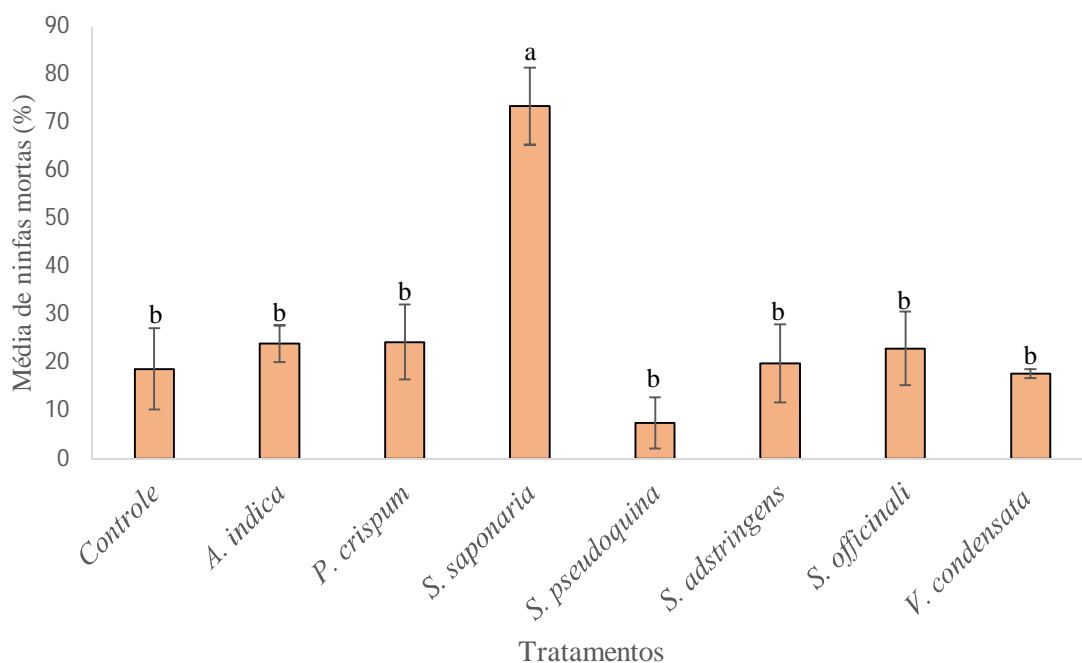


Figura 1.7: Mortalidade de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate pulverizadas com diferentes extratos vegetais e água destilada (controle) em casa-de-vegetação (27±4°C, 70 UR). Médias seguidas das mesmas letras não diferiram significativamente (P>0,05) pelo teste de Tukey.  $F_{7,16}=25,886$ ,  $P=<0,001$ .

## **CAPÍTULO II**

**Modelagem da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B e simulação do impacto de extratos vegetais em sua abundância**

## Resumo

A mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, é uma praga de grande importância agrícola e provoca sérios danos diretos e indiretos ao tomateiro. A forma mais utilizada de controle da praga é o uso de inseticidas químicos sintéticos. Porém, o uso indiscriminado de agrotóxicos pode causar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana, além de favorecer a seleção de populações de pragas resistentes. O uso de extratos vegetais para o controle de pragas pode ser uma alternativa eficiente e menos agressiva ao ambiente e a organismos não-alvo. Estudos preliminares, relatados no primeiro capítulo deste estudo, comprovaram o efeito de *Azadirachta indica*, *Stryphnodendron adstringens* e *Sapindus saponaria* na redução da população da mosca-branca. No entanto, a exemplo de outros extratos botânicos, não existem informações de como podem ser usados e sua eficiência nos parâmetros populacionais da mosca-branca. O objetivo deste capítulo foi verificar, através de modelagem matemática, o efeito que a aplicação desses extratos pode provocar na dinâmica populacional de *B. tabaci* biótipo B na cultura do tomateiro. Inicialmente foi proposto um modelo determinístico utilizando equações de diferenças para populações estruturadas em estágios discretos de desenvolvimento, a partir de parâmetros biológicos da mosca-branca, obtidos na literatura e nos experimentos desse estudo. Posteriormente, foi incorporado a esse modelo inicial que considerava a disponibilidade de recurso ilimitadas, parte da equação de crescimento logístico, considerando três possíveis capacidades de suporte  $K = 2000, 500$  e  $200$  adultos por planta. A inserção da dependência da densidade, corrigiu o efeito de crescimento exponencial que resultava na explosão populacional do inseto. As simulações demonstraram que, os extratos botânicos afetam a dinâmica populacional de *B. tabaci* quando aplicados individualmente ou combinados. Quando os três extratos são aplicados de forma combinada, os efeitos acumulados podem manter a densidade populacional abaixo de um adulto por planta durante todo o ciclo do tomateiro. Através das simulações verificou-se que a aplicação dos extratos de forma combinada – nim na fase de colonização, barbatimão na fase de ovo e saboneteira na fase ninfal, é uma alternativa eficiente de controle populacional de *B. tabaci* biótipo B na cultura do tomateiro. Os resultados também demonstram que o modelo apresentado pode ser útil para seleção de inseticidas botânicos.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, inseticidas naturais, modelagem ecológica, produção orgânica, controle de pragas, derivados botânicos.

## Introdução

*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) referida como mosca-branca, é uma espécie polífaga que pode se alimentar de mais de 500 espécies de plantas, sendo uma praga de grande relevância nos sistemas agrícolas em todo o mundo (Mound & Halsey, 1978; Haji *et al.*, 2000; Haji *et al.*, 2005; Brown, 2010). *B. tabaci* é uma espécie multivoltina e seu ciclo de vida é normalmente curto multiplicando-se rapidamente nas culturas, produzindo de 11 a 15 gerações por ano (Byrne & Bellows, 1991; Villas Bôas *et al.*, 2002; Brown *et al.*, 1995). As fêmeas podem pôr até 394 ovos durante sua vida (Byrne & Bellows, 1991). *B. tabaci* provoca danos as culturas de forma direta, sugando a seiva da planta e injetando toxina e danos indiretos, excretando uma substância açucarada, que favorece o desenvolvimento do fungo fumagina, e ainda, *B. tabaci* é vetor de viroses para as plantas, que é o dano mais preocupante referente à praga (Bedford *et al.*, 1994; Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005; Nagata *et al.*, 2009; Brown, 2010).

A cultura do tomate é uma das preferidas pela mosca-branca, o que têm dificultado o cultivo da planta (Villas Bôas *et al.*, 2002; Haji *et al.*, 2005; Quezado-Duval *et al.*, 2013). As toxinas injetadas pela mosca-branca, causam amadurecimento irregular do fruto, o que pode reduzir a produção e interferir na qualidade do fruto (Lourenção & Negai, 1994; Haji *et al.*, 2005; Villas Bôas, 2005). Os vírus transmitidos pela mosca-branca ao tomateiro (Begomovirus e Crinivirus), provocam clorose nos folíolos, nanismo na planta, enrolamento das folhas e clorose nos frutos (Nagata *et al.*, 2009; Quezado-duval *et al.*, 2013). Os vírus podem ser disseminados rapidamente na cultura podendo ocasionar perdas de até 70% da produção do tomate (Villas Bôas, 2005).

O controle químico através do uso de inseticidas sintéticos tem sido a forma de controle mais utilizada (Haji *et al.*, 2000). No Brasil, é crescente o uso de agrotóxicos na produção agrícola e boa parte dos alimentos consumidos pelos brasileiros, apresentam resíduos de agrotóxicos não autorizados ou autorizados, mas acima do LMR (Limite Máximo de Resíduo) (ANVISA, 2013). O uso indiscriminado de agrotóxicos pode causar sérios problemas ao meio ambiente e à saúde humana (Moura *et al.*, 2014), além de favorecer a seleção de populações resistentes para inseticidas de diferentes grupos químicos, com destaque para organofosforados e neonicotinoides (Esashika *et al.*, 2016). O uso de inseticida à base de extratos vegetais pode ser uma alternativa menos agressiva ao ambiente, pois, são de rápida degradação, baixa toxicidade a mamíferos, muitos são seletivos (menos prejudicial aos insetos benéficos)



(Menezes, 2005) e em sua maioria não são prejudiciais às plantas, quando aplicados adequadamente de acordo com as indicações, por exemplo, concentração, modo de aplicação e culturas (Cloyd, 2004). Além disso, *B. tabaci* biótipo B tem grande capacidade para desenvolver resistência aos inseticidas (Haji *et al.*, 2000). Intercalar a aplicação de inseticidas com diferentes ingredientes ativos pode evitar ou retardar a evolução da resistência da mosca-branca, sendo uma estratégia para manter o controle da praga (Moura *et al.*, 2013). Os inseticidas botânicos dificultam o desenvolvimento de resistência pelas pragas, pois, normalmente os extratos vegetais possuem mais de um princípio ativo (Gallo *et al.*, 2002).

Alguns estudos têm relatado o potencial de derivados vegetais no controle populacional de insetos-praga (Santos *et al.*, 2007; Isman, 2006; Lima *et al.*, 2008; Knaak *et al.*, 2012). No entanto, especificamente para *B. tabaci*, biótipo B, há poucos estudos científicos que testam os efeitos de extratos ou óleos de origem vegetal no controle populacional dessa praga. Além disso, não há informações e orientações de como utilizar esses produtos de forma a manejar as populações de mosca-branca no tomateiro, considerando-se sua dinâmica populacional. Modelos matemáticos simulam o tamanho de uma população (Gotelli, 2009) e podem colaborar para o entendimento da dinâmica populacional da praga, sendo capaz de descrever a abundância, podendo simular o que ocorre em campo (Sujii, 1998). Além disso, a modelagem pode simular o impacto da aplicação de produtos que interferem na população da praga, seja por efeitos letais ou subletais (Stark & Banks, 2003), colaborando para a seleção de inseticidas botânicos a serem usados no manejo da praga. Conhecer melhor a dinâmica populacional da mosca-branca será de grande importância para melhorar as práticas de manejo e aumentar a eficiência de controle.

No primeiro capítulo desse estudo, foi verificado que extratos vegetais aquosos de nim, barbatimão e saboneteira apresentaram efeitos no comportamento e na sobrevivência de *B. tabaci* biótipo B, apresentando potencial para controlar a praga. No entanto, para melhor aplicar esse conhecimento no manejo da praga, é importante avaliar, como esses efeitos impactam a dinâmica populacional da mosca-branca. O objetivo do presente estudo foi construir um modelo matemático para, através de simulações, demonstrar como os extratos vegetais, que apresentam efeitos letais e subletais, interferem na dinâmica populacional de *B. tabaci* na cultura do tomateiro.

## **Material e métodos**

### *Ajuste de parâmetros*

Para simular a dinâmica populacional de *B. tabaci* biótipo B, foi inicialmente proposto um modelo determinístico da sua dinâmica populacional, a partir dos parâmetros populacionais obtidos na literatura e dos resultados experimentais desse estudo, utilizando equações de diferenças para populações estruturadas em estágios discretos de desenvolvimento.

$$N_{(t)} = N_{(t-1)} + (\Delta N)$$

Onde  $N_{(t)}$  = população atual,  $N_{(t-1)}$  = população no tempo anterior e  $(\Delta N)$  = mudança no tamanho populacional.

Nesse modelo a mudança no tamanho populacional ( $\Delta N$ ) em cada estágio de crescimento (adulto, ovo e ninfa+pupário) entre o tempo anterior e o tempo presente foi calculado com a seguinte expressão (Gotelli, 2009):

$$\Delta N = B - D + I - E$$

Onde  $B$  = nascimentos,  $D$  = mortes,  $I$  = imigrantes e  $E$  = emigrantes.

A emigração e imigração foram desconsideradas nos estágios imaturos da mosca-branca (ovos, ninfas e pupas) devido à ausência de mobilidade entre plantas desses estágios.

Dos dados encontrados na literatura, foram selecionados para inserir no modelo, aqueles nos quais as condições de estudo se assemelham mais com as condições ambientais na região do Distrito Federal entre os meses de agosto a novembro. Nestes meses, nos últimos dez anos, a temperatura foi: média: 22,45°C, mínima: 17,72°C e máxima: 28,78°C, a precipitação média foi 112,98 mm e a UR média 56,22% (INMET, 2017). Também foi dada preferência a dados de estudos nos quais as condições fossem mais próximas das condições dos experimentos realizados neste estudo, por exemplo, todos os dados inseridos no modelo são referentes a estudos realizados com plantas de tomate (Tabela 2.1).

A falta de informações na literatura sobre alguns parâmetros foi limitante para a execução das simulações e exigiram os seguintes ajustes: para a população de adultos de *B. tabaci*, para o fator mortalidade ( $D$ ) foi considerado apenas a mortalidade natural (por idade), pois, não há, até o momento, informações sobre a mortalidade de adultos de *B. tabaci* por outros fatores (predação, por exemplo). O fator imigração de adultos ( $I$ ), foi considerado no modelo apenas do 1° ao 35° dia, pois, após esse período, o tomateiro tem sua atratividade reduzida para a mosca-branca, tornando as taxas de colonização insignificantes a partir do 45° dia. O fator

emigração ( $E$ ) dos adultos não foi inicialmente considerado no modelo, devido à ausência de informações sobre emigração de *B. tabaci* até a presente data.

Devido ao modelo inicialmente proposto considerar a disponibilidade ilimitada de recursos, gerando curvas de crescimento exponencial irreais, foi incorporado ao modelo inicial para adultos, parte da equação de crescimento logístico de P.-F. Verhulst (1804-1849), que descreve o crescimento populacional com recursos limitados, onde as taxas de natalidade e de mortalidade denso-dependentes limitam o crescimento populacional exponencial (Gotelli, 2009):

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

Onde  $r$  = taxa de crescimento intrínseca,  $N$  = população da mosca-branca e  $K$  = capacidade de suporte do sistema (planta).

Dessa forma, a equação de crescimento populacional de adultos no modelo foi ajustada para:

$$\Delta N_{adultos} = (B - D + I) - E \text{ onde } E = B \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

Onde  $B$  = recrutamento de adultos,  $D$  = mortes,  $I$  = imigrantes,  $E$  = emigrantes,  $N$  = população de adultos encontrada pelo adulto recém-recrutado ( $B$ ) e  $K$  = capacidade de suporte de uma planta de tomateiro.

A escolha do estágio adulto para inserir o componente de densidade-dependência para simular as taxas de emigração de adultos dos cultivos, foi baseada no estudo de Blackmer & Byrne (1993), que simula a mudança no padrão de voo dos adultos com base na qualidade da planta hospedeira. Além disso, o inseto apresenta um trade-off entre a maturação de ovos e a capacidade de voo indicando que essa escolha pode ser feita por fêmeas jovens recém-recrutadas (Isaacs & Byrne, 1998).

Não foram encontradas na literatura, informações sobre a densidade da mosca-branca no tomateiro e sua capacidade de suporte. Assim, foram feitas simulações com 3 possíveis capacidades de suporte  $K = 2000, 500, 200$  adultos por planta.

As simulações foram feitas considerando populações médias para uma planta de tomateiro em base diária de intervalo entre os eventos. A fenologia do tomateiro, período de um ciclo, foi de 120 dias, do transplante (dia da chegada das primeiras moscas-brancas

colonizadoras) até a senescência da planta (dia em que todas as moscas-brancas migram ou morrem).

Para a colonização, considerou-se, que *B. tabaci* coloniza a cultura do tomateiro, em campo, somente nos primeiros 35 dias após o transplante das mudas e que a densidade de adultos colonizadores, nesse período inicial, é em média 1,5 adultos por planta/dia (Pedro Togni, dados não publicados).

Quanto à fecundidade, foram feitas simulações considerando o número de 3,6 ovos/fêmea/dia (Villas Bôas *et al.*, 2002) e o número de 5,9 ovos/fêmea/dia, dado estimado a partir dos resultados do experimento de oviposição, apresentados no primeiro capítulo dessa dissertação.

A proporção 2:1 fêmea/macho usada no modelo foi definida com base nos estudos sobre a biologia de *B. tabaci* realizados por Salas & Mendonza (1995) e por Villas Bôas *et al.* (2002). A partir dessa proporção foi possível estimar o número de ovos por fêmea por dia nos experimentos de oviposição realizados no Capítulo 1 desse estudo. Essas estimativas foram feitas a partir do número de adultos e ovos contabilizados nos tratamentos controles, chegando-se ao número 5,9 ovos por fêmeas/dia citados acima.

A mortalidade natural de ovos inserida no modelo, foi a mortalidade verificada por Villas Bôas *et al.* (2002) em casa-de-vegetação, 30,1%. A porcentagem de mortalidade natural de ninfas inserida no modelo foi de 71,7%, baseado em resultado encontrado por Alonso (2012) em casa-de-vegetação semi-protegida.

Também foram inseridos no modelo os seguintes dados apresentados por Salas & Mendoza (1995): tempo de incubação dos ovos: 7 dias; tempo para desenvolvimento de ninfas: 15 dias; tempo para desenvolvimento ovo-adulto: 22 dias; tempo de oviposição da fêmea: 16 dias; e longevidade de adultos: 19 dias (Figura 2.1).

Os dados foram então, inseridos no modelo para a realização das simulações iniciais para ajuste do modelo às condições gerais observadas no campo:

Simulação	Fecundidade	Efeito da densidade
1	3,6 ovos/fêmea/dia	Sem efeito
2	5,9 ovos/fêmea/dia	Sem efeito
3	3,6 ovos/fêmea/dia	K2000

4	3,6 ovos/fêmea/dia	K500
5	3,6 ovos/fêmea/dia	K200
6	5,9 ovos/fêmea/dia	K2000
7	5,9 ovos/fêmea/dia	K500
8	5,9 ovos/fêmea/dia	K200

O modelo foi estruturado em planilha Excel do pacote OFFICE®, onde: a fenologia do tomateiro foi inserida na primeira coluna e cada linha dessa coluna representava 1 dia de vida do tomateiro (120 linhas para os 120 dias do ciclo de vida do tomateiro); o desenvolvimento da população da mosca-branca ao longo do ciclo do tomateiro foi descrito na segunda coluna; as informações da bioecologia, além das fórmulas contendo o recrutamento e os fatores de mortalidade por estágio de desenvolvimento, foram distribuídas nas colunas seguintes; e cada simulação para diferentes condições de fecundidade, capacidade de suporte, tratamento com extratos botânicos foi realizado em uma folha de planilha separada (Anexos 1 e 2).

#### *Efeito dos extratos na dinâmica populacional de B. tabaci biótipo B*

Para analisar o impacto dos efeitos provocados pelos extratos vegetais na dinâmica populacional de *B. tabaci* biótipo B, após o ajuste de parâmetros e simulações da dinâmica populacional da mosca-branca sob diversos cenários, foram feitas novas simulações inserindo-se os efeitos dos extratos. Para cada simulação realizada anteriormente, foi feita nova simulação com a aplicação do efeito de cada extrato separadamente. Posteriormente, foram realizadas simulações inserindo os efeitos de todos os extratos acumuladamente.

Dos dados coletados nos experimentos deste estudo, foram selecionados os dados dos tratamentos que apresentaram diferenças significativas em cada experimento, para serem inseridos no modelo. Quais foram:

Extratos	Colonização	Mortalidade de ovos	Mortalidade de ninfas
<i>Azadirachta indica</i>	21,33%	—	—
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	23,33%	50,82%	—
<i>Sapindus saponaria</i>	—	—	73,45%
Todos os extratos	21,33%	50,82%	73,45%

As porcentagens da redução da colonização (tratamento com o nim e barbatimão) foram aplicadas à colonização natural vista em campo (média de 1,5 adultos por planta por dia nos primeiros 45 dias). Portanto, a colonização inserida no modelo para o tratamento com o nim foi igual a: 0,319 adultos por planta; e a colonização inserida no modelo para o tratamento com o barbatimão foi igual a: 0,35 adultos por planta. Dados inseridos do 1º ao 45º dia.

## Resultados

Os resultados das simulações do crescimento populacional de *B. tabaci*, sem efeito da densidade, com 3,6 ovos por fêmea/dia e com 5,9 ovos por fêmea/dia são mostrados na Figura 2.2, onde está representada a população de adultos durante o ciclo do tomateiro. Nos dois casos, as curvas mostram o crescimento exponencial da população de *B. tabaci*. Porém, com as fêmeas ovipositando 5,9 ovos por dia, a população final de adultos é mais de 40 mil indivíduos, cerca de sete vezes maior que quando se considera a oviposição de 3,6 ovos por fêmea por dia.

As curvas de crescimento exponencial e de crescimento logístico com K2000, K500 e K200, para os dois parâmetros de oviposição (3,6 e 5,9), são apresentados nas Figuras 2.3. e refletem o aumento da emigração dos adultos recém-emergidos à medida que a densidade populacional de adultos por planta aumenta.

Os efeitos dos extratos na dinâmica populacional de *B. tabaci* biótipo B, são mostrados nas Figuras 2.4 e 2.5, mostrando tanto os efeitos dos extratos no modelo que considera os recursos ilimitados quanto o modelo logístico. As simulações mostram que a população de adultos de *B. tabaci* no final do ciclo do tomateiro, sem a aplicação dos extratos, e de 5.703,464 indivíduos por planta, considerando que a oviposição é de 3,6 ovos fêmea/dia e 40.495,226 indivíduos por planta, quando considerado que a mosca-branca oviposita 5,9 ovos por fêmea/dia (Tabela 2.2).

O modelo simula como os efeitos dos extratos modificam a dinâmica populacional de *B. tabaci* reduzindo sua população durante o ciclo do tomateiro (Figuras 2.4 e 2.5):

1. *Azadirachta indica*: com inserção do efeito desse extrato no modelo, a colonização de 1,5 adultos por planta por dia, passa a apenas 0,319. Isso provoca uma redução da população de adultos durante todo o ciclo do tomateiro, porém, a curva mostra que o crescimento exponencial da população de *B. tabaci* continua bastante visível. Considerando a oviposição de 3,6 ovos/fêmea/dia, a população de adultos de cerca

de 5.700 indivíduos por planta, cairia para pouco mais de 1.200 indivíduos com a aplicação do extrato de nim.

2. *Stryphnodendron adstringens*: O extrato de barbatimão, além de reduzir a colonização, provoca mais de 50% de mortalidade dos ovos. Esses efeitos acumulados reduzem bastante a população de *B. tabaci*, tornando a curva de crescimento menos inclinada. Com o extrato de barbatimão a população de adultos de mosca-branca seria ainda mais reduzida que com aplicação do nim, apresentando apenas 88,12 indivíduos, também considerando a oviposição de 3,6 ovos/fêmea/dia.
3. *Sapindus saponaria*: O efeito ninficida provocado pelo extrato da saboneteira, é o extrato que apresenta a maior redução populacional. Com aplicação de *S. saponaria* a população final contaria somente com 39,88 indivíduos adultos por planta, quando considerado a oviposição de 3,6 ovos/fêmea/dia.
4. Todos os tratamentos: As simulações mostram que com aplicação de todos os extratos, o efeito acumulado provoca uma drástica redução da população de *B. tabaci* no tomateiro, apresentando em média, 3,9 indivíduos por planta no final do ciclo do tomateiro, se considerado que fêmeas ovipositam 5,9 ovos por dia. Quando considerado a oviposição igual a 3,6 ovos/fêmea/dia, no final do ciclo da cultura haverá, em média, apenas 0,724 adultos de mosca-branca por planta.

Em todos os casos, quando aplicados os extratos, segue-se o mesmo padrão de redução populacional, porém, quando se considera a oviposição de 5,9 ovos/fêmea/dia, a população é bem mais numerosa (Tabela 2.2).

## Discussão

As simulações da dinâmica populacional de *B. tabaci*, considerando o recurso ilimitado, demonstra a ocorrência de explosão populacional, com uma curva de crescimento exponencial (Figura 2.2). A população, que começou com 1,5 adultos por planta, e fêmeas ovipositando 5,9 ovos por dia, contaria com mais de 40 mil indivíduos adultos por planta no prazo de 4 meses, após 6 gerações. Com a senescência da planta, esses milhares de adultos sairiam em busca de novas culturas hospedeiras, o que para a mosca-branca, não é difícil encontrar, pois, se desenvolve bem em várias culturas (Mound & Halsey, 1978; Haji *et al.*, 1995), e dessa forma, o crescimento exponencial previsto pelo modelo, poderia se estender. De fato, existem relatos

de surtos populacionais e infestações severas de *B. tabaci* em vários países, em determinadas condições e culturas (Henneberry *et al.*, 2007).

Por outro lado, o que é mostrado no modelo, diverge da densidade observada em campo de 1,5 adultos por planta em estudos prévios (Pedro Togni, dados não publicados). Essa discrepância pode ser devido à falta de alguns dados que não foram inseridos no modelo. Foram considerados fatores bióticos e abióticos de mortalidades de ovos e ninfas, sendo a taxa de mortalidade de ninfa inserida no modelo, de 71,7% (Alonso, 2012), a maior taxa encontrada na literatura. Por outro lado, não foram considerados no modelo as mortalidades na fase de pupário e adultos. Maiores informações relacionadas à flutuação populacional e densidade de *B. tabaci* no campo ao longo do ciclo do tomateiro, também não foram encontrados na literatura. Tais informações, principalmente registros de densidade absoluta em localidades onde ocorrem surtos populacionais da praga (Naranjo *et al.*, 2010), poderiam refinar o modelo, tornando-o mais próximo da realidade em sua validação.

Segundo a simulação do modelo, no final do ciclo do tomateiro, além dos milhares de adultos que dispersarão em busca de novas culturas, existirá também um grande número de indivíduos da população que não poderão emigrar, pois, ainda estarão na fase de ovo, ninfa ou pupa (Tabela 2.2). Muitos desses indivíduos poderão continuar seu desenvolvimento e chegar à fase adulta, caso o cultivo seja abandonado sem ser destruído. Nesse ponto, revela-se a importância da destruição dos restos culturais no MIP do tomateiro.

A inclusão da dependência da densidade sob forma do parâmetro K, que é a capacidade de suporte do sistema, corrige o efeito resultante da explosão populacional gerando maior estabilidade ao sistema (Barrel *et al.*, 2012). Assim, conforme demonstrado nas simulações, a inserção de um parâmetro de imigração de adultos, inversamente relacionado com a densidade de adultos da mosca-branca, em relação a possíveis capacidades de suporte da planta de tomateiro K no modelo, tornou os dados mais realistas, se comparados com informações de infestações observada no campo. Com a dependência da densidade, a população de *B. tabaci* cresce exponencialmente no início, porém, esse crescimento vai desacelerando cada vez mais, à medida que se aproxima da capacidade de suporte até parar de crescer (Figura 2.3). Informações sobre a real capacidade de suporte do tomateiro, em diferentes idades ou porte da planta, ainda precisam ser investigadas para melhorar a acurácia do modelo e permitir sua validação a nível de campo.



A redução populacional de *B. tabaci* provocada pelo efeito da aplicação dos extratos, observada nas simulações, demonstra a importância dessa alternativa como forma de controle dessa praga. A simulação com a aplicação de um extrato que atue apenas impedindo a colonização da mosca-branca na cultura do tomateiro, no caso, o nim, já provocaria grande alteração na dinâmica populacional dessa praga, reduzindo sua população.

Como demonstrado no modelo a taxa de fecundidade das fêmeas é um fator que influencia muito a densidade de adultos. Um fator relevante a ser observado aqui, é a importância de se aplicar medidas de controle ainda na fase de ovo, já que, como demonstrado nas simulações, uma pequena diferença no número de ovos por fêmea faz uma grande diferença no número final de adultos. Além disso, caso o inseto seja controlado ainda no estágio de ovo, mesmo que este esteja infectado por vírus (Ghanim *et al.*, 1998), os danos provocados à planta pela transmissão de vírus, que ocorre durante a alimentação, e pela sucção da seiva pelas ninfas e adultos (Czosnek, 2007; Nagata *et al.*, 2009) serão reduzidos. A aplicação do extrato de barbatimão pode ser uma boa alternativa para o controle populacional de *B. tabaci*, pois, é capaz de provocar mais de 50% de mortalidade aos ovos. As simulações mostram que a população final de adultos de mosca-branca, quando aplicados somente barbatimão, é bem menor que quando aplicado somente o extrato de nim, mesmo o extrato de barbatimão apresentando maior porcentagem de colonização que o nim. O que evidencia a importância do efeito ovicida apresentado pelo barbatimão.

Outro fator importante a ser considerado, é que nos experimentos realizados nesse estudo, foi feita apenas uma pulverização do extrato. Porém, durante o cultivo, o produtor normalmente faz mais de uma aplicação de produtos inseticidas (AGROFIT, 2018). Nesse sentido, é possível que a reaplicação do barbatimão possa exercer um efeito acumulativo, aumentando a mortalidade de ovos. Pois, os ovos levam cerca de 7 dias para eclodir, assim, se fossem realizadas 2 aplicações do extrato de barbatimão por semana, por exemplo, os mesmos ovos estariam sob o efeito das duas pulverizações, e aqueles ovos que resistiram à primeira pulverização poderiam não resistir à segunda. Assim, o número de ovos que passaria para fase de ninfa poderia ser menor que o previsto aqui. Novas pesquisas são necessárias para verificar essa hipótese.

O efeito ninficida apresentado pelo extrato de *S. saponaria*, provoca impacto relevante na dinâmica populacional da mosca-branca. O modelo mostra uma grande diferença entre a população de adultos nas simulações sem e com o efeito do extrato (Figuras 2.4 e 2.5). O extrato

de saboneteira é o que causa maior impacto na dinâmica populacional da mosca-branca durante o ciclo do tomateiro, se comparado aos outros extratos. Portanto, as simulações demonstram que diante das opções de extratos apresentados neste estudo, *S. saponaria* foi a opção que mais reduziu a população de *B. tabaci*. Por outro lado, como já comentado, o extrato de *S. adstringens*, atua impedindo a chegada de adultos na cultura e provocando mortalidade nos ovos. Nesse sentido seria importante avaliar e comparar a eficácia desses dois extratos, pois, mesmo sendo o extrato de saboneteira mais eficiente na redução da população, o efeito do extrato de barbatimão sobre adultos e ovos poderia prevenir a transmissão de viroses e reduzir as debilidades provocadas pelas ninfas e adultos à planta.

As simulações com a inserção dos efeitos de todos os extratos, mostram que os efeitos acumulados dos extratos, provocaram uma mudança drástica na dinâmica populacional de *B. tabaci* durante o ciclo do tomateiro, mantendo baixa densidade durante todo o ciclo. Portanto, de acordo com os resultados das simulações, sugere-se que a aplicação de todos os extratos, cada um na fase em que provoca efeito significativo, poderá ser eficiente no controle populacional de *B. tabaci* na cultura do tomateiro, e conseqüentemente reduzir o número de indivíduos adultos que no final do ciclo do cultivo sairiam em busca de novas culturas.

Dados da literatura mostram que a dinâmica populacional de *B. tabaci*, varia consideravelmente, de acordo com os diversos fatores bióticos e abióticos, tais como a planta hospedeira, a variedade da cultura, as condições de temperatura e precipitação, a umidade, a presença de predadores e parasitoides, o tipo de irrigação, a forma de cultivo (policultura/monocultura) e o sistema de produção (convencional/orgânico). Tais fatores influenciam em cada fase de desenvolvimento, desde a chegada do inseto na cultura até o desenvolvimento de novos adultos colonizadores. O modelo desenvolvido nesse estudo, pode colaborar para um maior entendimento, de como essas variações interferem na dinâmica populacional da mosca-branca em diferentes condições as quais a população está exposta. E ainda, o modelo foi capaz de mostrar a relevância dos efeitos letais e subletais dos extratos vegetais, podendo ser útil para a seleção de produtos fitossanitários e facilitar as decisões de manejo da mosca-branca.

Tabela 2.1: Dados selecionados para inserção no modelo matemático que simula a dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B. Todos os dados são referentes a estudos com *B. tabaci* em cultura de tomate.

Referências	Condições de estudo	Tratamentos	Taxa de colonização	Fecundidade	Mortalidade de ovos	Mortalidade de ninfas	Tempo de incubação do ovo	Desenvolvimento das ninfas de 1-4º instar	Desenvolvimento de pupas	Desenvolvimento de ovo-adulto	Tempo de oviposição da fêmea	Longevidade dos adultos
Villas Bôas <i>et al.</i> (2002)	Casa-de-vegetação	Sem tratamento	---	---	30,1%	---	---	---	---	---	---	---
	Câmara BOD		---	3,6 ovos/fêmea/dia	---	---	---	---	---	---	---	---
Salas & Mendoza (1995)	Laboratório	Sem tratamento	---	---	---	---	7 dias	12 dias	3 dias	22 dias	16 dias	19 dias
Alonso (2012)	Casa-vegetação-semi-protegida	Sem tratamento	---	---	---	71,7%	---	---	---	---	---	---
Pedro Togni – dados não publicados	Campo – cultivo orgânico	Sem tratamento	1,5 adultos/planta nos 45 dias iniciais	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Resultados deste estudo	Casa-de-vegetação	Extrato de nim	21,33%	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		Extrato de barbatimão	23,33%	---	50,8%	---	---	---	---	---	---	---
		Extrato de saboneteira	---	---	---	73,4%	---	---	---	---	---	---
		Controles dos tratamentos	---	5,9 ovos/fêmea/dia	---	---	---	---	---	---	---	---

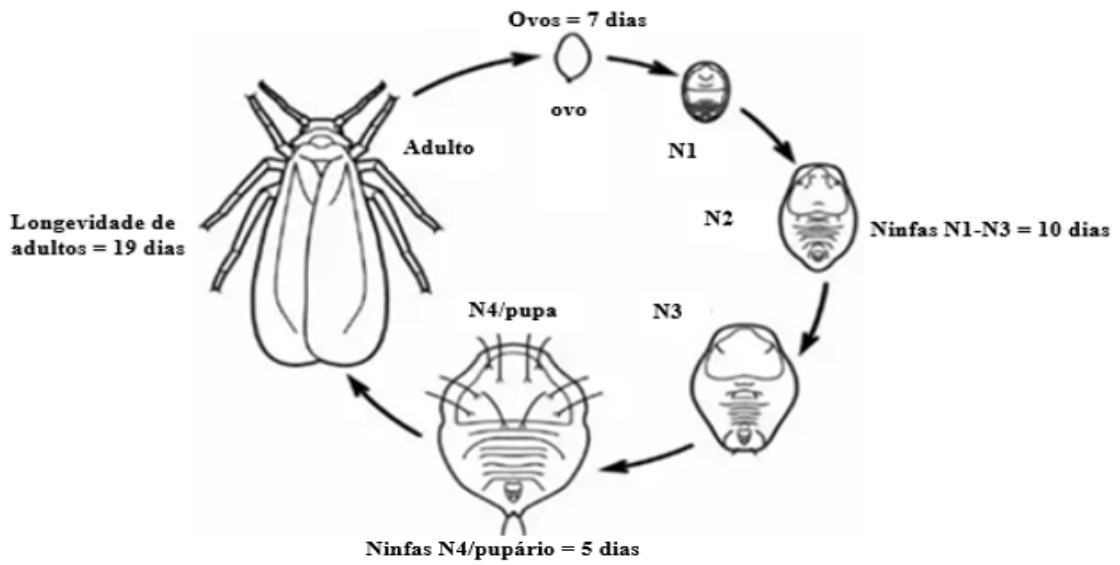


Figura 2.1: Ciclo de vida de *Bemisia tabaci* com base nos dados de Salas & Mendoza (1995).

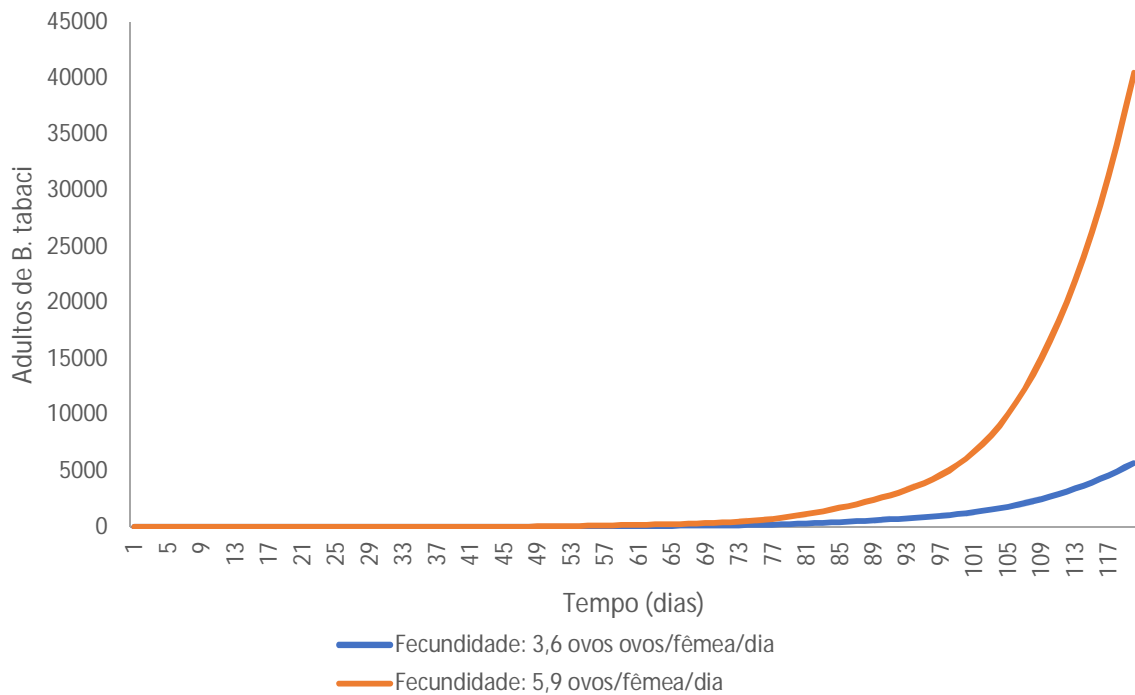


Figura 2.2: Resultado da simulação da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate. As curvas representam a população de adultos de *B. tabaci* por planta, durante o ciclo da planta em diferentes taxas de fecundidade: 3,6 ovos/fêmea/dia e 5,9 ovos/fêmea/dia.

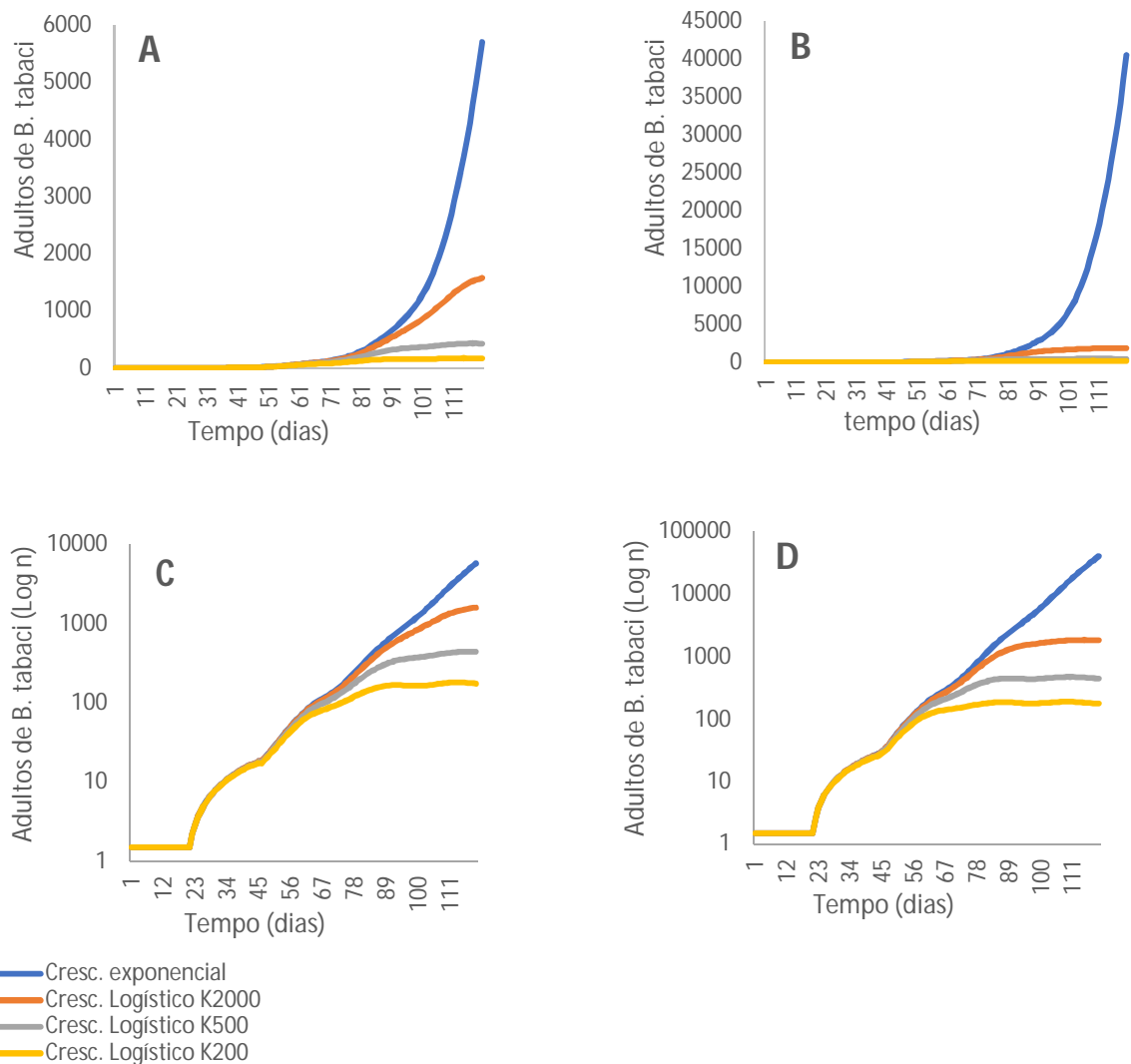


Figura 2.3: Resultado das simulações da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate. As curvas demonstram o crescimento exponencial e logístico (K2000, K500 e K200) da população de adultos de *B. tabaci* por planta. **A** = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia; **B** = fecundidade 5,9 ovos/fêmea/dia; **C** = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia com eixo y em escala Log; **D** = fecundidade 5,9 ovos/fêmea/dia durante com eixo y em escala Log.

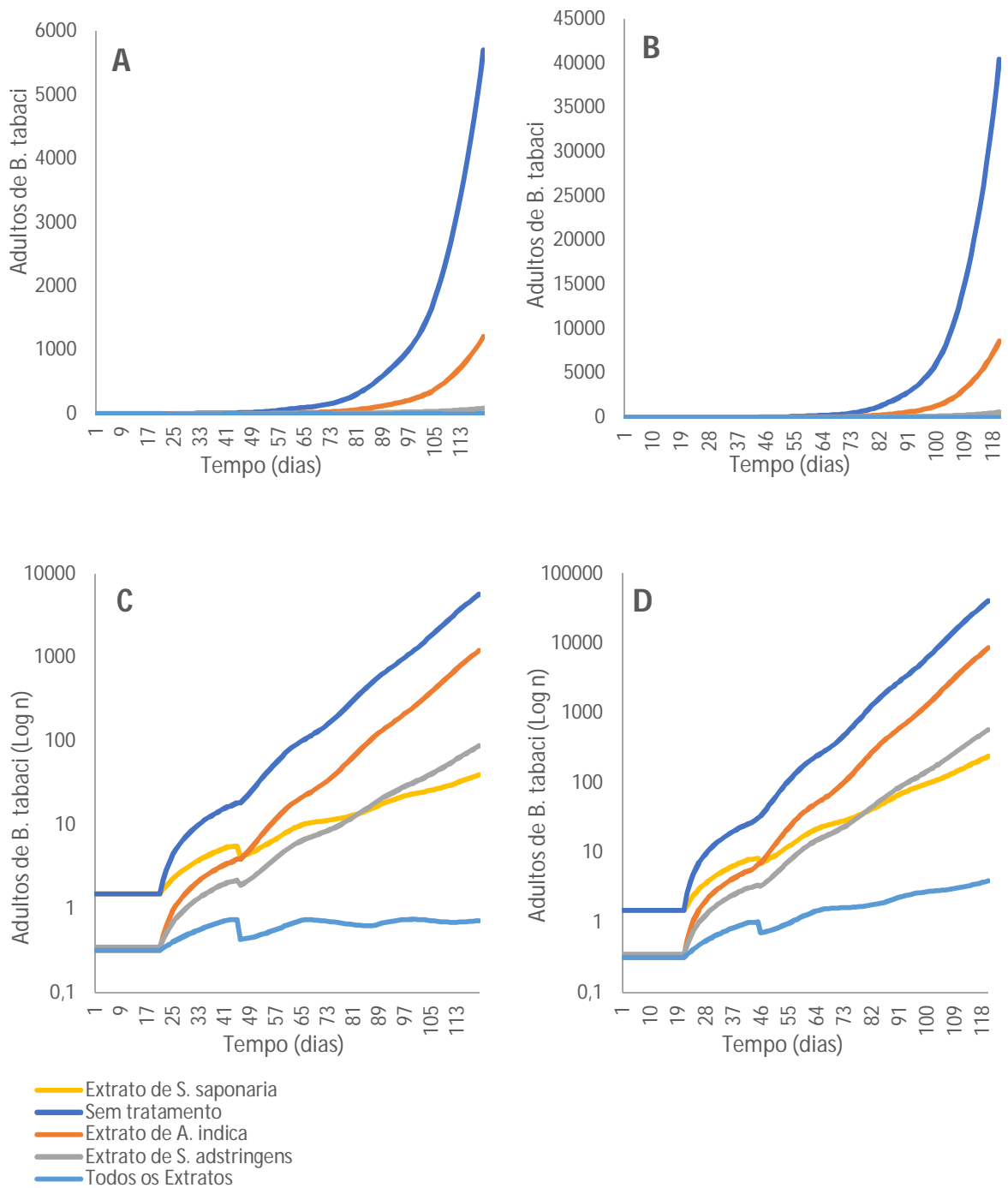


Figura 2.4: Simulações da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomate, considerando o recurso ilimitado, com e sem efeito da aplicação de extratos vegetais. **A** = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia; **B** = fecundidade de 5,9 ovos/fêmea/dia; **C** = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia com eixo y em escala Log; **D** = fecundidade de 5,9 ovos/fêmea/dia com eixo y em escala Log.

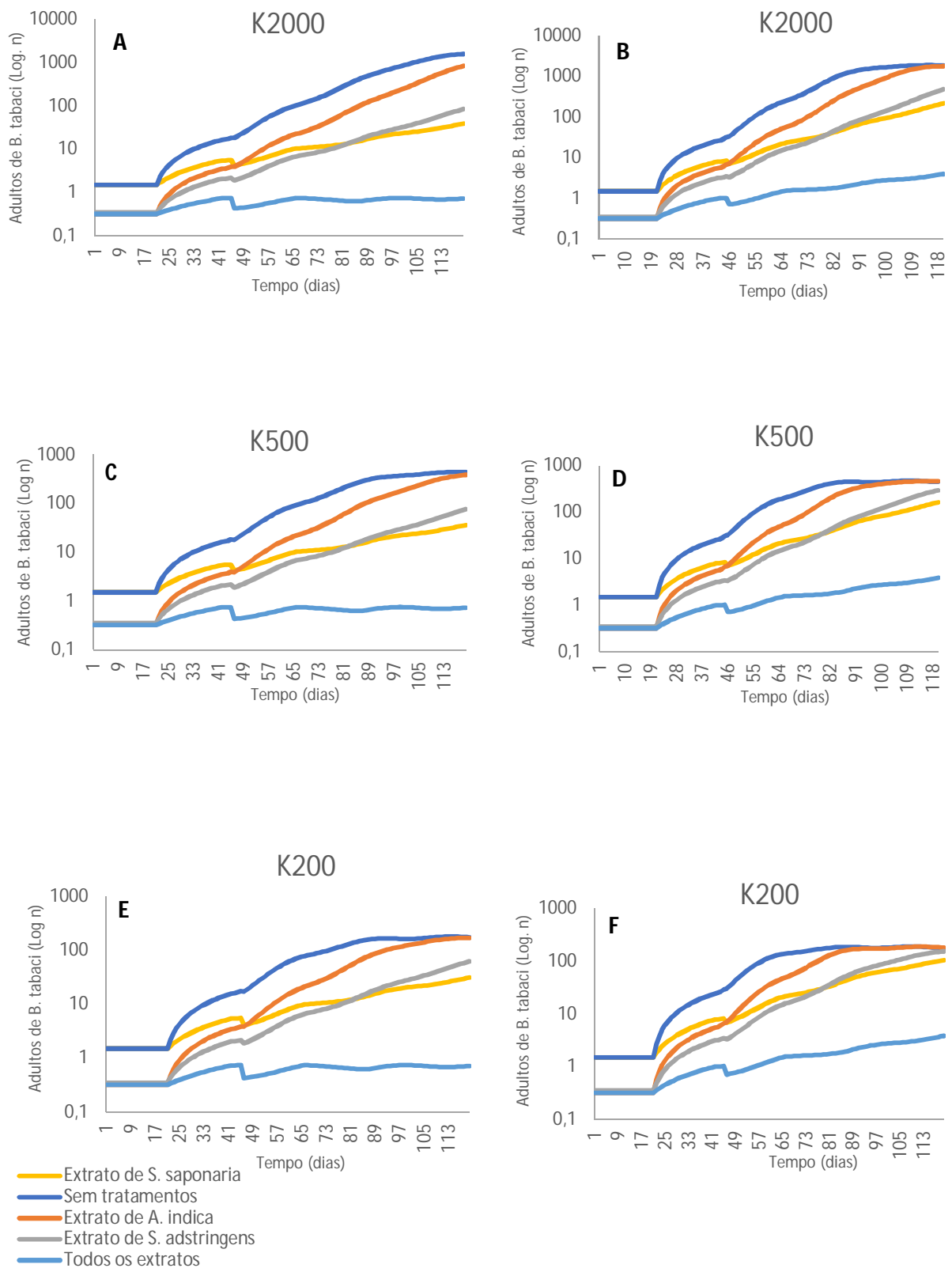


Figura 2.5: Simulações da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em plantas de tomateiro, com e sem efeito de extratos vegetais considerando diferentes capacidades de suporte: K2000, K500 e K200. **A**, **C** e **E** = fecundidade de 3,6 ovos/fêmea/dia; **B**, **D** e **F** = fecundidade de 5,9 ovos/fêmea/dia.

Tabela 2.2: População de *Bemisia tabaci* biótipo B nos diferentes estágios de desenvolvimento, no final do ciclo do tomateiro, de acordo com as simulações realizadas no modelo, considerando dois parâmetros de fecundidade das fêmeas, 3,6 e 5,9 ovos/fêmea/dia e capacidade de suporte da planta ilimitada.

Tratamentos	Adultos	Ovos	Ninfas	Pupas
População total de <i>B. tabaci</i> considerando 3,6 ovos/fêmea/dia				
Sem tratamento	5703,4644	63383,3315	45463,2262	3041,18666
<i>A. indica</i>	1212,9368	13479,5218	9668,51277	646,759029
<i>S. adstringens</i>	88,12877	491,906791	425,455084	38,8230785
<i>S. saponaria</i>	39,880884	458,066591	478,776441	7,66426273
Todos os tratamentos	0,7245068	4,13018172	5,52569091	0,11243942
População total de <i>B. tabaci</i> considerando 5,9 ovos/fêmea/dia				
Sem tratamento	40495,226	722516,518	462578,486	25052,2929
<i>A. indica</i>	8611,9846	153655,179	98375,0246	5327,78762
<i>S. adstringens</i>	576,40406	5202,29711	3935,78061	289,42737
<i>S. saponaria</i>	240,74225	4488,56568	4021,77621	53,8761948
Todos os tratamentos	3,9592407	36,7899384	41,3120466	0,71262419



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das sete espécies de plantas pesquisadas no presente estudo, três demonstraram potencial para controlar a população de *B. tabaci* biótipo B na cultura do tomateiro. O extrato de nim *Azadirachta indica* reduz a colonização da mosca-branca e o número de ovos postos nas plantas. O extrato de barbatimão *Stryphnodendron adstringens*, além de afetar a colonização, também tem efeito inseticida sobre os ovos. Já o extrato de saboneteira *Sapindus saponaria* causa mortalidade às ninfas de *B. tabaci*. Como observado nesses resultados, cada um desses extratos, age em fases distintas da praga. O extrato de nim inibe os adultos de *B. tabaci*, efeito que já havia sido relatado antes por Baldin *et al.* (2007). Esse efeito inibitório para os adultos pode diminuir o número de ovos postos nas plantas além de prevenir a transmissão de vírus (Nardo, 1989). O extrato de barbatimão pode ser ainda mais eficiente para impedir a transmissão de fitovirose, quando age inibindo a chegada do inseto adulto à planta e quando provoca a mortalidade dos ovos, impedindo que esses cheguem a fase de ninfas e adultos que poderiam transmitir vírus ao se alimentarem da planta.

As simulações geradas a partir do modelo proposto neste estudo, mostra que o padrão de flutuação populacional da mosca-branca, apresenta curvas de crescimento exponencial, quando a disponibilidade de recurso é limitada. A fecundidade das fêmeas é um fator de grande relevância para o número final de adultos. Como visto nas simulações, a população de adultos que no início conta apenas com 1,5 adultos por planta, passa de 5 mil indivíduos por planta se considerar que as fêmeas ovipositam 3,6 ovos por dia, esse número salta para mais de 40 mil indivíduos se as fêmeas ovipositarem 5,9 ovos por dia. Estudos relatam que em determinadas condições e culturas, *B. tabaci* pode ovipositar mais de 6 ovos por dia, chegando a 11,6 ovos por dia como relatado por Salas & Mendoza (1995). A inserção de possíveis capacidades de suporte do tomateiro no modelo, freou o crescimento populacional e tornando os dados mais realistas. Informações mais detalhadas tanto da biologia e desenvolvimento de *B. tabaci*, quanto informações sobre o desenvolvimento e capacidade de suporte do tomateiro e a relação interespecífica herbívoro/planta entre essas espécies são importantes para validação do modelo.

A inserção dos extratos, *A. indica*, *S. adstringens* e *S. saponaria*, cada um com seu efeito específico, provoca importantes alterações na dinâmica populacional da mosca-branca, reduzindo sua população. Se aplicados os três extratos, os efeitos somados provocam uma redução drástica na população da mosca-branca e mantém a densidade baixa durante todo o ciclo do tomateiro.

O uso desses extratos para reduzir a população da mosca-branca na cultura do tomateiro, apresenta-se como uma importante ferramenta no combate desta praga, trazendo uma alternativa para os produtores orgânicos que dispõem de poucos produtos fitossanitários para esse fim. Além disso, é uma alternativa aos inseticidas químicos sintéticos frequentemente utilizados na agricultura convencional. No entanto, a utilização desses extratos em campo, exige cautela como alerta Cloyd *et al.* (2009) quanto à fitotoxicidade, e como demonstrado nesse estudo, determinadas concentrações provocaram efeito fitotóxico ao tomateiro. Além disso, estudos toxicológicos de *S. adstringens* e *S. saponaria* devem ser conduzidos, pois, para essas plantas não há informações sobre a toxicidade a organismos não-alvos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT-Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. 2018. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em 04.06.2018.
- Akhtar, Y. & Isman, M.B. 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *Journal of Applied Entomology* 128:32-38.
- Albergaria, N.M.S.; Cividanes, F.J.; Dória, H.O.S. 2003. Tabela de vida ecológica de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology* 32(4): 559-563.
- Alexenizer, M. & Dorn, A. 2007. Screening of medicinal and ornamental plants for insecticidal and growth regulating activity. *Journal of Pest Science* 80: 205-215.
- Almeida, S.P.; Proença, C.E.B.; Sano, S.M.; Ribeiro, J.F. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina-DF: EMBRAPA-CPAC, 464 P.
- Alonso, J.D.S. 2012. *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (Hemiptera:Aleyrodidae) em cultivo protegido de tomate: dinâmica dos fatores de mortalidade e aspectos comportamentais de *Nephasis torresi* González (Coleoptera: Coccinelidae). Ribeirão Preto-SP: Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado).
- Altieri, M.A. 2004a. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 120 p.
- Altieri, M.A. 2002. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba-RS: Agropecuária, 592 p.
- Altieri, M.A. 2004b. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1): 35-42.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. 2005. Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture. 1<sup>st</sup> edition, PNUMA. University of California, Berkeley, 290 p.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Alves, J.E.; Souza, T.A.; Lacerda, G.A.; Prince, P.M.A. 2016. Atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) e barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville). *Bionorte* 5(1): 1-10.

- Andrade-Neto, V.F.; Brandão, M.G.L.; Stehmann, J.R.; Oliveira, L.A.; Krettli, A.U. 2003. Antimalarial activity of *Cinchona*-Like plants used to treat fever and malaria in Brazil. 2003. *Journal of Ethnopharmacology* 83: 253-259.
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2016. Programa de Análise de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Relatório de Atividades de 2013 a 2015. Brasília-DF, novembro de 2016. 246 p.
- ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2013. Programa de Análise de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Relatório de Atividades de 2011 e 2012. Brasília-DF, outubro de 2013. 44 p.
- Araújo, S.M.M.; Lemos, R.N.S.; Queiroz, M.E.R.; Nunes, G.S. 2001. Uso de inseticidas organofosforados nos pólos de produção na Ilha de São Luís (MA): condições de trabalho e contaminação de hortaliças. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente* 11: 159-179.
- Arnó, J.; Gabarra, R.; Liu, T.; Simmons, A.M.; Gerling, D. 2010. Natural enemies of *Bemisia tabaci*: predators and parasitoids. In: Stansly, P. A. & Naranjo, S. E. *Bemisia: Binomics and Management of a Global Pest*. Springer, p. 385-421.
- Asiimwe, P.; Ellsworth, P.C.; Naranjo, S.E. 2016. Natural enemy impacts on *Bemisia tabaci* (MEAM1) dominate plant quality effects in the cotton system. *Ecological Entomology* 41: 642-652.
- Ateyyat, M.A.; Al-Mazra'awi, M.; Abu-Rjai, T.; Shatnawi, M.A. 2009. Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as Imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Science* 9: 1-6.
- Bailey, A.; Chandler, D.; Grant, W.P.; Greaves, J.; Prince, G.; Tatchell, M. 2010. *Biopesticides: pest management and regulation*. CAB International, 232 p.
- Baldin, E.L.L.; Fanela, T.L.M.; Pannuti, L.E.R.; Kato, M.J.; Takeara, R.; Crotti, E.M. 2015. Botanical extracts: alternative control for silverleaf whitefly management in tomato. *Horticultura Brasileira* 33: 059-065.
- Baldin, E.L.L.; Sousa, D.R.; Sousa, E.S.; Beneduzzi, R.A. 2007. Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. *Horticultura Brasileira* 25: 602-606.

- Barbosa, F.R.; Silva, C.S.B.; Carvalho, G.K.L. 2006. Uso de inseticidas alternativos no controle de pragas agrícolas. Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, Documentos da Embrapa Semi-Árido Nº 191, 48 p.
- Battel, A.P.M.B.; Moral, R.A.; Godoy, W.A.C. 2012. Modelos matemáticos predador-presa e aplicações ao manejo integrado de pragas. *Oecologia Australis* 16(1): 43-62.
- Bedford, I.D.; Briddon, R.W.; Brown, J.K.; Rossel, R.C.; Markham, P.G. 1994. Geminivirus transmission and biological characterisation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. *Annals of Applied Biology* 125: 311-325.
- Begon, M.; Townsend, C.R.; Harper, J.L. 2008. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4ª ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 740 p.
- Bellows, T.S. Jr.; Perring, T.M.; Gill, R.J.; Headrick, D.H. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 87(2): 195-206.
- Bengtsson, J.; Ahnström, J.; Weibull, A. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269.
- Bergougnoux, V. 2014. The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology Advances* 32: 170-189.
- Betarbet, R.; Sherer, T.B.; MacKenzie, G.; Garcia-Osuna, M.; Panov, A.V.; Greenamyre, T. 2000. Chronic systemic pesticide exposure reproduces features of Parkinson's disease. *nature neuroscience* 3(12): 1301-1306.
- Bertolucci, S.K.V; Lameira, O.A.; Pinto, J.E.B.P. 2008. Guia das plantas medicinais. In: Lameira, O.A. & Pinto, J.E.B.P. Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 264 p.
- Bird, T.L. & Krüger, K. 2006. Response of the polyphagous whitefly *Bemisia tabaci* B-biotype (Homiptera: Aleyrodidae) to crop diversification – influence of multiple sensory stimuli on activity and fecundity. *Bulletin of Entomological Research*, 96: 15-23.
- Blacker, J.L. & Byrne, D.N. 1993. Flight behavior of *Bemisia tabaci* in a vertical flight chamber effect of time of day, sex, age and host quality. *Physiological Entomology* 18: 223-232.

- Borel, R.M.A.; Abaurre, M.E.O.; Carmo, C.A.S.C. 2010. Características socioeconômicas do cultivo do tomateiro no estado do Espírito Santo. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Tomate. Vitória-ES: Incaper, 430 p.
- Brasil. Presidência da República. 2007. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. D.O.U. nº 249, Brasília-DF, 28/12/2007, Seção 1, p. 2-8.
- Brasil. Presidência da República. 2003. Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. D.O.U. nº 250, Brasília-DF, 24/12/2003, Seção 1, p. 8-9.
- Brown, J.K.; Frohlich, D.R.; Rosell, R.C. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology* 40: 511-34.
- Brown, J.K. 2010. Taxonomy, molecular systematics, and gene flow in the *Bemisia tabaci* complex and *Bemisia* relatives. In: Stansly, P. A. & Naranjo, S. E. (eds.). *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, p. 1-4.
- Burton-Freeman, B. & Reimers, K. 2011. Tomato consumption and health: emerging benefits. *American Journal of Lifestyle Medicine* x(x): 1-10.
- Byrne, D.N. & Bellows Jr, T.S. 1991. Whitefly biology. *Annual Review of Entomology* 36: 431-457.
- Byrne, D. N. 1999. Migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Agricultural and Forest Meteorology* 97(4): 309-316.
- Carmo, C.A.S & Caliman, L.F. 2010. Clima, época de plantio e cultivar. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Tomate. Vitória-ES: Incaper, 430 p.
- Carneiro, F.F.; Rigotto, R.M.; Augusto, L.G.S.; Friedrich, K.; Búrigo, A.C. 2015. Dossiê ABRASCO: uma alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 624 p.
- Carpenter, S.R.; Caraco, N.F.; Correl, D.L.; Howarth, R.W.; Sharpley, A.N.; Smith, V.H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8(3): 559-568.

- Carvalho, J.L. & Pagliuca, L.G. 2007. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. *Hortifruti Brasil* 58: 6-25.
- Cavalcante, G.M.; Moreira, A.F.C.; Vasconcelos, S.D. 2006. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 9-14.
- Cloyd, R.A.; Galle, C.L.; Keith, S.R.; Kalscheur, N.A.; Kemp, K.E. 2009. Effect of commercially available plant-derived essential oil products on arthropod pests. *Journal of Economic Entomology* 102(4): 1567-1579.
- Cloyd, R.A. 2004. Natural Indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? *Illinois Pesticide Review* 17(3).
- Conway, G.R. & Pretty, J.N. 2009. Unwelcome harvest: agriculture and pollution. London, UK, Earthscan, v.10, 676 p.
- Conway, G.R. 2003. Produção de alimentos no século XXI: biotecnologia e meio ambiente. São Paulo: Estação Liberdade, 375 p.
- Corrêa, M.P. 1926. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v. 1, 747 p.
- Corrêa, M.P. 1978. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v. 6, 777 p.
- Costa, H.S.; Ullman, D.E.; Johnson, M.W.; Tabashnik, B.E. 1993. Squash silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology* 83(7): 763-766.
- Cowles, R.S. 2004. Impact of azadirachtin on vine weevil (Coleoptera: Curculionidae) reproduction. *Agricultural and Forest Entomology* 6: 291-294.
- Czosnek, H. 2007. Interactions of *Tomato yellow leaf curl virus* with its whitefly vector. In: Czosnek, H. (ed.). *Tomato yellow leaf curl virus* disease. Springer, 157-170.
- De Barro, P. J. 2005. Genetic structure of the whitefly *Bemisia tabaci* in the Asia-Pacific region revealed using microsatellite markers. *Molecular Ecology* 14: 3695-3718.
- De Barro, P.J. & Hart, P. J. 2000. Mating interactions between two biotypes of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Australia. *Bulletin of Entomological Research* 90: 103-112.

- De Barro, P.J.; Liu, S.; Boykin, L.M.; Dinsdale, A.B. 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annual Review of Entomology* 56: 1-19.
- DeLonge, M.S.; Miles, A.; Carlisle, L. 2016. Investing in the transition to sustainable agriculture. *Environmental Science & Policy* 55: 266-273.
- Dimetry, N.Z. 2014. Different plant families as bioresource for pesticides. In: Singh, D. (ed.). *Advances in plant biopesticides*. India: Springer, 2014, p. 1-20.
- Dusi, A.N.; Lopes, C.A.; Oliveira, C.A.S.; Moreira, H. M.; Miranda, J.E.C.; Charchar, J.M.; Silva, J.L.O.; Magalhães, J.R.; Branco, M.C.; Reis, N.V.B.; Makishima, N.; Fontes, R.R.; Pereira, W.; Horino, Y. 1993. A cultura do tomateiro (para mesa). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Brasília/DF: EMBRAPA-SPI, 1993, Coleção Plantar nº 5, 92 p.
- EC-European Commission. 2014. Organic farming: a guide on support opportunities for organic producers in Europe. European Union.
- EFSA-European Food Safety Authority. 2013. Scientific Opinion on the risks to plant health posed by *Bemisia tabaci* species complex and viruses it transmits for the EU territory. *European Food Safety Authority Journal* 11(4): 3162.
- Esashika, D.A.S.; Michereff-Filho, M.; Bastos, C.S.; Inoue-Nagata, A.K.; Dias, A.M.; Ribeiro, M.G.P.M. 2016. Suscetibilidade de adultos de *Bemisia tabaci* biótipo B a inseticidas. *Horticultura Brasileira* 34: 189-195.
- Excel – Microsoft Office. 2016. Microsoft Office Home & Student 2016 – 32/64 bits-ESD.
- Fancelli, M. & Vendramim, J.D. 2002. Development of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B on *Lycopersicon* spp. Genotypes. *Scientia Agricola* 59(4): 665-669.
- FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. Agroecology for food security and nutrition: proceedings of the FAO International Symposium, 18-19 September 2014, Rome, Italy, 409 p.
- FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Training manual for organic agriculture. FAO 2015. 104 p.



FAOSTAT. 2014. FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT, Food and agriculture data. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em 19/09/2017.

Farzaei, M.H.; Abbasabadi, Z.; Ardekani, M. R. S.; Rahimi, R.; Farzaei, F. 2013. Parsley: a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *Journal of Traditional Chinese Medicine* 33(6): 815-826.

Ferrari, R.; Barbosa, A.N.; Ornelas, S.S.; Del Lano, M.E.; Barbosa, A.C. L. 2012. Confrei (*Symphitum officinale*) aspectos botânicos, fitoquímicos e terapêuticos. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde* 16(6): 227-237.

Figueira, F.A.R. 2005. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 412 p.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Baptista, G.S.; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramin, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S.; Omoto, C. 2002. Piracicaba-SP: FEALQ, v.10, 920 p.

Gerling, D.; Motro, U.; Horowitz R. 1980. Dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) attacking cotton in the coastal plain of Israel. *Bulletin of entomological research* 70: 213-219.

Ghanim, M.; Morin, S.; Zeidan, M.; Czosnek, H. 1998. Evidence for transovarial transmission of *Tomato yellow leaf curl virus* by vector, the whitefly *Bemisia tabaci*. *Virology* 240: 295-303.

Gliessman, S.R. 2000. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 1ª ed. Porto Alegre: UFRGS, 653 p.

Gobbo-Neto, L. & Lopes, N. P. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* 30(2): 374-381.

Gotelli, N.J. 2009. Ecologia. 4ª ed. Londrina: Editora Plana, 287 p.

Grazia, J.; Cavichioli, R.R; Wolff, V.R.S.; Fernandes, J.A.M.; Takiya, D.M. 2012. Hemiptera Linnaeus, 1758. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B.; Casati, S.A.; Constantino, R. (eds.). Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto-SP: Holos, p. 347-405.

Grimaldi, D. & Engel, M.S. 2005. Evolution of the insects. Cambridge University Press. New York, USA. 755 p.

- Haji, F.N.P.; Mattos, M.A.A.; Alencar, J.A.; Barbosa, F.R.; Moreira, A.N. 2000. Aspectos biológicos, danos e estratégias de controle da mosca branca. Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, Circular Técnica da Embrapa Semi-Árido N° 55, 38 p.
- Haji, F.N.P.; Mattos, M.A.A.; Alencar, J.A.; Barbosa, F.R.; Paranhos, B.J. 2005. Manejo da mosca-branca na cultura do tomate. Embrapa Semi-árido Petrolina-PE, Circular Técnica da Embrapa Semi-Árido N° 81, 16 p.
- Hammad, E. A.; Zeaiter, A.; Saliba, N.; Talhouk, S. 2014. Bioactivity of indigenous medicinal plants against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Science* 14: 1-18.
- Hammad, E.M. A.; Zournajian, H.; Talhouk, S. 2001. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 125: 483-488.
- Henneberry, T.J.; Naranjo, S.E.; Forer, G.; Horowitz, A.R. 2007. Biology, ecology, and management of sweetpotato whiteflies on cotton. In: Hequet, E.; Henneberry, T. J.; Nichols, R. L. (eds.). 2007. Sticky cotton: causes, effects, and prevention. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Technical Bulletin 1915, p. 67-85.
- Hilje, L.; Costa, H. S.; Stansly, P. A. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protection* 20:801-812.
- Hodges, G.S. & Evans, G.A. 2005. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. *Florida Entomologist* 88(4): 518-534.
- Horowitz, A.R. & Gerling, D. 1992. Seasonal variation of sex ratio in *Bemisia tabaci* on cotton in Israel. *Environmental Entomology* 21(3): 556-559.
- Horowitz, A.R.; Antignus, Y.; Gerling, D. 2011. Management of *Bemisia tabaci* whiteflies. In: Thompson, W. M. O. (ed.). The whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) interaction with geminivirus-infected host plants. Springer Dordrecht, p. 292-322.
- Horowitz, A.R.; Podoler, H.; Gerling, D. 1984. Life table analysis of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in cotton fields in Israel. *Acta Oecologia* 5(3): 221-233.
- Horowitz, A.R. 1986. Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius): with special emphasis on cotton fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17: 37:47.

- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Levantamento sistemático da produção agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola* 30(2) p. 1-83.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP-Banco de dados meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2017. Disponível em [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br). Acessado em 12/11/2017.
- Isaacs, R. & Byrne, D.N. 1998. Aerial distribution, flight behavior and eggload: their inter-relationship during dispersal by the sweetpotato whitefly. *Journal of Animal Ecology* 67: 741-750.
- Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51: 45-66.
- Isman, M.B. & Machial, C.M. 2006. Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. In: Rai & Carpinella (eds.). Naturally occurring bioactive compounds. Elsevier, p. 29-44.
- Jesus, F.G.; Paiva, L.A.; Gonçalves, V.C.; Marques, M.A.; Boiça Junior, A.L. 2011. Efeito de plantas inseticidas no comportamento e biologia de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Arquivos do Instituto Biológico* 78(2):279-285.
- Knaak, N.; Tagliari, M.S.; Machado, V.; Fiuza, E.L. 2012. Atividade inseticida de extratos de plantas medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *BioAssay* 7(1): 1-6.
- Knapp, S. & Jarvis, C.E. 1990. The typification of the names of new world *Solanum species* described by Linnaeus. *Botanical Journal of the Linnean Society* 104: 325-367.
- Koul, O.; Isman, M.B.; Ketkar, C.M. 1990. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. *Canadian Journal Botany* 68: 1-11.
- Koul, O. 2004. Neem: a global perspective. In: Koul, O. & Wahab, S. (eds.). *Neem: today and the new millennium*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Springer, p. 1-19.
- Koul, O. & Walia, S. 2009. Comparing impacts of plant extracts and pure allelochemicals and implications for pest control. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 4(49): 1-30.

- Kristiansen, P. & Merfield, C. 2006. Overview of organic agriculture. In: Kristiansen, P.; Taji, A.; Reganold, J. (eds.). *Organic agriculture: a global perspective*. CSIRO, Australia. CABI, United Kingdom, p. 1-23.
- Lage, P.S.; Andrade, P.H.R.; Lopes, A.S.; Fumagalli, M.A.C.; Valadares, D.G.; Duarte, M.C.; Lage, D.P.; Costa, L.E.; Martins, V.T.; Ribeiro, T.G.; Souza Filho, J.D.; Tavares, C.A.P.; Pádua, R.M.; Leite, J.P.V.; Coelho, E.A.F. 2013. *Strychnos pseudoquina* and its purified compounds present an effective in vitro antileishmanial activity. *Hindawi* 9 p.
- Lapidot, M. & Polston, J. 2010. Biology and epidemiology of *Bemisia*-vectored viruses. In: Stansly, P.A. & Naranjo, S.E. (eds.). *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, p. 227-231.
- Leal, M.A.A. 2006. Produção de tomate orgânico: sistema PESAGRO-RIO. Documentos nº 97 da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro-PESAGRO-RIO, Niterói-RJ. 39 p.
- Leite, G.L.D.; Picanço, M.; Jham, G.N.; Moreira, M.D. 2005. Whitefly population dynamics in okra plantations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(1): 19-25.
- Lernoud, J. & Willer, H. 2017. Current statistics on organic agriculture worldwide: area, operators, and market. In: Willer, H. & Lernoud, J. (eds.). 2017. *The word of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017*. FiBL & IFOAM-Organics International, p. 36-75.
- Letourneau, D. & Bruggen, A. 2006. Crop protection in organic agriculture. In: Kristiansen, P.; Taji, A.; Reganold, J. *Organic agriculture: a global perspective*. CSIRO, Australia. CABI, United Kingdom, p. 93-121.
- Lima, J.F.M.; Grützmacher, A.D.; Cunha, U.S.; Porto, M.P.; Martins, J.F.S.; Dalmazo, G.O. 2008. Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1997) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de várzea. *Ciência Rural* 38(3): 607-613.
- Lockie, S.; Halpin, D.; Gordon, R.; Pearson, D. 2006. Understanding the market for organic food. In: Kristiansen, P.; Taji, A.; Reganold, J. (eds.). *Organic agriculture: a global perspective*. CSIRO, Australia. CABI, United Kingdom, p. 245-258.

Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa-SP: Plantarium, 352 p.

Lourenção, A.L. & Nagai, H. 1994. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia* 53(1): 53-59.

Macedo, F.M.; Martins G.T.; Rodrigues, C.G.; Oliveira, D.A. 2007. Triagem fitoquímica do barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville]. *Revista Brasileira de Biociências* 5(2): 1166-1168.

MAPA/IBAMA/ANVISA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2011. Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC/ANVISA/IBAMA nº 1, de 24 de maio de 2011. Estabelece os procedimentos para o registro de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica. D.O.U., Brasília-DF, n. 99, 25/05/2011-Seção 1, p. 25 e 26.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003. Instrução Normativa nº 24, de 15 de abril de 2003. Implanta o Manejo Integrado de Pragas do Tomateiro. D.O.U., Brasília-DF, nº 74, 16/04/2003-Seção 1, p. 6.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. D.O.U., Brasília-DF, n. 194, 07/10/2011-Seção 1, p. 4-11.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2014. Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014. Altera a Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. D.O.U., Brasília-DF, n. 116, 20/06/2014-Seção 1, p. 32-36.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2017. Fichas Agroecológicas: Tecnologias Apropriadas para a Produção Orgânica. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/capa-fichas-agroecologicas>. Acessado em 03/10/2017.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018a. Relação dos produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica registrados. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/registro>. Acessado em 03/05/2018.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018b. Informações sobre especificação de referência e relação das solicitações de estabelecimento de especificação de referência. Disponível em:

[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/SolicitaesdeEspecificaesdeReferenciasencaminhadaspelasCPOrgs\\_31.01.2018.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/SolicitaesdeEspecificaesdeReferenciasencaminhadaspelasCPOrgs_31.01.2018.pdf) e <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/especificacao-de-referencia>. Acessado em 03/05/2018.

Mazoyer, M. & Roudart, L. 2008. Histórias das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. São Paulo-SP: UNESP, 568 p.

McAuslane, H.J. & Smith, H.A. 2015. Sweetpotato whitefly B biotype, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). UF-IFAS Extension – University of Florida. EENY-129.

MDA-Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2016. Brasil agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO: 2016-2019. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília-DF. 89 p.

Mello, M.O. & Silva-Filho, M.C. 2002. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 14(2): 71-82.

Melo, P.C.T. & Vilela, N.J. 2005. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira* 23(1): 154-157.

Mendonça, V.G.; Bara, M.T.F.; Rezende, M.H.; Ferreira, H.D.; Paula, J.R. 2007. Estudo farmacognóstico das folhas de *Strychnos pseudoquina* A. St. Hill. *Revista Eletrônica de Farmácia* 4(2): 137-139.

Menezes, E.L.A. 2005. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Embrapa Agrobiologia Seropédica-RJ. Documentos da Embrapa Agrobiologia, Nº 205, 58 p.

Michereff Filho, M.; Marouelli, W.A.; Gravina, C.S.; Resende, F.V.; Silva, P.S.; Nagata, A.K.I.; Liz, R.S. 2014. Influência de práticas culturais na infestação de pragas em tomateiro

- orgânico. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Boletim de Desenvolvimento e Pesquisa da Embrapa Hortaliças, Nº 101, 32 p.
- Mordue (Luntz), A.J. & Nisbet, A.J. 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29(94): 615-632.
- Mound, L.A. 1983. Biology and identity of whitefly vectors of plant pathogens. In: Plumb, R.T. & Thresh J.M. (eds.) *Plant virus epidemiology: the spread and control of insect-borne viruses*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 305-313.
- Mound, L.A. & Halsey, S.H. 1978. Whitefly of the world: a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. British Museum (Natural History). 340 p.
- Moura, A.P.; Filho Michereff, M.; Guimarães, J.A.; Liz, R.S. 2014. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, Nº 129, 24 p.
- Moura, A.P.; Filho Michereff, M.; Guimarães, J.A. 2013. Manejo da resistência da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) a agrotóxicos utilizados em hortaliças. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, Nº114, 10 p.
- MS-ANVISA – Ministério da Saúde e ANVISA. 2014. Monografia da espécie *Vernonia condensata* (“boldo-baiano”). MS-ANVISA, Natal-RN. 139 p.
- Nagata, A.K.I.; Ávila, A.C.; Villas Bôas, G.L. 2009. Os geminivírus em sistema de produção integrada de tomate indústria. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, Nº 71, 12 p.
- Naranjo, S.E; Castle, S.J.; De Barro, P.J.; Liu, S. 2010. Population dynamics, demography, dispersal and spread of *Bemisia tabaci*. In: Stansly, P.A. & Naranjo, S.E. (eds.). *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, p. 185-226.
- Naranjo, S.E. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20: 835-853.
- Naranjo, S.E. & Legg, J.P. 2010. Biology and Ecology of *Bemisia tabaci*. In: Stansly, P.A. & Naranjo, S.E. (eds.). *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, p. 105-107.

- Naranjo, S.E. & Ellsworth, P.C. 2005. Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 116: 93-108.
- Nardo, E.A.B.; Costa, A.S.; Lourenção, A.L. 1997. *Melia azedarach* extract as an antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist* 80(1): 92-94.
- Nardo, E.A.B. 1989. Triagem de substâncias como interferências na aquisição e inoculação de vírus de Plantas por insetos vetores. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (Tese de Doutorado).
- NRC-National Research Council. 1992. Neem: a tree for solving global problems. National Academy Press, Washington, DC. 140 p.
- Nzanza, B. & Mashela, P.W. 2012. Control of whiteflies and aphids in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by fermented plant extracts of neem leaf and wild garlic. *African Journal of Biotechnology* 11(94): 16077-16082.
- Oliveira, M.R.V.; Amancio, E.; Laumann, R.A.; Gomes, L.O. 2003. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotropical Entomology* 32(1): 151-154.
- Pimentel, D.; Hepperly, P.; Hanson, J.; Dounds, D.; Seidel, R. 2005. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* 55(7): 573-582.
- Pinheiro, P.V.; Quintela, E.D.; Oliveira, J.P.; Seraphin, J.C. 2009. Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 354-360.
- Pretty, J.N.; Noble, A.D.; Bossio, D.; Dixon, J.; Hine, R.E.; Penning de Vries, F.W.T.; Morison, J. I. L. 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science & Technology* 40(4): 1114-1119.
- Pretty, J. 2007. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of Royal Society B* 363: 447-465.
- Previero, CA.; Lima Júnior, B. C.; Florencio, L.K.; Santos, D.L. 2010. Receitas de plantas com propriedades inseticidas no controle de pragas. Palmas-TO: CEULP/ULBRA, 31 p.



- Queiroz, P.R.; Lima, L.H.; Martins, É.S.; Sujii, E.R.; Monnerat, R.G. 2017. Description of the molecular profiles of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in different crops and locations in Brazil. *Journal of Entomology and Nematology* 9(5): 36-45.
- Quezado-Duval, A.M.; Furumoto, O.; Villas Bôas, H.D.C. 2014. BRS Sena: do desenvolvimento à inserção na cadeia produtiva. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Documentos da Embrapa Hortaliças, Nº 143, 36 p.
- Quezado-Duval, A.M.; Inoue-Nagata, A.K.; Reis, A.; Pinheiro, J.B.; Lopes, C.A.; Araújo, E.R.; Fontenelle, M.R.; Costa, J.R.; Guimarães, C.M.N.; Rossato, M.; Becker, W.F.; Costa, H.; Ferreira, M.A.S.V.; Destéfano S.A.L. 2013. Levantamento de doenças e mosca-branca em tomateiro em regiões produtoras no Brasil. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Hortaliças, Nº 100, 36 p.
- Quintela, E.D. & Pinheiro, P.V. 2009. Redução da oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Homoptera: Aleyrodidae) em folhas de feijoeiro tratadas com extratos botânicos. *BioAssay* 4(8): 1-10.
- Raven P.H.; Evert, R.F.; Eichhorn, S.E. 1992. *Biologia vegetal*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 728 p.
- Risso, W.E.; Scarminio, I.S.; Moreira, E. G. 2010. Antinociceptive and acute toxicity evaluation of *Vernonia condensata* Baker leaves extracted with different solvents and their mixtures. *Indian Journal of Experimental Biology* 48: 811-816.
- Roh, H.S.; Lim, E.G.; Kim, J.; Park, C.G. 2011. Acaricidal and oviposition deterring effects of santalol identified in sandalwood oil against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Pest Science* 84: 495-501.
- Rosell, R.C.; Bedford, I.D.; Frohlich, D. R.; Gill, R.J.; Brown, J.K.; Markham, P.G. 1997. Analysis of morphological variation in distinct populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America* 90(5): 575-589.
- Salas, J. & Mendoza, O. 1995. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomologist* 78(1): 154-160.
- Santos, M.R.A.; Lima, R.A.; Fernandes, C.F.; Silva, A.G.; Lima, D.K.S.; Teixeira, C.A.D.; Facundo, V.A. 2007. Atividade inseticida do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Radi sobre *Acanthoscelides obtectus* Say e *Zabrotes subfasciatus* Boheman. *Fitos* 3(1): 77-84.

Scherr, S.J. & McNeely, J.A. 2008. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363: 477-494.

Schoonhoven, L.M.; van Loon, J.A.; Dicke, M. 2005. *Insect-Plant Biology*. 2<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press, 421 p.

Silva, L.A.F.; Vulcani, V.A.S.; Rabelo, R.E.; Mendes, F.F.; Freitas, S.L.R.; Silva, J.A. 2015. The effect of topical application of *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville extract and oral biotin supplementation on recovery of wounds from digital dermatitis surgery. *Semina: Ciências Agrárias* 36(3): 1955-1964.

Silva, M.A.; Rafacho, B.P.M.; Hiruma-Lima, C.A.; Rocha, L.R.M.; Santos, L.C.; Sannomiya, M.; Souza-Brito, A.R.M.; Vilegas, W. 2005. Evaluation of *Strychnos pseudoquina* St. Hil. Leaves extract on gastrointestinal activity in mice. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 53(8): 881-885.

Smolinski, R.; Guerreiro, E.; Raiher, A.P. 2011. Análise do mercado de produtos orgânicos: estudo de caso de feira em Ponta Grossa, PR. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 23: 167-182.

Sgrillo, R. B. & Cunha, N. 1985. Um modelo para diapausa da broca da cana-de-açúcar. Centro Científico Brasília-Brasil. 12 p.

Soares, S.P.; Vinholis, A.H.C.; Casemiro, L.A.; Silva, M.L.A; Cunha, W.R.; Martins, C.H.G. 2008. Atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico bruto de *Stryphnodendron adstringens* sobre microorganismos da cárie dental. *Revista Odonto Ciência* 23(2): 141-144.

Souza, A.P. & Vendramim, J.D. 2001. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology* 30(1): 133-137.

Souza, A.P. & Vendramim, J.D. 2005. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. *Neotropical Entomology* 34(1): 083-087.

Souza, C.D. & Felfili, J.M. 2006. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*. 20(1): 135-142.

Souza, L.M.; Santos, J.P.C.R.; Sousa, A.A.T.C.; Fontes, E.M.G.; Pires, C.S.S.; Sujii, E.R.; Venzon, M.; Togni, P.H.B. 2016. Fatores de mortalidade de ninfas da mosca-branca em

tomateiros orgânicos e convencionais no Distrito Federal. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Nº 321, 33 p.

Souza, J.L. 1998. Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória-ES: EMCAPA, 176 p.

Souza, J.L. 2015. Agroecologia e agricultura orgânica: princípios, métodos e práticas. 2ª ed. Vitória-ES: Incaper, 34 p.

Souza, J.L. & Resende, P. 2006. Manual de horticultura orgânica. 2ª ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 843 p.

Souza, J.L. 2010. Sistema orgânico de produção de tomate. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Tomate. Vitória-ES: Incaper, 2010, 430 p.

Stark, J.D. & Banks J.E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology* 48: 505-519.

Stolze, M.; Piorr, A.; Häring, A.; Dabbert, S. 2000. The environmental impacts of organic farming in Europe. *Organic Farming in Europe: Economics and Policy*, 127 p.

Sujii, E.R. 1998. Modelagem e simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: cercopidae). Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas. (Tese de Doutorado).

Sujii, E.R.; Tigano, M.S.; Sousa-Gomes, D. 2002. Simulação do impacto do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatilis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(11): 1551-1558.

Sujii, E.R.; Venzon, M.; Medeiros, M.A.; Pires, C.S.S.; Togni, P.H.B. 2010. Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica. In: Venzon, M.; de Paula Júnior, T.J.; Pallini, A. Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa-MG: U.R. EPAMIG ZM, p. 113-168.

Systat Software, 2010. SigmaPlot® 12 – Exact Graphs and Data Analysis. United States of America, Systat Software.

Tangtrakulwanich, K. & Reddy, G.V.P. 2014. Development of insect resistance to plant biopesticides: an overview. In: Singh, D. (ed.). *Advances in plant biopesticides*. India: Springer, p. 47-62.

Taylor, I.B. 1986. Biosystematics of the tomato. In: Atherton, J.G. & Rudich, J. *The tomato crop: a scientific basis for improvement*. New York-NY: Chapman and Hall, p. 1-34.

Terrazzan, P. & Valarini, P.J. 2009. Situação do mercado de produtos orgânicos e as formas de comercialização no Brasil. *Informações Econômicas* 39(11): 27-41.

Thacker, J.R.M. 2002. *An introduction to arthropod pest control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 337 p.

Tilman, D.; Balzer, C.; Hill, J.; Befort, B. L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108(50): 20260-20264.

Tilman, D.; Cassman, K.G.; Matson, P.A.; Naylor, R.; Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.

Tilman, D.; Fargione, J.; Wolff, B.; D'Antônio, C.; Dobson, A.; Robert, H.; Schindler, D.; Schlesinger, W.H.; Simberloff, D.; Swackhamer, D. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292: 281-284.

Tilman, D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96: 5995-6000.

Togni, P.H.B.; Cavalcante, K.R.; Langer, L.F.; Gravina, C.S.; Medeiros, M.A.; Pires, C.S.S.; Fontes, E.M.G.; Sujii, E.R. 2010b. Conservação de inimigos naturais (insecta) em tomateiro orgânico. *Arquivos do Instituto Biológico* 77(4): 669-676.

Togni, P.H.B.; Laumann, R.A.; Medeiros, M.A.; Sujii, E.R. 2010a. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 136: 164-173.

Toledo, A.C.O.; Duarte, M.R.; Nakashima, T. 2003. Análise farmacognóstica da droga e do extrato fluido das folhas de *Symphytum officinale* L. (Boraginaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 14: 01-02.

- Townsend, C.R.; Begon, M.; Harper, J.L. 2010. Fundamentos em ecologia. 3ª ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 575 p.
- Toyang, N.J. & Verpoorte, R. 2013. A review of the medicinal potentials of plants of the genus *Vernonia* (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology* 146: 681-723.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 2011. Estudo dos insetos: tradução da 7ª edição de Borror and Delong's introduction to the study of insects. São Paulo: Cengage Learning, 809 p.
- Tüzel, Y. & Öztekin, G.B. 2017. Crop diversification, management and practical uses. In: FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. Good agricultural practices for greenhouse vegetable production in the South East European countries: principles for sustainable intensification of smallholder farms. FAO, Rome, 2017, p. 105-122.
- Twooski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. *Weed Science* 50(4): 425-431.
- UNCTAD-United Nations Conference on Trade and Development. 2013. Wake up before it is too late: make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate. UNCTAD/DITC/TED/2012/3 United Nations Publication, 320 p.
- Vila Verde, G.M.; Paula, J.R.; Carneiro, D.M. 2003. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais do cerrado utilizadas pela população de Mossamedes (GO). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 13: 64-66.
- Villas Bôas, G.L.; França, F.H.; Macedo, N. 2002. Potencial da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. *Horticultura Brasileira* 20(1): 71-79.
- Villas Bôas, G.L. 2005. Manejo integrado de mosca-branca. Embrapa Hortaliças Brasília-DF. Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças, Nº 30, 6 p.
- Vizzotto, M.; Krolow, A.C.; Weber, G.E.B. 2010. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. Documento da Embrapa Clima Temperado, Nº 316, 17.
- Wakil, W.; Brust, G.E.; Perring, T.M. 2017. Tomato and management of associated arthropod pests: past, present, and future. In: Wakil, W.; Brust, G.E.; Perring, T.M. (eds.). Sustainable management of pests of tomato. United States of America: Academic Press, p. 3-12.

- Walker, G.P.; Perring, T.M.; Freeman, T.P. 2010. Life history, functional anatomy, feeding and mating behavior. In: Stansly, P. A. & Naranjo, S. E. (eds.). *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, p. 109-160.
- War, A.R.; Paulraj, M.G.; Ahmad, T.; Buhroo, A.A.; Hussain, B.; Ignacimuthu, S.; Sharma, H.C. 2012. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling & Behavior* 7(10): 1306-1320.
- War, A.R.; Sharma, H.C.; Paulraj, M.G.; War, M.Y.; Ignacimuthu, S. 2011. Herbivore induced plant volatiles: Their role in plant defense for pest management. *Plant Signaling & Behavior* 6(12): 1973-1978.
- Willer, H. & Lernoud, J. 2017. The world of organic agriculture 2017: summary. In: Willer, H. & Lernoud, J. (eds.). 2017. The word of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017. FiBL & IFOAM-Organics International, p. 25-33.
- Wool, D.; Calvert, L.; Constantino, L.M.; Bellotti, A.C.; Gerling, D. 1994. Differentiation of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom., Aleyrodidae) populations in Colombia. *Journal of Applied Entomology* 117: 122-134.
- Wynen, E. 2006. Economic management in organic agriculture. In: Kristiansen, P.; Taji, A.; Reganold, J. (eds.). *Organic agriculture: a global perspective*. CSIRO, Australia. CABI, United Kingdom. p. 231-244.
- Xu, J.; De Barro, P.J.; Liu, S.S. 2010. Reproductive incompatibility among genetic groups of *Bemisia tabaci* supports the proposition that the whitefly is a cryptic species complex. *Bulletin of Entomological Research* 100: 359-366.
- Yiridoe, E.K.; Bonti-Ankomah, S.; Martin, R.C. 2005. Comparison of consumer perceptions and preference toward organic versus conventionally produced foods: A review and update of the literature. *Renewable Agriculture and Food Systems* 20(4): 193-205.
- Yokomi, R.K.; Hoelmer, K.A.; Osborne, L.S. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. *Phytopathology* 80(10): 895-900.
- Zehnder, G.; Gurr, G.M.; Kühne, S.; Wade, M.R.; Wratten, S.D.; Wyss, E. 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology* 52: 57-80.

## ANEXO 1

Anexo 1: Modelagem da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro, desenvolvida em planilha Excel do pacote OFFICE®, utilizando parâmetros biológicos de *B. tabaci* disponíveis na literatura e dados apresentados em experimentos que avaliou o efeito de extratos vegetais no comportamento e na sobrevivência da mosca-branca em tomateiro em casa-de-vegetação. A disponibilidade de recurso foi considerada ilimitada.

Modelo-dinâmica populacional-B.tabaci-com recurso ilimitado - Excel

Vilcilene Rocha

Arquivo    Página Inicial    Inserir    Layout da Página    Fórmulas    Dados    Revisão    Exibir    Suplementos    Diga-me o que você deseja fazer    Compartilhar

Colar    Times New Roma 12    Quebrar Texto Automaticamente    Geral    Formatação Condicional    Formatar como Tabela    Estilos de Célula    Inserir    Excluir    Formatar    Classificar e Filtrar    Localizar e Selecionar    Edição

Área de Transf...    Fonte    Alinhamento    Número    Estilos    Células

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	
	Fenologia do tomateiro (dias)	Desenvolvimento da população da mosca-branca (dias)	Colonização	Nascimentos - adultos que nascem por dia	Mortes - adultos que morrem por dia	População de adultos	Fêmeas - colonizadas	Fêmeas - nascidas na cultura por dia	Total de fêmeas ovipositando cultura	Ovos por fêmea/dia	População de ovos	Ovos que passam para ninfas	Ovos postos por dia	Taxa de mortalidade de ovos	População de ninfas	Taxa de mortalidade de ninfas	Ninfas que passaram para pupa	População de pupas											
1	1º dia - transplant e da muda	1º dia - chegada das primeiras moscas-brancas na cultura																											
2			1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	5,9	0	5,9																
3	2º dia	2º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	11,8	0	5,9																
4	3º dia	3º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	17,7	0	5,9																
5	4º dia	4º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	23,6	0	5,9																
6	5º dia	5º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	29,5	0	5,9																
7	6º dia	6º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	0	5,9																
		7º dia - as ninfas começam a eclodir																											
8	7º dia		1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	4,1241														
9	8º dia	8º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	8,2482														
10	9º dia	9º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	12,3723														
11	10º dia	10º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	16,4964														
12	11º dia	11º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	20,6205														
13	12º dia	12º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	24,7446														
14	13º dia	13º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	28,8687														
15	14º dia	14º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	32,9928														
16	15º dia	15º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	37,1169														
17	16º dia	16º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	41,241														
18	17º dia	17º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	45,3651														
19	18º dia	18º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892														
		19º dia - ninfas																											

20	19º dia	começam a passar para pupas	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892	0,717	1,1671	1,1671
21	20º dia	20º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892	0,717	1,1671	2,3342
22	21º dia	21º dia	1,5	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892	0,717	1,1671	3,5014
		22º dia - pupas começam a passar para																
23	22º dia	adultos	1,5	1,1671203	0	2,6671203	1	0,77808	1,77808	5,9	39,99067	4,1241	10,49067	0,301	49,4892	0,717	1,1671	4,6685
24	23º dia	23º dia	1,5	1,1671203	0	3,8342406	1	0,77808	2,55616	5,9	49,17202	4,1241	15,08135	0,301	49,4892	0,717	1,1671	5,8356
25	24º dia	24º dia	1,5	1,1671203	0	5,0013609	1	0,77808	3,334241	5,9	62,94404	4,1241	19,67202	0,301	49,4892	0,717	1,1671	7,0027
26	25º dia	25º dia	1,5	1,1671203	0	6,1684812	1	0,77808	4,112321	5,9	81,30673	4,1241	24,26269	0,301	49,4892	0,717	1,1671	7,0027
27	26º dia	26º dia	1,5	1,1671203	0	7,3356015	1	0,77808	4,890401	5,9	104,2601	4,1241	28,85337	0,301	49,4892	0,717	1,1671	7,0027
28	27º dia	27º dia	1,5	1,1671203	0	8,5027218	1	0,77808	5,668481	5,9	131,8041	4,1241	33,44404	0,301	49,4892	0,717	1,1671	7,0027
29	28º dia	28º dia	1,5	1,1671203	0	9,6698421	1	0,77808	6,446561	5,9	159,3482	7,3329806	38,03471	0,301	52,6981	0,717	1,1671	7,0027
30	29º dia	29º dia	1,5	1,1671203	0	10,8369624	1	0,77808	7,224642	5,9	186,8922	10,541861	42,62539	0,301	59,1158	0,717	1,1671	7,0027
31	30º dia	30º dia	1,5	1,1671203	0	12,0040827	1	0,77808	8,002722	5,9	214,4363	13,750742	47,21606	0,301	68,7425	0,717	1,1671	7,0027
32	31º dia	31º dia	1,5	1,1671203	0	13,171203	1	0,77808	8,780802	5,9	241,9803	16,959622	51,80673	0,301	81,578	0,717	1,1671	7,0027
33	32º dia	32º dia	1,5	1,1671203	0	14,3383233	1	0,77808	9,558882	5,9	269,5243	20,168503	56,3974	0,301	97,6224	0,717	1,1671	7,0027
34	33º dia	33º dia	1,5	1,1671203	0	15,5054436	1	0,77808	10,33696	5,9	297,0684	23,377383	60,98808	0,301	116,876	0,717	1,1671	7,0027
35	34º dia	34º dia	1,5	1,1671203	0	16,6725639	1	0,77808	11,11504	5,9	324,6124	26,586264	65,57875	0,301	139,338	0,717	1,1671	7,0027
36	35º dia	35º dia	1,5	1,1671203	0	17,8396842	1	0,77808	11,89312	5,9	352,1564	29,795144	70,16942	0,301	165,009	0,717	1,1671	7,0027
		36º dia - a partir do início da 6ª semana não há mais colonização, porém ainda																









## ANEXO 2

Anexo 2: Modelagem da dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro, desenvolvida em planilha Excel do pacote OFFICE®, utilizando parâmetros biológicos de *B. tabaci* disponíveis na literatura e dados apresentados em experimentos que avaliou o efeito de extratos vegetais no comportamento e na sobrevivência da mosca-branca em tomateiro em casa-de-vegetação. O fator denso-dependência é considerado nesse modelo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	Fenologia do tomateiro (dias)	Desenvolvimento da população da mosca-branca (dias)	Colonização	Nascimentos adultos que nascem por dia	Recrutamento diário de adultos - migrantes	Mortes - adultos que morrem por dia	Taxa de adultos migrantes (efeito da densidade) (1-N/K) K=500	População de adultos (com efeito da densidade)	Fêmeas - colonizadoras	Fêmeas - nascidas na cultura por dia	Total de fêmeas ovipositando na cultura	Ovos por fêmea/dia	População de ovos	Ovos que passam para ninfas	Ovos postos por dia	Taxa de mortalidade de ovos	População de ninfas	Taxa de mortalidade de ninfas	Ninfas que passaram para pupa	População de pupas		
1	1º dia - transplante da muda	1º dia - chegada das primeiras moscas-brancas na cultura	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	5,9	0	5,9								
2	2º dia	2º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	11,8	0	5,9								
3	3º dia	3º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	17,7	0	5,9								
4	4º dia	4º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	23,6	0	5,9								
5	5º dia	5º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	29,5	0	5,9								
6	6º dia	6º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	0	5,9								
7	7º dia - as ninfas começam a eclodir	7º dia - as ninfas começam a eclodir	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	4,1241						
8	8º dia	8º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	8,2482						
9	9º dia	9º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	12,3723						
10	10º dia	10º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	16,4964						
11	11º dia	11º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	20,6205						
12	12º dia	12º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	24,7446						
13	13º dia	13º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	28,8687						
14	14º dia	14º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	32,9928						
15	15º dia	15º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	37,1169						
16	16º dia	16º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	41,241						
17	17º dia	17º dia	1,5	0	0	0	1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	45,3651						

19	18º dia	18º dia	1,5	0	0	0		1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892				
		19º dia - ninfas começam a passar para																			
20	19º dia	pupas	1,5	0	0	0		1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892	0,717	1,16712	1,16712	
21	20º dia	20º dia	1,5	0	0	0		1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892	0,717	1,16712	2,334241	
22	21º dia	21º dia	1,5	0	0	0		1,5	1	0	1	5,9	35,4	4,1241	5,9	0,301	49,4892	0,717	1,16712	3,501361	
		22º dia - pupas começam a passar para																			
23	22º dia	adultos	1,5	1,1671203	1,16361894	0	0,997	2,663618939	1	0,775746	1,775746	5,9	39,9769012	4,1241	10,476901	0,301	49,4892	0,717	1,16712	4,668481	
24	23º dia	23º dia	1,5	1,1671203	1,16090277	0	0,99467276	3,824521712	1	0,773935	2,5496811	5,9	49,1200199	4,1241	15,043119	0,301	49,4892	0,717	1,16712	5,835602	
25	24º dia	24º dia	1,5	1,1671203	1,15819295	0	0,99255096	4,982714658	1	0,772129	3,3218098	5,9	62,8186975	4,1241	19,598678	0,301	49,4892	0,717	1,16712	7,002722	
26	25º dia	25º dia	1,5	1,1671203	1,15548945	0	0,99003457	6,138204103	1	0,770326	4,0921361	5,9	81,0623004	4,1241	24,143603	0,301	49,4892	0,717	1,16712	7,002722	
27	26º dia	26º dia	1,5	1,1671203	1,15279225	0	0,98772359	7,290996358	1	0,768528	4,8606642	5,9	103,840219	4,1241	28,677919	0,301	49,4892	0,717	1,16712	7,002722	
28	27º dia	27º dia	1,5	1,1671203	1,15010136	0	0,98541801	8,441097718	1	0,766734	5,6273985	5,9	131,14187	4,1241	33,201651	0,301	49,4892	0,717	1,16712	7,002722	
29	28º dia	28º dia	1,5	1,1671203	1,14741675	0	0,9831178	9,588514465	1	0,764944	6,392343	5,9	158,379793	7,3235391	37,714824	0,301	52,688454	0,717	1,16712	7,002722	
30	29º dia	29º dia	1,5	1,1671203	1,1447384	0	0,98082297	10,73325287	1	0,763159	7,1555019	5,9	185,554135	10,51514	42,217461	0,301	59,079494	0,717	1,16712	7,002722	
31	30º dia	30º dia	1,5	1,1671203	1,14206631	0	0,97853349	11,87531917	1	0,761378	7,9168794	5,9	212,665046	13,6994757	46,709589	0,301	68,65487	0,717	1,16712	7,002722	
32	31º dia	31º dia	1,5	1,1671203	1,13940045	0	0,97624936	13,01471962	1	0,7596	8,6764797	5,9	239,712674	16,8763784	51,19123	0,301	81,407148	0,717	1,16712	7,002722	
33	32º dia	32º dia	1,5	1,1671203	1,13674081	0	0,97397056	14,15146043	1	0,757827	9,434307	5,9	266,697166	20,0458654	55,662411	0,301	97,328913	0,717	1,16712	7,002722	
34	33º dia	33º dia	1,5	1,1671203	1,13408739	0	0,97169708	15,28554782	1	0,756058	10,190365	5,9	293,61867	23,2079541	60,123155	0,301	116,41277	0,717	1,16712	7,002722	
35	34º dia	34º dia	1,5	1,1671203	1,13144015	0	0,9694289	16,41698797	1	0,754293	10,944659	5,9	320,477332	26,3626617	64,573486	0,301	138,65133	0,717	1,16712	7,002722	
36	35º dia	35º dia	1,5	1,1671203	1,1287991	0	0,96716602	17,54578707	1	0,752533	11,697191	5,9	347,2733	29,5100054	69,013429	0,301	164,03723	0,717	1,16712	7,002722	
		36º dia - a partir do início da 6ª semana não há mais																			
		colonização, porém ainda restam colonizadore s remanescent es																			
37	36º dia		1,5	1,1671203	1,12616421	0	0,96490843	18,67195128	1	0,750776	12,447968	5,9	374,00672	32,6500025	73,443008	0,301	192,56314	0,717	1,16712	7,002722	
38	37º dia	37º dia	1,5	1,1671203	1,12353547	0	0,9626561	19,79548676	1	0,749024	13,196991	5,9	400,677737	35,7826701	77,862248	0,301	224,22171	0,717	1,16712	7,002722	
39	38º dia	38º dia	1,5	1,1671203	1,12091287	0	0,96040903	20,91639963	1	0,747275	13,944266	5,9	427,286498	38,9080253	82,271172	0,301	259,00563	0,717	1,16712	7,002722	
		39º dia - início da cessação de oviposição das fêmeas nascidas na																			
40	39º dia	cultura	1,5	1,1671203	1,11829639	0	0,9581672	22,03469602	1	0,745531	13,914051	5,9	449,256247	42,0260852	82,092903	0,301	296,90762	0,717	1,16712	7,002722	
41	40º dia	40º dia	1,5	1,1671203	1,11568602	0	0,95593061	23,15038204	1	0,743791	13,883907	5,9	466,597811	45,1368667	81,915051	0,301	334,72113	0,717	2,072509	7,908111	
42	41º dia	41º dia	1,5	1,1671203	1,11308174	0	0,95369924	24,26346377	1	0,742054	13,853833	5,9	479,321995	48,240387	81,737613	0,301	372,44638	0,717	2,975785	9,716775	
43	42º dia	42º dia	1,5	1,1671203	1,11048354	0	0,95147307	25,37394731	1	0,740322	13,823829	5,9	487,439577	51,3366629	81,56059	0,301	410,08356	0,717	3,876952	12,42661	



90	89° dia	89° dia	0	149,328906	14,8517257	14,2381837	0,09945647	450,8853077	0	9,90115	250,6998	5,9	9082,96385	1039,56569	1479,1288	0,301	10035,522	0,717	168,7001	919,4238
91	90° dia	90° dia	0	154,812837	15,2071697	15,9492755	0,09822938	450,1432019	0	10,13811	245,41719	5,9	9016,3214	1058,70812	1447,9614	0,301	10468,225	0,717	177,1595	955,9228
92	91° dia	91° dia	0	161,249264	16,078744	17,7799656	0,0997136	448,4419803	0	10,71916	239,752	5,9	8901,58608	1068,96123	1414,5368	0,301	10877,986	0,717	186,5537	997,8042
93	92° dia	92° dia	0	168,700057	17,3956817	19,6464695	0,10311604	446,1911925	0	11,59712	234,19902	5,9	8751,6567	1070,66081	1381,7742	0,301	11253,435	0,717	196,7448	1045,22
94	93° dia	93° dia	0	177,159482	19,065481	21,4599025	0,10761761	443,796771	0	12,71032	229,22639	5,9	8580,95793	1064,67098	1352,4357	0,301	11584,748	0,717	207,5404	1097,948
95	94° dia	94° dia	0	186,553673	20,9698377	23,1310724	0,11240646	441,6355363	0	13,97989	225,24277	5,9	8404,76931	1052,07955	1328,9323	0,301	11864,01	0,717	218,7074	1155,406
96	95° dia	95° dia	0	196,744799	22,9658094	24,5765289	0,11672893	440,0248168	0	15,31054	222,5635	5,9	8238,76516	1033,91103	1313,1246	0,301	12083,428	0,717	230,5016	1217,207
97	96° dia	96° dia	0	207,540367	24,8945431	25,7251607	0,11995037	439,1941992	0	16,59636	221,38262	5,9	8096,96116	1012,12505	1306,1574	0,301	12238,254	0,717	242,6155	1282,663
98	97° dia	97° dia	0	218,707386	26,5973554	26,5244296	0,1216116	439,2671251	0	17,73157	221,75771	5,9	7990,79482	988,761243	1308,3705	0,301	12326,804	0,717	254,7597	1350,869
99	98° dia	98° dia	0	230,50165	27,9980557	26,9452608	0,12146575	440,31992	0	18,66537	223,83005	5,9	7929,61788	965,860173	1320,5973	0,301	12350,329	0,717	266,6811	1420,806
100	99° dia	99° dia	0	242,615511	28,9586262	26,9847162	0,11936016	442,29383	0	19,30575	227,59455	5,9	7919,99006	945,35254	1342,8079	0,301	12314,64	0,717	277,6346	1490,9
101	100° dia	100° dia	0	254,75969	29,4024119	26,6658662	0,11541234	445,0303758	0	19,60161	232,84917	5,9	7964,86781	928,923712	1373,8101	0,301	12229,58	0,717	286,9574	1559,15
102	101° dia	101° dia	0	266,681107	29,3187205	26,0347169	0,10993925	448,3143794	0	19,54581	239,27143	5,9	8063,44458	917,874129	1411,7014	0,301	12107,889	0,717	294,1971	1622,845
103	102° dia	102° dia	0	277,634619	28,6994352	24,889553	0,10337124	452,1242616	0	19,13296	246,42612	5,9	8211,20122	913,004054	1453,9141	0,301	11962,185	0,717	299,6144	1679,844
104	103° dia	103° dia	0	286,957362	27,4765912	23,3118646	0,09575148	456,2889882	0	18,31773	253,69889	5,9	8399,65416	914,550972	1496,8234	0,301	11807,774	0,717	302,516	1727,601
105	104° dia	104° dia	0	294,197092	25,7193051	21,5204881	0,08742202	460,4878052	0	17,1462	260,44417	5,9	8615,67752	923,097489	1536,6206	0,301	11660,211	0,717	302,997	1763,917
106	105° dia	105° dia	0	299,614399	23,676845	19,685333	0,07902439	464,4793172	0	15,78456	266,18423	5,9	8843,35659	938,622696	1570,4869	0,301	11534,163	0,717	301,3019	1787,584
107	106° dia	106° dia	0	302,516028	21,4911518	17,9674004	0,07104137	468,0030686	0	14,32743	270,61051	5,9	9066,1485	960,293257	1596,602	0,301	11442,376	0,717	297,7385	1798,365
108	107° dia	107° dia	0	302,997009	19,389949	16,5674384	0,06399386	470,8255792	0	12,92663	273,39903	5,9	9267,50135	986,779293	1613,0543	0,301	11395,245	0,717	292,5968	1796,765
109	108° dia	108° dia	0	301,301888	17,5806161	15,601372	0,05834884	472,8048233	0	11,72041	274,40028	5,9	9432,5489	1016,28595	1618,9616	0,301	11399,406	0,717	286,4314	1783,582
110	109° dia	109° dia	0	297,738513	16,1941029	15,0667679	0,05439035	473,9321584	0	10,79607	273,59922	5,9	9549,9609	1046,27957	1614,2354	0,301	11456,924	0,717	279,8194	1760,885
111	110° dia	110° dia	0	292,596822	15,2547352	14,8517257	0,05213568	474,3351679	0	10,16982	271,05873	5,9	9612,58677	1074,09782	1599,2465	0,301	11565,161	0,717	273,3384	1731,226
112	111° dia	111° dia	0	286,43139	14,7024271	15,2071697	0,05132966	473,8304252	0	9,801618	266,88045	5,9	9616,69451	1097,77037	1574,5947	0,301	11717,579	0,717	267,5348	1697,459
113	112° dia	112° dia	0	279,819432	14,6455111	16,078744	0,05233915	472,3971923	0	9,763674	261,33359	5,9	9561,96068	1116,0248	1541,8682	0,301	11904,68	0,717	262,8854	1662,606
114	113° dia	113° dia	0	273,338429	15,0898162	17,3956817	0,05520562	470,0913268	0	10,05988	254,7971	5,9	9452,20932	1127,52494	1503,3029	0,301	12114,331	0,717	259,7584	1629,768
115	114° dia	114° dia	0	267,534769	16,0032199	19,065481	0,05981735	467,0290658	0	10,66881	247,73435	5,9	9294,88033	1131,65418	1461,6326	0,301	12332,981	0,717	258,3801	1601,717
116	115° dia	115° dia	0	262,88541	17,3351551	20,9698377	0,06594187	463,3943833	0	11,55677	240,62575	5,9	9100,33681	1128,35056	1419,6919	0,301	12546,781	0,717	258,8179	1580,715
117	116° dia	116° dia	0	259,758379	19,0172313	22,9658094	0,07321123	459,4458052	0	12,67815	233,99815	5,9	8881,6794	1117,8733	1380,5891	0,301	12741,557	0,717	261,2366	1568,613
118	117° dia	117° dia	0	258,380147	20,9567976	24,8945431	0,08110839	455,5080597	0	13,9712	228,36774	5,9	8654,45439	1100,64168	1347,3697	0,301	12903,576	0,717	265,6302	1566,709
119	118° dia	118° dia	0	258,817925	23,0306233	26,5973554	0,08898388	451,9413276	0	15,35375	224,17568	5,9	8435,2227	1077,76585	1322,6365	0,301	13021,048	0,717	271,763	1575,586
120	119° dia	119° dia	0	261,236589	25,1093673	27,9980557	0,09611734	449,0526392	0	16,73958	221,7823	5,9	8240,43534	1050,80874	1308,5156	0,301	13085,078	0,717	279,2585	1595,086
121	120° dia- Fim do ciclo do	120° dia	0	265,630223	27,0663176	28,9586262	0,10189472	447,1603306	0	18,04421	221,50878	5,9	8085,7045	1021,68122	1306,9018	0,301	13090,473	0,717	287,6089	1624,315
122																				
123																				
124																				

Obs.: Células destacadas em verde claro indicam as populações de adultos, ovos, ninfas e pupas; células destacadas em verde escuro indicam a inserção de parte da fórmula de crescimento logístico; células destacadas em cinza indica mudança na fórmula inserida na planilha, devido à mudança de parâmetros biológicos da mosca-branca ao longo do seu ciclo de vida.