



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

**PAPEL DA BIODIVERSIDADE NO MANEJO DA TRAÇA-DO-
TOMATEIRO *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (LEPIDOPTERA:
GELECHIIDAE)**



MARIA ALICE DE MEDEIROS



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

**PAPEL DA BIODIVERSIDADE NO MANEJO DA TRAÇA-DO-
TOMATEIRO *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (LEPIDOPTERA:
GELECHIIDAE)**

MARIA ALICE DE MEDEIROS

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ecologia, sob orientação da Profa. Dra. Helena Castanheira de Moraes e co-orientação do Dr. Edison Ryoiti Sujii.

Brasília, DF
2007

MARIA ALICE DE MEDEIROS

Papel da Biodiversidade no Manejo da Traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)
(Lepidoptera: Gelechiidae)

Tese aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília
como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ecologia

Banca Examinadora:

Prof. Helena Castanheira de Moraes
Orientadora - UnB

Prof. Ivone Rezende Diniz
Membro Titular - UnB

Prof. Odair Aparecido Fernandes
Membro Titular - UNESP Jaboticabal

Dra. Geni Litvin Villas Bôas
Membro Titular - Embrapa Hortaliças

Dr. Raúl Alberto Laumann
Membro Titular - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Dr. Miguel Micherreff Filho
Suplente - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Brasília, março de 2007

“...EU PREFIRO ABRIR AS JANELAS

PRA QUE ENTREM TODOS OS INSETOS...”

CAETANO VELOSO

ÀS MINHAS AMADAS CRIANÇAS GISELE E RODRIGO

DEDICO

AO MEU PAI GERALDO FIGUEIREDO DE MEDEIROS *IN MEMORIAN*,

À MINHA MÃE HELENA NASCIUTTI DE MEDEIROS

E AO MEU MARIDO RICARDO DIAS RAMAGEM

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Durante a realização deste trabalho contei com a participação de muitas pessoas, as quais sinceramente agradeço:

Em primeiro lugar à minha família: Ricardo, Rodrigo e Gisele e à minha mãe Helena, por todo amor, apoio, compreensão e carinho durante os quatro anos de curso.

Especialmente ao meu co-orientador Dr. Edison Ryotti Sujii (Embrapa-Cenargen), pela orientação da tese, pela disponibilidade para discutir os resultados e porque foi grande parceiro ao longo deste trabalho. À Profa. Dra. Helena Castanheira de Moraes, pela orientação, ensinamentos e pela confiança no meu trabalho.

À minha amiga e conselheira acadêmica, Dra. Geni Litvin Villas Bôas (Embrapa Hortaliças), pelo apoio constante durante todas as fases do trabalho de tese e sobretudo, pela convívio e amizade em todas as horas. Aos membros da banca examinadora pelas valiosas contribuições.

Ao colega Dr. Francisco Vilela Rezende pela preciosa colaboração durante os três anos de condução de experimentos de campo. À Prof. Dra. Maria Léa Salgado-Laboriau por ensinar a identificar os grãos de pólen, pelo exemplo de pessoa e pesquisadora e à colega Dra. Marina Castelo Branco por ensinar a técnica de acetólise e revisão de manuscrito.

Ao Prof. Dr. John DuVall Hay, pela coordenação do curso e pela valiosa ajuda na revisão dos abstracts e aos professores do curso de ecologia da Universidade de Brasília pela transmissão de conhecimentos.

Aos colaboradores do Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças Sr. Hozanan Pires Chaves, Sr. José Gomes Teixeira e Eng^o. Agrônomo Ronaldo Setti pela importante ajuda nos trabalhos de campo e laboratório. Ao Guilherme Rasi, estudante de biologia da Universidade de Brasília, por sua valiosa ajuda nos trabalhos de campo, laboratório e organização dos dados.

Ao Josimar e à todos da equipe de agricultura orgânica (Jaílson, Jesus, Judite e Wagner) pela competência na condução dos experimentos. Ao Luís Póvoa, Antônio Régis e a todos da equipe do cultivo de tomate pela colaboração e preparação dos experimentos.

Ao Dr. Miguel A. Altieri, Dra. Clara Nicholls e Dr. David Andow, renomados pesquisadores que, em suas visitas ao Brasil, foram procurados por mim para discutir o projeto ainda na fase inicial e ao Prof. Dr. Guarino Colli.

À Paulina Araújo Ribeiro pela amizade e valiosa ajuda em muitas etapas do trabalho. Aos demais colegas de curso pela agradável convivência.

Aos chefes da Embrapa Hortaliças, especialmente Dr. Osmar Carrijo e Dr. Carlos Lopes que sempre vislumbraram alguma forma de viabilizar a execução do projeto de tese.

Ao Prof. Dr. Arno Lise (PUC-RS), Prof. Dra. Ivone Rezende Diniz (UnB), Prof. Dra. Jocélia Grazia (UFRGS), Prof. Dr. José Roberto Pujol (UnB) pelas identificações de espécies.

À Rosane Parmagnani que revisou o uso das normas de citações bibliográficas adotadas e junto com George James providenciaram inúmeras referências.

Ao Dr. Leonardo Giordano e à Prof. Dra. Ivone Rezende Diniz pelo apoio e revisão crítica de manuscrito. À Dra. Alice Quezado-Duval, Dr. André Dusi, Dra. Maria Esther Boiteux, e Dr. Miguel Michereff Filho pela permissão do uso de laboratórios e equipamentos sob suas responsabilidades para a execução de experimentos.

Às instituições Embrapa Hortaliças e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia por proporcionar todo o apoio logístico necessário para a execução dos trabalhos de tese e à Universidade de Brasília por oferecer um curso de qualidade.

À Irene e Heloísa pela ajuda na microscopia óptica. Aos secretários do Departamento de Ecologia Fabiana, Iriodi e Henrique pelo apoio.

Agradeço especialmente às muitas pessoas que me ajudaram indiretamente cuidando dos meus filhos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO GERAL.....	xii
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO 1. Introdução Geral.....	1
Referências.....	15
CAPÍTULO 2. Efeito do Sistema de Produção de Tomate e da Diversidade de Plantas na Flutuação Populacional da Traça-do-Tomateiro <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e seus Inimigos Naturais.....	24
Resumo.....	24
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	31
Referências.....	38
CAPÍTULO 3. Influência do Consórcio Tomate–Coentro na Flutuação Populacional da Traça-do-tomateiro <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e seus Inimigos Naturais.....	51
Resumo.....	51
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão.....	58
Referências.....	63

CAPÍTULO 4. Mortalidade da Traça-do-Tomateiro <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em condições de campo.....	76
Resumo.....	76
Introdução.....	78
Material e Métodos.....	80
Resultados e Discussão.....	84
Referências.....	91
CAPÍTULO 5. Preferência de Oviposição e Tabela de Vida da Traça-do-Tomateiro <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Casa de Vegetação.....	101
Resumo.....	101
Introdução.....	103
Material e Métodos.....	105
Resultados e Discussão.....	107
Referências.....	111
CAPÍTULO 6. Importância do Pólen como Recurso Alimentar para os Predadores, <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e <i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae): Consequências para o Controle Biológico Conservativo.....	119
Resumo.....	119
Introdução.....	121
Material e Métodos.....	124
Resultados e Discussão.....	127
Referências.....	134
Considerações Gerais.....	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Produtividade de tomate e de coentro.....	75
Tabela 4.1. Predadores e parasitóides de <i>T. absoluta</i> encontrados na área experimental orgânica e convencional.....	100
Tabela 5.1. Análise foliar em tomateiros cultivados em solos provenientes de sistema orgânico e convencional de produção.....	117
Tabela 5.2. Tabela de vida de <i>T. absoluta</i> em casa de vegetação plantadas em solo provenientes de sistema convencional e orgânico de produção.....	118
Tabela 6.1. Números de grãos de pólen e famílias botânicas encontradas no trato digestivo de <i>C. externa</i>	139
Tabela 6.2. Número de grãos de pólen por indivíduo e número de famílias botânicas obtidas de <i>C. externa</i> pelo método de acetólise.....	140
Tabela 6.3. Números de grãos de pólen e famílias botânicas encontradas no trato digestivo de <i>H. convergens</i>	141
Tabela 6.4. Número de grãos de pólen por indivíduo e número de famílias botânicas obtidas de <i>H. convergens</i> pelo método de acetólise.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Fases fenológicas do tomateiro.....	43
Figura 2.2. Adultos de <i>T. absoluta</i> coletados em armadilhas de feromônio em sistemas orgânico e convencional.....	44
Figura 2.3. Número médio de ovos de <i>T. absoluta</i> amostrados nos sistemas orgânico e convencional.....	45
Figura 2.4. Número acumulado de ovos de <i>T. absoluta</i> amostrados nos diversos tratamentos do sistema orgânico (1-tomate, 2-tomate-coentro e 3-tomate-coentro-botão-de-ouro) e os do convencional (4-tomate, 5- tomate-coentro e 6-tomate-coentro-botão-de-ouro).....	46
Figura 2.5. Número acumulado de lagartas de <i>T. absoluta</i> amostrados nos diversos tratamentos do sistema orgânico (1-tomate, 2-tomate-coentro e 3-tomate-coentro-botão-de-ouro) e os do convencional (4-tomate, 5- tomate-coentro e 6-tomate-coentro-botão-de-ouro).....	47
Figura 2.6. Número acumulado de adultos de <i>T. absoluta</i> amostrados nos diversos tratamentos do sistema orgânico (1-tomate, 2-tomate-coentro e 3-tomate-coentro-botão-de-ouro) e os do convencional (4-tomate, 5- tomate-coentro e 6-tomate-coentro-botão-de-ouro).....	48
Figura 2.7. Número acumulado de herbívoros amostrados nos diversos tratamentos orgânicos (1-tomate, 2-tomate-coentro e 3-tomate-coentro-botão-de-ouro) e os do convencional (4-tomate, 5- tomate-coentro e 6-tomate-coentro-botão-de-ouro).....	49
Figura 2.8. Número acumulado de inimigos naturais amostrados nos diversos tratamentos orgânicos (1-tomate, 2-tomate-coentro e 3-tomate-coentro-botão-de-ouro) e os do convencional (4-tomate, 5- tomate-coentro e 6-tomate-coentro-botão-de-ouro).....	50
Figura 3.1. Número de adultos de <i>T. absoluta</i> capturados em armadilhas de feromônio, no entorno experimental em sistema orgânico e convencional.....	69
Figura 3.2. Número de ovos, lagartas e adultos de <i>T. absoluta</i> amostrados no tratamento tomate sistema orgânico e sistema convencional.....	70
Figura 3.3. Número acumulado de ovos, lagartas e adultos de <i>T. absoluta</i> amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 30 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo).....	71
Figura 3.4. Número acumulado de inimigos naturais amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 30 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo) e sistema convencional (5-tomate).....	72

Figura 3.5. Número acumulado de aranhas, formigas, joaninhas e parasitóides amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 30 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo) e sistema convencional (5-tomate).....73

Figura 3.6. Número acumulado de herbívoros (cigarrinhas, lagartas, percevejos e vaquinhas) amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 15 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo) e sistema convencional (5-tomate).....74

Figura 4.1. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* coletados a campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitóide ou lagarta em sistema orgânico: 1- tomate (n=94), 2- tomate-coentro *C. sativum* (n=86) e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro (n=82) e em sistema convencional: 4- tomate (n=55), 5- tomate-coentro *C. sativum* (n=42) e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro(n=53) aos 101 dias após o transplante, ao final do ciclo do tomateiro.....95

Figura 4.2. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* coletados a campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitóide ou lagarta no sistema orgânico de produção aos a- 59, b-66 e c-80 dias após o transplante.....96

Figura 4.3. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* marcados no campo e recuperados após 72h em cada tratamento: 1-tomate (n=161), 2-tomate-coentro simultâneo (n=154), foram estabelecidos em sistema orgânico e 3-tomate no sistema convencional (n=160).....97

Figura 4.4. Curva de sobrevivência de ovos de *T. absoluta* marcados e acompanhados a cada 24h até completar eclosão.....98

Figura 4.5. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* marcados no campo e recuperados após 96h em cada tratamento: 1-tomate (n=121), 2-tomate-coentro simultâneo (n=119), foram estabelecidos em sistema orgânico e 3-tomate no sistema convencional (n=122).....99

Figura 5.1. Preferência de oviposição de *T. absoluta* em tomateiros plantados em solos provenientes de sistema orgânico (n=30, para 40 plantas disponíveis) e convencional em casa de vegetação (n=35, para 40 plantas disponíveis).....115

Figura 5.2. Sobrevivência de *T. absoluta* em casa-de-vegetação plantadas em solo provenientes de sistema convencional e orgânico de produção.....116

RESUMO GERAL

A diversificação ambiental promovida pelas espécies vegetais em agroecossistemas favorecem a estruturação de comunidades de insetos mais ricas e diversificadas que controlam a dinâmica populacional de espécies herbívoras. Dentro da abordagem agroecológica, a diversificação ambiental é um dos componentes que podem ser manejados para suprimir as populações de insetos pragas. O objetivo do trabalho foi comparar a flutuação populacional da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) nos sistemas orgânico e convencional para verificar se os danos causados pela traça-do-tomateiro são influenciados pelo grau de complexidade do ambiente, bem como, avaliar se a diversificação de espécies associadas ao plantio do tomateiro pode melhorar o desempenho dos inimigos naturais e assim influenciar a população da traça-do-tomateiro.

No capítulo 1, a flutuação populacional da traça-do-tomateiro e a ocorrência de agentes de controle natural foram comparadas em sistema orgânico e convencional de cultivo do tomateiro, quando plantado solteiro ou consorciado ao coentro *Coriandrum sativum* Linnaeus (Apiaceae) e ao botão-de-ouro, *Galinsoga parviflora* Cav. (Asteraceae). Os tratamentos orgânicos e com maior diversidade de plantas apresentaram nível populacional da traça três vezes menor, quando comparado com o sistema convencional, principalmente nos estágios de ovo e adulto, além de maior diversidade e abundância de inimigos naturais. Baseado nos dados obtidos no capítulo 1, o coentro *C. sativum* foi considerado como uma planta adequada para diversificar o sistema do tomateiro, por incrementar os inimigos naturais e ao mesmo tempo apresentar menor grau de competição com a cultura alvo. Dessa forma, o coentro foi escolhido para constituir um consórcio com o tomateiro.

No capítulo 2, a flutuação populacional da traça-do-tomateiro e a ocorrência de seus inimigos naturais foram comparados em sistema orgânico e convencional do tomateiro quando plantado solteiro ou associado ao coentro em diferentes estágios fenológicos. O

objetivo foi avaliar como o consórcio, associado às práticas agrícolas menos perturbadoras, poderia maximizar as vantagens agronômicas de uso da terra e ao mesmo tempo favorecer os inimigos naturais que afetam a flutuação populacional da traça-do-tomateiro. Como resultado, obteve-se que os tratamentos de tomate-coentro em sistema orgânico apresentaram menores densidades populacionais de ovos e lagartas, bem como maior diversidade e abundância de inimigos naturais quando plantados antes do tomateiro. A abundância de outros herbívoros foi maior nos tratamentos orgânicos, demonstrando que o uso frequente de inseticidas elimina herbívoros em geral, selecionando a praga-chave da cultura, traça-do-tomateiro.

O padrão de menor colonização por adultos da traça, resultando em menos ovos, e maior abundância de inimigos naturais foi observado nos experimentos iniciais de campo. Visando entender a importância dos inimigos naturais e o controle biológico natural da dinâmica populacional da traça-do-tomateiro, o capítulo 3 analisou a importância relativa de cada fator de mortalidade, como predadores, parasitóides e mecânicos como a água da irrigação e chuva, em sistema orgânico e convencional do tomateiro, quando plantado solteiro ou consorciado. O objetivo foi quantificar a importância de cada fator na sobrevivência da traça-do-tomateiro. A mortalidade por *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi maior (32%) em ovos coletados no campo e incubados em laboratório. Por outro lado, sob condições ambientais (ovos que permaneceram no campo), a ação dos predadores e o efeito mecânico da água produziram 48% de mortalidade dos ovos, enquanto que o parasitismo por *Trichogramma* sp. foi de 12%.

A traça-do-tomateiro apresentou maior aptidão para colonizar o sistema convencional de cultivo do tomateiro em relação ao orgânico em estudos prévios realizados no campo. Visando confirmar e entender os padrões observados no campo, o capítulo 4 abordou aspectos ecológicos como oviposição e mortalidade, que foram comparados em condições semi-controladas em plantas cultivadas em solo proveniente do sistema orgânico e convencional. A

oviposição pela traça-do-tomateiro em plantas com solos oriundos do sistema convencional foi duas vezes maior do que em plantas com solos do sistema orgânico. O estudo da tabela de vida da traça-do-tomateiro em casa de vegetação mostrou que a sobrevivência em plantas com solo orgânico e convencional foram iguais. Assim, as diferenças no comportamento de colonização observadas a campo provavelmente estão relacionadas com o ambiente proporcionado pelo sistema orgânico de produção.

Os predadores *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) são frequentemente observados em cultivos de hortaliças, especialmente tomateiros, bem como sobre flores de diversas plantas próximas aos cultivos. Sabe-se que os predadores quando se alimentam de pólen e néctar, aumentam a sua longevidade e a sua capacidade reprodutiva. O capítulo 5 abordou as plantas que poderiam servir de fonte de alimentação para as espécies selecionadas, com vistas a desenvolver estratégias para atrair e manter estas espécies em cultivos de hortaliças, especialmente de tomateiro. Pólen da Família Poaceae foi o mais abundante para *C. externa* e pólen da Família Asteraceae foi o mais comum para *H. convergens*. O uso do pólen como recurso alimentar para cada espécie predadora dá indicações da importância da flora dentro e no entorno da cultura, para o estabelecimento das populações desses predadores e incremento do controle biológico conservativo. Estes resultados experimentais mostraram que o incremento de inimigos naturais nos agroecossistemas pode ser alcançado pela inclusão de biodiversidade funcional, proporcionando um manejo adequado com redução dos danos.

Esta tese é apresentada em cinco capítulos, no formato de manuscritos. Os capítulos foram formatados seguindo as normas da revista Neotropical Entomology, inclusive para as normas de citações bibliográficas.

PALAVRAS-CHAVE: agroecologia, controle biológico conservativo, ecologia nutricional, interação inseto-planta, flutuação populacional.

ABSTRACT

The environmental diversification promoted by plant species in agrosystems favors a richer and more diverse community structure that controls the population dynamics of herbivore species. In an agroecological context, environmental diversification is one of the components that could be planned to suppress insect pest populations. The objective of this work was to compare the populational densities of South American tomato pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) in organic and conventional tomato cropping to verify if the damage caused by tomato pinworm is influenced by environmental complexity, and evaluate if the species diversity associated with tomato crops could increase natural enemies performance and influence tomato pinworm populations.

In chapter 1 the population densities of South American tomato pinworm and the occurrence of biocontrol agents were compared in organic and conventional tomato cropping systems in plots with different species diversity structure (alone, tomato-coriander (*Coriandrum sativum* L.) (Apiaceae) and tomato-coriander-small flower (*Galinsoga parviflora* Cav.) (Asteraceae). The organic and more diverse systems had lower densities of tomato pinworm, especially adults and eggs, and higher diversity and abundance of natural enemies. Coriander was considered as an adequate species to diversify the tomato crop for increasing natural enemies and at same time to have lower competition with tomatoes. Thus, Coriander was chosen to make a consortium with tomatoes.

In chapter 2, the population densities of South American tomato pinworm and the occurrence of natural enemies were compared in organic and conventional tomato cropping systems in plots alone or tomato-coriander consortium at different phenological stages. The objective was to evaluate if the consortium associated with agricultural practices that provide

lower disturbance could maximize agronomical advantages of land use and favour occurrence of natural enemies and influence population density of tomato pinworm. Organic tomato/coriander treatments showed lower egg and caterpillar population densities and greater natural enemy diversity and abundance when coriander was planted prior to tomatoes. Other herbivore abundance was greater in organic treatments, showing that the frequent use of insecticides eliminates generalist herbivores, selecting the main pests, like tomato pinworm.

The lesser colonization pattern of tomato pinworm by adults, resulting in fewer eggs and greater abundance of natural enemies was observed in previous field studies. To understand the importance of natural enemies and natural biological control in population dynamics of the tomato pinworm the objective of chapter 3 was to quantify the role of each factor in the survivorship of the insect. Mortality by *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) was high (32%) in eggs collected in the field and incubated in the laboratory. However, under environmental conditions (eggs kept in the field), predator and water effects caused 48% egg mortality while mortality due to parasitism by *Trichogramma* sp. was 12%.

The tomato pinworm presented greater ability to colonize the conventional tomato crop system compared to the organic crop system in previous field studies. To confirm and understanding the pattern observed in the field, chapter 4 presents an analysis of ecological processes such as oviposition and mortality, that were compared in partially controlled conditions at plants in soil from organic and conventional system. Oviposition by tomato pinworm in plants growing in soil from conventional system was double than in organic. A life table study in the greenhouse showed that survivorship in organic and conventional plants was the same. So differences observed in colonizing behaviour are related to organic tomato crop system environment.

The predators, *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae)

and *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), are frequently observed on vegetable crops, especially on tomato plants, as well as on flowers of several plant species near the crops. It is well known that when predators feed on pollen and nectar they increase their longevity and reproductive capacity. Chapter 5 is on plants that could be food sources for *H. convergens* and *C. externa* in order to develop strategies to attract and keep these predators in vegetable fields, especially tomatoes. Pollen from the Poaceae family was the most abundant on *C. externa* while pollen from Asteraceae was commonest on *H. convergens*. The importance of pollen from different plant species as food resource for each predator species gives an indication of the importance of plant community structure within and around crops for the establishment of these predator populations and to enhance conservative biological control.

KEY WORDS: Agroecology, conservative biological control, nutritional ecology, plant-insect interaction, populational fluctuation.

CAPÍTULO 1

O Papel da Biodiversidade no Manejo da Traça-do-Tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

A Produção do Tomate

A produção do tomate segmenta-se em tomate para processamento industrial e tomate de mesa utilizado para consumo *in natura*. O tomate para processamento industrial é produzido em campo aberto, utilizando-se as cultivares de crescimento determinado (rasteiro), enquanto o tomate de mesa é produzido em sistema de tutoramento, utilizando-se as cultivares de crescimento indeterminado. O tomate mesa pode ser produzido a campo aberto ou em ambiente protegido (casa de vegetação). O tomate para processamento industrial é produzido somente em campo aberto. Quanto ao sistema de produção pode ser convencional ou orgânico.

O tomateiro, *Lycopersicon esculentum* (Mill.) (Solanaceae) é proveniente das Américas, sendo que o centro de origem das espécies selvagens é a Região Andina, que vai do norte do Chile, passando pelo Peru até o Equador. Sua domesticação e cultivo foram feitos por tribos indígenas primitivas que habitavam o México. Entretanto, o seu nome em latim é assunto de muita discussão. Os nomes *Solanum lycopersicum* L. ou *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten foram propostos, porém de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Botânica foi criado o gênero *Lycopersicon*. Este gênero é relativamente pequeno dentro da

grande e diversa família Solanaceae. A família é constituída por 2000 espécies distribuídas em 95 gêneros. Portanto, não é de se estranhar que algumas espécies do grupo *Solanum* apresentem mais afinidade com *Lycopersicon* do que com *Solanum*. É uma família de grande importância para a alimentação humana. Fazem parte dela a batata *Solanum tuberosum* L., a berinjela *Solanum melongena* L, o pimentão *Capsicum cordiforme* Mill., as pimentas *Capsicum* spp. e o tabaco *Nicotiana tabacum* L (Atherton & Rudich 1986).

Devido a seu valor como cultivo, tornou-se uma das hortaliças mais importantes em área, volume produzido e utilização. É uma planta anual, herbácea, que pode se desenvolver de forma rasteira, semiereta ou ereta. Existem diversos sistemas de produção de acordo com a finalidade do produto, pode ser destinado para a indústria, para a fabricação de molhos e extratos ou para a mesa, quando for direto para o consumidor.

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de tomate. No ano de 2005, por exemplo, foram produzidos 3,1 mil t de tomate, em 55 mil ha plantados com rendimento médio de 57,435 t/ha (Agricultura 2006). A produtividade do tomate indústria é em média de 72,3 toneladas/hectare e a do tomate mesa é em média de 53,6 t/ha. O mercado do tomate movimentava cerca de 2 bilhões de reais/ano (FAO 2006). O tomate é uma hortaliça de elevada importância socioeconômica. Além de suas propriedades alimentares substancialmente benéficas para a saúde humana, a cultura é reconhecida como fonte geradora de emprego e renda para os vários setores do agronegócio brasileiro, sendo produzido em todos os estados brasileiros. Em alguns estados como os da região norte, os produtores ainda produzem com baixo nível tecnológico, incluindo materiais genéticos inadequados às condições edafoclimáticas e, conseqüentemente, os produtores operam com altos custos de produção. No entanto, em outros estados como São Paulo, Minas Gerais e Goiás a produção de tomate é altamente tecnificada e apresenta uma produtividade elevada.

Devido à grande versatilidade de uso alimentar, o tomate é a segunda hortaliça mais consumida. Ao longo do tempo, o tomate foi modificado para atender as necessidades do homem, principalmente em termos de produtividade. Após um intenso programa de melhoramento genético, o tomateiro é um cultivo altamente produtivo, porém é altamente dependente de insumos. De forma muito resumida, o sistema convencional utiliza variedades altamente produtivas, adubos e insumos químicos. É o sistema predominante para a produção de tomates. O sistema orgânico utiliza variedades mais rústicas, adubos orgânicos e processos biológicos.

Problemas Associados com Insetos

As variedades atuais de tomateiro sendo resultantes de um intenso processo de melhoramento genético, visando principalmente o aumento de produtividade, são altamente susceptíveis aos insetos e doenças. Com relação aos danos ocasionados por insetos há os sugadores e transmissores de viroses: mosca-branca, pulgões e tripes, os minadores: mosca-minadora, traça-do-tomateiro e traça-da-batatinha, os broqueadores dos frutos: broca-grande, broca-pequena e traça-do-tomateiro e os ácaros: ácaro-do-bronzeamento, ácaro-rajado e ácaro-vermelho. Os problemas mais sérios são causados pela mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) por apresentar amplo número de hospedeiros, por ser transmissora de um complexo de viroses altamente destrutivo, que é o Begomovírus e o mosaico dourado (Byrne & Bellows 1991, Caballero 1992, Perring *et al.* 1993, Villas Bôas *et al.* 1997) e a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) por atacar folhas e frutos em todas as fases de desenvolvimento da planta. Tanto a mosca-branca quanto a traça-do-tomateiro apresentam alto potencial reprodutivo e desenvolveram resistência aos principais produtos utilizados para o seu controle

(França *et al.* 2000). A principal forma de controle para ambas as espécies é o controle químico, que tem como conseqüências a resistência de pragas aos inseticidas, a contaminação do ambiente e os riscos de intoxicação ao homem.

A comunidade de insetos associados com o tomateiro é ampla. De acordo com Medeiros & França (2007) 25 herbívoros podem ser encontrados em cultivos sem o uso de inseticidas e 58 inimigos naturais. No entanto, quando o cultivo foi submetido às aplicações de inseticidas foram encontrados apenas 13 herbívoros e 15 inimigos naturais. De forma que a utilização regular de inseticidas afeta principalmente aos inimigos naturais.

Biologia e Ecologia

A traça-do-tomateiro pertence à família Gelechiidae, que é uma das maiores famílias de microlepidópteros, com 4.600 espécies descritas, representando 500 gêneros (Hodges 1998). A sinonímia de *T. absoluta* inclui *Gnorismochema absoluta*, *Scrobipalpula absoluta* e *Scrobipalpuloides absoluta*. O ciclo completo de ovo a adulto de *T. absoluta* dura de 26 a 30 dias, sendo que a fase de ovo dura entre três a seis dias (Coelho & França 1987). Os ovos, muito pequenos, são colocados individualmente nas folhas, principalmente nas folhas do terço superior da planta, mas também podem ser encontrados nas hastes, flores e frutos. Apresentam formato elíptico, coloração que varia do branco, amarelo-claro ao marrom-escuro, quando próximos à eclosão. As lagartas são de hábito alimentar mastigador, minam as folhas, broqueiam o caule, perfuram o broto terminal e atacam os frutos, principalmente, na região de inserção do cálice, onde encontram apoio para penetrar, esta fase dura 14 dias. A principal característica da lagarta é a placa protorácica preta, em forma de meia lua (França *et al.* 2000). A fase de pupa ocorre principalmente nas folhas ou no solo, e ocasionalmente nas hastes e frutos e tem uma duração de sete a dez dias, sendo a mesma de coloração verde,

passando depois a marrom. Após esta fase, os adultos emergem (Souza & Reis 2003). Os adultos são pequenas mariposas cinza-prateadas, que medem cerca de 10mm de comprimento. Acasalam-se imediatamente após a emergência, voam e ovipositam predominantemente ao amanhecer e ao entardecer (Hickel & Vilela 1991, Hickel *et al.* 1991). Durante o dia os adultos se escondem entre as folhas do tomateiro. Cada fêmea pode depositar de 55 a 130 ovos durante três a sete dias (Coelho & França 1987, Haji *et al.* 1988a). Existe uma maior concentração de posturas no terço superior das plantas, e a maioria dos ovos são depositados nas folhas (Haji *et al.* 1988a, Pratisoli *et al.* 2003). A presença das lagartas é maior nos folíolos medianos, porque as folhas superiores estão mais sujeitas à ação direta de fatores climáticos, predadores e parasitóides, sendo que as lagartas presentes nas folhas medianas são menos afetadas (Haji *et al.* 1988a).

A traça-do-tomateiro está presente nos principais países produtores de tomate da América Latina, ou seja, ocorre nos países andinos e também na Argentina, Uruguai e Brasil onde se constitui numa das mais importantes pragas da cultura do tomate, que é o seu principal hospedeiro. Não existe informação disponível que mostre claramente a rota de entrada da traça-do-tomateiro no Brasil (Michereff Filho & Vilela 2000). Foi constatada pela primeira vez no país em 1979, em Morretes-PR. Porém, foi registrada oficialmente como praga em Jaboticabal-SP em 1980 (Moreira *et al.* 1981) e no ano seguinte já foi constatada no Vale do Salitre, Juazeiro-BA (Moraes & Normanha Filho 1982), disseminando-se rapidamente no Vale do Submédio São Francisco, em plantações de tomate rasteiro (Haji, 1992). Durante este mesmo período foi constatada nos Estados de Minas Gerais (Souza *et al.* 1983), Pernambuco (Lyra Neto *et al.* 1991) e Ceará (Bezerril *et al.* 1992). Em apenas três anos após sua identificação em São Paulo, constatou-se a presença da traça-do-tomateiro em todas as regiões produtoras de tomate no país (Souza & Reis 2003). Colaborou para a rápida disseminação do inseto, as características de comercialização do tomate para mesa, com

intenso fluxo de comercialização regional entre centros produtores, a existência de condições climáticas favoráveis e a distância reduzida entre os cultivos, com diferentes estados fenológicos da cultura (França 1993, Melo 1992).

A traça-do-tomateiro ocorre durante todo o ciclo do tomateiro, o ano todo e em todos sistemas de produção: convencional, cultivos sob proteção ou orgânico. O pico populacional da praga coincide com os meses mais secos do ano, de julho a setembro no Distrito Federal (Castelo Branco 1992). Em geral, a chuva reduz as populações da praga. Nos meses mais chuvosos, de novembro a abril, na região Centro-Oeste, as populações diminuem. Porém, as populações podem ser localmente mantidas, sobrevivendo em plantas espontâneas de tomate que crescem junto do milho quando cultivado em rotação com o tomate, como também em solanáceas silvestres, joá-bravo *Solanum viarum* Dunal e maria-pretinha *Solanum americanum* Mill., ou em outras solanáceas cultivadas, batata e berinjela (França & Castelo Branco 1992). O inseto pode se dispersar por novas áreas cultivadas com tomate, sendo favorecido pela ação do vento. O transporte de frutos atacados contendo lagartas durante o processo de comercialização ou processamento também contribui para a disseminação geográfica do inseto.

Danos

Os danos da traça-do-tomateiro podem causar sérios prejuízos às lavouras (Souza & Reis 2003). Os danos são causados pelas lagartas que se alimentam do parênquima foliar, formando galerias transparentes ou minas. Em altas infestações podem destruir completamente as folhas do tomateiro (Haji *et al.* 1998b), podendo causar perdas de até 100% das lavouras (Lourenção *et al.* 1984, Haji *et al.* 2002). Atacam também o caule, as hastes e os ponteiros. Quando perfuram os brotos terminais dos tomateiros, interrompem o crescimento

em altura, provocando o superbrotamento lateral, o que prejudica a produção de frutos. Atacam em qualquer estágio de crescimento, resultando na queda dos botões florais e dos frutos. Os frutos que conseguem maturar apresentam perfurações e galerias, junto à região do cálice, que diminuem seu valor comercial. As galerias abertas pelo inseto podem facilitar a penetração de patógenos (fungos e bactérias) nos tecidos da planta tornando os frutos impróprios para o consumo e processamento (Souza & Reis 2003).

O Controle

Existem diversas opções de controle para a traça-do-tomateiro, principalmente o químico, que é o mais utilizado. O controle cultural e o biológico também são importantes. No controle químico recomenda-se empregar os produtos mais seletivos, em rotação de grupos químicos e também fazer um planejamento regional de controle de forma a evitar o desenvolvimento de resistência aos inseticidas (Castelo Branco *et al.* 2001). O controle cultural consiste na destruição dos restos de colheita, medida que é muito importante para evitar o desenvolvimento de resistência aos inseticidas (França & Castelo Branco 1996), no uso de irrigação por aspersão, que ajuda a remover ovos da traça-do-tomateiro, inviabilizando o surgimento de novas minas (Costa *et al.* 1998) e em evitar o escalonamento da cultura. O controle biológico é feito por meio da utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Ridley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em liberações massais semanais associado com aplicações do entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* Berliner (Haji *et al.* 2002).

Devido à importância econômica da cultura, outras formas de controle de pragas vem sendo estudadas por diversos autores, como a resistência de plantas (Lourenção *et al.* 1984, Thomazini *et al.* 2001, Suinaga *et al.* 2004), o uso de entomopatógenos (Giustolin *et al.* 2001a, 2001b), o uso de plantas inseticidas (Brunherotto & Vendramim 2001, Vendramim &

Thomazini 2001, Thomazini *et al.* 2001), o ensacamento de frutos (Jordão & Nakano 2002) e o uso de feromônios (Guedes *et al.* 1996, Svatos *et al.* 1996, Ferrara *et al.* 2001).

As Dificuldades de Alcançar o Controle

As opções de inseticidas recomendados para o controle da praga são muitas. Porém, poucos inseticidas são eficientes no controle de *T. absoluta* e mesmo com aplicações regulares, o dano pode variar de 14 a 68% (Villas Bôas *et al.* 2005) e, em alguns casos, pode causar perdas de 100% da produção (Souza & Reis 2003). Castelo Branco *et al.* (2003) avaliaram a eficiência de diversos inseticidas no controle de *T. absoluta* e constataram que entre os inseticidas avaliados nenhum foi eficiente. Cònsoli *et al.* (1998) avaliaram a seletividade de alguns inseticidas ao parasitóide *T. pretiosum* e verificaram que o tebufenoide foi o que apresentou menor toxidez, em testes de contato direto por 24h, sendo considerado seguro para todos os estágios imaturos de *T. pretiosum*.

As pulverizações devem ser iniciadas tão logo a praga seja constatada na área. Considera-se bom o manejo que, ao final do ciclo, resulte em no máximo 10% de frutos danificados (Castelo Branco & França 1996). É importante, entretanto, considerar que nenhum inseticida controla 100% da população de insetos. A população que sobrevive na presença dos resíduos do produto desenvolve resistência ao inseticida. Na Bolívia, Moore (1983) constatou a resistência da traça-do-tomateiro aos inseticidas organofosforados e sugeriu que a razão disto é a não destruição dos restos de colheita, uma vez que os indivíduos resistentes sobrevivem e se reproduzem nestes resíduos. A resistência ao inseticida cartap na traça-do-tomateiro foi observada por Cònsoli *et al.* (1998) e confirmada por Siqueira *et al.* (2000) e Castelo Branco *et al.* (2001). Os mecanismos desta seleção indesejável de populações resistentes da traça-do-tomateiro ainda não estão completamente esclarecidos.

Para evitar o desenvolvimento de resistência, o controle químico deve ser aplicado segundo um esquema de rotação entre grupos químicos de inseticidas (Castelo Branco *et al.* 2001).

Existem outras técnicas de controle disponíveis para a traça-do-tomateiro. O controle cultural, por exemplo, visa a redução das populações do inseto por meio de medidas que interrompam seu ciclo biológico como: destruição e incorporação de restos culturais, produção de mudas sadias e vigorosas, adubação e irrigação de acordo com as necessidades da cultura, rotação de culturas acompanhada da eliminação de plantas voluntárias de tomate ou plantas silvestres hospedeiras do inseto (Medeiros *et al.* 2005). No caso da traça-do-tomateiro foi observado que lavouras irrigadas por pivô central ou por aspersão convencional são, em geral, menos danificadas do que aquelas irrigadas por sulco e por gotejo. A irrigação por aspersão derruba até 30% dos ovos da traça-do-tomateiro e contribui para a mortalidade das pupas que se encontram no solo, interferindo na capacidade de multiplicação das populações do inseto (Costa *et al.* 1998).

Desde a introdução da traça-do-tomateiro, muito esforço foi feito no sentido de estabelecer o controle biológico. Na Frutinor, em Petrolina-PE foi estabelecido um programa de manejo integrado da traça-do-tomateiro, com liberações massais do parasitóide de ovos *T. pretiosum*. Durante o período de 1990 a 1995, apresentou resultados bastante positivos, como por exemplo, em 1991 o nível de ataque de lagartas presentes nos frutos foi de 1%. Além da liberação massal do parasitóide, o manejo integrado de pragas para o tomate envolvia a rotação de culturas, o uso de tratamentos culturais adequados, a escolha de agrotóxicos compatíveis, a liberação de inimigos naturais, o controle microbiológico e o uso de cultivares resistentes às doenças (Haji *et al.* 1995). No entanto, em 1995, a ocorrência de tospovírus (vira-cabeça do tomateiro) causado pelo trips *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Tripidae) e da mosca-branca causou sérios danos na produção de tomate em Petrolina. As aplicações de produtos químicos foram intensificadas para controlar a mosca-branca, interferindo

negativamente no programa de controle biológico da traça-do-tomateiro. Nestas condições, o controle biológico da traça-do-tomateiro com o parasitóide *T. pretiosum* foi interrompido (Haji *et al.* 2002). Como resultado, grande parte da produção de tomate para processamento foi deslocada para a região centro-oeste, onde atualmente é produzido com o uso de controle químico tanto para a traça-do-tomateiro quanto para a mosca-branca.

A maioria dos trabalhos sobre controle biológico da traça-do-tomateiro envolve *T. pretiosum* que vem sendo estudado sob diversos aspectos, com o objetivo tornar o controle biológico mais eficiente (Haji *et al.* 1995, Villas Bôas & França 1996, Faria *et al.* 2000, Pratisoli & Parra 2000, Haji *et al.* 2002, Pratisoli *et al.* 2005a, 2005b, Medeiros *et al.* 2006). Em vista de todas as dificuldades para alcançar o controle da traça-do-tomateiro, esforços foram feitos no sentido de conhecer os inimigos naturais presentes no ambiente (Bergmann *et al.* 1984, Bergmann *et al.* 1988, Uchôa-Fernandes & Campos 1993, Nascente *et al.* 1998, Miranda *et al.* 1998, Marchiori *et al.* 2004, Medeiros & França 2007). Além do *T. pretiosum*, o predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) foi estudado como agente de controle biológico para *T. absoluta* (Torres *et al.* 2002, Vivan *et al.* 2002, Vivan *et al.* 2003), embora ainda não tenha sido avaliado em liberações a campo.

Medeiros & França (2007) observaram que em ausência de inseticidas uma série de inimigos naturais da traça-do-tomateiro foi encontrada. Nestas áreas o nível populacional de *T. absoluta* foi relativamente mais baixo durante todo o desenvolvimento da cultura, quando comparado com aquelas áreas onde inseticidas são utilizados indiscriminadamente. Doze espécies de parasitóides das famílias Bethyilidae, Braconidae, Chalcididae, Eulophidae, Ichneumonidae, Mymaridae e Trichogrammatidae já foram registradas no Brasil. Entre os predadores podemos citar vespas, formigas, o neuróptero *Chrysoperla externa* (Hagen) (Chrysopidae), aranhas e percevejos das famílias Reduviidae, Pentatomidae e Nabidae (França *et al.* 2000). Nas áreas em que os inseticidas são usados indiscriminadamente, a ação

dos insetos benéficos não tem impacto sobre a população de traça-do-tomateiro (Castelo Branco & França 1995).

A traça-do-tomateiro parece ser capaz de tirar grande vantagem das perturbações causadas pelo homem ao aplicar inseticidas no ambiente. Os inseticidas podem baixar drasticamente a sua população em curto prazo, mas ao eliminar os inimigos naturais presentes no ambiente, as populações da traça-do-tomateiro podem, com frequência, se recuperar e alcançar densidade populacional maior. Como resultado, o agricultor é levado a uma dependência dos inseticidas. Ao problema da dependência soma-se a resistência aos inseticidas. Os agricultores passam a aplicar maiores quantidades ou princípios ativos diferentes, o que acaba por piorar a situação tornando-a insustentável. Atualmente, sabe-se que é muito importante reduzir ou eliminar as aplicações de inseticidas. Isto pode ser feito aumentando a biodiversidade no ambiente, que por sua vez aumenta a população de inimigos naturais. A biodiversidade dos agroecossistemas pode ser aumentada de diversas maneiras. É fundamental, entretanto, entender como este processo de regulação de insetos funciona para tornar o manejo mais exequível.

A Agroecologia

De acordo com Conway (1987), os agroecossistemas podem ser descritos por quatro propriedades: produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade. A produtividade é a medida de produção por unidade de terra ou de insumos. A estabilidade é a constância da produção no tempo de acordo com condições ambientais, econômicas e de manejo. A sustentabilidade é a capacidade do sistema de produzir biomassa sem comprometer a sua capacidade de renovação. Equidade é a medida de como os produtos (renda, produção) dos agroecossistemas estão igualmente distribuídos. A agricultura convencional ao longo do

tempo priorizou a obtenção de produtividade, sem considerar a sustentabilidade, estabilidade e equidade do sistema. Atualmente, é fácil observar que a agricultura moderna da forma como a conhecemos hoje, é insustentável, considerando especialmente que os recursos estão cada vez mais escassos.

A agricultura convencional moderna é baseada no cultivo intenso do solo, monocultura, aplicação de fertilizantes inorgânicos, controle químico de pragas e doenças e manipulação genética de plantas cultivadas. Qualquer atividade agrícola implica na simplificação da estrutura do ambiente sobre áreas extensas substituindo a diversidade natural por poucas espécies, o resultado é um ecossistema artificial que requer constante intervenção humana (Altieri *et al.* 2003). A agricultura orgânica por sua vez se apóia sobre a fertilidade do solo, a diversificação do ambiente e uso de processos ecológicos na solução dos problemas. A crescente demanda pela proteção ambiental e produtos orgânicos têm incentivado a busca por estratégias mais adequadas de manejo de insetos. Por isto, a diversificação do ambiente tem-se mostrado promissora pela segurança, eficiência e por ser economicamente viável. A agricultura sustentável busca compatibilizar sistema produtivo, juntamente com a conservação de recursos e da biodiversidade. As técnicas desenvolvidas para manter as populações de insetos-praga reguladas, em geral, baseiam-se na diversificação dos cultivos, portanto são mais duradouras e adequadas ecologicamente.

A agroecologia é a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, para desenvolver uma agricultura que é ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável (Gliessman 2001). Na realidade, a agroecologia é o resultado da união de duas ciências a agronomia, que estuda a aplicação de métodos científicos à prática da agricultura e a ecologia, que estuda os sistemas naturais, envolvendo os organismos e o meio abiótico (Gliessman 2001). Muito embora, o seu âmbito é mais amplo e envolve também a sociologia e a economia (Hecht 2002, Altieri *et al.* 2003).

Os ecossistemas naturais são ambientes equilibrados que apresentam todos os componentes da cadeia alimentar exercendo sua função. Quanto mais distante um agroecossistema estiver de um modelo de ecossistema natural maior será a sua tendência ao desequilíbrio. É por esta razão que as monoculturas são mais susceptíveis às pragas, pois existe uma desproporção entre a população de espécies pragas e seus inimigos naturais, causada pela grande oferta de um só alimento. A retirada da vegetação nativa e o uso freqüente de produtos químicos são exemplos de situações que causam desequilíbrios, pois ao mesmo tempo em que reduzem o número de algumas espécies e favorecem o desenvolvimento de outras, que ao longo do tempo irão tornar-se prejudiciais ao sistema. É importante salientar que manejo do ambiente tem influência direta sobre o seu estado de equilíbrio.

As monoculturas apresentam poucas barreiras que impedem a colonização dos herbívoros. Neste sistema de produção as taxas de colonização são mais altas, o potencial reprodutivo é maior, o tempo de permanência é mais longo e as taxas de mortalidade por inimigos naturais são mais baixas (Altieri *et al.* 2003). De modo geral, os agroecossistemas apresentam um equilíbrio frágil. Pequenas mudanças nos fatores reguladores provocam alterações bruscas no tamanho das populações, permitindo o surgimento de espécies indesejadas.

Agroecologia e o Manejo de Insetos

Existem muitos autores (Emden & Williams 1974, Murdoch 1975) que afirmam que quanto maior a diversidade e o número de relações tróficas num ambiente maior é a estabilidade do sistema, seja um ecossistema natural ou agroecossistema. Em uma ampla revisão sobre o tema Andow (1991) identificou 209 artigos publicados sobre os efeitos da

diversidade vegetal em agroecossistemas sobre herbívoros. De 287 espécies de herbívoros analisadas, 52% foram densidades mais baixas em sistemas diversificados do que em monoculturas enquanto 15% apresentaram densidades mais altas em policulturas. Longe de ser consenso na comunidade científica, essas afirmações precisam ser avaliadas, especialmente em ambientes tropicais que, se por um lado são os menos conhecidos, por outro apresentam uma vasta biodiversidade funcional. A investigação dos fatores que causam mudanças na imigração, emigração e reprodução entre ambientes simplificados e diversificados podem fornecer os meios para desenvolver o manejo do sistema tendo por base a diversidade vegetal (Andow 1996). Dentro deste contexto, os objetivos específicos deste trabalho foram responder às seguintes hipóteses:

1. A diversificação vegetal nos agroecossistemas pode alterar a interação inseto-planta e o comportamento dos insetos herbívoros, afetando as taxas de colonização das culturas e por consequência a dinâmica populacional de espécies praga. A utilização da abordagem agroecológica com aumento na diversidade de espécies vegetais associadas à cultura do tomateiro pode reduzir as taxas de colonização e limitar o crescimento populacional da traça-do-tomateiro quando comparado ao sistema convencional?
2. Fatores bióticos e abióticos de mortalidade são importantes para o controle populacional de insetos-praga. As condições ambientais características dos sistemas de produção convencional e orgânico podem influenciar os fatores de mortalidade associados a traça-do-tomateiro?
3. O manejo agroecológico das culturas, através do uso de fertilizantes orgânicos e não utilização de agroquímicos, pode alterar a qualidade do alimento para os insetos praga e prevenir o crescimento populacional acentuado. A traça-do-tomateiro é capaz de responder a estas mudanças na cultura de tomateiro orgânico e convencional alterando seu padrão de oviposição e desenvolvimento?

4. Insetos benéficos como os predadores e os parasitóides, geralmente utilizam pólen e néctar de como complementos de suas dietas alimentares. Existe alguma família de plantas que poderia ser incluída no cultivo de tomate orgânico para atrair e manter inimigos naturais?

Para alcançar o objetivo geral que é propiciar conhecimentos para desenvolver técnicas úteis aos agricultores no manejo dos insetos. A obtenção de uma abordagem agroecológica da cultura do tomateiro poderá reduzir os danos provocados pela traça-do-tomateiro quando comparados com o sistema convencional.

Referências

- Agricultura. Agricultura brasileira em números. Anuário 2005. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/mapa/estatisticasagricultura_emnumeros_2005> Acesso em: 12 dez 2006.
- Altieri, M.A., E.N. Silva & C. Nicholls. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Holos, 226p.
- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 561-586.
- Andow, D.A. 1996. Augmentation natural enemies in maize using vegetational diversity. *Biological Pest Control Sys. Integ. Pest Manag.* 47: 137-153.
- Atherton, J.G. & J. Rudich. 1986. The tomato crop: a scientific base for improvement. New York, Chapman and Hall, 661p.
- Bergmann, E.C., S.D.L. Imenes, H. Hojo, T.B. Campos, A.P. Takematsu & M.I.F.S. Macellaro. 1984. Levantamento da entomofauna em cultura de tomateiro *Lycopersicum esculentum*. *Biológico* 50: 229-236.

- Bergmann, E.C., S.D.L. Imenes, T.B. Campos, H. Hojo & A.P. Takematsu. 1988. Contribuição ao conhecimento da entomofauna em cultura de tomate (*Lycopersicon esculentum*) através de armadilhas de água. An. Soc. Entomol. Bras. 17: 19-40.
- Bezerril, E.F., J.S. Carneiro & J. Torres Filho. 1992. Controle químico da traça-do-tomateiro *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Planalto de Ibiapaba, Ceará. An. Soc. Entomol. Bras. 21: 217-224.
- Brunherotto, R. & J.D. Vendramim. 2001. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. Neotrop. Entomol. 30: 455-459.
- Byrne, D.N. & J.T.S. Bellows. 1991. Whitefly biology. Ann. Rev. Entomol. 36: 431-457.
- Caballero, R. 1992. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia economica. p.10-15. In Hilje, L. & O. Arboleda, Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central e El Caribe. Turrialba, Catie.
- Castelo Branco, M. 1992. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. Hort. Bras. 10: 33-34.
- Castelo Branco, M. & F.H. França. 1995. Impacto de inseticidas e bioinseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. Hort. Bras. 13: 199-201.
- Castelo Branco, M. & F.H. França. 1996. Eficiência relativa de inseticidas em mistura com óleo mineral sobre o nível de dano econômico da traça-do-tomateiro. Hort. Bras. 14: 36-38.
- Castelo Branco, M., F.H. França, M.A. Medeiros & G.T. Leal. 2001. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. Hort. Bras. 19: 60-63.

- Castelo Branco, M., L.A. Pontes, P.S.T. Amaral & M. Mesquita Filho. 2003. Inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e broca-grande e seu impacto sobre *Trichogramma pretiosum*. Hort. Bras. 21: 652-654.
- Coelho, M.C.F. & F.H. França. 1987. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesqu. Agropecu. Bras. 22: 129-135.
- Cônsoli, F.L., J.R.P. Parra & S.A. Hassan. 1998. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Ridley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Ent. 122: 43-47.
- Conway, G.R. 1987. The properties of agroecosystems. Agric. Sys. 24: 95-117.
- Costa, J.S., A.M.R. Junqueira, W.L.C. Silva & F.H. França. 1998. Impacto da irrigação via pivô-central no controle da traça-do-tomateiro. Hort. Bras. 16: 19-23.
- Emdem, H.F.V. & G.F. Williams. 1974. Insect stability and diversity in agroecosystems. Annu. Rev. Entomol. 19: 455-475.
- FAO. FAOSTAT - Database. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org>>. Consultado em: 17 out. 2006.
- Faria, C.A., Torres, J.B. & A.M.I. Farias. 2000. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. An. Soc. Entomol. Bras. 29: 85-93.
- Ferrara, F.A.A., E.F. Vilela, G.N. Jham, A.E. Eiras, M.C. Picanço, A.B. Attygalle, A. Svatos, R.T.S. Frighetto & J. Meinwald. 2001. Evaluation of the synthetic major component of the sex pheromone of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae). J. Chem. Ecol. 27: 907-917.

- França, F.H. 1993. Por quanto tempo conseguiremos conviver com a traça-do-tomateiro? Hort. Bras. 11: 176-178.
- França, F.H. & M. Castelo Branco. 1992. Ocorrência da traça-do-tomateiro (*Scrobipalpuloides absoluta*) em solanáceas silvestres no Brasil Central. Hort. Bras. 10: 3-10.
- França, F.H. & M. Castelo Branco. 1996. Controle de pragas de hortaliças com produtos reguladores de crescimento de insetos. Hort. Bras. 14: 4-8.
- França, F.H., G.L. Villas Bôas, M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2000. Manejo integrado de pragas. p. 112-127. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (org.), Tomate para processamento industrial. Brasília, DF, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças, 168p.
- Giustolin, T.A., J.D. Vendramim & S.A. Alves. 2001b. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) criada em dois genótipos tomateiro. Neotrop. Entomol. 30: 417-421.
- Giustolin, T.A., J.D. Vendramim & S.B. Alves. 2001a. Efeito associado de genótipo de tomateiro resistente e *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 461-466.
- Gliessman, S.R. 2001. Agroecologia, processos ecológicos em agricultura sustentável. 2ª. ed. Porto Alegre, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 653p.
- Guedes, J.V.C., S.T.B. Dequech & A.L.P. Ribeiro. 1996. Eficiência de armadilhas na captura da traça-do-tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) com utilização de feromônio sexual, em estufa plástica. Cienc. Rural 26: 143-145.
- Haji, F.N.P. 1992. Histórico e situação atual da traça-do-tomateiro nos perímetros irrigados do Submédio São Francisco. p.57-59. In Anais do 3. Simpósio de Controle Biológico, Águas de Lindóia, SP. Jaguariúna, EMBRAPA-CNPDA.

- Haji, F.N.P., C.A.V. Oliveira, M.S. Amorim Neto & J.G.S. Batista. 1988a. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no submédio São Francisco. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 23: 7-14.
- Haji, F.N.P., J.R.P. Parra, J.P. Silva & J.G.S. Batista. 1988b. Biologia da traça do tomateiro sob condições de laboratório. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 23: 107-110.
- Haji, F.N.P., J.A. Alencar & L. Prezotti. 1998. Principais pragas do tomateiro e alternativas de controle. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 50p.
- Haji, F.N.P., L. Prezotti, J.S. Carneiro & J.A. Alencar. 2002. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. p.477-494. In Parra, J.P.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira, & J.M.S. Bento (ed.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 609p.
- Haji, F.N.P., L.C.L. Freire, F.G. Roa, C.N. Silva, M.M. Souza Júnior & M.I.V. Silva. 1995. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. *An. Soc. Entomol. Bras.* 24: 587-591.
- Hecht, S.B. 2002. A evolução do pensamento agroecológico. p.1-51. In Altieri, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Guaíba, Agropecuária. 592p.
- Hickel, E.R. & E.F. Vilela. 1991. Comportamento de chamamento e aspectos do comportamento de acasalamento de *Scrobipalpula absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) sob condições de campo. *An. Soc. Entomol. Bras.* 20: 173-182.
- Hickel, E.R., E.F. Vilela, J.O.G. Lima & T.M.C. Della Lucia. 1991. Comportamento de acasalamento de *Scrobipalpula absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Pesqu. Agropecu. Bras.* 26: 827-835.
- Hodges, R.W. 1998. Gelechioidea. In: Kristensen, N.P. (ed.), *Lepidoptera, moths and butterflies*. Handbook of zoology/Handbuch der Zoologie. Berlin and New York.

- Jordão, A.L. & O. Nakano. 2002. Ensacamento de frutos do tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. *Sci. Agric.* 59: 281-289.
- Lourenção, A.L., H. Nagai & M.A.T. Zullo. 1984. Fontes de resistência a *Scropipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. *Bragantia* 43: 569-577.
- Lyra Neto, A.M.C., L.J.G. Wanderley & P.C.T. Melo. 1991. Controle químico de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée 1854) e *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) no tomateiro em Pernambuco. *An. Soc. Entomol. Bras.* 20: 353-358.
- Marchiori, C.H., C.G. Silva, C.G. & A.P. Lobo. 2004. Parasitoids of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) collected on tomato plants in Lavras, State of Minas Gerais, Brazil. *Braz. J. Biol.* 64: 551-552.
- Medeiros, M.A. & F.H. França. 2007. Comunidade de Artrópodos em Cultivo de Tomate no Distrito Federal, Brasil. *Neotrop. Entomol.* (submetido).
- Medeiros, M.A., G.L. Villas Bôas, O.A. Carrijo, N. Makishima & N.V. Junqueira. 2005. Manejo integrado da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. Brasília, DF, EMBRAPA-CNPq. 10p.
- Medeiros, M.A., N.J. Vilela & F.H. França. 2006. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. *Hort. Bras.* 24: 180-184.
- Melo, P.C.T. 1992. Tomato industry in Brazil. *Acta Hort.* 301: 49-58.
- Michereff Filho, M. & E.F. Vilela. 2000. Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). p. 81-84. In Vilela, E.F., R.A. Zucchi & F. Cantor (ed.), *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto, Holos.
- Miranda, M.M.M., M. Picanço, J.C. Zanúncio & R.N.C. Guedes. 1998. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Sci. Technol.* 8: 597-606.

- Moore, J.E. 1983. Control of tomato leafminer *Scrobipalpula absoluta* in Bolivia. Trop. Pest Manag. 29: 231-238.
- Moraes, G.J. & J.A. Normanha Filho. 1982. Surto de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) em tomateiro no trópico semi-árido. Pesqu. Agropecu. Bras. 17: 503-504.
- Moreira, J.O.T.; Lara, F.M.; Churata-Masca, M.G.C. 1981. Ocorrência de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) danificando tomate rasteiro em Jaboticabal, São Paulo. p. 58. In Resumos do 7. Congresso Brasileiro de Entomologia, Fortaleza. Fortaleza, SEB.
- Murdoch, W.W. 1975. Diversity, complexity, stability and pest control. J. Appl. Ecol. 12: 795-807.
- Nascente, A.S. 1998. Interferência das plantas daninhas na cultura do tomate para processamento e a entomofauna associada. Brasília, DF, UnB, 1998. 75 p. Tese de Mestrado.
- Perring, T.M., A. Cooper, R.J. Rodriguez, C.A. Farrar & T.S. Bellows Junior. 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. Science, 259: 74-77.
- Pratissoli, D. & J.R.P. Parra. 2000. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Lep., Gelechiidae) at different temperatures. J. Appl. Ent. 124: 339-342.
- Pratissoli, D., J.R.P. Parra, O.A. Fernandes, R.C. Oliveira, H.B. Zago & F.F. Pereira. 2003. Oviposition pattern of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato under different population densities in greenhouse. Agro-ciência 19: 11-15.
- Pratissoli, D., R.T. Thuler, G.S. Andrade, L.C.M. Zanotti & A.F. Silva. 2005a. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. Pesqu. Agropecu. Bras. 40: 715-718.

- Pratissoli, D., U.R.Vianna, H.B. Zago & P.L. Pastori. 2005b. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 40: 613-616.
- Siqueira, H.A.A., R.N.C. Guedes & M.C. Picanço. 2000. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). *J. Appl. Ent.* 124: 213-238.
- Souza, J.C. & P.R. Reis. 2003. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. *Inf. Agropecu.* 24: 79-92.
- Souza, J.C., P.R. Reis, A.P. Nacif, J.M. Gomes & L.O. Salgado. 1983. Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte, EPAMIG. 14p.
- Suinaga, F.A., V.W.D. Casali, M.C. Picanço & D.J.H. Silva. 2004. Capacidade combinatória de sete caracteres de resistência de *Lycopersicon* spp. à traça do tomateiro. *Hort. Bras.* 22: 243-248.
- Svatos, A., A.B. Attygalle, G.N. Jham, R.T.S. Frighetto, E. F.Vilela, D. Saman, & J. Meinwald. 1996. Sex pheromone of tomato pests *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Chem. Ecol.* 22: 787-800.
- Thomazini, A.P.B.W., J.D. Vendramin, R. Brunherotto & M.T.R. Lopes. 2001. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.* 30: 283-288.
- Torres, J.B., W.S. Evangelista Junior, R. Barros & R.N.C. Guedes. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and starvation level. *J. Appl. Entomol.* 126: 326-332.
- Uchôa-Fernandes, M.A. & W.G. Campos. 1993. Parasitóides de larvas e pupas da traça-do-tomateiro, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Rev. Bras. Entomol.* 37: 399-402.

- Vendramim, J.D. & A.P.B.W. Thomazini. 2001. Traça *Tuta absoluta* (Meyrick) em cultivares de tomateiro tratadas com extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz. *Sci. Agric.* 58: 607-611.
- Villas Bôas, G.L. & F.H. França. 1996. Utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* no controle da traça-do-tomateiro, em cultivo protegido de tomate. *Hort. Bras.* 14: 223-225.
- Villas Bôas, G.L., F.H. França, C.A. Ávila & I.C. Bezerra. 1997. Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília, DF, EMBRAPA-CNPQ. 11p.
- Villas Bôas, G.L., M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2005. Novas formas de manejo integrado da traça-do-tomateiro. Brasília, DF, EMBRAPA-CNPQ. 5p.
- Vivan, L.M., J.B. Torres & A.F.S.L. Veiga. 2003. Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus*, in relation to two different prey types and environmental conditions. *Biocontrol*, 48: 155-168.
- Vivan, L.M., J.B. Torres, A.F.S.L. Veiga & J.C. Zanúncio. 2002. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 37: 581-587.

CAPÍTULO 2

¹Efeito do Sistema de Produção de Tomate e da Diversidade de Plantas na Flutuação Populacional da Traça-do-Tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e seus Inimigos Naturais

RESUMO - A flutuação populacional da traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), e a ocorrência de agentes de controle natural foram comparadas em sistema orgânico e convencional de cultivo do tomateiro, quando plantado em monocultivo ou associado a coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) e a botão-de-ouro, *Galinsoga parviflora* Cav. (Asteraceae). O objetivo foi avaliar se a associação de plantas que fornecem recursos complementares a predadores e parasitóides, associadas às práticas agrícolas menos perturbadoras, como os sistemas orgânicos, favorecem a ocorrência de inimigos naturais e afetam a flutuação populacional da traça-do-tomateiro. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Hortaliças, no período de 28/07/2004 a 13/10/2004. Os tratamentos: 1) tomate, 2) tomate-coentro e 3) tomate-coentro-botão-de-ouro foram estabelecidos nos dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional, com três repetições. Cada parcela foi constituída por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro. Semanalmente, todos os insetos presentes em cinco plantas por parcela, escolhidas ao acaso, foram registrados e categorizados em herbívoros, predadores e parasitóides. Os tratamentos

¹ Manuscrito submetido para publicação na revista Neotropical Entomology

com maior diversidade de plantas e em sistema orgânico foram os que apresentaram nível populacional da traça três vezes menor, principalmente nos estágios de ovo e adulto, além de maior diversidade e abundância de inimigos naturais, notadamente 80 dias após o transplante, durante o pico populacional da traça. No entanto, a abundância de lagartas foi semelhante ao longo de todo o ciclo, nos diferentes sistemas. O hábito de minar as folhas e frutos, ficando protegidas de alguns predadores, pode explicar a sobrevivência relativamente elevada no sistema orgânico, o que afetou substancialmente a produtividade neste sistema. Dentre os inimigos naturais, os mais abundantes foram os predadores: aranhas, joaninhas e formigas. As aranhas foram abundantes nos dois sistemas, com distribuição uniforme e as joaninhas apareceram somente no final do ciclo no sistema orgânico, possivelmente atraídas pela floração do coentro. As formigas foram mais comuns no sistema convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, biodiversidade, controle biológico conservativo, parasitóides, predadores.

O cultivo de tomateiro *Lycopersicon esculentum* (Mill.), em todos os sistemas de produção, é severamente danificado por insetos-praga. Destacam-se como principais pragas da cultura a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), os pulgões (Hemiptera: Aphididae) e ácaros (Aranae: Acari) pelos danos diretos causados às plantas, a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), vetor de geminivírus e tripes, *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Tripidae) vetor da doença vira-cabeça.

Os danos da traça-do-tomateiro são causados pelas lagartas que destroem folhas, caules e frutos, além de facilitar a contaminação por patógenos (França *et al.* 2000). A distribuição do inseto é restrita aos países produtores de tomate da América Latina (França 1993, França *et al.* 2000). As populações ocorrem durante todo o ano, devido às condições climáticas favoráveis, especialmente a temperatura, sendo que os maiores picos populacionais ocorrem de julho a setembro, nos períodos secos e quentes (Haji *et al.* 1988, Castelo Branco 1992).

O controle da traça-do-tomateiro é feito, principalmente, por meio do uso de inseticidas, embora estes nem sempre sejam eficientes (Villas Bôas *et al.* 2005). O uso indiscriminado de agrotóxicos, juntamente com outras práticas agrônômicas não recomendáveis, como plantio seqüenciado ao longo do ano e o abandono de restos culturais, dificultam seu controle (Haji *et al.* 1995). Devido à importância econômica da cultura, outras formas de controle de pragas vêm sendo estudadas por diversos autores, como a resistência genética de plantas (Lourenção *et al.* 1984, Thomazini *et al.* 2001), o uso de entomopatógenos (Giustolin *et al.* 2001a, 2001b) e o uso de plantas inseticidas (Brunherotto & Vendramim 2001, Thomazini *et al.* 2001). O controle biológico com o parasitóide *Trichogramma pretiosum* Ridley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), embora seja bem-sucedido para a

traça-do-tomateiro, é incompatível com os produtos aplicados para a mosca-branca (Haji *et al.* 2002).

Em agroecossistemas, a evidência experimental sugere que a biodiversidade deve ser restaurada de forma a prestar uma série de serviços ecológicos, como a regulação da abundância de organismos indesejáveis, mediante a ação de predadores, parasitóides e antagonistas (Altieri & Letourneau 1984, Andow 1991). As técnicas desenvolvidas para promover o controle biológico natural e manter as populações de insetos-praga reguladas são baseadas, principalmente, na diversificação de cultivos, que pode ser alcançada de numerosas maneiras como, por exemplo, rotação de culturas, policultivos, plantas de cobertura, manejo da vegetação do entorno, corredores ecológicos e outros (Nicholls & Altieri 2006).

De acordo com Price (1992), as interações entre os três níveis tróficos: plantas, herbívoros, predadores e parasitóides são importantes para o desenvolvimento do controle biológico aplicado. A presença de plantas espontâneas dentro e ao redor dos cultivos influencia a dinâmica das culturas agrícolas e das comunidades bióticas associadas (Altieri *et al.* 2003). As plantas espontâneas podem competir com a cultura principal, mas também podem atuar como fonte de alimento complementar para insetos entomófagos (Zandstra & Motooka 1978, Altieri & Whitcomb 1979, Garcia 1991). Resultados de vários trabalhos também demonstraram que as plantas espontâneas são importantes como fontes de aminoácidos e carboidratos para predadores e parasitóides. Estes nutrientes, além de servirem como alimento em época de escassez, melhoram a fecundidade dos predadores e parasitóides (Emden 1965, Leius 1967, Bracken 1969, Stoner 1970). De acordo com observações de Berndt & Wratten (2005), a longevidade e a fecundidade foram maiores em parasitóides que tiveram acesso a flores, sendo que a disponibilidade de alimento para parasitóides adultos é crítica para a sua sobrevivência, além disso, tem papel importante na efetividade dos

parasitóides como agentes de controle biológico. O estudo dos insetos em cultivo orgânico deve abranger toda a complexidade de interações ecológicas, considerando o agroecossistema como um todo, já que as próprias características do cultivo orgânico afetam a dinâmica populacional dos insetos.

Populações de insetos herbívoros são frequentemente menores em ambientes diversificados (Risch *et al.* 1983). Duas explicações para este fato são possíveis. A hipótese da concentração de recursos diz que os herbívoros podem ser menos abundantes, porque os recursos estão menos concentrados ou mais difíceis de serem encontrados, e a hipótese dos inimigos naturais diz que sendo mais abundantes nestes ambientes, os inimigos naturais causam maior mortalidade (Root 1973). De acordo com estas hipóteses, a menor colonização e reprodução de pragas pode ser o resultado de repelência química, camuflagem ou inibição de alimentação pela presença de plantas não-hospedeiras, redução da imigração e outros fatores. Deste modo, a menor densidade de herbívoros em policultivos pode ser resultado de maior predação e parasitismo (Andow 1991). A comparação do sistema convencional com o sistema orgânico possibilita o entendimento da colonização e comportamento da traça-do-tomateiro nos dois sistemas. O que pode resultar em uma estratégia de manejo que priorize o manejo do ambiente, visando à regulação da traça-do-tomateiro, ao invés de seu controle. Estudos anteriores indicaram que *T. absoluta* pode responder de forma variável à diversificação vegetal do ambiente (Medeiros & França 2007).

No presente trabalho, a flutuação populacional da traça-do-tomateiro *T. absoluta* e a ocorrência de agentes de controle natural, foram comparadas em sistema orgânico e convencional de cultivo do tomateiro, quando plantado em monocultivo ou associado a coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) e botão-de-ouro, *Galinsoga parviflora* Cav. (Asteraceae). O objetivo foi avaliar se a associação das plantas selecionadas fornece recursos complementares a predadores e parasitóides, assim como práticas agrícolas menos

perturbadoras, como as existentes nos sistemas orgânicos, favorecem a ocorrência de inimigos naturais em maior abundância e afetam a flutuação populacional da traça-do-tomateiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, (15° 56'S, 48°08'W), altitude 997,6m, em área de latossolo vermelho escuro. O transplante do tomateiro foi realizado no dia 02/07/2004, sendo que a cultura permaneceu no campo por 101 dias (Fig. 2.1).

Os tratamentos orgânicos foram estabelecidos em área destinada ao sistema de produção orgânico da Embrapa Hortaliças, que se encontra sob este manejo desde 2001. A área orgânica situa-se a cerca de 250m de uma mata ciliar, onde é feito policultivos com as seguintes culturas: cebola, cenoura, brócolis, pepino e alho, rotação com milho e utiliza os adubos verdes milho e sorgo, é cercada por faixas com o girassol mexicano *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) (Asteraceae) e as áreas não cultivadas são mantidas com a vegetação espontânea, onde predomina o capim napier, *Pennisetum purpureum* Stapt. (Poaceae) e capim braquiária *Brachiaria decumbens* Schum (Poaceae). A área orgânica encontra-se separada da área onde se empregam produtos derivados de petróleo a uma distância de 100m.

No entorno dos experimentos foram estabelecidas bordas de milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) e crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) (Leguminosae) como barreira e para aumentar a diversidade vegetal. Os tratamentos: 1) tomate, 2) tomate-coentro *C. sativum* e 3) tomate-coentro-botão-de-ouro *G. parviflora* foram estabelecidos nos dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional, com três repetições. Cada parcela foi constituída por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro com espaçamento de 0,50m entre plantas e 0,80m entre linhas no sistema de varal com fileira dupla, sendo uma planta/vara, o que totalizou 25m² por parcela

espaçadas de 2m entre si (em linhas de 5m x 5m, separadas por uma distância de 2m). Os tratamentos foram casualizados por blocos, de forma a permitir que cada tratamento ocupasse uma vez cada posição. O solo das parcelas no sistema orgânico foi arado, encanteirado e adubado com composto no plantio e por cobertura. O solo das parcelas no sistema convencional foi preparado da mesma forma, mas adubado com N-P-K e por cobertura conforme recomendação de Makishima & Miranda (1992). A irrigação foi provida por sistema de infiltração no sistema orgânico e por aspersão no sistema convencional e os outros tratamentos culturais, como desbrota e condução seguiram a mesma recomendação técnica (Makishima & Miranda 1992). Armadilhas tipo delta, contendo feromônio sexual da traça-do-tomateiro (isocalure Tuta) foram distribuídas nas duas áreas de amostragem, nos quatro cantos, a 1,0m de distância da área experimental e 0,5m do solo, para não interferir nas amostragens das populações dentro da área. O feromônio foi trocado quinzenalmente. As armadilhas foram observadas três vezes por semana e os adultos da traça-do-tomateiro capturados foram registrados. No sistema convencional para o controle de pragas e doenças foram utilizados produtos químicos.

A flutuação populacional da traça-do-tomateiro e seus inimigos naturais foi monitorada nos sistemas orgânico e convencional, por meio de amostragens semanais de insetos. As amostragens foram realizadas em cinco plantas/parcela selecionadas ao acaso. As plantas foram observadas desde o solo até o ápice, quanto ao número de ovos, lagartas ou adultos da traça-do-tomateiro, bem como os outros herbívoros e inimigos naturais presentes. O período de coleta durou 84 dias, iniciando-se com a primeira emissão de brotos florais (24 dias após o transplante) até o final da colheita. Os insetos observados foram classificados em herbívoros, parasitóides e predadores. A fenologia da planta, bem como os dados meteorológicos e culturais foram registrados. Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA two-way) seguido do teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$)

ou teste de Mann-Whitney ($P < 0,001$) com auxílio do programa Sigmastat 3.1. (Systat Software Inc 2004).

Resultados e Discussão

O monitoramento das armadilhas de feromônio sexual, colocadas nas bordaduras das áreas, mostrou que as densidades populacionais de adultos de traça-do-tomateiro presentes no entorno dos sistemas de plantios, em todas as amostras, não diferiram estatisticamente (Fig. 2.2). No entanto, as amostragens de ovos, lagartas e adultos de traça-do-tomateiro realizadas dentro das parcelas experimentais mostraram que estas populações se comportaram de forma diferente nos dois sistemas (orgânico e convencional). O sistema orgânico apresentou um menor número de ovos da traça-do-tomateiro em relação ao sistema convencional (Fig. 2.3), havendo também diferenças nas populações de ovos entre semanas e entre os tratamentos (Fig. 2.4). O número de ovos amostrados começou a se diferenciar a partir da quinta semana (52 dias após o transplante), quando já havia a presença de flores e frutos pequenos de tomate. Os maiores índices de ovos ocorreram aos 80-87 dias após o transplante, diferindo das outras semanas (Fig. 2.3 e 2.4). Os tratamentos que apresentaram o menor número de ovos foram os mais diversificados (3 e 2) (Fig. 2.4), ou seja, representado pelo consórcio de tomate-coentro-botão-de-ouro, e seguido pelo tratamento tomate-coentro. Os tratamentos tomate orgânico e convencional foram semelhantes aos convencionais tomate-coentro-botão-de-ouro como também ao consórcio tomate-coentro, sendo que este foi o que apresentou maior número de ovos, demonstrando que para o fator ovos a diversidade vegetal não funcionou no sistema convencional.

Quanto ao número de lagartas da traça-do-tomateiro o padrão foi diferente, já que o número médio do total de lagartas coletadas ao longo de todo o ciclo em todos os tratamentos

não diferiu significativamente nos diferentes sistemas (Fig. 2.5). Considerando que o número médio de ovos encontrados foi maior no sistema convencional, verifica-se que a sobrevivência das lagartas foi relativamente elevada no sistema orgânico, o que afetou substancialmente a produtividade da cultura neste sistema. Isto pode ser explicado devido ao hábito do inseto de minar as folhas e frutos, ficando nestas condições mais protegidos de alguns predadores. Resultados semelhantes foram encontrados por Andow (1990), onde a sobrevivência larval-pupal foi maior nos sistemas diversificados com plantas espontâneas.

O número de adultos da traça-do-tomateiro foi menor no sistema orgânico, sendo os tratamentos orgânicos iguais entre si (Fig. 2.6). No sistema convencional a população de adultos foi maior, especialmente aos 82 dias após o transplante, quando a população praticamente triplicou. Em resumo, o pico populacional da traça-do-tomateiro em todos os tratamentos e em todas as fases de desenvolvimento ocorreu na nona semana, sendo que os tratamentos mais diversificados no sistema orgânico foram os que apresentaram menores níveis populacionais deste inseto. As diferenças entre tratamentos no sistema convencional foram menores. Verificou-se que a população medida pelas armadilhas de feromônio foi igual nos dois sistemas, evidenciando que as diferenças encontradas foram devidas aos dois sistemas trabalhados. O sistema orgânico como um todo diminuiu claramente a colonização da traça-do-tomateiro, provavelmente devido ao maior número e abundância de espécies de herbívoros, indicando possível interferência entre herbívoros e um maior número e abundância de predadores generalistas.

O papel do coentro nos sistemas ainda não está claro, à primeira vista pode dificultar a localização das plantas pelos insetos (Hilje 2001), como também pode causar uma repelência com os químicos que exala, mas provavelmente sua atuação no sistema é mais ampla. De acordo com Andow (1990), plantas não hospedeiras interferem fisicamente na colonização de adultos. Assim, a influência da mostarda sobre o besouro herbívoro *Epilachna varivestis*

Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) reduziu a imigração e aumentou a emigração, afetando o seu comportamento. É provável que os químicos da mostarda inibam a alimentação no campo e contribuam para a supressão das populações de *E. varivestis* em feijão consorciado com mostarda (Andow 1993). A dinâmica populacional do herbívoro *E. varivestis* em quatro ambientes com diferentes níveis de diversificação, mostrou que tanto a colonização dos adultos quanto a mortalidade de ovos por predadores foram menores nos ambientes mais diversificados, neste caso tanto a hipótese de concentração de recursos quanto a dos inimigos naturais foram confirmadas (Andow 1990). Um exemplo de que a diversidade pode beneficiar os agroecossistemas foi descrito por Salas (2004), que utilizou pepino como cultivo armadilha, milho como barreira e, ainda, a cobertura vegetal seca, que foi considerada uma alternativa viável e de baixo custo para controlar a população de *B. tabaci* em tomate, possibilitando maior produtividade que o sistema convencional. Garcia & Altieri (1992) concluíram que o consórcio de brócolis-fava apresentou duas características que afetaram a taxa de colonização e estabelecimento do besouro *Phyllotreta cruciferae* Goeze (Coleoptera: Chrysomelidae): 1. baixa atratividade, que diminuiu a imigração e 2. hostilidade, que aumentou a emigração. A baixa população de *P. cruciferae* no consórcio brócolis-fava foi explicado pelo seu padrão de comportamento, cuja tendência foi de não permanecer no consórcio quando comparado com a monocultura.

No presente experimento observaram-se fatos que confirmam a hipótese da concentração de recursos atuando negativamente na alimentação e oviposição da traça-do-tomateiro, promovida pela maior diversidade vegetal. No sistema convencional foi observado maior quantidade de poucas espécies de herbívoros, especialmente a traça-do-tomateiro e a mosca-branca, enquanto que no sistema orgânico observou-se maior número de espécies, inclusive constatou-se a presença de espécies consideradas como pragas secundárias do tomateiro como, por exemplo, os lepidópteros: *Helicoverpa zea* Boddie e *Spodoptera*

frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Fig. 2.7). Estudos anteriores também observaram a presença de pragas secundárias em plantios sem a interferência de inseticidas (Medeiros & França 2007).

O sistema orgânico apresentou o dobro do número de inimigos naturais amostrados no sistema convencional, notadamente 80 dias após o transplante, durante o pico populacional da traça-do-tomateiro (Fig. 2.8). Neste aspecto, tanto no sistema orgânico quanto no convencional, o número de inimigos naturais foi proporcionalmente maior com a maior diversificação do tratamento (Fig. 2.8). Estes resultados indicam que a diversidade vegetal é importante para aumentar o número de inimigos naturais e confirma, também, a hipótese de inimigos naturais de Root (1973), pois a menor densidade de ovos e de adultos é o resultado, principalmente, da atividade de inimigos naturais generalistas.

Os inimigos naturais mais abundantes foram os predadores: aranhas, formigas e joaninhas. As aranhas foram abundantes com distribuição uniforme nos dois sistemas. As joaninhas apareceram somente no final do ciclo no sistema orgânico, possivelmente atraídas pela floração do coentro. As formigas foram mais comuns no sistema convencional. Outros grupos de predadores como, por exemplo, os hemípteros *Geocoris* sp. (Lygaeidae), *Orius* sp. (Anthocoridae) e *Nabis* sp. (Nabidae); os Staphylinidae (Coleoptera); os Syrphidae e Dolichopodidae (Diptera), os Dermaptera, o neuróptero *Chrysoperla externa* Hagen (Chrysopidae), Mantidae, Vespidae, também estiveram presentes, sendo que a maior abundância e diversidade de espécies foram obtidas no sistema orgânico (Medeiros & França 2007). A diversidade da vegetação no entorno do agroecossistema influenciou a flutuação populacional da traça-do-tomateiro, atraindo mais inimigos naturais para a área, devido à maior oferta de presas alternativas, como, por exemplo, a presença de outros lepidópteros-praga. De acordo com estes autores os predadores sendo generalistas, podem alimentar-se da traça-do-tomateiro sem, no entanto, dispensar outras presas. Neste caso, podem ser úteis tanto

para o controle da traça-do-tomateiro quanto da mosca-branca. Além disso, muitos predadores tendem a alimentar-se de várias presas e distribuir-se na vegetação mais em resposta à disponibilidade de presas do que em relação às espécies de plantas.

O botão-de-ouro também atraiu inimigos naturais, já que os tratamentos mais diversificados (3 e 6) foram os que apresentaram maior abundância de inimigos naturais (Fig. 2.8). Nascente (1998) estudou a flutuação populacional dos artrópodes em cultivos de tomateiro consorciados com as espécies de plantas daninhas: joá-de-capote (*Nicandra physaloides* (Linnaeus), maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.) (Solanaceae), caruru (*Amaranthus* spp.) (Amaranthaceae), botão-de-ouro (*G. parviflora*) e capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link.) Poaceae). A flutuação populacional dos artrópodes foi semelhante em todos os tratamentos. Entre os herbívoros coletados, as lagartas (*H. zea* e *Trichoplusia ni* (Hübner) Noctuidae), o besouro (*Lagria villosa* Fabricius Lagriidae) e um percevejo (Lygaeidae), foram os mais frequentes. A combinação tomate/botão-de-ouro foi o tratamento que mais atraiu os herbívoros, sendo que uma espécie de Lygaeidae foi a mais comum associada àquela planta daninha. As combinações que mais atraíram predadores e parasitóides foram tomate/maria-pretinha e tomate/capim-marmelada. Os predadores mais abundantes foram: o neuróptero *C. externa*; as aranhas e as formigas. Botelho *et al.* (1994) observaram que o botão-de-ouro mostrou-se muito atrativo, tendo sido constatada uma alta rotatividade de insetos benéficos em suas flores.

A partir da décima semana do experimento houve um pico populacional de pulgões nas parcelas tomate-coentro (n=273) e tomate-coentro-botão-de-ouro (n=330) do sistema orgânico e também grande número de joaninhas (tomate-coentro n=22; tomate-coentro-botão-de-ouro=15) durante as duas semanas seguintes, fato que não ocorreu nos tratamentos do sistema convencional. O coentro em flor atraiu pulgões que também colonizaram os tomateiros e, por sua vez, atraíram grande número de joaninhas: *Hippodamia convergens*

Guérin-Ménéville, *Cycloneda sanguinea* Linnaeus e *Eriopsis conexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). Uma estratégia de manejo possível, pode ser cortar o coentro, durante a floração, forçando a migração dos predadores para as plantas de tomate. No trabalho de Risch *et al.* (1982) as populações de *H. convergens* foram mais abundantes em monoculturas do que em policulturas e os autores justificaram com evidências de que a densidade de plantas nas policulturas pode afetar a taxa de predação e a abundância de predadores como *H. convergens*. No presente estudo, as populações de joaninhas foram atraídas pelo alimento em abundância (pulgões), sendo que os tratamentos mais adensados (2 e 3) foram os que apresentaram maior abundância do predador. Andow & Risch (1985) afirmaram que se a diversificação resultar em maior abundância de recursos alimentares ou maior dispersão espacial de alimento, então os predadores podem ser mais abundantes e efetivos em agroecossistemas diversificados. Perrin (1975) mostrou que a planta daninha *Urtica dioica* Linnaeus (Urticaceae) é um grande reservatório de predadores e parasitóides, porque atrai os pulgões que servem de alimento para muitos predadores. Da mesma maneira, o coentro pode ter funcionado como um reservatório de inimigos naturais, especialmente para predadores, embora os parasitóides também tenham sido observados com frequência. É importante ressaltar que o papel do coentro neste sistema parece ser mais amplo, sendo possível que seu efeito repelente afete a colonização da traça-do-tomateiro no sistema.

Letourneau & Goldstein (2001) compararam a comunidade de artrópodes e os danos em folhas e frutos de tomate em nove propriedades orgânicas e nove propriedades convencionais na Califórnia, EUA. Os danos nas folhas e frutos foram semelhantes, tanto nas fazendas orgânicas quanto naquelas convencionais, porém a fauna de artrópodes foi mais diversificada e os inimigos naturais foram mais abundantes em fazendas orgânicas. De acordo com estes autores, as práticas orgânicas promovem maior riqueza de herbívoros, de forma que a comunidade é menos dominada por uma praga principal. Adicionalmente, os métodos do

sistema orgânico promovem a conservação de espécies de artrópodes em todos os grupos funcionais, o que aumenta a abundância de inimigos naturais, quando comparado com o sistema convencional.

O período crítico de interferência das plantas espontâneas na produção de tomate para processamento foi do 33º dia até o 76º dia, após a implantação da cultura (Nascente *et al.* 2004). Isto implica que, durante este período a cultura do tomateiro está mais suscetível à competição com as plantas espontâneas. O período crítico vai da 1ª à 6ª semana de amostragem, ou seja, desde o período de botão floral até quando o tomateiro ainda apresenta flores e já tem frutos pequenos e médios. Para evitar a competição com o tomateiro neste período, é necessário a condução do consórcio de forma mais espaçada.

Além da traça-do-tomateiro, as doenças comuns do tomateiro como vira-cabeça, geminivírus, murcha bacteriana e oídio afetaram a produtividade do sistema orgânico. Além disso, houve uma competição do coentro e botão-de-ouro com o tomateiro, com efeito direto sobre a produtividade. O sistema orgânico é capaz de sustentar uma ampla comunidade, inclusive um percentual de pragas, porque existem vários fatores atuando simultaneamente no ambiente, ou seja, é a complementaridade que torna o sistema viável.

As plantas associadas ao tomateiro, o coentro e o botão-de-ouro afetaram as dinâmicas populacionais da comunidade como um todo, sendo que a sua influência pode ser verificada por diversos indicadores, como menores níveis populacionais de ovos e adultos, maior riqueza e abundância de herbívoros gerais e de predadores generalistas, tanto para o sistema orgânico quanto para o convencional. Muito embora haja uma diferença significativa entre o patamar alcançado por cada um dos sistemas. Então resta saber se: 1). as plantas devem ser usadas dentro de um esquema que aumente e conserve inimigos naturais e, ao mesmo tempo, não apresente influências negativas com a cultura, como por exemplo, competição, 2). se o manejo dessas plantas é suficiente para garantir a proteção do tomateiro, possibilitando a

produção de tomate orgânico e 3). dentro do manejo do ambiente deve-se buscar soluções para minimizar os problemas ocasionados pelas doenças do tomateiro.

Referências

- Altieri, M.A. & D.L. Letourneau. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 2: 131-169.
- Altieri, M.A., E.N. Silva & C.I. Nicholls. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Holos, 226 p.
- Altieri, M.A. & W.H. Whitcomb. 1979. The potencial use of weeds in the manipulation of beneficial insects. *HortScience* 14: 12-18.
- Andow, D.A. 1990. Populations dynamics of an insect herbivore in simple and diverse habitats. *Ecology* 7: 1006-1017.
- Andow, D.A. 1991. Vegetacional diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 561-586.
- Andow, D.A. 1993. Mustard as an antifeedant for *Epilachna varivestis* adults (Coleoptera: Coccinellidae). *Coleopt. Bull.* 47: 131-135.
- Andow, D.A. & S.J. Risch. 1985. Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *J. Appl. Ecol.* 22: 357-372.
- Berndt, L.A. & S.D. Wratten. 2005. Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. *Biol. Control* 32: 65-69.

- Botelho, A.C.B., J.R. Cure & E.F. Vilela. 1994. Abundância e riqueza em espécies de insetos (herbívoros, predadores e parasitóides) em agroecossistema hortícola com manejo orgânico. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 23: 87-98.
- Bracken, G.K. 1969. Effects of dietary amino acids, salts and protein starvation on fecundity of the parasitoid *Exeristes comstockii* (Hym.: Ichneumonidae). *Can. Entomol.* 101: 91-96.
- Brunherotto, R. & J.D. Vendramim. 2001. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. *Neotrop. Entomol.* 30: 455-459.
- Castelo Branco, M. 1992. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. *Hort. Bras.* 10: 33-34.
- Emden, H.F.V. 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Sci. Hortic.* 17: 121-136.
- França, F.H. 1993. Por quanto tempo conseguiremos conviver com a traça-do-tomateiro? *Hort. Bras.* 11: 176-178.
- França, F.H., G.L. Villas Bôas, M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2000. Manejo integrado de pragas. p.112-127. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (orgs.) *Tomate para processamento industrial*. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças. 168p.
- Garcia, M.A. 1991. Arthropods in a tropical corn field: effects of weeds and insecticides on community composition. p.619-633. In Price, P.W., Lewinsolm, T.W. Fernandes, G.W. & Benson, W.N. (eds). *Plant animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. Wiley, 639 p.

- Garcia, M.A. & M.A. Altieri. 1992. Explaining differences in flea beetle *Phyllotreta cruciferae* Goeze densities in simple and mixed broccoli cropping systems as a function of individual behavior. *Entomol. Exp. Appl.* 62: 201-209.
- Giustolin, T.A., J.D. Vendramim & S.B. Alves. 2001a. Efeito associado de genótipo de tomateiro resistente e *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.* 30: 461-466.
- Giustolin, T.A., J.D. Vendramim & S.A. Alves. 2001b. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) criada em dois genótipos de tomateiro. *Neotrop. Entomol.* 30: 417-421.
- Haji, F.N.P., C.A.V. Oliveira, M.S. Amorim Neto & J.G.S. Batista. 1988. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no submédio São Francisco. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 23: 7-14.
- Haji, F.N.P., I.C.I. Freire, F.G. Roa, C.N. Silva, M.M. Souza Júnior. & M.I.V. Silva. 1995. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. *An. Soc. Entomol. Bras.* 24: 587-591.
- Haji, F.N.P., L. Prezotti, J.S. Carneiro & J.A. Alencar. 2002. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. p.477-494. In Parra, J.P.P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira, & J.M.S. Bento (ed.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 609p.
- Hilje, L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate, en Costa Rica. *Man. Integr. Plagas* 61: 69-80.
- Leius, K. 1967. Food sources and preferences of adults of a parasite, *Scambus buolianae* (Hymn: Ich.) and their consequences. *Can. Entomol.* 99: 865-887.
- Letourneau, D.K. & B. Goldstein. 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *J. App. Ecol.* 38: 557-570.

- Lourenção, A.L., H. Nagai & M.A.T. Zullo. 1984. Fontes de resistência a *Scropipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) em tomateiro. *Bragantia* 43: 569-577.
- Makishima, N. & J.E.C. Miranda. 1992. Cultivo do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Brasília, EMBRAPA-CNPq. 22p. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 11).
- Medeiros, M.A. & F.A. França. 2007. Comunidade de Artrópodos em Cultivo de Tomate no Distrito Federal, Brasil. *Neotrop. Entomol.* (submetido).
- Nascente, A.S. 1998. Interferência das plantas daninhas na cultura do tomate para processamento e a entomofauna associada. Brasília: UnB, 1998. 75p. Dissertação de Mestrado.
- Nascente, A.S, W. Pereira & M.A. Medeiros. 2004. Interferência das plantas daninhas na cultura do tomate para processamento. *Hort. Bras.* 22: 602-606.
- Nicholls C.I. & M.A. Altieri. Bases agroecológicas para el manejo de la biodiversidad em agroecosistemas: efectos sobre plagas y enfermedades. Disponível em: <http://agroeco.org/brasil/material/efectos_sobre_plagas.htm> acesso obtido em 29 jun. 2006.
- Perrin, R.M. 1975. The role of the perennial stinging nettle *Urtica dioica* as a reservoir of beneficial natural enemies. *Ann. Appl. Biol.* 81: 289-297.
- Price, P.W. 1992. Three-trophic-level interactions affecting the success of biological control projects. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 27: 15-29.
- Risch, S.J., D. Andow & M.A. Altieri. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. *Environ. Entomol.* 12: 625-629.
- Risch, S.J., R. Wrubel & D. Andow. 1982. Foraging by a predaceous beetle, *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), in a polyculture: effects of plant density and diversity. *Environ. Entomol.* 11: 949-950.

- Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monogr. 43: 94-125.
- Salas, J. 2004. Evaluación de practicas agrícolas para el manejo de *Bemisia tabaci* em tomate. Man. Integr. Plagas Agroecol. 71: 34-40.
- Systat Software Inc. 2004. SigmaStat 3.1. for Windows. INSO Corporation, Richmond, CA, USA, 848 p.
- Stoner, A. 1970. Plant feeding by a predaceous insect, *Geocoris punctipes*. J. Econ. Entomol. 63: 1911-1915.
- Thomazini, A.P.B.W., J.D. Vendramin, R. Brunherotto & M.T.R. Lopes. 2001. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 283-288.
- Villas Bôas, G.L., M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2005. Novas formas de manejo integrado da traça-do-tomateiro. Brasília, DF, EMBRAPA-CNPq. 5p.
- Zandstra, B.H. & P.S. Motooka. 1978. Beneficial effects of weed in pest management a review. Pans 24: 333-338.

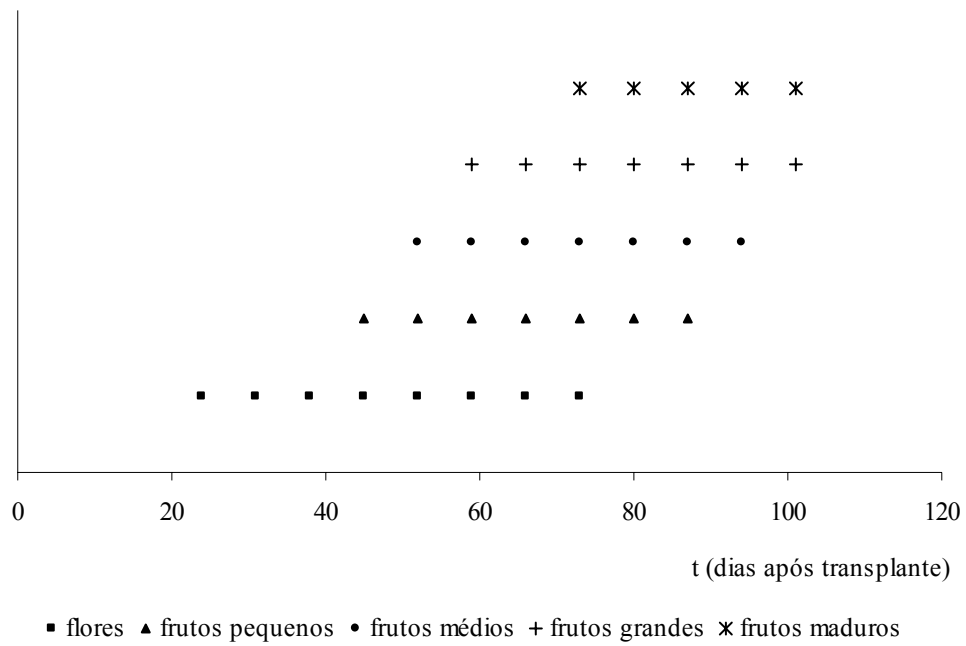


Fig. 2.1. Fases fenológicas do tomateiro. Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

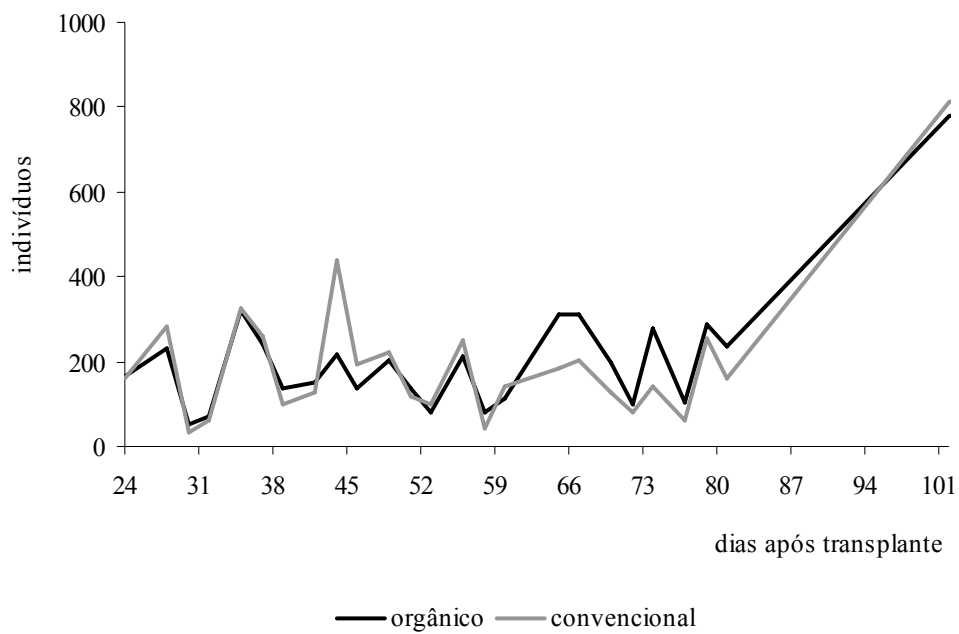


Fig. 2.2. Adultos de *T. absoluta* coletados em armadilhas de feromônio em sistemas orgânico e convencional (teste de Mann-Whitney $\sigma_{105}= 52,7$ orgânico e $\sigma_{105}= 54,4$ convencional, $P<0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

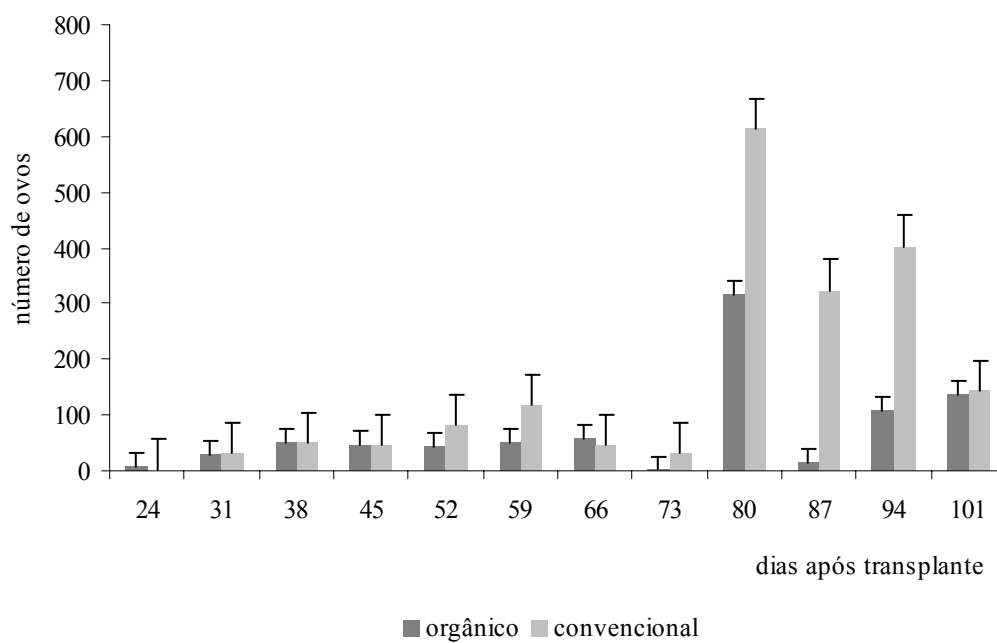


Fig. 2.3. Número médio de ovos de *T. absoluta* amostrados nos sistemas orgânico e convencional (teste de Mann-Whitney, $\sigma_{108}=12,7$ orgânico e $\sigma_{108}=23,6$ convencional, $P<0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

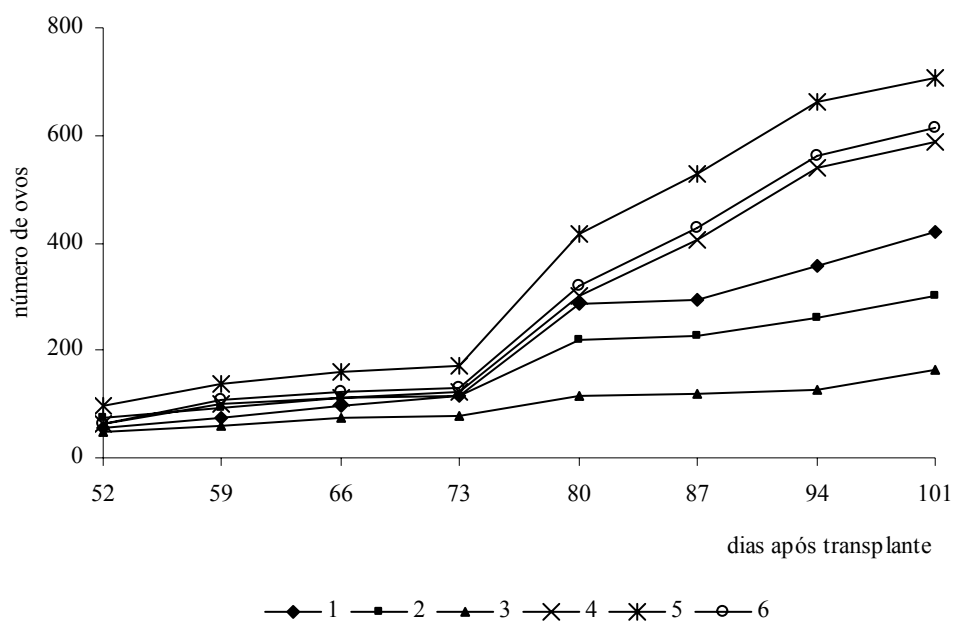


Fig. 2.4. Número acumulado de ovos de *T. absoluta* amostrados nos diversos tratamentos do sistema orgânico (1- tomate, 2- tomate-coentro e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro) e sistema convencional (4- tomate, 5- tomate-coentro e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) semana ($F_{7,96} = 21,076$, $p < 0,001$), tratamento ($F_{5,96} = 9,198$, $p < 0,001$), semana x tratamento ($F_{35,96} = 1,470$, $p = 0,073$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

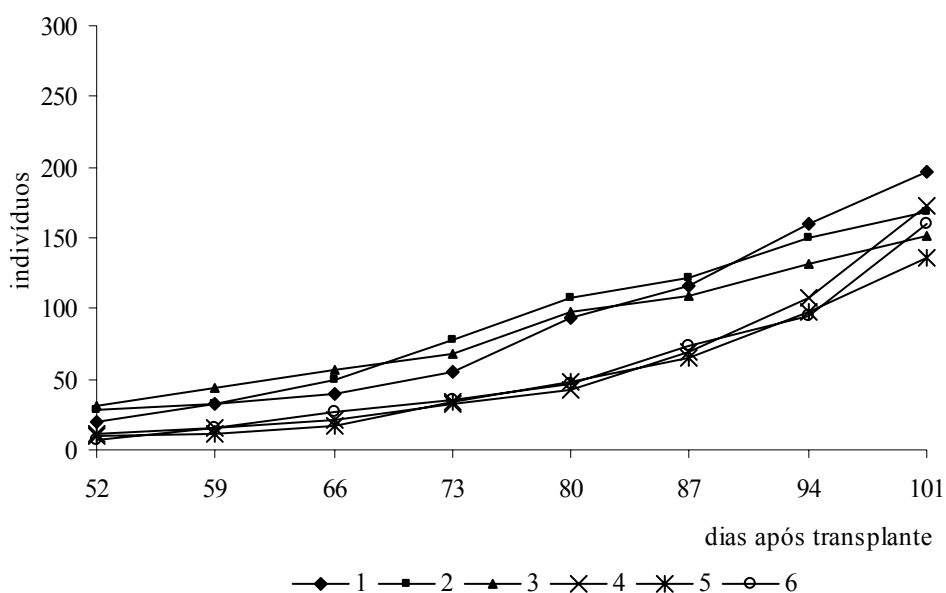


Fig. 2.5. Número acumulado de lagartas de *T. absoluta* amostradas nos diversos tratamentos do sistema orgânico (1- tomate, 2- tomate-coentro e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro) e sistema convencional (4- tomate, 5- tomate-coentro e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) semana ($F_{7,96} = 27,290$, $p < 0,001$), tratamento ($F_{5,96} = 2,126$, $p = 0,069$), semana x tratamento ($F_{35,96} = 2,652$, $p < 0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

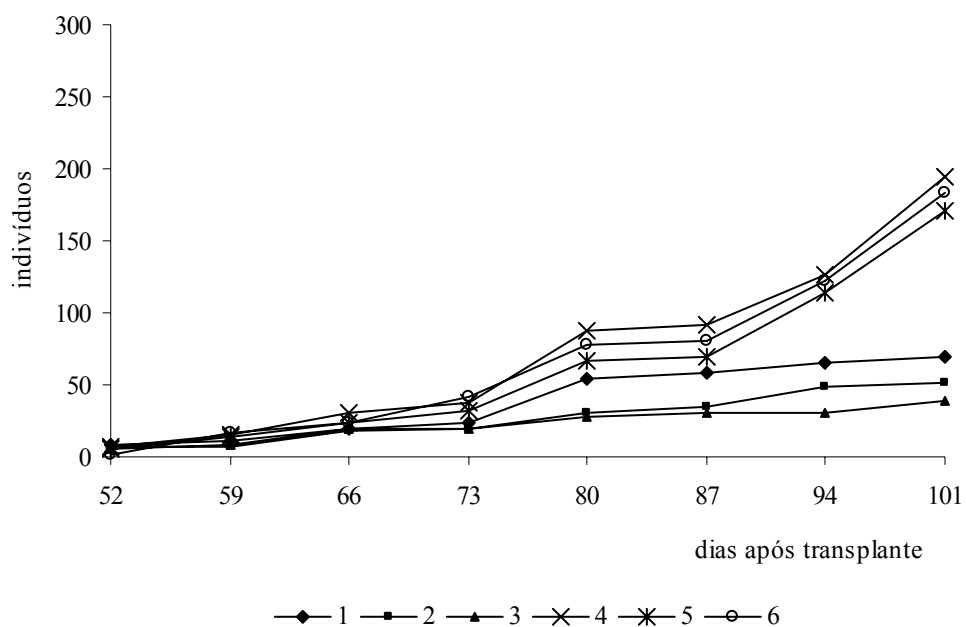


Fig. 2.6. Número acumulado de adultos de *T. absoluta* amostrados nos diversos tratamentos do sistema (1- tomate, 2- tomate-coentro e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro) e sistema convencional (4- tomate, 5- tomate-coentro e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) semana ($F_{7,96} = 17,153$, $p < 0,001$), tratamento ($F_{5,96} = 12,978$, $p < 0,001$), semana x tratamento ($F_{35,96} = 2,369$, $p < 0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

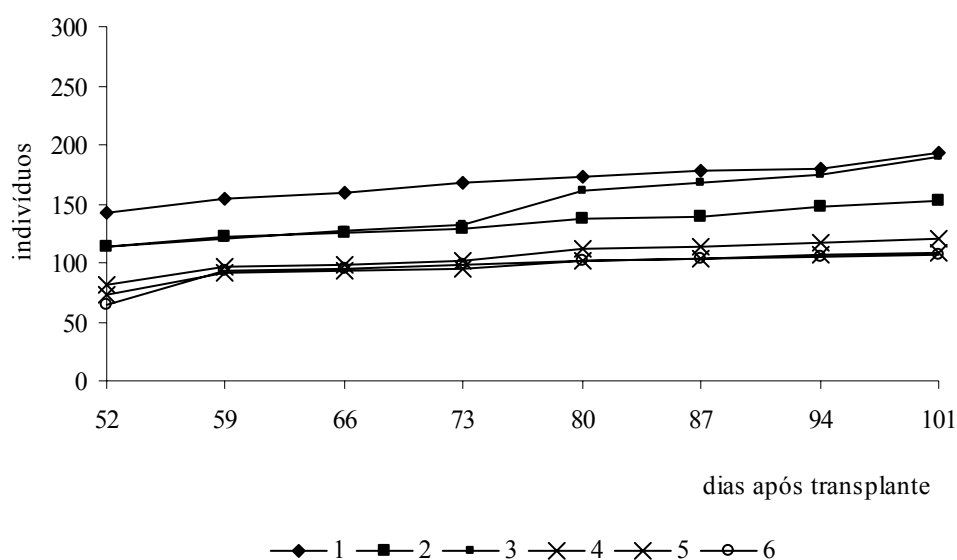


Fig. 2.7. Número acumulado de herbívoros amostrados nos diversos tratamentos orgânicos (1- tomate, 2- tomate-coentro e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro) e sistema convencional (4- tomate, 5- tomate-coentro e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) semana ($F_{7,96} = 4,380$, $p < 0,001$), tratamento ($F_{5,96} = 0,576$, $p = 0,718$), semana x tratamento ($F_{35,96} = 1,674$, $p = 0,026$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

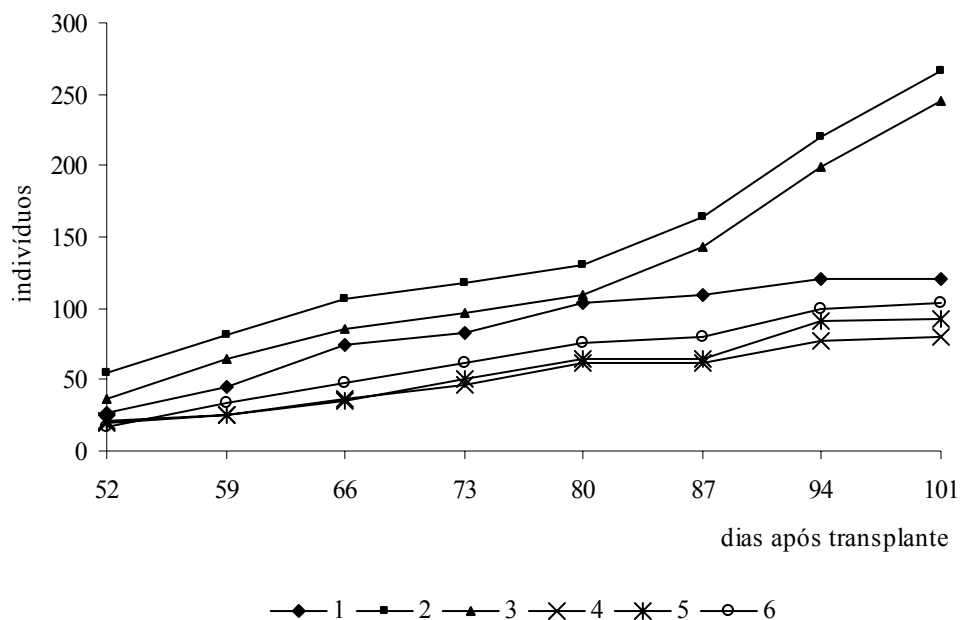


Fig. 2.8. Número acumulado de inimigos naturais amostrados nos diversos tratamentos orgânicos (1- tomate, 2- tomate-coentro e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro) e sistema convencional (4- tomate, 5- tomate-coentro e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) semana ($F_{7,96} = 4,811$, $p < 0,001$), tratamento ($F_{5,96} = 11,097$, $p < 0,001$), semana x tratamento ($F_{35,96} = 1,765$, $p < 0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

CAPÍTULO 3

²Influência do Consórcio Tomate–Coentro na Flutuação Populacional da Traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e seus Inimigos Naturais

RESUMO - A flutuação populacional da traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) e a ocorrência de seus inimigos naturais foram comparados em sistema orgânico e convencional do tomateiro, quando plantado em monocultivo ou associado ao coentro *Coriandrum sativum* Linnaeus (Apiaceae). O objetivo foi avaliar se o consórcio associado às práticas agrícolas menos perturbadoras, como os sistemas orgânicos, favorece um aumento populacional de inimigos naturais e afeta a flutuação populacional da traça-do-tomateiro. O experimento foi conduzido na Embrapa Hortaliças, no período de 7/7/2005 a 7/11/2005. Os tratamentos 1 a 4, foram estabelecidos no sistema orgânico: 1) tomate, 2) tomate-coentro, sendo que o coentro foi plantado 30 dias antes, 3) tomate-coentro, sendo que o coentro foi plantado 15 dias antes, 4) tomate-coentro plantado simultaneamente e o tratamento 5) tomate, foi estabelecido no sistema convencional. Cada tratamento teve três repetições com 80 plantas do híbrido F1 Duradoro. Os insetos foram amostrados semanalmente em quatro plantas/parcela escolhidas ao acaso e foram registrados e classificados como herbívoros, predadores e parasitóides. Os tratamentos de tomate-coentro em sistema orgânico apresentaram menores densidades populacionais de ovos e lagartas da

² Manuscrito a ser submetido para publicação na revista Horticultura Brasileira

traça-do-tomateiro. A abundância de outros herbívoros foi maior nos tratamentos orgânicos, demonstrando que o uso freqüente de inseticidas elimina herbívoros em geral, selecionando a praga-chave da cultura, traça-do-tomateiro. Os tratamentos orgânicos apresentaram maior diversidade e abundância de inimigos naturais. Os inimigos naturais mais abundantes foram os predadores aranhas, joaninhas e formigas. No sistema convencional houve uma elevação da quantidade e diversidade de inimigos naturais, a partir da décima segunda semana, uma semana após interromper o emprego de inseticidas químicos, substituindo pelo inseticida biológico *Bacillus thuringiensis* Berliner.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade, controle biológico conservativo, parasitóides, policultivo, predadores

Comunidades simples são mais facilmente perturbadas do que as comunidades mais ricas, ou seja, estão mais sujeitas às oscilações destrutivas nas populações, e mais vulneráveis às invasões (Elton 1958). A partir da década de 50, muitos ecólogos dedicaram seus estudos a entender a relação existente entre diversidade e estabilidade (MacArthur 1955, Elton 1958, May 1973, Emden & Williams 1974, Murdoch 1975, Odum 1988, Andow 1991, Garcia 1991, Tilman 1996, Landis *et al.* 2000, McCann 2000, Altieri & Nicholls 2004). Estudos recentes indicam que a diversidade, em média, pode aumentar a estabilidade dos ecossistemas, ou seja, a estabilidade depende da comunidade apresentar espécies ou grupos funcionais capazes de uma resposta diferencial (McCann 2000). O que explica a ausência de explosões populacionais de insetos em sistemas mais diversificados seria a possibilidade de variação da importância relativa e de substituição de espécies nas diferentes funções. Uma teia de relações tróficas mais complexas confere ao sistema um dinamismo intrínseco que garante a estabilidade funcional e impede a monopolização dos recursos por uma ou poucas espécies (Garcia 1999). Os recursos disponíveis em cada comunidade influenciam o número de espécies na comunidade, assim como a sua diversidade (Price 1997).

A expansão e a intensificação da agricultura estão entre as principais mudanças globais do século passado. A conversão da terra e a intensificação dos cultivos alterou as interações bióticas e a disponibilidade de recursos nos ecossistemas e pode ter sérias conseqüências ambientais locais, regionais e globais (Matson *et al.* 1997). Projeções para o ano 2100 mostram que perdas de biodiversidade global são esperadas, e que os principais fatores causadores serão o uso da terra e as mudanças climáticas (Sala *et al.* 2000). Um dos grandes desafios que a humanidade irá enfrentar será produzir alimentos e ao mesmo tempo manter a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas (Robertson 2000). Um exemplo recente de expansão agrícola com conseqüente perda de biodiversidade ocorreu no Cerrado, a savana mais rica do mundo em biodiversidade, bioma cuja vegetação original cobria mais de

2 milhões de km² do Brasil Central. Durante as décadas de 1970 e 1980, cerca de 67% da vegetação nativa foi devastada cedendo espaço à pecuária extensiva, às monoculturas, principalmente de grãos, carvoarias e atividades urbanas (IBAMA 2007). Além disso, a biodiversidade restante ainda encontra-se sob ameaça constante da atividade humana (Cavalcanti 1999, Myers *et al.* 2000).

Atualmente a maior área cultivada com tomate industrial está na região Centro-oeste onde o clima seco durante os meses de março a setembro favorece o seu cultivo (Silva & Giordano 2000). O tomateiro *Lycopersicon esculentum* (Mill.) (Solanaceae) é cultivado em todas as regiões brasileiras e é uma das hortaliças mais importantes em área, volume produzido e versatilidade de uso na alimentação. No ano de 1990 foram produzidas 300.000t de tomate industrial no Centro-oeste e no ano de 2005 foram produzidas 801.537t (IBGE 2007). Houve uma expansão da área cultivada, bem como melhorias significativas na produtividade.

A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é uma das pragas mais sérias do tomate na América do Sul, causando danos em vários países produtores de tomate, incluindo Argentina, Brasil, Uruguai, Bolívia, Chile, Peru, Equador, Colômbia e Venezuela (Maluf *et al.* 1997, França *et al.* 2000). Desde que foi constatada a sua presença, no Brasil em 1980 (Moreira *et al.* 1981), a traça-do-tomateiro vem causando prejuízos à cultura. Os danos são causados pelas lagartas que se alimentam do parênquima foliar, formando galerias ou minas (Haji *et al.* 1998). Atacam também o caule, as hastes e os ponteiros, causando o surgimento de brotações laterais que atrasam o desenvolvimento das plantas e a perda de frutos. Em altas infestações podem destruir completamente as folhas do tomateiro, causando secamento dos folíolos e a conseqüente morte da planta. As galerias abertas pelo inseto podem facilitar a penetração de patógenos (fungos e bactérias) nos tecidos

da planta tornando os frutos impróprios para o consumo e processamento (Souza & Reis 2003).

A crescente demanda pela proteção ambiental tem incentivado a produção orgânica de alimentos com práticas reguladoras das populações de insetos, onde a utilização de técnicas de controle biológico conservativo é promissora (Gliessman 2001). O consórcio de cultivos é uma maneira de aumentar a diversidade ambiental e ao mesmo tempo produzir incrementos nas populações de inimigos naturais. A influência do aumento de diversidade sobre insetos já foi estudada em policultivo tomate-milho por Picanço *et al.* (1996), como também com o uso de faixas circundantes ao cultivo do tomateiro (Paula *et al.* 2004).

No capítulo 1, foi mostrado que o policultivo de tomate-coentro estabelecido em sistema orgânico apresentou um nível populacional da traça-do-tomateiro três vezes menor, principalmente nos estágios de ovo e adulto, além de maior diversidade e abundância de inimigos naturais. O consórcio de tomate-coentro *Coriandrum sativum* Linnaeus (Apiaceae) confere maior proteção ao dificultar a localização dos tomateiros pela mosca-branca e também reduz a incidência de doenças causadas por vírus (Hilje 2001). A flutuação populacional da traça-do-tomateiro *T. absoluta* e a ocorrência de seus inimigos naturais foram comparadas em sistema orgânico e convencional do tomateiro, em monocultivo ou associado ao coentro, com o objetivo de avaliar se o consórcio tomate-coentro influencia a dinâmica populacional da traça-do-tomateiro e dos inimigos naturais associados à cultura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, (15°56'S, 48°08'W), altitude 997,6m, em área de latossolo vermelho escuro. O transplante do tomateiro foi realizado no dia 07/07/2005, sendo que a cultura permaneceu no

campo por 122 dias.

Os tratamentos orgânicos foram estabelecidos em área destinada ao sistema de produção orgânico da Embrapa Hortaliças, que se encontra sob este manejo desde 2001. A área orgânica situa-se a cerca de 250m de uma mata ciliar, onde foi feito policultivos com as culturas de cebola, cenoura, brócolis, pepino e alho, rotação com milho e utiliza os adubos verdes milho e sorgo, é cercada por faixas com o girassol mexicano *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) (Asteraceae) e as áreas não cultivadas são mantidas com a vegetação espontânea, onde predomina o capim napier, *Pennisetum purpureum* Stapt. (Poaceae) e capim braquiária *Brachiaria decumbens* Schum (Poaceae). A área orgânica encontra-se separada da área onde se empregam produtos derivados de petróleo a uma distância de 100m.

No entorno dos experimentos foram estabelecidas bordas de milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) e crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) (Leguminosae) como barreira e para aumentar a diversidade vegetal. Os tratamentos de 1 a 4, foram estabelecidos no sistema orgânico: 1) tomate, 2) tomate-coentro, sendo que o coentro foi plantado 30 dias antes, 3) tomate-coentro, sendo que o coentro foi plantado 15 dias antes, 4) tomate-coentro plantado simultaneamente. O tratamento 5) tomate, foi estabelecido no sistema convencional. Cada tratamento teve três repetições. As parcelas foram constituídas por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro com espaçamento de 0,50m entre plantas e 0,80m entre linhas no sistema de varal com fileira dupla, sendo uma planta/vara, totalizando 25m² (linhas de 5m x 5m) por parcela espaçadas por uma distância de 2m entre si. Os tratamentos foram casualizados por blocos, de forma a permitir que cada tratamento ocupasse uma vez cada posição.

O solo das parcelas no sistema orgânico foi arado, encanteirado e adubado com composto no plantio e em cobertura. O solo das parcelas no sistema convencional foi preparado da mesma forma, mas adubado com N-P-K e por cobertura, conforme recomendação de Makishima & Miranda (1992). A irrigação foi provida por sistema de

aspersão nos dois sistemas e os outros tratos culturais, como desbrota e condução seguiram a mesma recomendação técnica (Makishima & Miranda 1992). Armadilhas tipo delta, contendo feromônio sexual da traça-do-tomateiro (isocalure Tuta) foram distribuídas nas duas áreas de amostragem, nos quatro cantos, a 1,0m de distância da área experimental e 0,5m do solo, para não interferir nas amostragens das populações dentro da área. As armadilhas foram observadas três vezes por semana e o número de adultos da traça-do-tomateiro capturados foi registrado.

A flutuação populacional da traça-do-tomateiro e de seus inimigos naturais foi monitorada nos sistemas orgânico e convencional, por meio de amostragens semanais de insetos. As observações foram realizadas em quatro plantas/parcela escolhidas ao acaso. As plantas foram observadas desde o solo até o ápice, quanto ao número de ovos, lagartas ou adultos da traça-do-tomateiro, bem como os outros herbívoros e inimigos naturais presentes. O período de coleta durou 98 dias, iniciando com a primeira emissão de brotos florais (24 dias após o transplante) até o final da colheita (122 dias). Os insetos observados foram classificados em herbívoros, parasitóides e predadores. No sistema convencional foram utilizados inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro (cipermetrina + profenofós, abamectina, metamidofós, cloridato de cartape, *Bacillus thuringiensis* Berliner).

A produtividade do tomate e do coentro foi avaliada assim como os danos causados pela traça-do-tomateiro nos frutos. O peso (kg) dos frutos de tomate e peso do coentro foi registrado. Em 20 frutos de tomate foram contados os furos causados pela traça-do-tomateiro por parcela, com três repetições. A fenologia da planta, bem como os dados meteorológicos e culturais foram registrados. Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) ou teste de Mann-Whitney ($P < 0,001$) com o programa Sigmastat 3.1. (Systat Software Inc 2004).

Resultados e Discussão

O monitoramento através das armadilhas de feromônio sexual, colocadas nas bordaduras das áreas, mostrou que as densidades populacionais de adultos de traça-do-tomateiro presentes no entorno dos sistemas de plantios, em todas as amostras, não diferiram significativamente (Fig. 3.1). Estes estudos mostraram que as populações de traça-do-tomateiro do entorno onde os experimentos foram instalados eram equivalentes.

Na primeira semana do experimento, o número médio de ovos dos dois sistemas não foram significativamente diferentes (orgânico = $23 \pm 6,3$ /parcela e convencional = $24 \pm 21,1$ /parcela), o que para o estágio de desenvolvimento da cultura foi considerado alto. O número médio de ovos manteve-se semelhante nas semanas seguintes, sendo que a partir da quinta semana começou a haver diferenças entre os tratamentos (orgânico = $9 \pm 3,6$ /parcela e convencional = $43 \pm 8,9$ /parcela), quando a traça-do-tomateiro aumentou gradativamente sua população no sistema convencional. O tratamento orgânico que apresentou maior nível populacional foi o tomate, que foi usado para comparar com o mesmo tratamento em sistema convencional (Fig. 3.2 A, B e C). Na décima quinta semana (122 dias após o transplante) o número médio de ovos para o sistema convencional foi $18 \pm 10,1$ /parcela e para o sistema orgânico foi de $5 \pm 5,5$ /parcela. O recrutamento médio semanal de ovos para o tratamento convencional ($48,0 \pm 27,4$) foi significativamente maior que o orgânico ($12,0 \pm 7,4$) (Mann-Whitney $T = -5,562$; g.l.=14, $P < 0,001$) entre a 5ª e a 15ª semana.

O número de ovos, lagartas e adultos foi maior no tratamento convencional em relação a todas as parcelas no sistema orgânico, sendo que o número de ovos foi três vezes maior, o de lagartas foi quatro vezes maior e o de adultos foi o dobro. Considerando proximidade relativa e a diferença do nível populacional alcançada nos dois sistemas, é provável que a

traça-do-tomateiro apresente um padrão de não-preferência de oviposição no sistema orgânico. No capítulo 1, resultados semelhantes foram encontrados (p.31 e p.46), embora o nível populacional encontrado tenha sido 50% menor.

Apesar da alta infestação inicial nos dois sistemas, medida pelo número de ovos, o sistema orgânico não propiciou condições favoráveis ao crescimento populacional da traça-do-tomateiro, que ao final do experimento apresentou número de ovos três vezes menor do que o mesmo tratamento no sistema convencional (Fig. 3.2 A). No sistema orgânico, observaram-se semelhanças entre dois grupos de tratamentos (Fig. 3.3 A, B e C), tomate e tomate-coentro simultâneo e tomate-coentro 15 dias e tomate-coentro 30 dias. Diferenças significativas entre os dois grupos de tratamentos foram observadas para o número de lagartas, sendo que para número de ovos e números de adultos, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

Os tratamentos orgânicos apresentaram maior diversidade e abundância de inimigos naturais, sendo que os sistemas começaram a se diferenciar a partir da quinta semana de coleta (Fig. 3.4). Em outras palavras, constatou-se que até a quarta semana as populações nos dois sistemas foram as mesmas tanto em número de ovos da traça-do-tomateiro quanto em número de inimigos naturais. A partir da quarta semana, o ambiente começou a produzir seus efeitos: no sistema convencional, a exclusão dos inimigos naturais pelo uso regular de inseticidas e no sistema orgânico, o incremento dos inimigos naturais por meio da vegetação circundante e dentro das parcelas pela presença do coentro.

Os inimigos naturais mais abundantes foram os predadores generalistas: formigas e aranhas (Fig. 3.5 A, B, C e D). A presença de joaninhas foi observada especialmente nos tratamentos de tomate consorciado com coentro, quando este estava florindo (Fig. 3.5 C). A abundância e diversidade de insetos entomófagos dentro de um cultivo estão intimamente relacionadas à natureza da vegetação circundante (Altieri *et al.* 2003).

No sistema convencional o uso de inseticidas pouco seletivos afetou os inimigos naturais, que apresentaram baixas populações. A partir da décima primeira semana, quando a população de traça-do-tomateiro atingiu um nível alto de infestação, o emprego de inseticidas químicos foi interrompido, sendo substituído pelo inseticida biológico com *Bacillus thuringiensis* Berliner. Uma semana após, observou-se um incremento da quantidade e diversidade de inimigos naturais no sistema convencional. Isto aconteceu principalmente porque o nível populacional da traça-do-tomateiro encontrava-se muito alto e atraiu muitos inimigos naturais.

Vespas do gênero *Polybia* oriundas de um ninho localizado a cerca de 800m da área experimental se alimentaram de lagartas de *T. absoluta*, utilizando as mandíbulas para cortar as minas e retirar as lagartas de dentro. As vespas são dependentes da densidade da praga (Metcalf & Metcalf 1992, Cornelius 1993) e estiveram presentes no sistema convencional justamente porque a população atingiu um nível elevado de densidade. Vespas predadoras sociais *Protonectarina* sp. já foram encontradas naturalmente em grande número em plantas de tomateiro. As vespas rasgam a epiderme superior ou inferior das minas, retirando e comendo as lagartas (Souza *et al.* 1992, Paula *et al.* 2004).

Os tratamentos orgânicos apresentaram maior diversidade e quantidade de herbívoros, tais como, cigarrinhas, lagartas *Helicoverpa zea* (Boddie), *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Noctuidae), e percevejos *Neomegalotomus parvus* (Westwood) (Alydidae), *Nezara viridula* (Linnaeus) (Pentatomidae) e vaquinhas *Diabrotica speciosa* (Germar), *Acalymma bivittula* (Kirsch) e *Cerotoma arcuata* Olivier (Chrysomelidae), que são comuns no sistema do tomate, mas que são considerados pragas secundárias (Fig. 3.6). Os tratamentos orgânicos foram significativamente diferentes do tratamento tomate convencional. Entre os tratamentos orgânicos, o tratamento tomate-coentro simultâneo foi diferente de tomate-coentro 15 dias e tomate-coentro 30 dias. Em geral, nos locais onde se utiliza inseticidas químicos ocorre a

exclusão de lagartas, percevejos e cigarrinhas. Nestes locais, a presença de vaquinhas é mais freqüente.

O índice de diversidade de Shannon foi calculado para os tratamentos tomate convencional e orgânico para a quarta semana de coleta (tomate orgânico $H=2,61$ e convencional= $2,51$), o que corrobora as observações anteriores de que na fase inicial da cultura os dois sistemas apresentam uma diversidade na entomofauna semelhante. Ao longo do tempo, após o uso regular de inseticidas o índice de Shannon reduziu no sistema convencional ($H=1,58$) e aumentou no orgânico ($H=3,22$). Ao final do experimento quando a biomassa vegetal do tomateiro já estava reduzida, observamos uma diminuição em termos de diversidade. Porém, a interrupção do uso de inseticidas, químicos na 11ª semana, produziu um efeito em termos de diversidade de insetos que foi mensurada na 15ª (convencional $H=2,76$, orgânico $H=2,78$).

González-Megías & Gómez (2003) estudaram o efeito da remoção do besouro *Timarcha lugens* Rosenhauer (Chrysomelidae) na estrutura e diversidade da comunidade de artrópodes de *Hormathophylla spinosa* (Brassicaceae). Este estudo demonstrou que a remoção do herbívoro *T. lugens* provocou mudanças significativas na estrutura e na diversidade da comunidade em que estava inserido. Onde se verificou um aumento na abundância de herbívoros, demonstrando a competição entre eles e em conseqüência, observou-se a abundância de predadores, um efeito indireto do aumento da abundância de herbívoros.

Tilman *et al.* (1996) conduziram experimentos em campo para testar a hipótese da diversidade-sustentabilidade, ou seja, de que a sustentabilidade da ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo depende da diversidade. Neste experimento, a biodiversidade foi controlada em 147 parcelas de pastagens para mostrar que a produtividade do ecossistema aumenta com o aumento de diversidade. Os resultados desta pesquisa suportam a hipótese de diversidade-productividade e diversidade-sustentabilidade e indicam que a perda de espécies

ameaça o funcionamento do ecossistema e a sustentabilidade. A hipótese de seguridade proposta por Yachi & Loreau (1999) coloca que maior número de espécies fornece uma garantia maior de que algumas espécies irão manter o funcionamento do ecossistema, mesmo que outras falhem. É preferível ter maior número de espécies de insetos seja de herbívoros ou de inimigos naturais. Uma vez que a redução de espécies proporciona melhores condições de desenvolvimento de insetos-especialista, como por exemplo, a traça-do-tomateiro, que é mais prejudicial do que uma maior quantidade de herbívoros não-especialistas.

O tratamento que produziu mais tomate e coentro em média foi o tratamento tomate-coentro 30 dias (3), embora estatisticamente a produção tenha sido semelhante em todos os tratamentos (Tabela 3.1). Os tratamentos tomate-coentro 15 dias e tomate-coentro 30 dias foram os que apresentaram em média menores danos causados pela traça-do-tomateiro, embora não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O desempenho do consórcio tomate-coentro do ponto de vista produtivo foi semelhante ao tratamento em tomate orgânico, o que mostrou que a presença do coentro não reduziu a produção da cultura principal e ainda apresentou algumas vantagens. Quanto à produtividade, ainda está aquém da média de produção de tomate orgânico que geralmente é em torno de três a quatro/kg/planta no Distrito Federal. A razão para a diferença entre a média de produção do DF e a obtida neste trabalho deve-se, provavelmente ao ambiente, que ainda está em processo de conversão e, portanto, em termos de fertilidade de solo a área ainda não alcançou todo o seu potencial, além da reestruturação na comunidade de plantas e insetos, com conseqüências para o controle biológico natural.

Paula *et al.* (2004) estudaram o efeito do plantio de faixas circundantes à cultura do tomateiro sobre os insetos broqueadores de frutos: *T. absoluta*, *H. zea* e *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). As faixas de gramíneas apresentaram menores danos do que as faixas de leguminosas, sendo que o tomate circundado com faixa de

sorgo apresentou maior produtividade, maior população de predadores e conseqüentemente, necessitou menor uso de inseticidas. Do ponto de vista entomológico o consórcio tomate-coentro apresentou a vantagem de produzir um incremento em inimigos naturais, especialmente joaninhas e outros predadores generalistas, o que reforça a sua utilização, sobretudo se o coentro for plantado 15 a 30 dias antes dos tomateiros, como uma forma também de incrementar a população dos predadores generalistas antes da infestação da traça-do-tomateiro no cultivo. Além disso, o coentro ajudou a conter a população da traça-do-tomateiro, que pode ser verificado pelo menor número de lagartas nos tratamentos tomate-coentro.

Em agroecossistemas, a biodiversidade pode ser restaurada de forma a prestar uma série de serviços ecológicos, entre eles a regulação da abundância de organismos indesejáveis mediante a ação de predadores, parasitóides e antagonistas (Altieri & Letourneau 1984, Andow 1991). No entanto, é importante considerar que a composição das espécies é mais importante que o número de espécies. O desafio é justamente identificar os arranjos de espécies que por meio de suas sinergias promovam serviços ecológicos chaves como o controle biológico de pragas (Nicholls & Altieri 2006).

O coentro é uma planta interessante para ser incluída no sistema do tomateiro, porque o seu crescimento rápido esconde a cultura principal, o odor também parece ter efeito sobre pragas e suas flores abertas são visitadas por muitos inimigos naturais, especialmente sirfídeos e parasitóides. Hilje (2002) recomenda o uso do coentro como cobertura viva, principalmente devido ao seu efeito sobre a mosca-branca. O coentro pode ser especialmente útil em sistemas que estão em transição para o sistema orgânico de produção, ou seja, em propriedades que ainda apresentam pouca diversidade vegetal. É importante considerar que sobre os aspectos avaliados neste trabalho, não foi identificada nenhuma desvantagem ou prejuízo em utilizar o coentro consorciado aos tomateiros. De acordo com Gliessmann (2001), quando duas ou mais

espécies cultivadas são plantadas juntas no mesmo sistema, as interações resultantes podem ter efeitos mutuamente benéficos e reduzir efetivamente a necessidade de insumos externos.

Referências

- Altieri M.A. & D.L. Letourneau. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 2: 131-169.
- Altieri, M.A. & C.I. Nicholls. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo em el Tropicó. *Man. Integr. Plagas Agroecol.* 73: 8-20.
- Altieri, M.A., E.N. Silva & C. Nicholls. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Holos, 226p.
- Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 561-586.
- Cavalcanti, R.B. 1999. Ações prioritárias para conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal. Brasília, DF, Brazil: Ministério de Meio Ambiente, Funatura, Conservation International, Fundação Biodiversitas, Universidade de Brasília, Brasil.
- Cornelius, M.L. 1993. Influence of caterpillar-feeding damage on the foraging behavior of the paper wasp *Mischocyttarus flavitarsis* (Hymenoptera: Vespidae). *J. Insect Behav.* 6: 771-781.
- Elton, C.S. 1958. The ecology of invasion by animals and plants. Chapman and Hall, London. 181p.
- Emdem, H.F.V & G.F. Williams. 1974. Insect stability and diversity in agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.* 19: 455-475.
- França, F.H., G.L. Villas Bôas, M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2000. Manejo integrado de pragas. p.112-127. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (org.), Tomate para

- processamento industrial. Brasília, DF, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças, 168p.
- Garcia, M.A. 1991. Arthropods in a tropical corn field: effects of weeds and insecticides on community composition. p.619-633. In Price, P., T.W. Lewinsolm, G.W. Fernandes & W.N. Benson (eds.), Plant animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. Wiley, 639p.
- Garcia, M.A. Curso de agroecologia 1999. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/agroecol/folder.htm>>. Acessado em: 03 nov. 1999.
- Gliessman, S.R. 2001. Agroecologia, processos ecológicos em agricultura sustentável. 2ª.ed. Porto Alegre, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 653p.
- González-Megías, A. & J.M. Gómez. 2003. Consequences of removing a keystone herbivore for the abundance and diversity of arthropods associated with a cruciferous shrub. Ecol. Entomol. 28: 299-308.
- Haji, F.N.P., J.A. Alencar & L. Prezotti. 1998. Principais pragas do tomateiro e alternativas de controle. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 50p.
- Hilje, L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate, en Costa Rica. Man. Integr. Plagas 61: 69-80.
- Hilje, L. 2002. Coberturas vivas para el manejo de la mosca blanca. Costa Rica, CATIE, 12p.
- IBAMA. Ecosistemas Brasileiros – Cerrado. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/ecosistemas/cerrado.htm>> Acesso em: 04 jan. 2007.
- IBGE. Agricultura produção Centro-Oeste. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default>> Acesso em: 04 jan. 2007.
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annu. Rev. Entomol. 45: 175-201.

- MacArthur, R.H. 1955. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology* 36: 533-536.
- Makishima, N. & J.E.C. Miranda. 1992. Cultivo do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Brasília, EMBRAPA-CNPq 22p. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 11).
- Maluf, W.R., L. Barbosa & L.C. Santa-Cecília. 1997. 2-tridecanone mediated mechanism of resistance to the South American tomato pinworm *Scropipalpuloides absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in *Lycopersicum* spp. *Euphytica* 93: 189-194.
- Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power & M.J. Swift. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504-509.
- May, R.M. 1973. Qualitative stability in model ecosystems. *Ecology* 54: 638-641.
- McCann, K.S. 2000. The diversity-stability debate. *Nature* 405: 228-233.
- Metcalf, R.L. & E.R. Metcalf. 1992. Plant kairomones in insect ecology and control. New York, Chapman & Hall, 168p.
- Moreira, J.O.T., Lara, F.M., Churata-Masca, M.G.C. 1981. Ocorrência de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) danificando tomate rasteiro em Jaboticabal, São Paulo. p. 58. In Resumos do 7. Congresso Brasileiro de Entomologia, Fortaleza. Fortaleza, SEB.
- Murdoch, W.W. 1975. Diversity, complexity, stability and pest control. *J. Appl. Ecol.* 12: 795-807.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nicholls, C.I. & M.A. Altieri. Bases agroecológicas para el manejo de la biodiversidad en agroecosistemas: efectos sobre plagas y enfermedades. Disponível em: <http://agroeco.org/brasil/material/efectos_sobre_plagas.htm> acessado em 29 jun. 2006.

- Odum, E.P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 434p.
- Paula, S.V., M.C. Picanço, I.R. Oliveira & M.R. Gusmão. 2004. Controle de broqueadores de frutos de tomateiro com uso de faixa de culturas circundantes. *Biosci. J.* 20: 33-39.
- Picanço, M.C., G.L.D. Leite, N.R. Madeira, D.J.H. Silva & A.N. Miyamoto. 1996. Efeito do tutoramento do tomateiro e seu policultivo com milho no ataque de *Scrobipalpuloidea absoluta* (Meyrick) e *Helicoverpa zea* (Bod.). *An. Soc. Entomol. Brasil* 25: 175-180.
- Price, P. 1997. *Insect Ecology*. 3rd. ed., New York, John Wiley & Sons, 874 p.
- Robertson, A. 2000. The gaps between ecosystem ecology and industrial agriculture. *Ecosystems* 3: 413-418.
- Sala, O.E., F.S. Chapin, J.A. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D.M. Lodge, H.A. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker & D.H. Wall. 2000. Global diversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Silva, J.B.C. & L.B. Giordano. 2000. Produção Mundial e Nacional. p. 8-11. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (org.), *Tomate para processamento industrial*. Brasília, DF, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças, 168p.
- Souza, J.C. & P.R. Reis. 2003. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. *Inf. Agropecu.* 24: 79-92.
- Souza, J.C., P.R. Reis & L.O. Salgado. 1992. Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte, Epamig 19p.
- Systat Software Inc. 2004. *SigmaStat 3.1. for Windows*. INSO Corporation, Richmond, CA, USA, 848p.
- Tilman, D. 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology* 77: 350-363.
- Tilman, D., D. Wedin & J. Knops. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379: 718-720.

Yachi, S. & M. Loreau. 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96: 1463-1468.

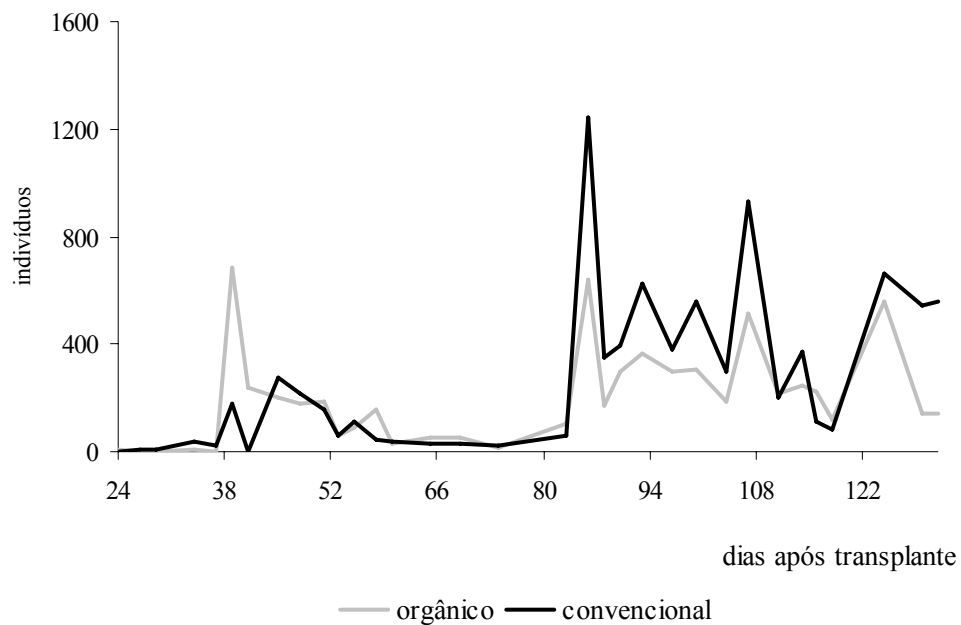


Fig. 3.1. Número de adultos de *T. absoluta* capturados em armadilhas de feromônio, no entorno experimental em sistema orgânico e convencional (teste de Mann-Whitney, $\sigma_{144}=55,0$ orgânico e $\sigma_{144}=83,4$ convencional, $P=0,593$). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

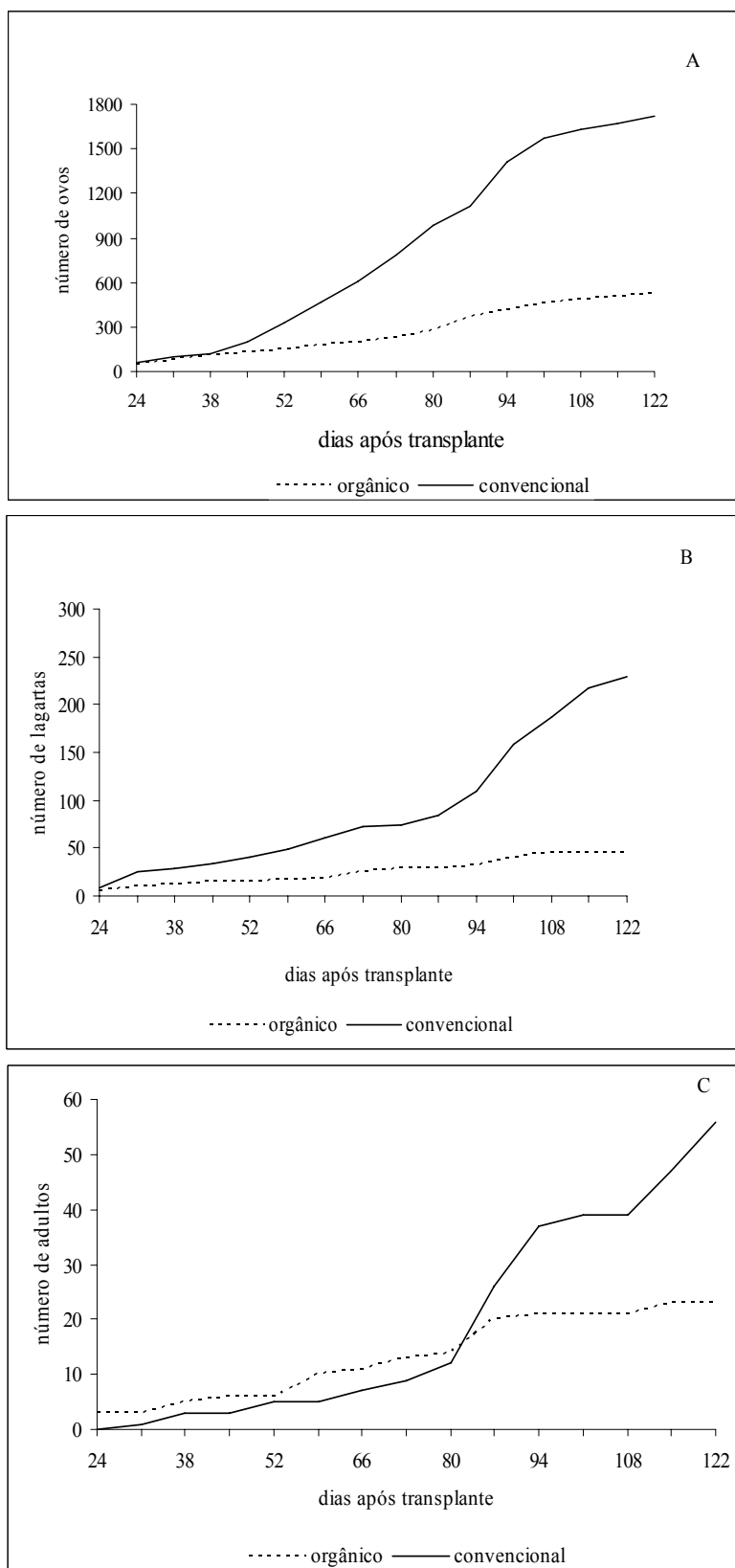


Fig. 3.2. Número acumulado de ovos, lagartas e adultos de *T. absoluta* amostrados no tratamento tomate sistema orgânico e sistema convencional. ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$), para ovos ($F=152,449$, g.l.=5, $p < 0,001$), lagartas ($F=166,052$, g.l.=5, $p < 0,001$) e adultos ($F=32,000$, g.l.=5, $p=0,005$). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

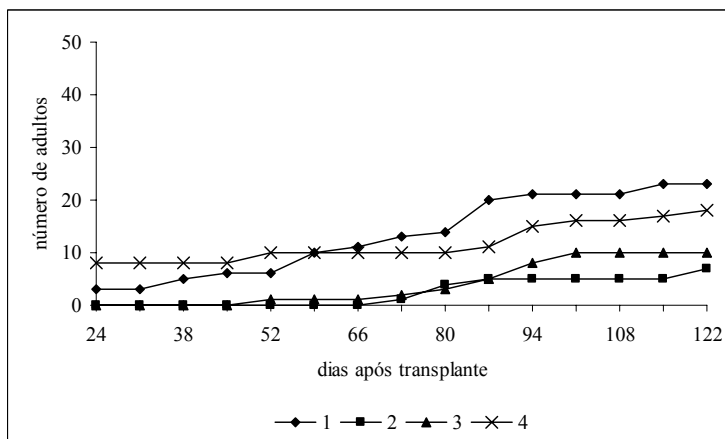
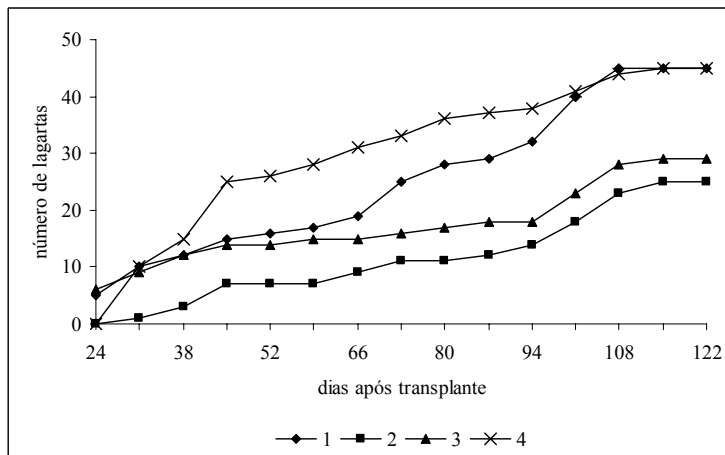
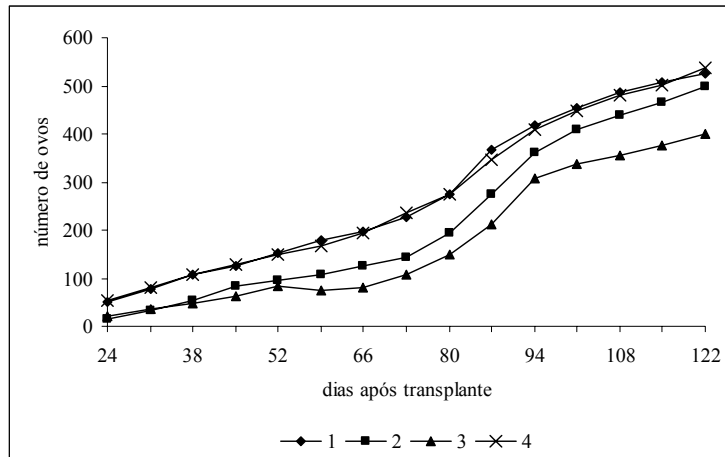


Fig. 3.3. Número acumulado de ovos, lagartas e adultos de *T. absoluta* amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 30 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$) ovos ($F=2,421$, g.l.=11, $p=0,141$), lagartas ($F=7,870$, g.l.=11, $p=0,009$), adulto ($F=3,880$, g.l.=11, $p=0,056$). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

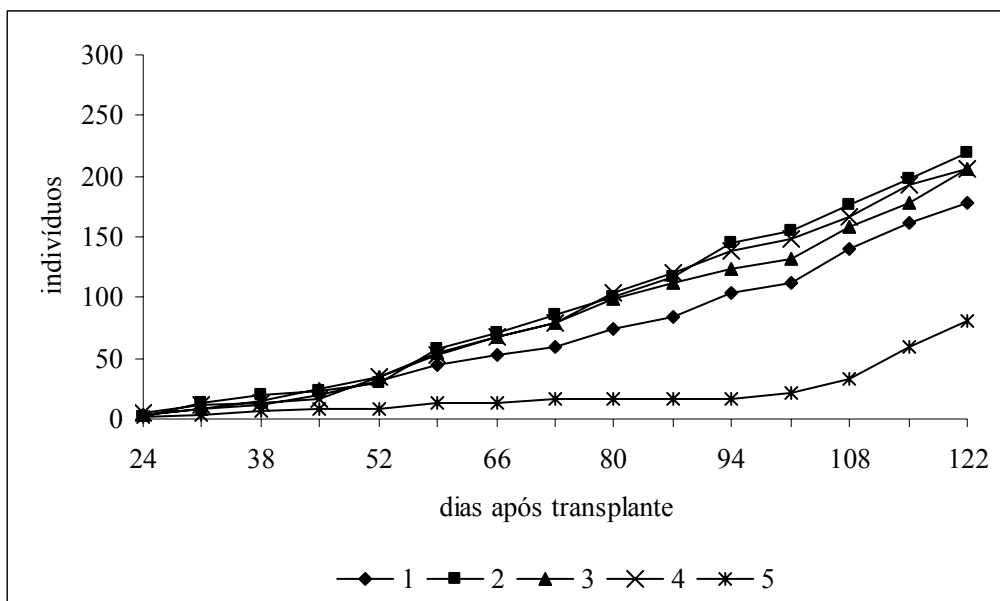


Fig. 3.4. Número acumulado de inimigos naturais amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 30 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo) e sistema convencional (5-tomate). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,001$) inimigos naturais ($F = 14,501$, g.l.=14, $p < 0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

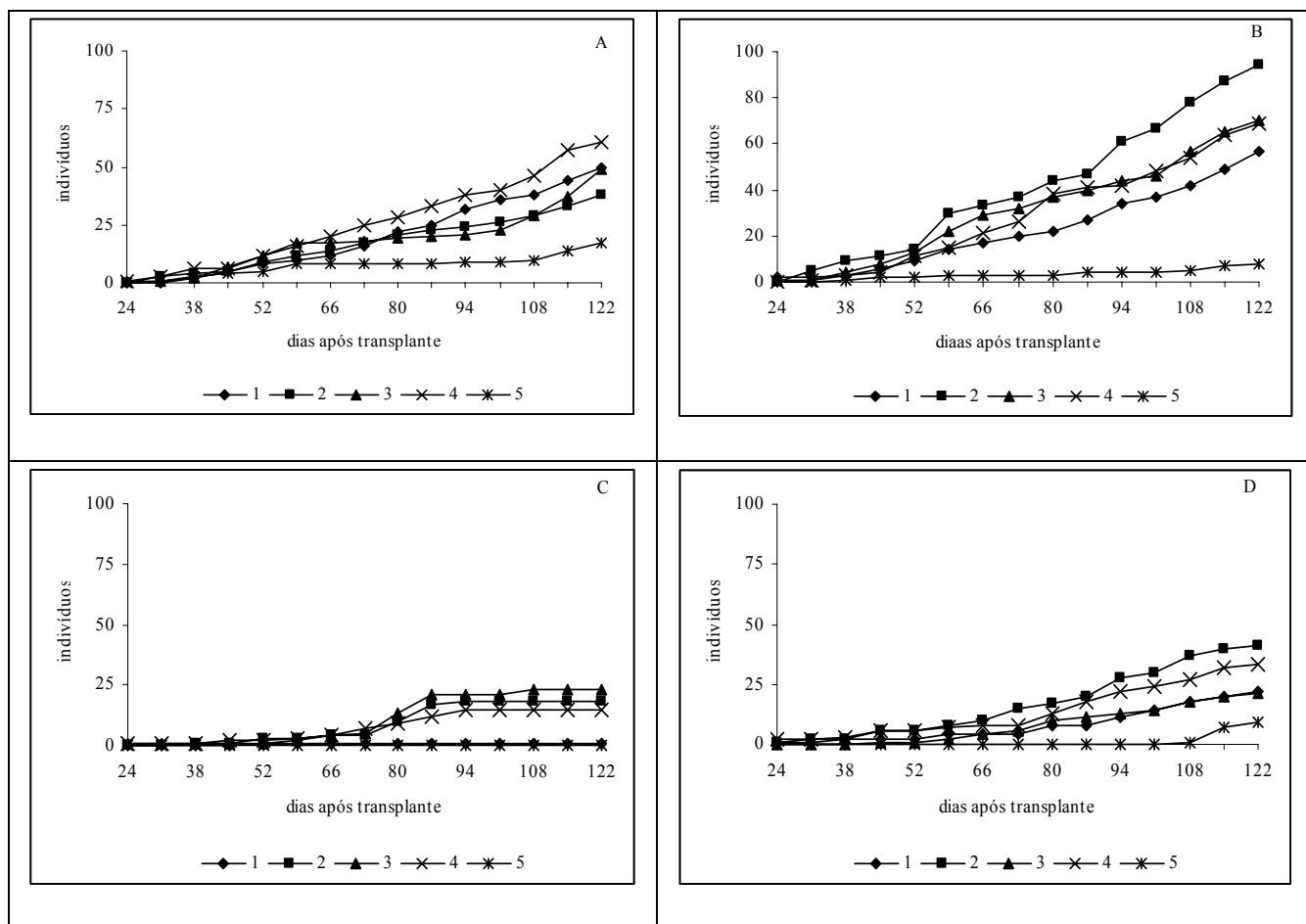


Fig. 3.5. Número acumulado de aranhas (A), formigas (B), joaninhas (C) e parasitóides (D) amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 30 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo) e sistema convencional (5-tomate). ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls aranhas ($F=6,282$, g.l.=14, $p=0,009$) ($4 \neq 5$, $1 \neq 5$, $3 \neq 5$ e $2 \neq 5$); formigas ($F=14,983$, g.l.=14, $p < 0,001$) ($2 \neq 5$, $2 \neq 1$, $3 \neq 5$, $4 \neq 5$ e $1 \neq 5$); joaninhas ($F=5,383$, g.l.=14, $p=0,014$) ($3 \neq 5$); parasitóides ($F=6,455$, g.l.=14, $p=0,008$) ($2 \neq 5$ e $4 \neq 5$). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

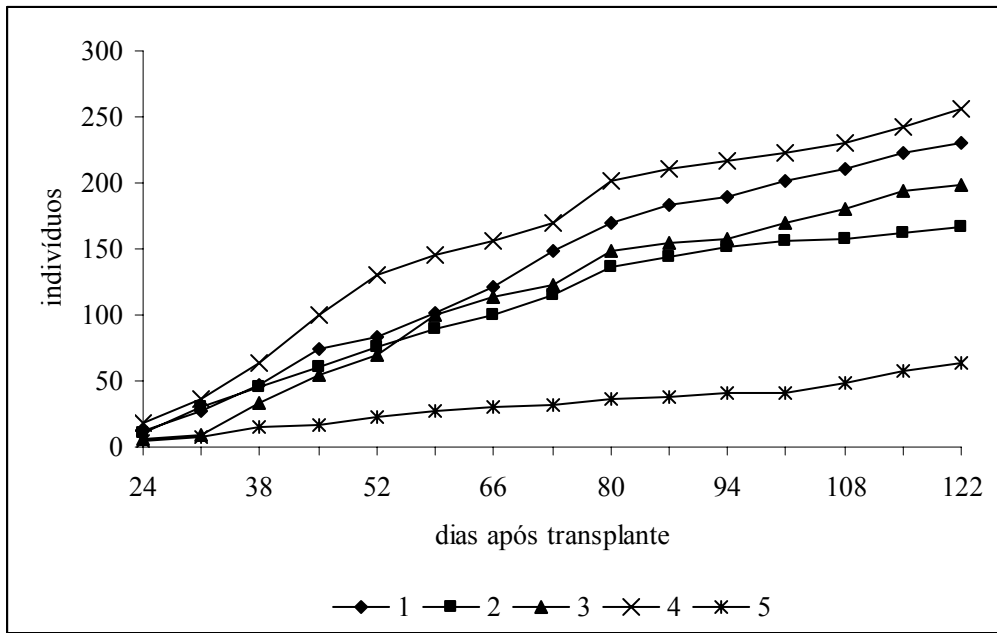


Fig. 3.6. Número acumulado de herbívoros (cigarrinhas, lagartas, percevejos e vaquinhas) amostrados nos diversos tratamentos sistema orgânico (1-tomate; 2-tomate-coentro 15 dias; 3-tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo) e sistema convencional (5-tomate). ANOVA ($F=25,819$, $g.l.=14$, $p<0,001$), ($4\neq 7$, $4\neq 2$, $4\neq 3$, $1\neq 5$, $1\neq 2$, $3\neq 5$, $2\neq 5$). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

Tabela 3.1. Produtividade de tomate e de coentro nos tratamentos sob sistema orgânico 1-tomate; tomate-coentro 30 dias; 3. tomate-coentro 15 dias; 4-tomate-coentro simultâneo. Análise de variância ANOVA teste Student-Newman-Keuls para número de frutos total de tomate (F=0,445, g.l.=11, p=0,727), peso dos frutos por planta (F=0,446, g.l.=11, p=0,727), número de frutos danificados por *T. absoluta*, (F=2,471, g.l.=11, p=0,136) e peso total de coentro (kg) (F=8,699, g.l.=11, p=0,007). Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

	Número Total Frutos Tomate	Peso Frutos por Planta (kg)	Frutos Danificados	Peso Total de Coentro (kg)
1	792,33 (± 58,94)a	1,357 (± 0,0542)a	27,33 (± 6,43) a	-
2	749,33 (±87,87)a	1,233 (±0,178)a	18,66 (±3,05) a	37,34 (±8,06) a
3	859,33 (±64,70)a	1,399 (±0,0727)a	20,66 (±4,51) a	46,88 (±21,46) a
4	732,00 (±43,31)a	1,272 (±0,339)a	26,00 (±3,60) a	28,41 (±6,24) a

CAPÍTULO 4

³Mortalidade da Traça-do-Tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em condições de campo

RESUMO – A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) está sujeita a fatores de mortalidade como predadores, parasitóides e mecânicos como a água da irrigação e da chuva que influenciam sua dinâmica populacional. A ocorrência de agentes de controle foram comparadas em sistema orgânico e convencional do tomateiro, quando plantado em monocultivo ou consorciado a coentro *Coriandrum sativum* Linnaeus (Apiaceae) e a tomate-coentro-botão-de-ouro *Galinsoga parviflora* Cav. (Asteraceae). O objetivo foi quantificar a importância de cada fator na sobrevivência da traça-do-tomateiro. Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Hortaliças, de 01/08/2004 a 07/11/2005, em plantio de tomate e tomate consorciado estabelecido em sistema orgânico e sistema convencional. Cada tratamento teve três repetições, sendo cada parcela constituída por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro. Foram efetuados os seguintes experimentos: 1-2) ovos foram coletados em campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitóide ou lagarta em diferentes períodos do ciclo da cultura; 3) ovos foram marcados e acompanhados a cada 24h até eclosão das lagartas; 4) ovos foram marcados e recuperados após três dias. Ovos coletados no campo e incubados em laboratório (experimento 1 e 2) mostraram que a mortalidade por *Trichogramma* sp. foi maior (32%) que aqueles que permaneceram no campo (experimentos 3

³ Manuscrito a ser submetido para a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

e 4), onde os predadores e o efeito mecânico da água produziram 48% de mortalidade dos ovos enquanto que o parasitismo por *Trichogramma* sp. foi de 12%. Essa diferença sugere que a permanência dos ovos no campo os expõe a competição intraguilda com predadores e a mortalidade causada pelo efeito mecânico da água reduzindo o recrutamento de *Trichogramma* sp. Em lagartas da traça-do-tomateiro observou-se cerca 7 a 20% de mortalidade devido ao entomopatógeno e em pupas da traça-do-tomateiro observou-se a ocorrência de parasitóides.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, controle biológico conservativo, controle cultural, irrigação, parasitóide

O tamanho das populações varia ao longo do tempo. Esta variação é causada pelo balanço entre os fatores de incremento populacional, como natalidade e migração ou dispersão e os fatores de mortalidade. Portanto, os conhecimentos dos fatores bióticos e abióticos de mortalidade são essenciais para o entendimento da dinâmica populacional de uma espécie em um dado ambiente. Os fatores abióticos são aqueles que influenciam a população, mas que não variam com a densidade da população, ou seja, são os relacionados com as condições ambientais, como por exemplo, a temperatura, a umidade, salinidade e acidez. Os fatores bióticos são aqueles resultantes de interações entre indivíduos e espécies e podem ser dependentes ou independentes da densidade da população, como por exemplo, predação e parasitismo, patógenos, ou competição inter- ou intra-específica. Os ciclos populacionais são dominados pelas mudanças nos números da espécie mais comuns, no caso de agroecossistemas, em geral as espécies mais comuns são as pragas. As demais espécies tendem a oscilar sua abundância mais ou menos em sincronia com as espécies mais comuns (Ricklefs 2003).

A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ataca vários gêneros de solanáceas, preferencialmente o tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill., sendo uma das principais pragas da cultura (França *et al.* 2000, Michereff Filho & Vilela 2000). *T. absoluta* ocorre durante todo o ciclo da cultura, o ano todo. O pico populacional da praga coincide com os meses mais secos do ano (Castelo Branco 1992). Em geral, a precipitação pluviométrica reduz as populações da praga, que diminui no período chuvoso que compreende os meses de novembro a abril, na região Centro-Oeste. A importância dos fatores climáticos sobre as populações da traça-do-tomateiro pode ser constatada durante os veranicos de janeiro ou fevereiro, quando as populações aumentam consideravelmente.

O ciclo de vida de *T. absoluta*, do ovo até a morte do adulto, é de 38 dias (Haji *et al.* 1988). A fase de ovo da traça-do-tomateiro dura entre três a seis dias (Coelho & França 1987). Os ovos são colocados individualmente nas folhas, principalmente nas folhas do terço superior da planta, mas também podem ser encontrados nas hastes, flores e frutos (Haji *et al.* 1988, Torres *et al.* 2001). As lagartas minam as folhas, broqueiam o caule, perfuram o broto terminal e atacam os frutos, principalmente, na região de inserção do cálice, onde encontram apoio para penetrar, sendo que esta fase dura 14 dias (França *et al.* 2000). A fase de pupa ocorre principalmente nas folhas ou no solo e ocasionalmente nas hastes e frutos, tem duração de sete a dez dias (Souza & Reis 2003). Os adultos acasalam-se imediatamente após a emergência, voam e ovipositam predominantemente ao amanhecer e ao entardecer. Durante o dia os adultos se escondem entre as folhas do tomateiro. Cada fêmea pode depositar de 55 a 130 ovos durante três a sete dias (Coelho & França 1987, Haji *et al.* 1988). Existe uma maior concentração de posturas no terço superior das plantas, sendo a maioria dos ovos depositados nas folhas (Haji *et al.* 1988, Torres *et al.* 2001). Haji *et al.* (1988) observaram uma ocorrência maior de lagartas nos folíolos medianos, isto porque as folhas superiores estão mais sujeitas à ação direta de fatores climáticos, predadores e parasitóides, enquanto que as lagartas presentes nas folhas medianas são menos afetadas.

Embora o controle biológico aplicado à traça-do-tomateiro, especialmente com *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), tenha sido estudado sob diversos aspectos (Faria *et al.* 2000, Gonçalves-Gervásio *et al.* 2000, Pratissoli & Parra 2001, Haji *et al.* 2002, Pratissoli *et al.* 2005a e 2005b, Medeiros *et al.* 2006), poucos trabalhos consideraram o controle biológico natural através da conservação de inimigos naturais (Miranda *et al.* 1998, Medeiros & França 2007). A traça-do-tomateiro pode estar sujeita a diferentes fatores de mortalidade como predadores, parasitóides e mecânicos como a água da irrigação e chuva que influenciam sua dinâmica populacional. O objetivo desse trabalho foi

avaliar a variação na mortalidade causada pelo controle biológico natural na população de traça do tomateiro em diferentes condições de manejo do tomateiro.

Material e Métodos

Área Experimental

Todos os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, localizado a latitude 15°56'S, longitude 48°08'W e altitude 997,6 m, em área de latossolo vermelho escuro, durante os anos de 2004 a 2005.

Os tratamentos orgânicos foram estabelecidos em área destinada ao sistema de produção orgânico da Embrapa Hortaliças, que se encontra sob este manejo desde 2001. A área orgânica situa-se a cerca de 250m de uma mata ciliar, onde foi feito policultivos com as seguintes culturas: cebola, cenoura, brócolis, pepino e alho, rotação com milho e utiliza os adubos verdes milho e sorgo, é cercada por faixas com o girassol mexicano *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) (Asteraceae) e as áreas não cultivadas são mantidas com a vegetação espontânea, onde predomina o capim napier, *Pennisetum purpureum* Stapt. (Poaceae) e capim braquiária *Brachiaria decumbens* Schum (Poaceae). No entorno dos experimentos foram estabelecidas bordas de milho (*Zea mays* L.) (Poaceae) e crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) (Leguminosae) como barreira e para aumentar a diversidade vegetal. A área orgânica encontra-se separada da área onde se empregam produtos derivados de petróleo a uma distância de 100m.

Incidência de parasitismo em ovos de *T. absoluta* coletados no campo e incubados em laboratório.

⁴Experimento 1. Em 2004, para determinar as taxas de parasitismo e a viabilidade dos ovos de *T. absoluta* foram coletados aos 101 dias após o transplante (quando a densidade populacional de traça-do-tomateiro nos dois sistemas de produção estavam equivalentes a 3 ovos/planta), ao final do ciclo do tomateiro um número variável de ovos com idade desconhecida em cada parcela com os seguintes tratamentos: 1) tomate, 2) tomate-coentro *C. sativum* e 3) tomate-coentro-botão-de-ouro *Galinsoga parviflora* Cav. (Asteraceae), com três repetições. Cada parcela foi constituída por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro com espaçamento de 0,50m entre plantas e 0,80m entre linhas no sistema de varal com fileira dupla, sendo uma planta/vara, o que totalizou 25m² por parcela espaçadas de 2m entre si (em linhas de 5m x 5m, separadas por uma distância de 2m). Os tratamentos foram casualizados por blocos, de forma a permitir que cada tratamento ocupasse uma vez cada posição. O solo das parcelas no sistema orgânico foi arado, encanteirado e adubado com composto no plantio e por cobertura. O solo das parcelas no sistema convencional foi preparado da mesma forma, mas adubado com N-P-K e de cobertura, conforme recomendação de Makishima & Miranda (1992). A irrigação foi provida por sistema de infiltração no sistema orgânico e por aspersão no sistema convencional e os outros tratos culturais, como desbrota e condução seguiram a mesma recomendação técnica (Makishima & Miranda 1992). No sistema convencional foram utilizados inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro (abamectina, espinosade, cloridato de cartape e abamectina). Os ovos coletados foram individualizados em cápsulas de gelatina e

⁴ Experimento realizado na área experimental descrita no capítulo 1.

mantidos em câmaras climatizadas tipo percival, à $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR, para observar a emergência da lagarta de *T. absoluta* ou de parasitóides.

⁵Experimento 2. Os ovos de *T. absoluta* foram coletados em plantio: 1) tomate e 2) tomate-coentro estabelecidos em sistema orgânico visando comparar a fenologia das plantas nas taxas de parasitismo dos ovos. As coletas foram realizadas aos 59, 66 e 80 dias após o transplante, quando os tomateiros se encontravam com frutos pequenos, médios e grandes, respectivamente, sendo que o coentro estava florindo aos 59 dias e senescendo aos 80 dias. Os ovos coletados foram mantidos em laboratório até a emergência do parasitóide ou lagarta, conforme descrição anterior (experimento 1). Cada tratamento teve três repetições. As parcelas foram constituídas por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro com espaçamento de 0,50m entre plantas e 0,80m entre linhas no sistema de varal com fileira dupla, sendo uma planta/vara, totalizando 25m^2 por parcela espaçadas de 2m entre si (em linhas de 5m x 5m, separadas entre si por uma distância de 2m). O solo das parcelas foi arado, encanteirado e adubado com composto no plantio e por cobertura. A irrigação foi provida por aspersão e os outros tratos culturais, como desbrota e condução seguiram a mesma recomendação técnica (Makishima & Miranda 1992).

Fatores de mortalidade em ovos de *T. absoluta* monitorados a campo

³Experimento 3. Ovos depositados naturalmente pela *T. absoluta* em plantas de tomateiro foram marcados e recuperados após o período de 72h visando estabelecer a influência de diferentes fatores de mortalidade. Os ovos localizados na planta eram demarcados com círculo em volta do ovo no folíolo feito com caneta hidrográfica cor preta em cada tratamento: 1) tomate, 2) tomate-coentro simultâneo e 3) tomate no sistema

⁵ Experimento realizado na área experimental descrita no capítulo 2.

convencional. Após o período de 72h, os ovos foram recuperados e individualizados em cápsulas de gelatina, levados ao laboratório para determinar seu destino com auxílio de microscópio estereoscópico, segundo o critério: 1. presença da lagarta, 2. parasitados, (ovos pretos) ou com a presença do parasitóide, 3. ovos inviáveis, aqueles que permaneceram amarelos por mais de 15 dias e 4. ovos predados ou derrubados pela água, (aqueles que não se encontravam no local marcado) (Nordlund *et al.* 1984, Costa *et al.* 1998).

³Experimento 4. Ovos naturalmente depositados por *T. absoluta* em plantas de tomateiro foram marcados e monitorados a cada 24h até esgotar as possibilidades de eclosão das lagartas, para determinar a sobrevivência dos ovos. Estes foram localizados na planta e demarcados com círculo em volta do ovo no folíolo feito com caneta hidrográfica cor preta em cada tratamento: 1) tomate, 2) tomate-coentro simultâneo e 3) tomate no sistema convencional. Após a eclosão das lagartas, os demais ovos foram recuperados e individualizados em cápsulas de gelatina. O destino de cada ovo da traça-do-tomateiro foi determinado, segundo o critério: 1. presença da lagarta, 2. parasitados (ovos pretos) ou com a presença do parasitóide, 3. ovos inviáveis, aqueles que permaneceram amarelos por mais de 15 dias e 4. ovos predados ou derrubados pela água (aqueles que não se encontravam no local marcado).

No decorrer dos experimentos, foram coletadas lagartas com sintomas de doença ou mortas, que foram encaminhadas para os Laboratórios de Bacteriologia, Micologia e Virologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia para a identificação dos agentes.

As taxas de mortalidade foram comparadas por análise de variância (ANOVA) ou teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparação de médias (Student-Newmann-Keuls, $P=0,005$), ou alternativamente pelo teste qui-quadrado. O modelo de sobrevivência dos ovos foi ajustado por regressão linear. Todas as análises foram realizadas com o programa SigmaStat 3.1. (Systat Software Inc 2004).

Resultados e Discussão

Incidência natural de parasitismo em ovos de *T. absoluta*

Ao final do ciclo do tomateiro/2004 o parasitismo natural de ovos da traça por *Trichogramma* sp. chegou a $37\pm 3,2\%$, mostrando que o parasitóide é um importante fator de mortalidade no sistema orgânico de produção (Fig. 4.1). No sistema convencional durante o mesmo período foi muito baixa, $4\pm 0,8\%$, devido ao impacto dos inseticidas utilizados na área. Dentre os inseticidas usados o cloridato de cartape, que foi empregado três semanas antes da coleta de ovos, apresentou menor seletividade a *Trichogramma* spp. Cònsoli *et al.* (1998) avaliaram os efeitos de inseticidas em *T. pretiosum* em três estágios de desenvolvimento (ovo-larva, pré-pupa e pupa), verificando que o cloridato de cartape foi extremamente tóxico, provocando a morte total de *T. pretiosum* nos três estágios de desenvolvimento testado. O inseticida abamectina por sua vez apresentou efeitos intermediários, afetando o desenvolvimento, porém sendo menos prejudicial ao parasitóide *T. pretiosum*. Os tratamentos orgânicos apresentaram taxas de mortalidade dos ovos da traça-do-tomateiro significativamente mais altas que no sistema convencional de produção.

O tratamento que apresentou maior percentual de parasitismo foi o tomate monocultivo, sendo que os outros dois tratamentos tomate-coentro e tomate-coentro-botão-de-ouro foram equivalentes. Liberações massais de *T. pretiosum* para o controle da traça-do-tomateiro, alcançaram taxas de parasitismo variáveis de 19 a 48% em Petrolina-PE (Haji *et al.* 1995) e de 49% em ambiente protegido em Luziânia-GO (Medeiros *et al.* 2006) e 24% em

ambiente protegido no Distrito Federal (Villas Bôas & França 1996). Estudo em laboratório, sobre seleção de linhagens de *T. pretiosum* mostrou que a taxa de parasitismo variou de 43-69% (Pratissoli & Parra 2001). A taxa de parasitismo pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: comportamento de procura, preferência de hospedeiro, condições climáticas (Wajnberg & Hassan 1994). De forma que a taxa de parasitismo natural de 37%, encontrada neste trabalho, demonstra que a manipulação do ambiente buscando favorecer a atividade de inimigos naturais pode alcançar taxas semelhantes à liberação massal.

No ano de 2005, observou-se a presença do parasitóide *Trichogramma* sp. no sistema orgânico de produção aos 59, 66 e 80 dias após o transplante do tomateiro (quando o tomateiro apresentava frutos pequenos e médios e alguns grandes aos 80 dias) causando mortalidade expressiva em torno de 30% em ovos de *T. absoluta* tanto nas parcelas de tomate quanto nas parcelas de tomate-coentro (Fig. 4.2). Os tratamentos tomate e tomate-coentro não foram diferentes entre si, de forma que a presença do coentro não influenciou a taxa de parasitismo por *Trichogramma* sp. Esta observação é importante porque mostra que as substâncias químicas exalados pelo coentro, embora não tenham atraído mais parasitóides, também não inibiram a atividade *Trichogramma* sp. no sistema tomate-coentro. Uma vez que a literatura mostra que a interação entre inseto-planta apresenta diversos efeitos, Altieri *et al.* (1981) estudaram o parasitismo de *Trichogramma* sp. em ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja consorciada com milho e com plantas espontâneas. Estes autores sugeriram que componentes químicos do milho e das plantas espontâneas aumentaram a taxa de parasitismo. Nordlund *et al* (1984) mostraram que *Trichogramma* sp. foi mais ativo em tomate do que em milho e que o parasitismo de ovos de *H. zea* foi maior em policultivo de milho-feijão-tomate do que em milho, porém foi menor do que no tomate, mostrando que os insetos apresentam preferências mesmo em situação de policultivos. Andow & Risch (1987) observaram que a fenologia estacional do parasitismo foi semelhante no monocultivo e no

policultivo e que parasitismo de ovos de *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) por *Trichogramma* sp. foi maior em monoculturas do que nas policulturas. A presença ativa do *Trichogramma* sp. em fase intermediária da cultura (6^a a 9^a semana) é importante porque mostra que um dos fatores atuantes no controle da população da traça-do-tomateiro, isto é os parasitóides de ovos, estão presentes no ambiente antes do pico populacional da traça-do-tomateiro, que ocorre por volta da nona semana (Cap. 1).

Fatores de mortalidade em ovos de *T. absoluta* monitorados no campo

No experimento 3 observou-se após a marcação dos ovos que cerca de 30 a 51% (42% tomate orgânico; 51% tomate-coentro orgânico; 30% tomate convencional) não foram encontrados no local demarcado em todos os tratamentos estudados. A razão para este fato pode ser que o ovo tenha sido derrubado pela água da irrigação ou chuva, como também pode ter sido predado. A categoria efeito água/predadores foi semelhante em todos os tratamentos, o que pode significar que o efeito mecânico da água através da irrigação por aspersão esteja sendo mais atuante do que os predadores, uma vez que o sistema de irrigação foi o mesmo para todos os tratamentos (Fig. 4.3).

A mortalidade de ovos avaliada no campo foi maior do que a mortalidade avaliada nos experimentos anteriores, quando variaram em torno de 30% (Experimentos 1 e 2), sendo diferente no tratamento tomate convencional ($62 \pm 11,7\%$) e semelhante nos demais (tomate orgânico $92 \pm 16,5\%$) (tomate-coentro orgânico $90 \pm 17,31\%$). Isto ocorreu provavelmente devido ao método de avaliação, pois ao empregar a marcação de ovos no campo, foi observado que o efeito água/predadores, assumiu uma importância pelo menos 50% maior, que o parasitismo dos ovos por *Trichogramma* sp. avaliado nos experimentos 1 e 2. Quando os ovos são coletados no campo e em seguida levados para o laboratório para determinar a

taxa de parasitismo, na realidade os ovos são protegidos da ação dos predadores e da água (irrigação ou chuva). Em condições de campo estas duas variáveis, predadores/efeito água são difíceis de serem separadas. A menor mortalidade estimada nesta metodologia por *Trichogramma* sp., que foi de 16% e 26% nos tratamentos tomate-coentro e tomate orgânicos, ou seja, diminuiu em relação à estimada nos experimentos anteriores, sugere que ovos parasitados no campo e que permanecem no campo ficam mais expostos aos efeitos mecânicos produzidos pela irrigação por aspersão e pelos predadores, tendo como consequência a redução do recrutamento por *Trichogramma* sp. O trabalho de Faria *et al.* (2000) mostrou que *Trichogramma* sp. responde ao aumento da densidade de ovos de *T. absoluta* para ovos com 12 a 36h de idade. Em ovos de adiantado desenvolvimento embrionário, a taxa de parasitismo é bem menor, já que o parasitóide move-se ao acaso, e ao encontrar ovos mais velhos, em geral, os abandonam rapidamente, para explorar melhor a área em busca de ovos mais jovens, que são os preferidos. Isto faz sentido porque os ovos de desenvolvimento avançado apresentam menores chances de serem regulados pelo parasitóide, sendo, portanto descartados.

A inviabilidade natural dos ovos foi um outro fator importante de mortalidade observado, variando de 20 a 30% nos três tratamentos estudados. A causa da inviabilidade de ovos pode ser uma característica intrínseca da espécie ou devido às condições ambientais, tais como temperatura, umidade e interferência de inseticidas. No trabalho de Miranda *et al.* (1998) foi determinado em ovos da traça-do-tomateiro que a inviabilidade foi o fator principal de mortalidade com 77%, seguido por 15% causada por parasitóides e 8,5% por predadores.

Uma redução linear da sobrevivência de ovos caracterizando uma curva do tipo 2 (Southwood 1978, Begon *et al.* 1996) foi observada quando ovos da traça-do-tomateiro foram avaliados a cada 24h até 96h a campo (experimento 4), em diferentes sistemas de cultivo do tomateiro (orgânico, orgânico consorciado com coentro e convencional) (Fig. 4.4). Esta

observação corrobora o experimento 3, em que parte dos ovos desaparece, principalmente, devido à combinação de efeito mecânico da água ou predação. A mortalidade causada por *Trichogramma* sp. foi reduzida em relação ao experimento 3 (Fig. 4.5). Observa-se que o recrutamento de lagartas foi maior no tratamento convencional, embora não tenha sido possível determinar qual fator de mortalidade que gerou essa diferença. Em outras palavras, quanto mais tempo os ovos permanecem no campo, menores serão as possibilidades de eclosão. Esta diferença pode ser devido à presença de predadores generalistas no tratamento orgânico, embora seja provável que a maior parte do percentual dos ovos desaparecidos seja devido à água de irrigação. No entanto, para determinar a percentagem de cada fator, é necessário isolar os dois fatores experimentalmente. De acordo com Costa *et al.* (1998) a irrigação por aspersão pode derrubar os ovos da traça-do-tomateiro. Neste trabalho foi observado em tomateiros com idade de 60 dias, antes e imediatamente após a irrigação por aspersão, uma média de 42% de remoção de ovos da traça-do-tomateiro no terço superior da planta. A irrigação por aspersão é, portanto, uma estratégia importante do manejo cultural e deve ser considerada especialmente em sistemas orgânicos, já uma vez instalada a irrigação por aspersão, este fator atuará durante todo o ciclo da cultura. De acordo com Costa *et al.* (1998), a água também apresenta impacto negativo sobre lagartas e a formação de minas.

O papel dos predadores no controle da traça-do-tomateiro tem sido objeto de poucos estudos, no entanto, recentemente foi mostrado que a utilização do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) é viável como agente de controle biológico de *T. absoluta*. O predador *P. nigrispinus* apresenta alta taxa de predação, plasticidade de alimentação e bom potencial de dispersão (Torres *et al.* 2002, Vivan *et al.* 2002, Vivan *et al.* 2003). Devido a sua importância para o sistema orgânico, a atividade dos predadores generalistas deve ser melhor avaliada. Aranhas, formigas, percevejos e principalmente vespas foram observados predando lagartas e adultos da traça-do-tomateiro

(Tabela 4.1). As vespas parecem ser o grupo mais expressivo na mortalidade da traça-do-tomateiro, uma vez que possuem a habilidade de abrir as minas para comer as lagartas. Os predadores são particularmente importantes porque são capazes de predação de ovos, lagartas e adultos da traça-do-tomateiro e estão presentes e ativos desde a fase inicial da cultura. Outras espécies de pragas que não estão aparentes para predadores também apresentam elevadas taxas de predação. Sujii *et al.* (2002) constataram que a predação reduziu 60% de ovos diapaúsicos e cerca de 20 a 47% de ninfas da cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* Stal (Hemiptera: Cercopidae). As taxas de predação do bicho mineiro do café *Leucoptera coffeella* (Guérin-Meneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) em cultivares de café resistentes à ferrugem, variaram de 0 a 50% durante os picos de infestação (Conceição *et al.* 2005). De acordo com Miranda *et al.* (1998) considerando o ciclo de vida total do inseto, de 1200 ovos obtiveram-se apenas 93 adultos de traça-do-tomateiro, ou seja, apresentou um total de 92% de mortalidade, sendo que os predadores foram responsáveis por 79% de mortalidade larval em *T. absoluta*.

Em 2004 foi observado que 7% das lagartas presentes no sistema orgânico estavam doentes ou mortas, sendo que o agente identificado foi o entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* Berliner. Em 2005 observou-se também este fato, porém com cerca de 20% de mortalidade devido à entomopatógenos. No entanto, a identificação do agente não foi possível. Ao final da cultura em 2005 foram coletados 731 pupas de traça-do-tomateiro, sendo que 50% transformaram-se em adultos, o parasitismo em larvas/pupas foi de 0,5%, com a ocorrência das espécies: *Apanteles* sp., *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Conura* sp.1, *Conura* sp.2 (Hymenoptera: Chalcididae) e *Diadegma* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) mas 49% das pupas não originaram adultos. Miranda *et al.* (1998) reportou que o parasitismo larval também foi baixo (0,1%). É possível que parte das pupas não emergidas tenham sido parasitadas, mas cuja progênie devido às condições ambientais não logrou êxito. As vespas *Brachysgastra lecheguana* Latreille, *Polybia* sp.1 e *Polybia* sp.2 (Hymenoptera: Vespidae),

um exemplar da Família Sphecidae, aranha *Misumenops pallidus* (Keys) (Araneae: Araneidae) e o percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) foram observados predando lagartas de traça-do-tomateiro (Tabela 4.1).

De modo geral, ao comparar os fatores de mortalidade atuantes sobre a traça-do-tomateiro no sistema convencional e no sistema orgânico conclui-se que existem três fatores importantes, o parasitóide de ovos *Trichogramma* sp., os predadores e a ação mecânica da água de irrigação ou chuvas. A importância relativa desses dois últimos fatores é difícil de ser separada, a não ser que o desenho experimental seja feito com este objetivo. A sobrevivência dos ovos da traça-do-tomateiro é maior no sistema convencional do que no sistema orgânico. Este trabalho mostrou que, embora o sistema orgânico seja de baixa inserção de insumos, o controle biológico natural, além da manipulação de alguns fatores físicos do ambiente pode limitar o crescimento populacional da traça-do-tomateiro. Práticas agrícolas como a irrigação por aspersão, têm papel importante na regulação de populações de insetos. O entendimento de sistemas agrícolas sustentáveis poderá ser alcançado a partir de estudos interdisciplinares sobre as interações entre plantas e organismos, e assim será possível a proposição de práticas menos perturbadoras e ao mesmo tempo eficientes.

Referências

- Altieri, M.A., W.J. Lewis, D.A. Nordlund, R.C. Gueldner & J.W. Todd. 1981. Chemical interactions between plants and *Trichogramma* wasps in Georgia soybean fields. *Prot. Ecol.* 3: 259-263.
- Andow D. & S.J. Risch. 1987. Parasitism in diversified agroecosystems: phenology of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Entomophaga* 32: 255-260.

- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. 3rd. ed. London, Blackwell Sciences, 1068p.
- Castelo Branco, M. 1992. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. Hort. Bras. 10: 33-34.
- Coelho, M.C.F. & F.H. França. 1987. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesqu. Agropecu. Bras. 22: 129-135.
- Conceição, C.H.C., O. Guerreiro-Filho & W. Gonçalves. 2005. Flutuação populacional do bicho-mineiro em cultivares de café arábica resistentes à ferrugem. Bragantia 64: 625-631.
- Cônsoli, F.L., J.R.P. Parra & S.A. Hassan. 1998. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Ridley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Ent. 122: 43-47.
- Costa, J.S., A.M.R. Junqueira, W.L.C. Silva & F.H. França 1998. Impacto da irrigação via pivô-central no controle da traça-do-tomateiro. Hort. Bras., 16: 19-23.
- Faria, C.A., Torres, J.B. & A.M.I. Farias. 2000. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. An. Soc. Entomol. Brasil 29: 85-93.
- França, F.H., G.L. Villas Bôas, M. Castelo Branco & M.A. Medeiros. 2000. Manejo integrado de pragas. p.112-127. In Silva, J.B.C. & L.B. Giordano (orgs). Tomate para processamento industrial. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças. 168p.

- Gonçalves-Gervásio, R.C.R., A.I. Ciociola, L.V.C. Santa-Cecília & W.R. Maluf. 2000. Parasitismo em ovos de *Tuta absoluta* por *Trichogramma pretiosum* em diferentes genótipos de tomateiro. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 35: 1269-1274.
- Haji, F.N.P., C.A.V. Oliveira, M.S. Amorim Neto & J.G.S. Batista. 1988. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no submédio São Francisco. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 23: 7-14.
- Haji, F.N.P., L. Prezotti, J.S.Carneiro & J.A. Alencar. 2002. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. p.477-494. In: Parra, J. P. P., P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira, & J.M.S. Bento. (ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. 609p.
- Haji, F.N.P., L.C.L. Freire, F.G. Roa, C.N. Silva, M.M. Souza Júnior & M.I.V. Silva. 1995. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. *An. Soc. Entomol. Bras.* 24: 587-591.
- Makishima, N. & J.E.C. Miranda. 1992. Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Brasília: EMBRAPA-CNPq. 22p. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 11).
- Medeiros, M.A. & F.A. França. 2007. Comunidade de Artrópodos em Cultivo de Tomate no Distrito Federal, Brasil. *Neotrop. Entomol.* (submetido).
- Medeiros, M.A., N.J. Vilela & F.H. França. 2006. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. *Hort.Bras.* 24: 180-184.
- Michereff Filho, M. & E.F. Vilela. 2000. Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). p.81-84. In Vilela, E.F., R.A. Zucchi & F. Cantor (ed.), *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto, Holos. 173p.
- Miranda, M.M.M., M. Picanço, J.C. Zanúncio, & R.N.C. Guedes. 1998. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Sci. Technol.* 8: 597-606.

- Nordlund, D.A., Chalfand, R.B. & W.J. Lewis. 1984. Arthropod populations, yield and damage in monocultures and polycultures of corns, beans and tomatoes. *Agric. Ecosystems Environ.* 11: 353-367.
- Pratissoli, D. & J.R.P. Parra. 2001. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop. Entomol.* 30: 277-282.
- Pratissoli, D., R.T. Thuler, G.S. Andrade, L.C.M. Zanotti & A.F. Silva. 2005a. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. *Pesqu. Agropecu. Bras.*, 40: 715-718.
- Pratissoli, D., U.R. Vianna, H.B. Zago & P.L. Pastori. 2005b. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 40: 613-616.
- Ricklefs, R.E. 2003. *A economia da natureza*. 5ª ed., Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 503 p.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological methods with particular references to the study of insect populations*. 2ªed., London, Chapman & Hall, 524p.
- Souza, J.C. & P.R. Reis. 2003. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. *Inf. Agropecu.* 24: 79-92.
- Sujii, E.R., M.A. Garcia, E.M.G. Fontes & R.J. O'Neil. 2002. Predation as a mortality factor in populations of the spittlebug, *Deois flavopicta* Stal (Homoptera: Cercopidae). *Neotrop. Entomol.* 31: 581-588.
- Systat Software Inc. 2004. *SigmaStat 3.1. for Windows*. INSO Corporation, Richmond, CA, USA, 848p.

- Torres, J.B., C.A. Faria, W.S. Evangelista Junior & D. Pratissoli. 2001. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. Intern. Jour. Pest Manag. 47: 173-178.
- Torres, J.B., W.S. Evangelista Junior, R. Barros & R.N.C. Guedes. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and starvation level. J. Appl. Entomol. 126: 326-332.
- Villas Bôas, G.L. & F.H. França. 1996. Utilização do parasitóide *Trichogramma pretiosum* no controle da traça-do-tomateiro, em cultivo protegido de tomate. Hort. Bras. 14: 223-225.
- Vivan, L. M., J.B., Torres & A.F.S.L. Veiga. 2003. Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus*, in relation to two different prey types and environmental conditions. Biocontrol 48: 155-168.
- Vivan, L.M., J.B. Torres, A.F.S.L. Veiga & J.C. Zanúncio. 2002. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. Pesqu. Agropecu. Bras. 37: 581-587.
- Wajnberg, E. & S.A. Hassan. 1994. Biological control with eggs parasitoids. Wallingford, Cab International, 286p.

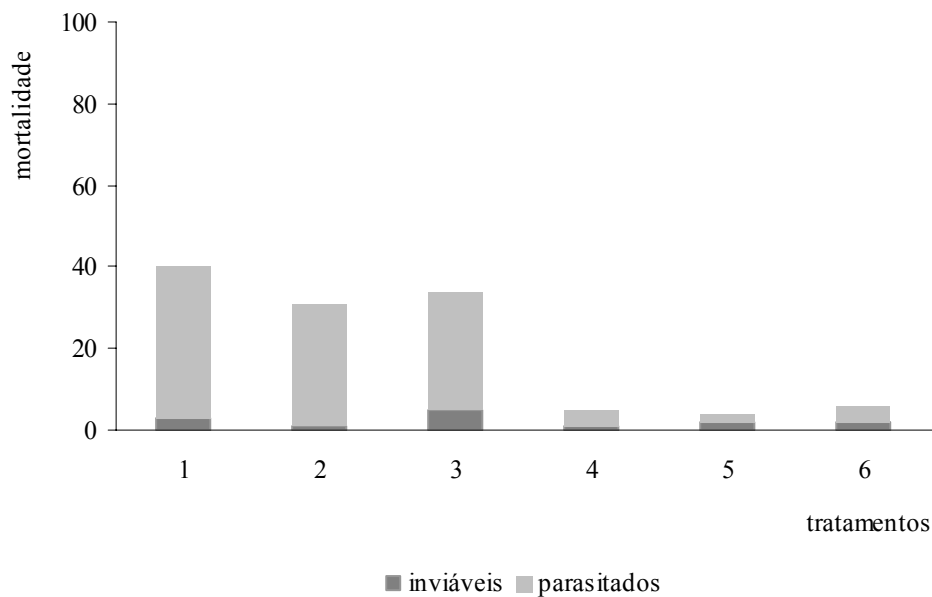


Fig. 4.1. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* coletados no campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitóide ou lagarta em sistema orgânico: 1- tomate (n=94), 2- tomate-coentro *C. sativum* (n=86) e 3- tomate-coentro-botão-de-ouro (n=82) e em sistema convencional: 4- tomate (n=55), 5- tomate-coentro *C. sativum* (n=42) e 6- tomate-coentro-botão-de-ouro (n=53) aos 101 dias após o transplante, ao final do ciclo do tomateiro (ANOVA – parasitados $F=13,742$, $P<0,001$) (tratamentos 1,2,3 \neq 4,5,6, Student-Newman-Keuls, $P<0,05$). Embrapa Hortaliças, DF, 2004.

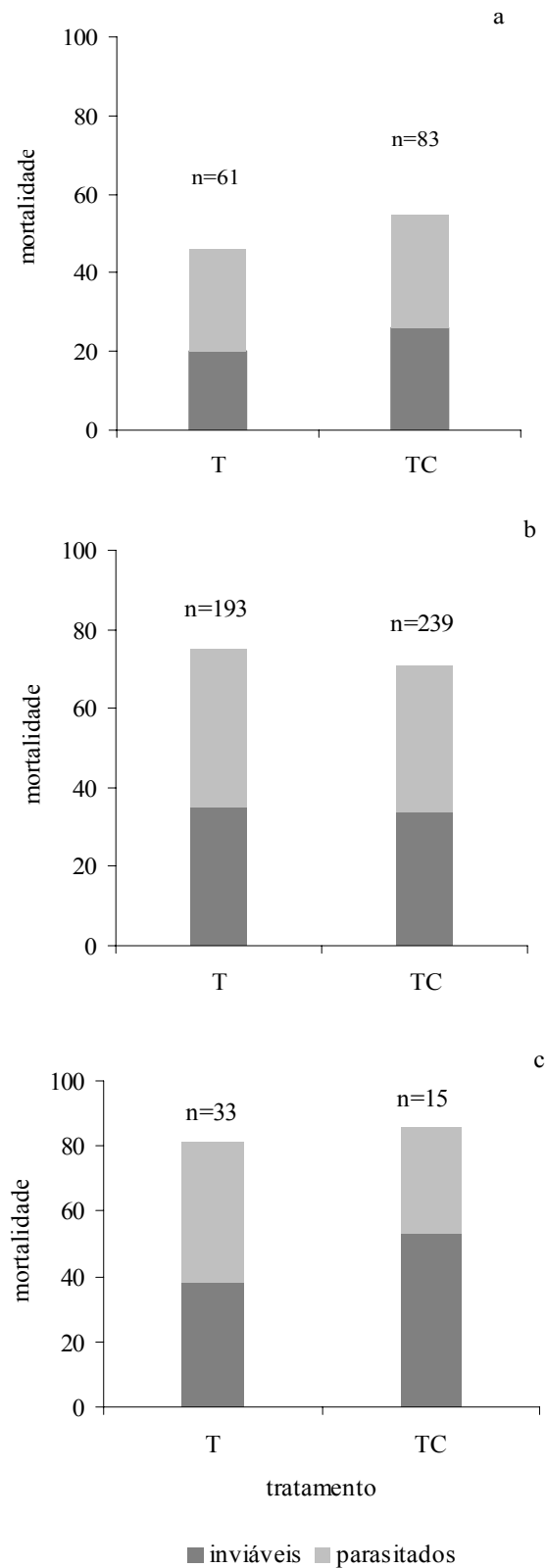


Fig. 4.2. Comparação da mortalidade de ovos de *T. absoluta* coletados no campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitóide ou lagarta no tomate (T) e tomate + coentro (TC) cultivados no sistema orgânico de produção. Não houve diferenças nas mortalidades para coletas de ovos realizadas aos a- 59 dias ($\chi^2=0,00751$, $P=0,931$); b- 66 dias ($\chi^2=0,0809$, $P=0,776$) e c- 80 dias após o transplante ($\chi^2=0,000747$, $P=0,978$) na Embrapa Hortaliças, DF, 2005.

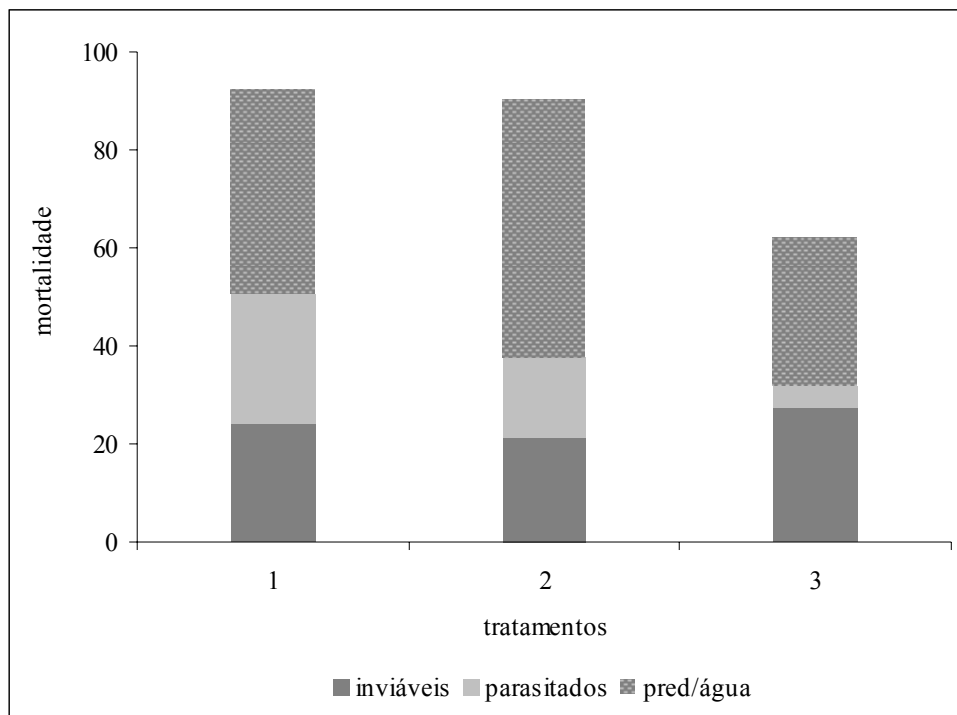


Fig. 4.3. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* marcados no campo e recuperados após 72h em cada tratamento: 1-tomate (n=161), 2-tomate-coentro simultâneo (n=154), foram estabelecidos em sistema orgânico e 3-tomate no sistema convencional (n=160) (ANOVA - parasitados F=5,236, P=0,023) (tratamentos 1≠3, Student-Newman-Keuls, P<0,05). Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2005.

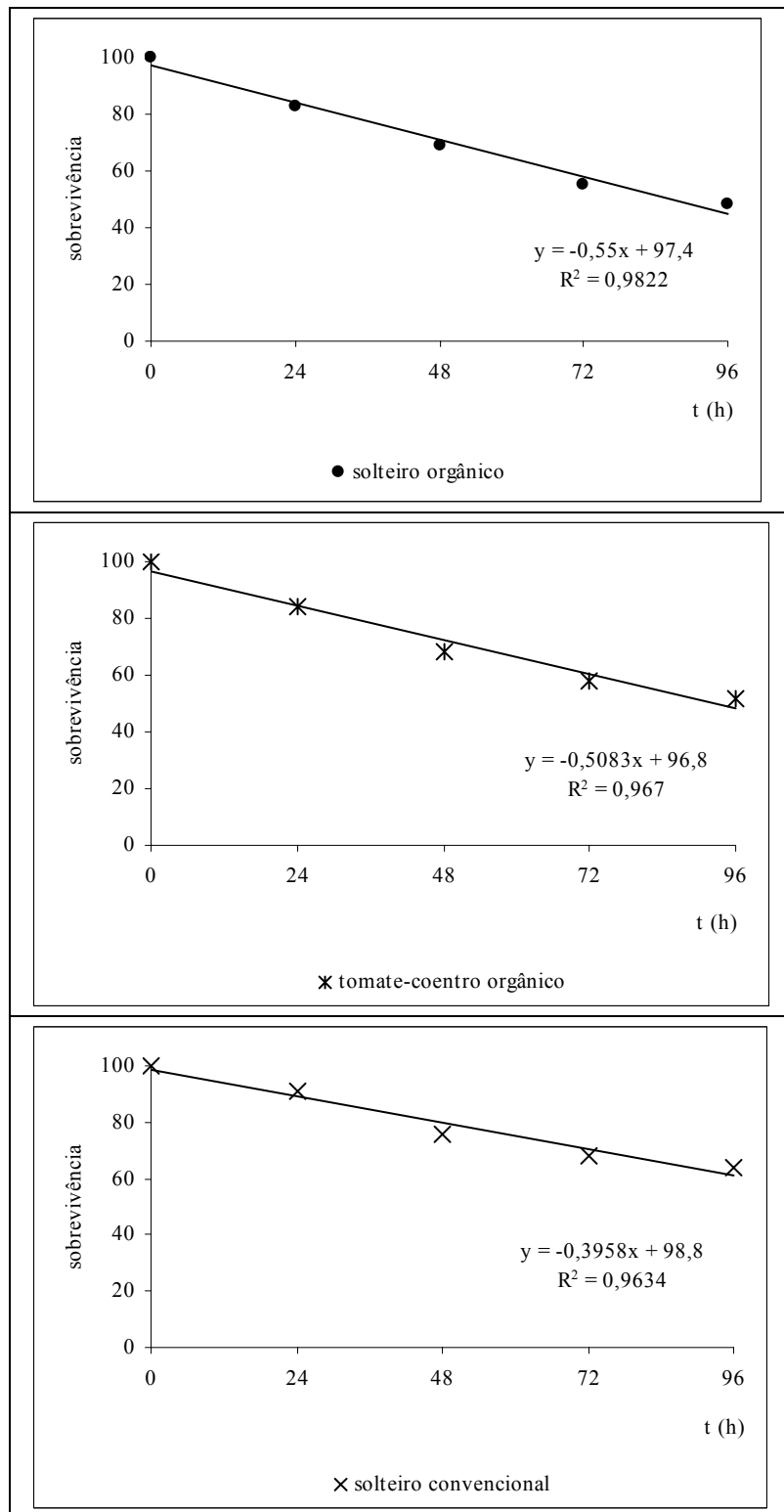


Fig. 4.4. Curva de sobrevivência de ovos de *T. absoluta* marcados e acompanhados a cada 24h até a eclosão. 1-tomate orgânico ($r^2=0,982$), 2-tomate-coentro orgânico ($r^2=0,967$) e 3-tomate convencional ($r^2=0,963$). Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2005.

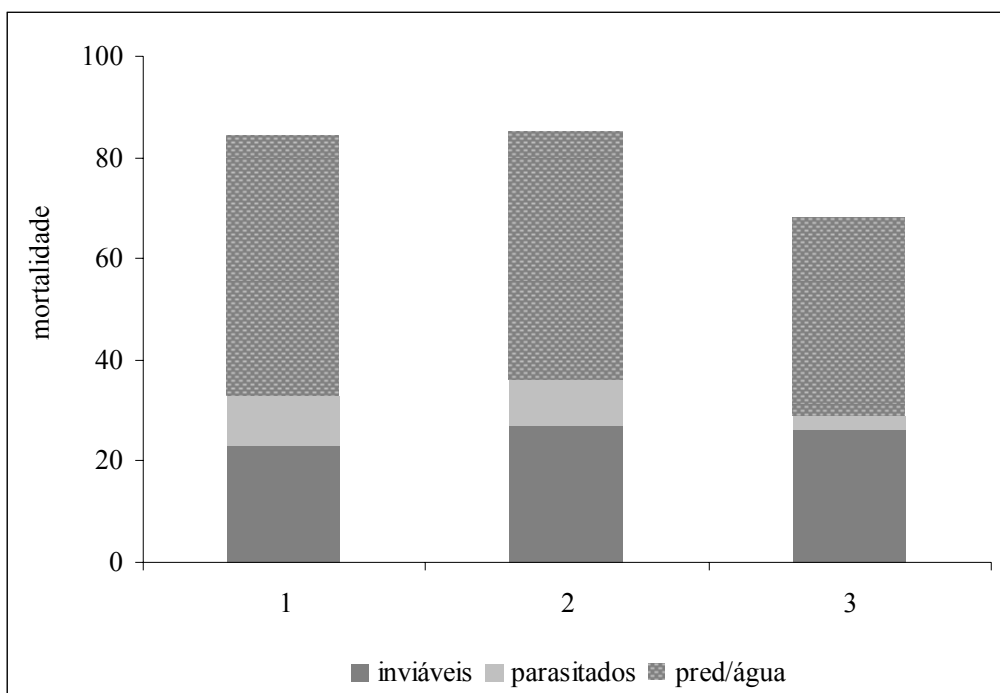


Fig. 4.5. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* marcados no campo e recuperados após 96h nos tratamentos: 1-tomate (n=121) e 2-tomate-coentro simultâneo (n=119) em sistema orgânico e 3-tomate no sistema convencional (n=122). As taxas de mortalidade média não apresentaram diferenças significativas para os seguintes fatores: inviabilidade natural ($H=4,290$, g.l.=2, $p=0,117$), parasitismo ($H=3,754$, g.l.=2, $p=0,153$), predação/remoção pela água ($F=0,307$, g.l.=43, $p=0,738$). Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2005.

Tabela 4.1. Predadores e parasitóides de *T. absoluta* encontrados na área experimental orgânica e com uso de controle químico da Embrapa-Hortaliças, DF, 2004-2005.

Ordem/Família	Gênero/Espécie
Araneae	
Araneidae	<i>Misumenops pallidus</i>
Hemiptera	
Pentatomidae	<i>Podisus nigrispinus</i>
Hymenoptera	
Formicidae	não identificado
Braconidae	<i>Apanteles</i> sp.
Braconidae	<i>Bracon</i> sp.
Chalcididae	<i>Conura</i> sp.1
Chalcididae	<i>Conura</i> sp. 2
Ichneumonidae	<i>Diadegma</i> sp.
Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> sp.
Sphecidae	não identificado
Vespidae	<i>Brachysgastra lecheguana</i>
Vespidae	<i>Polybia</i> sp.1
Vespidae	<i>Polybia</i> sp.2

CAPÍTULO 5

⁶Padrão de Oviposição e Tabela de Vida da Traça-do-Tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Casa de Vegetação

RESUMO – A traça-do-tomateiro apresentou maior aptidão para colonizar o sistema convencional de cultivo do tomateiro em relação ao orgânico em estudos prévios realizados no campo. Visando confirmar e entender os padrões observados no campo, aspectos ecológicos como oviposição e mortalidade foram comparados em condições semi-controladas em plantas cultivadas em solo proveniente do sistema orgânico e convencional. Adultos da traça-do-tomateiro foram liberados em casa de vegetação sobre vasos com solos oriundos de sistema orgânico e convencional. Após o período de 24h, as plantas infestadas foram transferidas para outra casa de vegetação, para acompanhamento de coortes horizontais. A análise foliar das plantas infestadas pela traça-do-tomateiro foi feita pelo Laboratório de Química do Solo da Embrapa Hortaliças. Os ovos naturalmente depositados pela traça-do-tomateiro foram localizados na planta e demarcados. Em seguida, a folha foi ensacada. Diariamente as plantas foram observadas, registrando a fase de desenvolvimento do inseto e a ocorrência de morte, até que todos os insetos completassem seu ciclo de vida. A oviposição pela traça-do-tomateiro em plantas com solos oriundos do sistema convencional foi duas vezes maior do que em plantas com solos do sistema orgânico. A análise foliar revelou que os tomateiros do solo convencional apresentaram índices menores de nitrogênio, fósforo e

⁶ Manuscrito a ser submetido para publicação na revista *Bragantia*

potássio. O estudo da tabela de vida da traça-do-tomateiro em casa de vegetação mostrou que a sobrevivência em plantas com solo orgânico e convencional foram iguais. Assim as diferenças no comportamento de colonização observadas a campo provavelmente estão relacionadas com o ambiente proporcionado pelo sistema orgânico de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia nutricional, fecundidade, interação inseto-planta, sobrevivência, seleção do hospedeiro

O crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos dependem diretamente da qualidade e quantidade do alimento utilizado (Hagen *et al.* 1984). Insetos herbívoros normalmente selecionam as plantas de acordo com o seu conteúdo nutricional. Dessa forma, dependem das plantas para sobreviver e estão sujeitos a todas as mudanças resultantes das interações entre as plantas e o ambiente (Pizzamiglio 1991). A susceptibilidade da planta a um ataque de insetos depende não somente de suas características químicas e morfológicas, mas também de meio ecológico. Por exemplo, se a planta cresce em uma comunidade que sustenta uma população de insetos predadores, essa associação confere proteção para a planta. Do mesmo modo, a presença de substâncias repelentes liberadas no ar por outras espécies de plantas também confere proteção (Edwards & Wratten 1981).

A agricultura orgânica baseia-se no uso de fertilizantes orgânicos, complementados por adubos minerais pouco solúveis, sendo capaz de fornecer todos os macros e micronutrientes de que as culturas necessitam em doses proporcionais, tornando-as mais resistentes à ação das espécies prejudiciais (Paschoal 1994). A agricultura convencional, por sua vez, utiliza intensivamente fertilizantes inorgânicos altamente solúveis e controle químico de pragas. A adoção de práticas mais sustentáveis ao agroecossistema somente será possível pela comparação entre os sistemas de baixo insumo e o convencional e o entendimento dos mecanismos de interações ecológicas envolvidos (Betiol *et al.* 2004). A cultura do tomate, devido principalmente ao uso intenso de insumos agroquímicos e o alto risco de contaminação dos consumidores, produtores e ambiente, é um excelente modelo para fazer comparações entre os sistemas orgânico e convencional de produção (Drinkwater *et al.* 1995).

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é um dos principais insetos-praga do tomateiro. As lagartas minam as folhas, broqueiam o caule, perfuram o broto terminal e atacam os frutos, principalmente, na região de inserção do cálice,

onde encontram apoio para penetrar. O ciclo completo de *T. absoluta* dura de 26 a 30 dias. A fase de ovo da traça-do-tomateiro dura entre três a seis dias, sendo que 77% das lagartas eclodem entre o quarto e quinto dia da fase de ovo (Coelho & França 1987). A fase de lagarta, que é a causadora dos danos, dura 14 dias. A fase de pupa dura cerca de oito dias e pode se desenvolver dentro da própria lesão ou no solo. Após a fase de pupa, os adultos emergem. Cada fêmea pode depositar de 55 a 130 ovos durante três a sete dias (Coelho & França 1987, Haji *et al.* 1988). Existe uma maior concentração de posturas no terço superior das plantas, sendo que a maioria dos ovos são depositados nas folhas (Haji *et al.* 1988, Torres *et al.* 2001, Pratisoli *et al.* 2003).

Considerando-se que a traça-do-tomateiro é um inseto-praga com alta capacidade reprodutiva e específica do tomateiro, muitos trabalhos sobre a sua biologia já foram publicados (Coelho & França 1987, Haji *et al.* 1988, Imenes *et al.* 1990, Bentancourt *et al.* 1996, Mihsfeldt & Parra 1999, Gonçalves-Gervásio *et al.* 1999, Thomazini *et al.* 2001, Pereyra & Sánchez 2006). Entretanto dentre estes trabalhos poucos são relacionados com a sua ecologia. Uma exceção é o trabalho de Miranda *et al.* (1998) que elaborou uma tabela de vida ecológica para *T. absoluta* no campo. De acordo com Southwood (1978) a construção de tabelas de vida são importantes para o entendimento da dinâmica populacional de uma espécie.

Baseados em estudos prévios, em que a colonização da traça-do-tomateiro foi comparada em sistema de produção orgânico e convencional, verificou-se que, embora o tamanho das populações circundantes à área do experimento era o mesmo, o comportamento de colonização das plantas pela traça foi diferente dentro das áreas experimentais, onde o sistema convencional comportou maiores níveis populacionais da traça (Cap. 1 e Cap. 2). O objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão de oviposição de *T. absoluta* em condições semicontroladas em plantas cultivadas com solo provenientes do sistema convencional e

orgânico e verificar se esse padrão está relacionado ao desempenho da prole com reflexos na sua dinâmica populacional.

Material e Métodos

Área do Experimento

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, localizado a latitude 15°56'S, longitude 48°08'W e altitude 997,6m, em casa de vegetação, de abril a junho de 2006.

Criação da Traça-do-tomateiro

Para este estudo foi necessário estabelecer um criatório de traça-do-tomateiro. Adultos de traça-do-tomateiro foram coletados em Ponte Alta, Brazlândia e Vargem Bonita, DF. Galhos de tomateiros com folhas verdes e infestadas pela traça foram coletados em lavouras em fase de colheita. As folhas de tomateiro infestadas foram colocadas em sacos de papel pardo que foram lacrados com grampos, para induzir a empupação das lagartas. Após alguns dias os sacos foram abertos e as pupas coletadas e mantidas em câmaras climatizadas tipo Percival, a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $60\pm 10\%$ UR e fotofase de 10h. Quando os adultos começaram a emergir foram transferidos para uma casa de vegetação, contendo vasos com tomateiros para manutenção e multiplicação dos insetos.

Solo para a execução dos experimentos

Os solos foram coletados no campo experimental da Embrapa Hortaliças, em área de latossolo vermelho escuro, em área destinada ao sistema de produção orgânico que se encontra sob este manejo desde 2001 e em área destinada ao sistema de produção

convencional. Amostras destes solos foram tomadas para a análise química. Os solos coletados foram colocados em vasos com capacidade de 20l.

Estudo do padrão de oviposição

Em casa de vegetação os vasos com plantas de tomateiro em floração, foram colocados sobre as bancadas, dispostos em conjuntos com quatro vasos, totalizando 20 conjuntos: 10 conjuntos com solos oriundos de sistema orgânico e 10 conjuntos com solos oriundos de sistema convencional, em posição previamente sorteada. Em seguida, 80 adultos da traça-do-tomateiro foram liberados em placas de Petri de forma eqüitativa (cinco indivíduos para cada conjunto). Após o período de 24h, as plantas infestadas foram transferidas para outra casa de vegetação, para acompanhamento das coortes horizontais. A análise foliar das plantas infestadas (três amostras) e não infestadas (uma amostra) pela traça-do-tomateiro foi feita pelo Laboratório de Química do Solo da Embrapa Hortaliças.

Tabela de vida da traça-do-tomateiro em casa de vegetação

Os ovos naturalmente depositados pela traça-do-tomateiro foram localizados na planta e demarcados com círculo, em volta do ovo, no folíolo, feito com caneta hidrográfica cor preta. Em seguida, a folha foi ensacada com saco de tecido, cuja trama impedia a saída dos insetos. A temperatura e a umidade foram registradas com um termohigrógrafo. Diariamente as plantas foram observadas, registrando a fase de desenvolvimento do inseto e a ocorrência de morte, até que todos os insetos completassem seu ciclo de vida. Os dados de oviposição foram analisados estatisticamente pelo Teste qui-quadrado com auxílio do programa SigmaStat 3.1 (Systat Software Inc 2004) e a elaboração da tabela de vida foi feita com o programa Ecological Methodology (Krebs 1998).

Resultados e Discussão

A oviposição pela traça-do-tomateiro, nas plantas nos solos provenientes do sistema convencional, foi duas vezes maior do que em naquelas nos solos do sistema orgânico (Fig. 5.1), mostrando que a traça-do-tomateiro deposita mais ovos em plantas cultivadas no sistema convencional de produção. Esta observação comprova as observações realizadas em campo durante os anos de 2004 e 2005 (Cap. 1 e Cap. 2), em que a taxa de oviposição da traça-do-tomateiro foi duas e três vezes maior, respectivamente, em 2004 e em 2005 no sistema convencional de produção, embora as populações da traça-do-tomateiro nas duas áreas experimentais avaliadas por meio de armadilhas de feromônio tenham sido semelhantes. Com base nesses resultados, pode-se inferir que existe alguma característica da planta, provavelmente bioquímica, que inibe a oviposição pela traça-do-tomateiro.

Dentre os elementos constituintes das plantas, o nitrogênio parece ser o mais importante do ponto de vista nutricional para os insetos. De acordo com Parra (1991), o nitrogênio tem um papel fundamental em todos os processos metabólicos e na codificação genética. Dentre os componentes alimentares é o nitrogênio, em termos de quantidade e qualidade disponíveis, o que geralmente limita o crescimento e a fecundidade de insetos. Em geral, insetos herbívoros especialistas predominam em plantas com alto teor de nitrogênio (McNeil & Prestidge 1982) embora as relações específicas entre as espécies e os diversos elementos ainda não estejam esclarecidas. É fato que a aplicação de fertilizantes na agricultura, visando o aumento de rendimento das culturas pode aumentar ou diminuir os problemas associados com os herbívoros (Panizzi & Parra 1991).

A análise foliar das plantas onde a oviposição foi feita revelou que os índices de nitrogênio, fósforo e potássio foram maiores em folhas cujas plantas foram cultivadas em

solos originários do sistema de produção orgânico (Tabela 5.1). Os valores encontrados para o teor de nitrogênio nas plantas preferidas e não-preferidas sugerem que deve existir um conteúdo ideal de nitrogênio para a espécie. O trabalho de Leite *et al.* (2003) em que os autores avaliaram o efeito da adubação sobre a incidência da traça-do-tomateiro mostrou que a maior porcentagem de frutos atacados pela traça-do-tomateiro foi observada em plantas cultivadas sob o nível de adubação com maior teor de nitrogênio (N₃₀₀K₀). Cunha *et al.* (2006) verificaram que a alimentação de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) foi estimulada pela elevação do teor de nitrogênio da parte aérea das plantas em cultivares de arroz. Desse mesmo modo, o teor de nitrogênio, na parte aérea e no sistema radicular, diminuiu com o desenvolvimento da planta. É importante ressaltar que podem existir outras explicações para o fato de *T. absoluta* depositar mais ovos em plantas do sistema convencional de produção como, por exemplo, a presença de substâncias secundárias, os teores de proteínas e aminoácidos totais, além de outros elementos nutricionais.

Um total de 24 adultos de traça-do-tomateiro foi obtido de 69 ovos, marcados em plantas cultivadas em solo proveniente do sistema orgânico, resultando em 65% de mortalidade (Tabela 5.2), com 37%, 14% e 13% de mortalidade ocorrendo, respectivamente, nas fases de ovo, lagarta e pupa. Um total de 39 adultos de traça-do-tomateiro foi obtido de 107 ovos, marcados em plantas cultivadas em solo proveniente do sistema convencional, resultando em 64% de mortalidade (Tabela 5.2), com 21%, 29% e 13% de mortalidade ocorrendo, respectivamente, nas fases de ovo, lagarta e pupa. A sobrevivência obtida nos dois tratamentos foi estatisticamente semelhante ($\chi^2=0,23$, $P>0,05$), apesar dos tratamentos terem apresentado diferenças discretas nas fases de ovo e lagarta. Este resultado nos leva a concluir que as diferenças no comportamento de colonização do tomateiro, nos dois sistemas de produção observadas no campo, provavelmente estão relacionadas com o ambiente, especialmente com o ambiente proporcionado pelo sistema orgânico de produção.

Uma redução linear da sobrevivência durante o período de ovo até adulto caracterizando uma curva do tipo 2 (Southwood 1978, Begon *et al.* 1996, Southwood & Hendersen 2000) foi observada nos dois tratamentos (orgânico e convencional) (Fig. 5.2). No capítulo 3, foi observada uma curva semelhante no campo, para a fase de ovo. Como o experimento foi conduzido em casa de vegetação, fatores de mortalidade como predadores e parasitóides e ação mecânica da água/chuva que já foram indicados em outros trabalhos como importantes (Miranda *et al.* 1998, Cap. 3, p. 98) foram excluídos. Dessa forma, foi evidenciado a mortalidade intrínseca que ocorre na população em condições semicontroladas. Para a fase de ovo, tanto no tratamento convencional quanto no orgânico, a causa principal de mortalidade foi a inviabilidade de ovos, para as fases de lagarta e pupa é provável que o fator de maior influência seja relacionado às variações nutricionais. Miranda *et al.* (1998) determinaram no campo que a mortalidade da traça-do-tomateiro foi de 92%, com 58%, 33% e 0.68% de mortalidade nas fases de ovo, lagarta e pupa, respectivamente. Neste trabalho foi observado que o estágio de lagarta foi mais crítico e que os predadores foram responsáveis por 99,5% da mortalidade, sendo que para a fase de ovo a inviabilidade foi o principal fator de mortalidade.

Em condições de laboratório, conduzido a 27°C e 33% de UR, com fêmeas alimentadas com sacarose, a viabilidade dos ovos foi de 44%, das lagartas foi de 21% e das pupas foi de 68%. A longevidade de adultos machos foi de 9,6 dias e de fêmeas foi de 11,5 dias (Haji *et al.* 1988). Em trabalho semelhante, conduzido a 18°C e 65% de UR, com fêmeas alimentadas com mel, a viabilidade de ovos foi de 88%, das lagartas foi de 68% e das pupas foi de 92%. A longevidade dos machos foi de 36 dias e das fêmeas foi de 32 dias (Imenes *et al.* 1990). De acordo com as observações dos autores, há uma tendência da traça-do-tomateiro de prolongar seu ciclo biológico em temperaturas mais baixas (Imenes *et al.* 1990), embora o mel também tenha papel fundamental na longevidade e produção de ovos nos insetos (Parra

1996). Em dieta artificial a 25°C, 70% de UR, a viabilidade larval foi de 70% e pupal foi de 89% na dieta de melhor desempenho. Em dieta natural nas mesmas condições, a viabilidade larval foi de 91% e pupal de 89% (Mishsfeldt & Parra 1999).

Os resultados do presente trabalho confirmaram as observações de campo, em que *T. absoluta* oviposita mais em plantas cultivadas sob o sistema de produção convencional. Esse padrão não está relacionado a um melhor desempenho da prole, já que em casa de vegetação observou-se que a sobrevivência não apresentou diferença nos dois tratamentos (*T. absoluta* criadas em plantas cultivadas em solo orgânico e convencional). Esses resultados estão de acordo com a teoria de preferência-performance proposta por Price *et al.* (1990), em que espécies eruptivas (pragas) apresentam baixa relação entre a preferência das fêmeas por plantas ou locais de oviposição e o desempenho da respectiva prole, embora não expliquem a causa dessa preferência. A atratividade de plantas cultivadas em sistemas orgânicos aos predadores e parasitóides, através da emissão de semioquímicos, é uma possível explicação para esse fenômeno de preferência. As populações menores de traça-do-tomateiro observadas em campos de tomateiro cultivados no sistema orgânico, devem-se a uma combinação de não-preferência de oviposição associada a maior quantidade de predadores generalistas afetando a sobrevivência da progênie.

Referências

Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. 3rd. ed. London, Blackwell Scientific Publications, 1068p.

- Bentancourt, C.M., I.B. Scatoni & J.J. Rodríguez. 1996. Influencia de la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). Rev. Brasil. Biol. 56: 661-670.
- Betiol, W., R. Ghini, J.A.H. Galvão, & R.C. Siloto. 2004. Organic and conventional tomato cropping systems. Sci. Agric. 61: 253-259.
- Coelho, M.C.F. & F.H. França. 1987. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesqu. Agropecu. Bras. 22: 129-135.
- Cunha, U.S., J.J. Carbonari, J.D. Vendramim & J.F.S. Martins. 2006. Associação entre o teor de nitrogênio em cultivares de arroz e ataque de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae). Ciência Rural 36: 1678-1683.
- Drinkwater, L.E., D.K. Letourneau, F. Workneh, A.H.C.V. Bruggen & C. Shennan. 1995. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. Ecol. Appl. 5: 1098-1112.
- Edwards, P.J. & S.D. Wratten. 1981. Ecologia das interações entre insetos e plantas. São Paulo EPU, EDUSP, 71p.
- Gonçalves-Gervásio, R.C.R., A.I. Ciociola, L.V.C. Santa-Cecília & W.R. Maluf. 1999. Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. Cienc. Agrotec. 23: 247-251.
- Hagen, K.S., R.H. Dadd & J. Reese. 1984. The food of insects. p.79-112. In Huffaker, C.B. & R.L. Rabb (eds.), Ecological methodology. New York, J.Wiley & Sons, 844p.
- Haji, F.N.P., J.R.P. Parra, J.P. Silva & J.G.S. Batista. 1988. Biologia da traça do tomateiro sob condições de laboratório. Pesqu. Agropecu. Bras. 23: 107-110.

- Imenes, S.D.L., M.A. Uchôa-Fernandes, T.B. Campos & A.P. Takematsu. 1990. Aspectos biológicos e comportamentais da traça-do-tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera-Gelechiidae). Arq. Inst. Biol. 57: 63-68.
- Krebs, C.J. 1998. Ecological methodology, 2nd ed., California, Addison Wesley Longman, 620p.
- Leite, G.L.D., C.A. Costa, C.I.M. Almeida & M. Picanço. 2003. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e *Alternaria* sp. em plantas de tomate. Hort. Bras. 21: 448-451.
- McNeil, S. & R.A. Prestidge. 1982. Plant nutritional strategies and insect herbivore community dynamics. 225-235. Proc. 5th Int. Symp. Insect-Plant Relationships, Wageningen.
- Mihsfeldt, L.H. & J.R.P. Parra. 1999. Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. Sci. agric. 56: 769-776.
- Miranda, M.M.M., M. Picanço, J.C. Zanúncio & R.N.C. Guedes. 1998. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Biocontrol Sci. Technol. 8: 597-606.
- Panizzi, A.R. & J.R.R. Parra. 1991. A ecologia nutricional e o manejo integrado de pragas. p.313-336. In A.R. Panizzi & J.R.P Parra (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 412p.
- Parra, J.R.P. 1991. Consumo e utilização de alimentos por insetos p.9-65. In A.R. Panizzi & J.R.P Parra (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 412p.
- Parra, J.R.P. 1996. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Piracicaba, FEALQ, 137p.

- Paschoal, A.D. 1994. Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI, Piracicaba, 191p.
- Pereyra, P.C. & N.E. Sánchez. 2006. Effect of two solanaceous plants on development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 35: 671-675.
- Pizzamiglio, J.R.P. 1991. Ecologia das interações entre inseto/planta. p.101-129. In A.R. Panizzi & J.R.P Parra (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 412p.
- Prattisoli, D., J.R.P. Parra, O.A. Fernandes, R.C. Oliveira, H.B. Zago & F.F. Pereira. 2003. Oviposition pattern of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato under different population densities in greenhouse. Agro-ciência 19: 11-15.
- Price, P.W., N. Cobb, T. Craig, W. Fernandes, J. Itami, S. Mopper & R. Preszler. 1990. Insect herbivore population dynamics on trees and shrubs: new approaches relevant to latent and eruptive species. p.1-38. In E.A. Bernays (ed.), Insect-plant interactions. Florida, Boca Raton, CRS Press, v.2.
- Systat Software Inc. 2004. SigmaStat 3.1 for Windows. INSO Corporation, Richmond, CA, USA, 848 p.
- Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular references to the study of insect populations. 2nd. ed., New York: Chapman & Hall, 524p.
- Southwood T.R.E. & P.A. Hendersen. 2000. Ecological methods. 3rd. ed., Blackwell Science. 575p.
- Thomazini, A.P.B.W., J.D. Vendramin, R. Brunherotto & M.T.R. Lopes. 2001. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). Neotrop. Entomol. 30: 283-288.

Torres, J.B., C.A. Faria, W.S. Evangelista & D. Pratissoli. 2001. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. *Int. J. Pest Manag.* 47: 173-178.

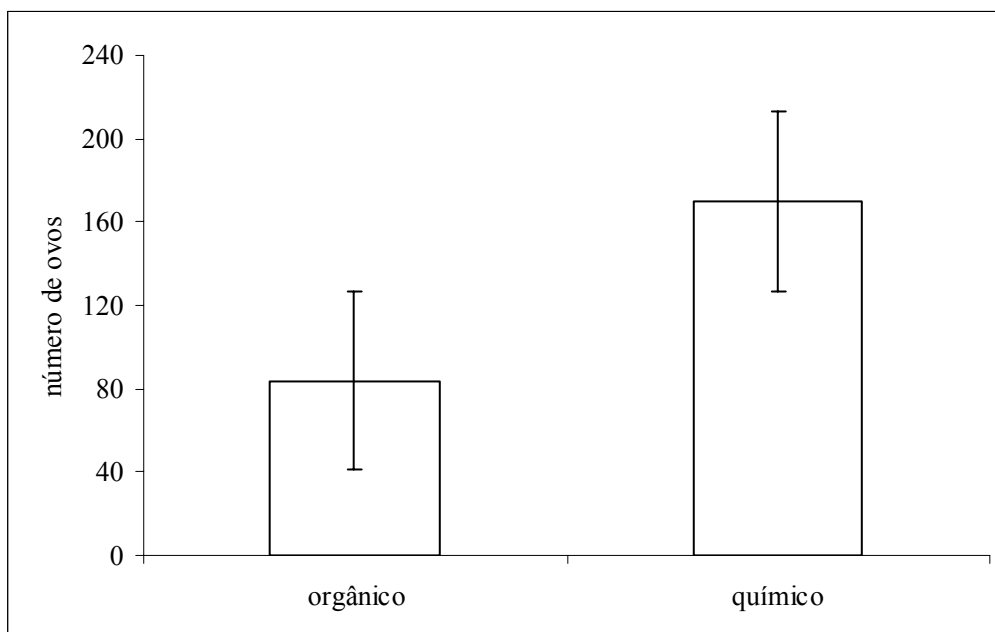


Fig. 5.1. Padrão de oviposição de *T. absoluta* em tomateiros plantados em solos provenientes de sistema orgânico (n=30, para 40 plantas disponíveis) e convencional (n=35, para 40 plantas disponíveis) em casa de vegetação. ($\chi^2=77,786$, g.l.=38, $P<0,001$). Embrapa Hortaliças, DF, 2006.

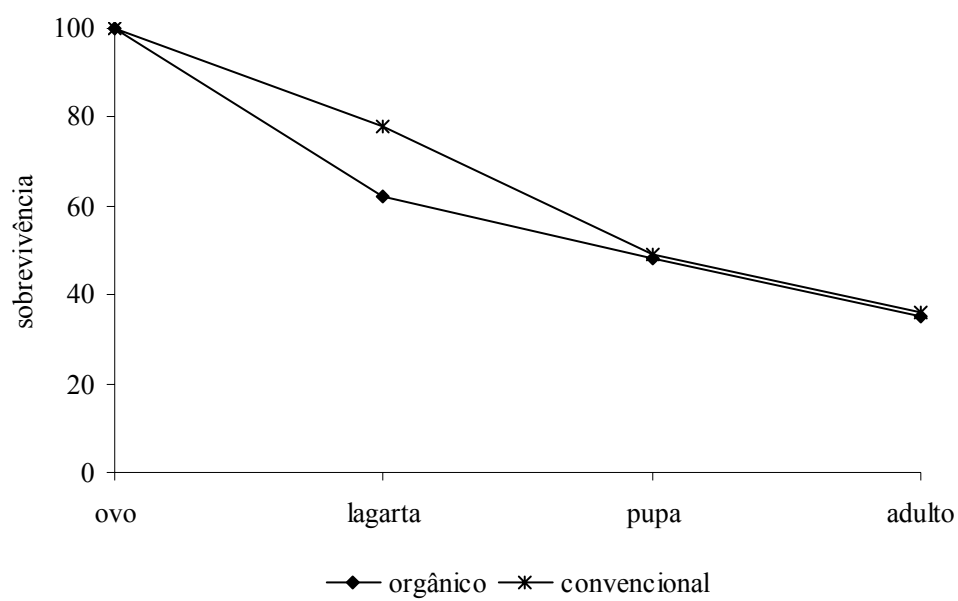


Fig. 5.2. Sobrevivência de *T. absoluta* em casa de vegetação, em vasos com solos provenientes de sistema convencional e orgânico de produção. Embrapa Hortaliças, DF, 2006.

Tabela 5.1. Análise foliar em tomateiros cultivados em solos provenientes de sistema orgânico e convencional de produção. Embrapa Hortaliças, DF, 2006.

Solo	N**	P**	K**
convencional*	34,05 ± 0,64	5,16 ± 0,47	19,64 ± 1,42
convencional não preferido	46,28	6,52	21,22
orgânico*	40,73 ± 3,15	8,69 ± 1,47	23,77 ± 2,59
orgânico não preferido	52,82	11,74	11,74

*valor referente à média entre três medidas

**g/kg=%x10

Tabela 5.2. Tabela de vida de *T. absoluta* em casa de vegetação com solos provenientes de sistema convencional e orgânico de produção. Embrapa Hortaliças, DF, 2006.

<i>Tratamento</i>	χ	n_x	l_x	d_x	q_x	p_x
Convencional	Ovo	107,0	1,0000	23,00	0,2150	0,7850
	Lagarta	84,0	0,7850	31,00	0,3690	0,6310
	Pupa	53,0	0,4953	14,00	0,2642	0,7358
	Adulto	39,0	0,3645	39,00	1,000	0,0000
Orgânico	Ovo	69,0	1,0000	26,00	0,3768	0,6232
	Lagarta	43,0	0,6232	10,00	0,2326	0,7674
	Pupa	33,0	0,4783	9,00	0,2727	0,7273
	Adulto	24,0	0,3478	24,00	1,0000	0,0000

χ = intervalo de idade

n_x = número de indivíduos de uma coorte vivos no início de cada intervalo de idade

l_x = proporção de indivíduos sobreviventes no início de cada intervalo de idade

d_x = número de indivíduos de uma coorte que morreram durante o intervalo de idade x até $x+1$

q_x = taxa finita de mortalidade durante o intervalo de idade de x até $x+1$

p_x = taxa finita de sobrevivência durante o intervalo de idade de x até $x+1$

CAPÍTULO 6

⁷Importância do Pólen como Recurso Alimentar para os Predadores, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae): Consequências para o Controle Biológico Conservativo

RESUMO – Os predadores *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) são frequentemente observados em cultivos de hortaliças, especialmente tomateiros, bem como sobre flores de diversas plantas próximas aos cultivos. Sabe-se que os predadores quando se alimentam de pólen e néctar, aumentam a sua longevidade e a sua capacidade reprodutiva. O objetivo deste trabalho foi identificar as plantas que poderiam servir de fonte de alimentação para as espécies selecionadas, com vistas a desenvolver estratégias para atrair e manter estas espécies em cultivos de hortaliças, especialmente de tomateiro. Adultos de *C. externa* (53 indivíduos) e *H. convergens* (43 indivíduos) foram coletados em 2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças. Os insetos foram processados pelo método de acetólise e os grãos de pólen extraídos e identificados. Um total de 11335 grãos de pólen, pertencentes a 21 famílias foram identificados para *C. externa*, enquanto que 46 grãos de pólen, pertencentes a dez famílias botânicas, foi identificado para *H. convergens*. Pólen da família Poaceae foi o mais abundante para *C. externa* e pólen da família Asteraceae foi o mais comum para *H. convergens*. A

⁷ Manuscrito a ser submetido para publicação na revista Neotropical Entomology em inglês

importância relativa do pólen de diferentes espécies de plantas como recursos alimentar para cada espécie predadora dá indicações da importância da flora dentro e no entorno da cultura para o estabelecimento das populações desses predadores e incremento do controle biológico conservativo.

PALAVRAS-CHAVE: Entomopalinologia, controle biológico natural, ecologia nutricional, predador

Entomopalinologia é o estudo de como os insetos usam o pólen e como os grãos de pólen se aderem ao corpo dos insetos durante a sua busca por recursos alimentares. Este estudo permite, por exemplo, determinar as rotas de migração dos insetos, as plantas empregadas para alimentação, bem como as plantas por eles polinizadas (Jones *et al.* 1995). Pode-se citar diversas razões para empregá-los nestes estudos como por exemplo, a facilidade de reconhecimento, podem ser identificados em família, gênero e espécie, além disso, a identificação do pólen pode fornecer muitas informações sobre a origem geográfica da planta (Jones & Jones 2001). No entanto, a principal limitação desta técnica é justamente a falta de estudos sobre os tipos de pólen encontrados regionalmente (Silberbauer *et al.* 2004). No Distrito Federal este problema não é tão relevante, já que existe um importante estudo palinológico da vegetação regional, o Cerrado, incluindo chaves de identificação (Salgado-Laboriau 1973), o que viabiliza estudos envolvendo análise palinológica.

Os grãos de pólen apresentam uma grande variedade de forma, tamanho e ornamentação de acordo com a espécie vegetal. Existem grãos muito pequenos como os de mimosas com menos de 10 (μm) e o pólen de milho e de mandioca que são os maiores, medem 100 ou mais μm . No entanto, o pólen da maioria das plantas mede entre 20 a 50 μm . Os grãos de pólen podem ser esféricos, elipsoidais ou achatados. A superfície pode apresentar ornamentações como espinhos, verrugas, estrias e redes, como também pode apresentar aberturas variáveis em número e forma. A forma e estrutura dos grãos de pólen são constantes em uma mesma espécie, mas muitas espécies de um mesmo gênero podem apresentar um mesmo tipo morfológico (Salgado-Laboriau 1984). Os grãos de pólen são constituídos por três camadas. A parte central é a célula viva, que germina, a camada do meio é a intina, que envolve todo o grão. A terceira camada é a exina, a mais externa. Se o grão de pólen não germina, logo perece, e o interior do citoplasma e as substâncias da intina são facilmente destruídas e desaparecem, deixando por pouco ou longo prazo a terceira camada a exina. A

exina contém um dos mais extraordinários materiais conhecidos no mundo orgânico, a esporopolenina que apresenta grande durabilidade e estabilidade química (Faegri *et al.* 1989). A exina resiste aos ácidos acético, clorídrico, sulfúrico e fluorídrico e também resiste à digestão quando o pólen é ingerido por animais (Salgado-Laboriau 1984). Esta resistência da exina é que permite a identificação dos grãos.

Existem ainda poucos estudos sobre os recursos florais explorados por predadores. A entomopalinologia tem sido freqüentemente usada para estudar os movimentos de abelhas e as fontes de alimentação de insetos pragas, já que o conhecimento dos hábitos alimentares e movimentos de migração de insetos pragas e/ou inimigos naturais, é importante para que métodos mais efetivos de controle possam ser desenvolvidos para conter as populações de pragas (Jones & Jones 2001, Silberbauer *et al.* 2004).

Como exemplo de estudos para a identificação de fontes de alimentação de pragas, podemos citar a análise de pólen feita para o bicudo-do-algodeiro *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), no Texas, EUA. Neste trabalho foram encontrados 2271 grãos de pólen, com 156 tipos diferentes, representando 44 famílias botânicas. Isso demonstrou que na região existia ampla opção de recursos alimentares alternativos para o bicudo-do-algodeiro, o que favorecia a sua sobrevivência em ausência de algodão (Jones & Coppedge 1996). Na Argentina, Cuadrado & Garralla (2002) encontraram para a mesma espécie 2404 grãos de pólen em 647 indivíduos dissecados, com 37 tipos de pólen, de quatro famílias botânicas. A quantidade de pólen encontrada nestes trabalhos reflete a natureza herbívora do inseto, que é especializado em pólen, botões florais e frutos de algodão.

Como foi apontado anteriormente, o estudo de fontes de alimentação de parasitóides e predadores são raros na literatura. Porém, desde a década de 1960, os trabalhos de Leius (1960, 1967) mostraram que parasitóides adultos visitam flores silvestres em busca de pólen e néctar, os quais são importantes para o crescimento, desenvolvimento, sobrevivência e

reprodução de muitos parasitóides e também de predadores (Landis *et al.* 2000). Sabe-se que recursos florais tais como pólen e néctar são importantes para o crescimento, desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de muitos parasitóides e predadores (Landis *et al.* 2000).

Berndt & Wratten (2005) verificaram em laboratório que, na presença de flores de *Lobularia maritima* L. (Brassicaceae), o parasitóide *Dolichogenidea tasmanica* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) apresentou razão sexual adequada, além de maior longevidade e fecundidade, quando comparado com a ausência de flores. Os autores concluíram que a disponibilidade de alimento para os parasitóides adultos é crítica para a sua sobrevivência e tem um papel muito importante na eficiência do parasitóide como agente de controle biológico.

Takasu & Lewis (1995) mostraram que fêmeas do parasitóide *Microplitis croceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) não alimentadas ao serem liberadas procuram por alimento, forrageando pelas plantas e após se alimentarem, procuram imediatamente pelo hospedeiro. Esse comportamento melhora a retenção e eficiência de busca no campo, comparados com as fêmeas que foram alimentadas antes da liberação, mostrando a importância de ter alimento para os parasitóides no campo. Wäckers (2004) em seu estudo concluiu que a mera presença de flores em um agroecossistema não é suficiente para garantir suprimento de néctar para parasitóides, além da atratividade é necessário também que o recurso esteja acessível. Portanto, estes estudos mostram que é importante identificar as plantas usadas pelos inimigos naturais para o desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação de inimigos naturais no campo.

A análise palinológica dos insetos pode ser aplicada ao estudo ecológico, pela identificação dos tipos vegetais como alimento. Do ponto vista agrônômico, as informações resultantes podem ser aplicadas diretamente no desenho agroecológico dos cultivos, uma vez

que as espécies escolhidas para diversificar o ambiente podem ser as espécies preferidas pelos insetos predadores.

O bicho-lixeiro *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) apresenta ampla distribuição geográfica e é nativo da Região Neotropical (Albuquerque *et al.* 1994) e a joaninha *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) também apresenta ampla distribuição geográfica na América do Norte e do Sul. Ambas são predadores freqüentemente presentes em cultivos de tomateiro, sendo que *C. externa* foi observada predando lagartas de *T. absoluta* (Medeiros & França 2007) e *H. convergens*, embora preferencialmente se alimente de pulgões, apresenta grande variabilidade alimentar, em épocas de escassez pode se alimentar de ovos de insetos, ácaros e pequenas lagartas (Hodek 1973). Estudo em laboratório mostrou que *H. convergens* se desenvolve normalmente quando alimentada em dieta de ovos de *Anasgata kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (Kato *et al.* 1999). Como não existem informações sobre as fontes complementares de alimentação destas espécies, o objetivo deste trabalho foi identificar as famílias de plantas que estes predadores usam como fonte de alimentação. Para isso, foi usado o pólen como um marcador natural.

Material e Métodos

Coleta de predadores

Adultos de *C. externa* e *H. convergens* foram coletados em áreas de cultivo orgânico de hortaliças na região do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal - PADF e no campo experimental da Embrapa Hortaliças. As coletas foram realizadas fora da área experimental descrita no capítulo 2. As coletas foram realizadas em 11/04/05 no PADF e no

período de agosto a outubro de 2005 na Embrapa Hortaliças, de forma manual ou com auxílio de rede entomológica. Após a coleta, os insetos foram mantidos em caixa de isopor com gelo, levados ao laboratório e estocados em freezer (-18°C) até o momento do processamento.

Recuperação do pólen nos insetos

Para a recuperação do pólen presente no trato digestivo dos predadores selecionados foi utilizada a técnica de acetólise de Erdtman (1960). A extração do pólen foi feita entre abril e junho de 2006, na Embrapa Hortaliças. Os insetos congelados foram retirados um dia antes da realização da acetólise, no dia seguinte lavados com álcool etílico a 99,3% para a eliminação dos grãos de pólen presentes na parte externa dos insetos e, em seguida, colocados em papel absorvente, para secar. Cada inseto foi colocado em um tubo de eppendorf (1,5ml) e macerado com um palito de madeira. Em seguida, foram submetidos ao processo de acetólise para destruição dos tecidos e partes orgânicas dos insetos. Os passos seguintes foram realizados em capela: para cada conjunto de 48 amostras foi preparada uma solução de anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção de 9:1 (27ml: 3ml), respectivamente. Em cada tubo foi colocado cerca de 0,5 ml da solução e levado à fervura a 120°C por 7 min em Termolyne. Em seguida, para paralisar a reação de acetólise, foi adicionado ácido acético glacial aos tubos, que foram centrifugados por três minutos em centrífuga horizontal em velocidade máxima 5.000rpm. Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado em recipiente destinado ao armazenamento de resíduos, mantendo apenas os resíduos dos insetos e o pólen no material decantado. Para remover a solução de acetólise, foi colocada água destilada em cada tubo para lavar o pólen, por três vezes, centrifugando na velocidade máxima 5.000rpm por três min. Antes de centrifugar, a solução foi misturada com um palito. Depois da última lavagem, o excesso de cada tubo

foi descartado e os resíduos foram corados com duas gotas de corante saffrin e álcool etílico a 99,3%. Em seguida foi colocado mais uma vez para centrifugar por mais três minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e adicionou-se oito gotas de glicerina. Depois desse processo cada conjunto de 16 tubos foi novamente aquecidos por cerca de 16 horas a 32 °C para eliminação do álcool.

Preparação das lâminas e identificação dos grãos de pólen

Após aquecimento por 16h a 32°C, a solução ficou pronta para preparação das lâminas. Em cada lâmina foram adicionadas duas gotas da solução de cada tubo e depois cobertas com uma lamínula. Em seguida, foi vedada com esmalte cosmético em volta da lamínula. As observações dos grãos de pólen foram feitas em microscópio óptico e a identificação dos tipos polínicos foi feita com auxílio da chave geral de identificação dos tipos polínicos da flora dos Cerrados (Salgado-Labouriau 1973), Esporos e Pólen do Chile (Heusser 1971) e Livro Texto de Análise de Pólen (Faegri *et al.* 1989). As lâminas foram observadas em microscópio óptico, sendo os grãos de pólen contados, registrados e identificados para cada amostra. Os tipos de pólen foram identificados até a classificação mais inferior possível, ou seja, família, gênero ou espécie. Coeficientes de similaridade (Índice de Renkonen) e índice de diversidade (Simpson) foram calculados para as amostras com o programa Metodologia Ecológica (Krebs 1998). Fotos dos grãos de pólen identificados foram feitas em microscópio óptico Axophot com câmara fotográfica.

Resultados e Discussão

Um total de 53 indivíduos de *C. externa* foram processados pelo método de acetólise e em 45 insetos (85%) foram encontrados um total de 11353 grãos de pólen de 21 famílias botânicas (Tabela 6.1). Para *C. externa* pólen de plantas da família Poaceae dominaram tanto em frequência de ocorrência como também em número total de grãos (Tabela 6.1). O número de grãos encontrados por indivíduos variou de 1 a 4.469 (Tabela 6.2). Pólen desta família estiveram presentes em 38 indivíduos (86% do total processado), sendo que, para uma média 214 grãos de pólen por inseto, 97% dos grãos eram dessa família. Algumas famílias como Moraceae, Smilacaceae e Myrtaceae apresentaram mais de um tipo de pólen, mostrando a variabilidade presente dentro das famílias. A maioria dos indivíduos apresentou um tipo de pólen, mas houve um indivíduo que apresentou 9 tipos de pólen (Tabela 6.2). O que mostra que o inseto busca o pólen visitando uma variedade de plantas.

Um total de 43 indivíduos de *H. convergens* foram processados e somente 22 (51%) apresentaram pólen. Foram encontrados 46 grãos de pólen pertencentes a nove famílias botânicas (Tabela 6.3). A espécie apresentou em média 1,0 grão de pólen por indivíduo sendo que o número de grãos encontrados variou de 1 a 10 (Tabela 6.4). A maioria dos indivíduos apresentou um tipo de pólen, mas houve um indivíduo que apresentou cinco tipos de pólen. Os grãos de pólen mais comuns foram os da família Asteraceae, presentes em todas as amostras, seguidos de Apiaceae, Leguminosae e Poaceae. Algumas famílias como Asteraceae e Leguminosae apresentaram mais de um tipo de pólen. As famílias Aracaceae, Caryophyllaceae e Moraceae foram encontradas exclusivamente nos indivíduos coletados no PADF. Para *H. convergens* foi observada uma distribuição mais equitativa de pólen dos quatro tipos mais comuns, mas não é possível dizer que exista uma preferência.

Comparando-se o conjunto de tipos de pólen utilizados por *C. externa* nos meses de agosto e setembro observou-se uma elevada similaridade entre as amostras (Índice de Renkonen =98,1). O que mostra que o padrão de utilização do pólen em agosto e setembro foram semelhantes, ou seja, apresentou grande abundância de gramíneas e numerosas espécies raras. Este resultado pode ter a influência da proximidade espacial e temporal entre as amostras, mas também pode ser que seja comum para a espécie que apresenta grande associação com gramíneas (Albuquerque *et al.* 1994). Para *H. convergens* os meses de abril, agosto, setembro e outubro apresentaram diferenças entre as amostragens (Índice de Renkonen de variou de 23,3 a 45,0). As amostragens mais semelhantes foram as de setembro e outubro (Índice de Renkonen=45,0) e as mais divergentes foram a de abril e outubro (Índice de Renkonen=23,3) que representam diferentes localidades e períodos de floração (Almeida *et al.* 1998).

Embora *C. externa* e *H. convergens* tenham apresentado oito famílias botânicas em comum, a similaridade comparada entre as amostras foi mais baixa (Índice de Renkonen=14). Esta diferença se deve provavelmente, às diferenças na abundância relativa de cada família botânica, especialmente pela grande abundância de Poaceae para *C. externa*. Quanto à diversidade de plantas utilizadas por *C. externa* foi muito baixa (Índice de Simpson=0,070 com tendência a 0,001) apesar do grande número de grãos de pólen encontrados, apresentou abundância relativa desproporcional, isto ocorreu devido à dominância das gramíneas, apesar da presença de muitas espécies raras. Para *H. convergens* a diversidade foi muito mais alta (Índice de Simpson=0,810), embora tenha apresentado a metade do número de espécies, isto ocorreu porque a equitabilidade na abundância dos grãos de pólen entre as espécies foi maior. Estas diferenças têm implicações diretas na forma de utilização do recurso como será discutido mais adiante.

A frequência de utilização e a importância relativa do pólen como recurso alimentar mostrou diferenças entre *C. externa* e *H. convergens*. A explicação mais provável para este fato é que *H. convergens* explore o recurso de forma ocasional ou pode ser também que seja mais explorado pelas fêmeas. Wratten *et al.* (1995) observaram maior proporção de fêmeas do predador *Melangyna novaezelandiae* (Macquart) (Diptera: Syrphidae) contendo pólen, embora para a espécie de sirfídeo *Melanostoma fasciatum* (Macquart) este fato não foi detectado. A preferência para ambas espécies foi a dicotiledônea mais comum na região *Crepis capillaris* (Linnaeus) (Asteraceae). O trabalho de Irvin *et al.* (1999) mostraram que existem diferenças no consumo de pólen por sirfídeos de acordo com a estação do ano e o sexo, portanto a fenologia dos sirfídeos é diretamente associada com a distribuição estacional de pólen. Uma vez que grãos de pólen são importantes para maturação sexual dos ovos de sirfídeos das espécies estudadas, a presença de recursos florais pode aumentar a população dessas espécies nos agroecossistemas.

As gramíneas são uma importante fonte de recurso para *C. externa*, embora uma grande diversidade de plantas também seja utilizada pela espécie. Nossos estudos, indicaram que a ingestão de pólen deve ter uma importância maior para *C. externa*, como a de obtenção de energia e não apenas para ativar a reprodução como acontece na maioria dos predadores generalistas como, por exemplo, *H. convergens*. Em geral, os adultos de predadores se alimentam do mesmo recurso que o jovem, como no caso dos coccinelídeos. No entanto, os neurópteros e muitos dípteros mudam de hábito alimentar quando adultos e apresentando requerimentos nutricionais semelhantes aos dos herbívoros (Garcia 1991). É importante ressaltar que ainda se conhece pouco sobre o alimento preferencial de cada espécie (Freitas 2001). Porém de acordo com Principi & Canard (1984), o gênero *Chrysoperla* quando adulto alimenta-se somente de pólen e néctar, os dados encontrados para *C. externa* são compatíveis, mostrando hábito alimentar herbívoro. Observações sobre o comportamento de forrageamento

de larvas de neurópteros mostraram que recursos florais são utilizados na dieta larval de *Chrysoperla plorabunda* (Fitch.) (Neuroptera: Chrysopidae) em algodão, sendo que o consumo aumenta quando diminui a disponibilidade local de presas. Os autores concluíram que a larva de *C. plorabunda* é onívora, ao invés de ser estritamente carnívora como vem sendo relatado na literatura (Limburg & Rosenheim 2001). Yee (1998 apud Silberbauer *et al.* 2004) analisou os grãos de pólen ingeridos pelo neuróptero *Mallada signatus* (Schneider) da família Chrysopidae e também encontrou grandes quantidades de pólen no intestino, especialmente de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae). O trabalho de Patt *et al.* (2003) mostrou que a inclusão de pólen e sucrose em dietas de baixa qualidade para larvas de *Chrysoperla carnea* Stephens diminuiu o tempo de desenvolvimento e gerou adultos maiores. Portanto, aumentam as evidências de que a ingestão de itens alimentares suplementares melhora a sobrevivência, o crescimento e a fecundidade de onívoros especialmente sob condições de escassez de presas. De qualquer forma o fato de *C. externa* e *H. convergens* se alimentarem de pólen seja em maior ou menor quantidade é vantajoso, sobretudo em épocas de escassez de alimento. Eubanks & Denno (1999) verificaram para o percevejo predador *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Lygaeidae) que alimentar-se em mais de um nível trófico, permite sua sobrevivência quando os recursos são de baixa qualidade (pulgões) ou indisponíveis (presas). Além disso, a dinâmica populacional de insetos onívoros está intimamente associada com as variações em suas plantas hospedeiras e não somente com a densidade de suas presas. Por outro lado, o estudo de Cottrell & Yeargan (1998) com a joaninha *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) mostrou que a abundância de pólen aumenta a população larval, porém não aumentou a predação. O que sugere que abundância de pólen desvia *C. maculata* da carnivoría.

Outro aspecto relevante para a ecologia de *Chrysoperla* é que uma vez que o adulto se alimenta de pólen e néctar, o local escolhido pelas fêmeas para fazer a oviposição muitas

vezes não segue uma orientação de alimentação adequada para as futuras larvas. Portanto, ovos podem ser colocados em locais onde não há presas para as larvas (Duelli 1987). Em milho, é comum a presença de grande quantidade de ovos de crisopídeos (mais de cinco ovos/planta em média), porém poucas larvas são vistas. Os fatores que influenciam a sobrevivência larval são poucos conhecidos (Andow 1996). Entretanto, análises de pólen em longo prazo poderão revelar muito sobre os requerimentos nutricionais dos crisopídeos.

Quanto ao tipo de planta utilizada, para *C. externa* ficou evidente a sua preferência por plantas da família Poaceae, que constituem uma das maiores e mais amplamente distribuídas famílias de plantas vasculares, sendo dominante em muitos ambientes, inclusive em alguns tipos fisionômicos do cerrado. As gramíneas florescem durante o ano todo, embora exista um pico de produção de pólen nos meses de abril a junho. De acordo com Salgado-Laboriau & Rinaldi (1990), o tamanho do grão de pólen varia de 17,5 até 60,6 µm no diâmetro máximo. Pequenas diferenças na ornamentação junto com o tamanho dos grãos permite a distinção de grupos ou da espécie. Neste trabalho não foi efetuada medida dos grãos de gramíneas, no entanto, devido a grande diferença de tamanho encontrada é muito provável que pelo menos dois tipos de gramíneas tenham sido exploradas: espécies nativas, que apresentam grãos de pólen menores e representaram 90% do pólen de Poaceae e as espécies de gramíneas cultivadas, como, por exemplo, o milho, que apresentam grãos de pólen maiores e constituíram 10% do pólen de Poaceae. Outro aspecto interessante é a diversidade de plantas exploradas por *C. externa* que ingeriram esporos de pteridófitas (esporo-trilete) e pólen de gimnospermas (Aracaceae) e angiospermas (todos os outros). O trabalho de Venzon *et al.* (2006) mostrou que fêmeas de *C. externa* quando foram alimentadas com pólen de leguminosas como guandu ou crotalária tiveram um desenvolvimento melhor quando complementadas com mel, sugerindo que os sistemas orgânicos de café poderiam aumentar a efetividade deste predador se for diversificado com plantas que forneçam pólen e plantas que

forneçam néctar. Para efeito comparativo, seria interessante que trabalho semelhante incluísse gramíneas como fonte de recursos.

A diversidade de pólen encontrada no aparelho digestivo de *H. convergens* sugere que a espécie forrageia ativamente em diversas plantas, com ampla capacidade de movimentação sobre a vegetação. É possível que a presença dessas espécies seja um reflexo da abundância da flora local, como também do período de floração de cada espécie. Uma análise palinológica de longo prazo para ambas espécies seria importante para determinar o uso de recursos florais ao longo do ano. Haslett (1989) fez análise de pólen para seis espécies de sirfídeos, concluindo que algumas das espécies estudadas são altamente seletivas em sua dieta de pólen, enquanto outras são mais generalistas.

A importância da análise de pólen está em identificar as plantas que são freqüentemente usadas pelos predadores, para que estas plantas sejam incluídas dentro dos agroecossistemas como forma de manter os predadores no ambiente. Prasifka *et al.* (1999) mostraram que vários predadores, como por exemplo, *H. convergens* se movimentam entre parcelas próximas de algodão e sorgo granífero. Isto indica que o sorgo granífero pode ser usado como fonte mantenedora de predadores no algodão. Uma prática aconselhável seria formar ao redor da área cultivada barreiras de proteção do cultivo com as espécies das famílias mais encontradas, ou seja, gramíneas para *C. externa* e para *H. convergens* pode ser Asteraceae combinada com Apiaceae ou Leguminosae ou Poaceae. Se for possível, pode-se sincronizar o período de floração da espécie incluída com o período mais crítico do cultivo, ou seja, em que os danos causados pelos insetos praga poderão resultar em maiores perdas de produtividade. O planejamento da diversificação do ambiente é importante para que haja sempre disponibilidade de pólen. Neste sentido, várias estratégias são possíveis de serem implementadas de forma a assegurar um manejo ecológico do ambiente, como por exemplo, policultivo (sendo que uma das plantas não precisa ser necessariamente visando obter

produção), estabelecimento de faixas de cultivos para atrair insetos benéficos dentro ou em volta da área de produção, vegetação do entorno incluindo as famílias botânicas presentes nas amostras nas adjacências dos cultivos.

Este trabalho mostrou que embora grãos de pólen sejam muito importantes para os predadores, as diferentes espécies apresentarão diferentes necessidades. Para compreender melhor o papel das plantas como recurso alimentar para predadores é importante determinar o uso do habitat e os movimentos locais, estudando o pólen ingerido por predadores generalistas ao longo das estações do ano, dentro e fora das áreas cultivadas, bem como na vegetação de contorno. Silberbauer & Gregg (2003) examinaram o exoesqueleto de predadores generalistas para a presença de pólen, demonstrando que insetos benéficos visitam e se movimentam por vários tipos de vegetação dentro e ao redor dos campos de algodão. Os tipos de pólen encontrados nos insetos dependem do período do ano em que são coletados, assim como da presença e da variedade da floração que é sazonal (Silberbauer *et al.* 2004). O trabalho de Cuadrado (2000) com o bicudo-do-algodoeiro é um exemplo de que aspectos fisiológicos tais como sazonalidade, sexo, morfologia externa do inseto, gorduras acumuladas e estado reprodutivo podem ser relacionados com os recursos alimentares, marcados por meio do pólen. O número de grãos de pólen encontrados no conteúdo do trato digestivo do bicudo-do-algodoeiro foi altamente variável, sendo em geral menos abundante durante meses de inverno (Cuadrado 2000). O entendimento do movimento espacial e sazonal de herbívoros é útil para o manejo de insetos-pragas (Gregg *et al.* 2001). No caso de predadores, podem ser manipulados pelo fornecimento de fontes de forrageamento adequadas no momento em que são necessários (Silberbauer *et al.* 2004). De acordo com Ambrosino *et al.* (2006) o uso de plantas em agroecossistemas como fonte de recursos para inimigos naturais, é uma prática que vem aumentando, mas a atratividade das plantas candidatas não vem sendo testada para os artrópodos chaves. Conhecer a forma como as espécies vegetais são utilizadas por predadores

poderão ser úteis para manejar adequadamente a comunidade de insetos, atraindo os insetos benéficos para os locais de cultivo, por meio da inclusão de suas plantas preferidas próximo ou junto dos cultivos.

Referências

- Albuquerque, G.S., C.A. Tauber & M.J. Tauber. 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potencial for biological control in Central and South America. *Biol. Control* 4: 8-13.
- Almeida, S.P., C.E.B. Proença, S.M. Sano & J.F. Ribeiro. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 464 p.
- Ambrosino, M.D., J.M. Luna, P.C. Jepson & S.D. Wratten. 2006. Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects and herbivores. *Environ. Entomol.* 35: 394-400.
- Andow, D. 1996. Augmentation natural enemies in maize using vegetational diversity. *Biol. Pest Control Sys. Integr. Pest. Manag.* 47: 137-153.
- Berndt, L.A. & S.D. Wratten. 2005. Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasmanica*. *Biol. Control* 32: 65-69.
- Cottrell, T.E. & K.V. Yeargan. 1998. Effect of pollen on *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) population density, predation, and cannibalism in sweet corn. *Environ. Entomol.* 27: 1402-1410.

- Cuadrado, G.A. 2000. *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la Zona Central y Sud Oeste de Misiones, Argentina: Polen como fuente alimenticia y su relación com el estado fisiológico en insectos adultos. Neotrop. Entomol. 31: 121-132.
- Cuadrado, G.A. & S.S. Garralla. 2002. Plantas alimenticias alternativas del picudo del algodón (*Anthonomus grandis* Boh.) (Coleoptera: Curculionidae) em la Provincia de Formosa, Argentina: Análisis palinológico del tracto digestivo. An. Soc. Entomol. Brasil 29: 245-255.
- Duelli, P. 1987. Influence of food on the oviposition site selection in a predatory and honeydew-feeding lacewing species (*Planipennia*, Chrysopidae). Neuroptera Int. 4: 205-210.
- Erdtman, G. 1960. Pollen morphology and plant taxonomy: An introduction to palynology: Angiosperms. New York, Almqvist & Wiksell, 553p.
- Eubanks, M.D. & R.F. Denno. 1999. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. Ecology 80. Disponível em:
<http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m2120/is_4_80/ai_54994056>
- Faegri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski. 1989. Textbook of pollen analysis. 4th. ed. Chichester, John Wiley & Sons, 328p.
- Freitas, S. 2001. Uso de crisopídeos no controle biológico de pragas p.209-224. In J.R.P. Parra, P.S.M. Botelho, B.S.Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo, Manole, 609p.
- Garcia, M.A. 1991. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres p.289-312 In A.R. Panizzi & J.R.P Parra (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 412p.
- Gregg, P.C., A.P. del Socorro & W.A. Rochester. 2001. A field test of a model of migration of moths (Lepidoptera: Noctuidae) from western Queensland, Australia. Aust. J. Ecol. 40: 249-256.

- Haslett, J.R. 1989. Interpreting patterns of resource utilization: randomness and selectivity in pollen feeding by adults hoverflies. *Oecologia* 78: 433-442.
- Heusser, C.J. 1971. Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae. Tucson, The University of Arizona, 167p.
- Hodek, I. 1973. Biology of Coccinelidae. Prague: Academic of Sciences. 260p.
- Irvin, N.A., S.D. Wratten, C.M. Frampton, M.H. Bowie, A.M. Evans & N.T. Moar. 1999. The phenology and pollen feeding of three hover fly (Diptera: Syrphidae) species in Caterbury, New Zealand. *N. Z. J. Zool.* 26: 105-115.
- Jones, G.D. & J.R. Coppedge. 1996. Pollen feeding by overwintering boll weelvis. *Proc. Beltwide Cotton Conf.* 2: 976-977.
- Jones, G.D. & S.D. Jones. 2001. The uses of pollen and its implication for entomology. *Neotrop. Entomol.* 30: 341-350.
- Jones, G.D., V.M. Bryant Jr., M.H. Lieux, S.D. Jones & P.D. Lingren. 1995. Pollen of Southeastern United States: with emphasis on melissopalynology and entomopalynology. 180p. (AASP Contributions Series, Number 30). Atlas.
- Kato, C.K., V.H.P. Bueno, J.C. Moraes & A.M. Auad. 1999. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleóptera: Coccinelidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *An. Soc. Entomol. Brasil.* 28: 455-459.
- Krebs, C.J. 1998. *Ecological Methodology*. Menlo Park, Addison Wesley, 620 p.
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45: 175-201.
- Leius, K. 1960. Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some hymenopterous parasites. *Can. Entomol.* 92: 369-376.
- Leius, K. 1967. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. *Can. Entomol.* 99: 444-446.

- Limburg, D.D. & J.A. Rosenheim. 2001. Extrafloral nectar consumption and its influence on survival and development of an omnivorous predator, larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 30: 595-604.
- Medeiros, M.A. & F.A. França. 2007. Comunidade de artrópodos em cultivo de tomate no Distrito Federal, Brasil. *Neotrop. Entomol.* (submetido).
- Patt, J.M., S.C. Wainright, G.C. Hamilton, D. Whittinghill, K. Bosley, J. Dietrick & J.H. Lashomb. 2003. Assimilation of carbon and nitrogen from pollen and nectar by a predaceous larva and its effects on growth and development. *Ecol. Entomol.* 28: 717-728.
- Prasifka, J.R., P.C. Krauter, K.M. Heinz, C.G. Sansone & R.R. Minzenmayer. 1999. Predator conservation in cotton: using grain sorghum as a source for insect predators. *Biol. Control* 16: 223-229.
- Principi, M.M. & M. Canard. 1984. Feeding habits p.76-92. In M. Canard, Y. Sémecia & T.R. New (eds.), *Biology of Chrysopidae*. The Hague, Dr. W. Junk Publishers, 294p.
- Salgado-Laboriau, M.L. 1973. Contribuição à palinologia dos Cerrados. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 291p.
- Salgado-Laboriau, M.L. 1984. Reconstrucción del ambiente através de los granos de pólen. *Invest. Cienc. Sci. Am.* 96: 6-17.
- Salgado-Laboriau, M.L. & M. Rinaldi. 1990. Palynology of Gramineae of the Venezuelan Moutains. *Grana*, 29: 119-128.
- Silberbauer, L., M. Yee, A.D. Socorro, S. Wratten, P. Gregg & M. Bowie. 2004. Pollen grains as markers to track the movement of generalist predatory insects in agroecosystems. *Int. J. Pest Manag.* 50: 165-171.
- Silberbauer, L. & P. Gregg. 2003. Tracing short-term beneficial insect movement using insect-borne pollen p. 501-505. In 1st International Symposium on Biological Control of

Arthropods. Honolulu, Hawaii, 14-18, January 2002. USDA Forest Service. Disponível em: <<http://www.bugwood.org/arthropod/index.html>>.

Takasu, K. & W.J. Lewis. 1995. Importance of adult food sources to host searching of the larval parasitoid *Microplitis croceipes*. Biol. Control 5: 25-30.

Venzon, M., M.C. Rosado, D.E. Euzébio, B. Souza & J.H. Schoereder. 2006. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol. 35: 371-376.

Wäckers, F.L. 2004. Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. Biol. Control 29: 307-314.

Wratten, S.D., A.J. White, M.H. Bowie, N.A. Berry & U. Weigmann. 1995. Phenology and ecology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in New Zealand. Popul. Ecol. 24: 595-600.

Tabela 6.1. Números de grãos de pólen e famílias botânicas encontradas no trato digestivo de *C. externa*. DF, 2005-2006.

Família	Agosto	Setembro	Total
Amaranthaceae		-	
<i>Alternanthera</i>	1		1
Apiaceae	3	-	3
Apocynaceae	1		
<i>Laseguea acutifolia</i>		1	2
Aristolochiaceae			
<i>Aristolochia</i>	-	1	1
Asteracea			
Tipo <i>Aspilla</i>	10	1	11
Bromeliaceae	1	-	1
Caryophyllaceae	-	10	10
Chenopodiaceae	2	-	2
Cucurbitaceae	-		
<i>Ceratosanthes</i>		1	1
Euphorbiaceae		1	
<i>Tragia lagoensis</i>	1		2
Fabaceae			
<i>Zornia</i>	6	-	6
Smilacaceae	5	1	
Tipo <i>Smilax</i>		1	7
Melastomataceae-			
Combretaceae	1	10	11
Myrtaceae	-	52	52
Moraceae	3	6	
Tipo <i>Brosimum</i>	1		10
Opiliaceae		-	
<i>Agonandra brasiliensis</i>	2		2
Pinaceae	-	1	1
Poaceae	7088	4071	11159
Pteridophyta*	-	1	1
Styracaceae			
Tipo <i>Styrax</i>	2	-	2
Trigoniaceae	48	-	48
não identificado	4	2	6
Total	7178	4165	11336
indivíduos sem pólen	3	5	8
indivíduos analisados	24	29	53

Nº de grãos/nºtotal de indivíduos	299	138	214
*esporo			

Tabela 6.2. Número de grãos de pólen por indivíduo e número de famílias botânicas obtidas de *C. externa* pelo método de acetólise. DF, 2005-2006.

Data	Número de Grãos				Famílias Botânicas		
	0	1-50	50-400	>400	1	2-3	4-9
Agosto	3	16	-	4	7	7	6
Setembro	5	14	7	4	16	7	1

Tabela 6.3. Números de grãos de pólen e famílias botânicas encontradas no trato digestivo de *H. convergens*. DF, 2005-2006.

	Abril	Agosto	Setembro	Outubro	Total
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera</i>	-	-	1	-	1
Apiaceae	-	3	-	3	6
Arecaceae	3	-	-	-	3
Asteraceae					
<i>Aspilia</i>	1	1	2	8	
Tipo 2				4	16
Caryophyllaceae	2	-	-	-	2
Chenopodiaceae	2	-	-	2	4
Leguminosae	-	1	3	1	6
<i>Mimosa</i>				1	
Moraceae	1	-	-	-	1
Pinaceae	-	1	-	-	1
Poaceae	3	2	-	1	6
total- pólen	12	8	6	20	46
indivíduos sem pólen	2	13	6	1	22
indivíduos analisados	4	20	11	8	43
nº de grãos/nºtotal de indivíduos	3	0,4	0,54	2,5	1,06

Tabela 6.4. Número de grãos de pólen por indivíduo e número de famílias botânicas obtidas de *H. convergens* pelo método de acetólise. DF, 2005-2006.

Data	Local	Número de Grãos				Famílias Botânicas		
		0	1-3	4-7	7-10	1	2	3-5
Abril	PADF	2	1	-	1	-	1	1
Agosto	Embrapa Hortaliças	12	7	-	-	6	1	-
Setembro	Embrapa Hortaliças	6	5	-	-	4	1	-
Outubro	Embrapa Hortaliças	1	6	1	1	5	3	-

CAPÍTULO 7

Considerações Gerais

A diversificação da vegetação incluída dentro de uma estratégia de manejo agroecológico da cultura do tomateiro melhorou o desempenho do controle biológico natural, através do aumento dos inimigos naturais e influenciou a dinâmica populacional da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), reduzindo seu dano quando em comparação ao sistema convencional.

Entre as plantas testadas em consórcio com o tomateiro, o coentro e o botão-de-ouro afetaram a dinâmica populacional da praga e a comunidade de insetos associados. Foram observados menores níveis populacionais de ovos e adultos da traça-do-tomateiro, maior riqueza e abundância de herbívoros gerais e de predadores generalistas, especialmente para o sistema orgânico.

O coentro é uma boa alternativa de consórcio no sistema de produção do tomateiro porque ajuda a diminuir a colonização da traça-do-tomateiro, atrai inimigos naturais, apresenta características fitotécnicas adequadas como, por exemplo, cresce rapidamente e apresenta flores de fácil acesso para predadores e parasitóides.

O sistema orgânico, assim como o convencional, apresenta diversos fatores de mortalidade como parasitóides, predadores e a ação mecânica da água. Estes fatores são importantes para manter a população em densidades baixas e podem ser manejados de forma a conferir uma maior proteção às plantas. Entre os inimigos naturais que causam mortalidade na traça do tomateiro destacam-se o parasitóide de ovos *Trichogramma* sp. (Trichogrammatidae), os parasitóides de larva-pupa *Apanteles* sp., *Bracon* sp. (Braconidae), *Conura* sp.1, *Conura* sp.2 (Chalcididae), *Diadegma* sp. (Ichneumonidae), os predadores, as vespas *Brachysgastra lecheguana* Latreille, *Polybia* sp.1, *Polybia* sp.2 (Vespidae), além da aranha *Misumenops pallidus* (Keys) (Araneidae), o percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Pentatomidae), um Formicidae e um Sphecidae.

As menores densidades populacionais de traça-do-tomateiro observadas em campos de tomateiro cultivados no sistema orgânico se devem a uma combinação de não-preferência de oviposição associado a maior quantidade de predadores generalistas afetando a sobrevivência da progênie.

Os predadores *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinelidae) são freqüentemente encontrados em cultivos de tomateiros, são predadores generalistas e exploram recursos florais para complementar suas dietas. No entanto, a importância relativa dos recursos florais na dieta de cada espécie pode ser um fator diferencial na colonização de agroecossistemas produzindo variações na abundância relativa. Assim, a composição de espécies de plantas que forneçam pólen pode ser manejada de forma a atrair determinados grupos de predadores. Por exemplo, para *C. externa* pode ser incluídas plantas da Família Poaceae e para *H. convergens* pode-se incluir plantas da Família Asteraceae e também Leguminosae e Poaceae.

Estes estudos contribuíram para um maior entendimento sobre os mecanismos que mantêm a traça-do-tomateiro em baixas densidades nos sistemas orgânicos de produção. Embora ainda sejam necessários outros estudos complementares tais como: 1) efetuar uma análise de aminoácidos comparativa entre a seiva de plantas do sistema orgânico e convencional, para verificar se as diferenças existentes podem influenciar a preferência de oviposição/colonização da traça-do-tomateiro; 2) elaborar experimentos para separar o papel dos predadores do efeito mecânico da água de irrigação/chuva na mortalidade da traça-do-tomateiro; 3) desenvolver uma proposta de manejo do consórcio tomate-coentro de forma a maximizar as vantagens agronômicas e estudar o efeito dos cairomônios do coentro na traça-do-tomateiro e em inimigos naturais; 4) investigar a exploração de recursos florais em longo prazo para predadores potencialmente úteis no sistema com vistas a incluir no sistema as famílias botânicas exploradas preferencialmente pelos predadores estudados.