

Fatores de mortalidade na fase de ovo de *Tuta absoluta* em sistemas de produção orgânica e convencional de tomate

Maria Alice de Medeiros ^(1*); Edison Ryoiti Sujii ⁽²⁾; Helena Castanheira de Morais ⁽³⁾

⁽¹⁾ Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218, 70359-970 Brasília (DF). E-mail: maria.alice@embrapa.br (*) Autora correspondente.

⁽²⁾ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa Postal 2372, 70770-900 Brasília (DF). E-mail: sujii@cenargen.embrapa.br

⁽³⁾ Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília (DF). E-mail: morais@unb.br

Recebido: 11/dez./2007; Aceito: 27/mai./2010

Resumo

A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) está sujeita a fatores de mortalidade bióticos como predadores e parasitoides e fatores abióticos como água da irrigação e da chuva que influenciam sua dinâmica populacional. O objetivo deste trabalho foi quantificar a importância desses fatores na sobrevivência de ovos da traça-do-tomateiro. Os experimentos foram desenvolvidos na Embrapa Hortaliças, de 1/8/2004 a 7/11/2005, em plantio de tomate e tomate consorciado em sistema orgânico e tomate em sistema convencional. As avaliações consistiram em: 1) coleta de ovos no campo em diferentes épocas do ciclo da cultura e sua incubação em laboratório até a emergência do parasitoide ou eclosão da lagarta; 2) exposição de ovos sentinelas no campo por 72 horas; 3) ovos marcados e acompanhados a cada 24 horas até eclosão das lagartas em campo. Ovos coletados no campo e incubados em laboratório mostraram que a mortalidade por *Trichogramma* sp. foi de 32%. A mortalidade dos ovos que permaneceram no campo (metodologia 2 e 3), evidenciaram que o parasitismo por *Trichogramma* sp. foi de 12% e que os predadores e o efeito mecânico da água produziram 36% de mortalidade dos ovos. Essa diferença revela que a permanência dos ovos no campo os expõe à competição com predadores e a mortalidade causada pelo efeito mecânico da água reduzindo o recrutamento de *Trichogramma* sp. Parasitoides de ovos, predadores generalistas associados à ação da água acarretaram maior mortalidade de *T. absoluta* em sistemas de produção orgânica de tomate.

Palavras-chave: Agroecologia, controle biológico conservativo, controle cultural, irrigação, inimigo natural.

Mortality factors at egg stage of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on organic tomato system and on conventional tomato system

Abstract

The population dynamics of South American tomato pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) affected by several mortality biotic factors such as predators, parasitoids and water (irrigation and raining). The objective of the present work was to quantify the role of each factor in the survivorship of tomato pinworm eggs. The experiments were conducted at Embrapa Hortaliças from 01/08/2004 to 07/11/2005 in tomato and tomato-coriander organic system and traditional tomato crop system. The following methodology were conducted: 1) tomato pinworm eggs were collected in the field at different stages of the crop cycle and incubated in laboratory until the caterpillar/parasitoid emergency; 2) tomato pinworm eggs were marked and recollected after 72 hours, as sentinel prey; 3) cohorts of tomato pinworm eggs were marked and monitored each 24h until caterpillar eclosion. The eggs collected in the field and kept in the lab showed greater mortality by *Trichogramma* sp. (32%) than those kept in the field (methodology 2 and 3). However, under field conditions (method 2 and 3) by *Trichogramma* sp. was as lower as 12%, and mortality caused by predator and water effects reach 36%. This difference suggests that egg permanence in the field expose it to competition with predators and mortality caused by water effect, decreasing the recruitment of *Trichogramma* sp. Egg parasitoids, generalist predators associated with the water impact resulted in more mortality rates on eggs of *T. absoluta* in organic tomato cropping system.

Key words: Agroecology, conservation biological control, cultural control, irrigation, natural enemies.

1. INTRODUÇÃO

A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) ataca vários gêneros de solanáceas, preferencialmente o tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill., sendo uma das principais pragas da cultura, devido aos danos diretos causados durante todo o ciclo da cultura (FRANÇA et al., 2000; MICHEREFF FILHO e VILELA, 2000). O pico populacional da praga coincide com os meses mais secos do ano, embora ocorra no tomateiro o ano todo. Em geral, a precipitação pluvial reduz as populações da praga, 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 (CASTELO BRANCO, 1992).

O ciclo de vida de *T. absoluta*, do ovo até a morte do adulto, é de aproximadamente 38 dias (HAJI et al., 1988). A fase de ovo da traça-do-tomateiro dura entre três e seis dias (COELHO e 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 a haste, perfuram o broto terminal e atacam os frutos, principalmente, na região de inserção do cálice, encontram apoio para penetrar; esta fase dura cerca de 14 dias (FRANÇA et al., 2000). Cada fêmea pode ovipositar de 55 a 130 ovos durante três a sete dias (COELHO e 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 parasitoides, 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 (Hym.: Trichogrammatidae), tenha sido estudado sob diversos aspectos (FARIA et al., 2000; GONÇALVES-GERVÁSIO et al., 2000; PRATISSOLI e PARRA, 2001; HAJI et al., 2002; PRATISSOLI et al., 2005a, b; MEDEIROS et al., 2006), poucos trabalhos consideraram o controle biológico natural pela conservação de inimigos naturais (MIRANDA et al., 1998). A traça-do-tomateiro pode estar sujeita a diferentes fatores de mortalidade durante seus diferentes estágios de desenvolvimento, como predadores, parasitoides e mecânicos como a água da irrigação e chuva que influenciam sua dinâmica populacional. A quantificação da importância relativa de cada fator é importante para a

proposição de novas estratégias baseadas na combinação de diferentes métodos de controle para o manejo da praga em diferentes sistemas de produção. O controle biológico natural durante a fase de ovo tem maior impacto porque evita-se o risco de perdas significativas à cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação na mortalidade na fase de ovo causada pelo controle biológico natural na população de *T. absoluta* em diferentes condições de manejo do tomateiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

Todos os experimentos foram desenvolvidos em Brasília -DF (15°56'S, 48°08'W e altitude 997,6 m), em área de Latossolo Vermelho-Escuro, em 2004 e 2005.

Os tratamentos orgânicos foram estabelecidos em área destinada ao sistema de produção orgânica da Embrapa Hortaliças, sob este manejo desde 2001. A área orgânica situa-se a cerca de 250 m de uma mata ciliar, onde foi feito policultivos com as seguintes culturas: cebola *Allium cepa* L. (Alliaceae), cenoura *Daucus carota* L. (Apiaceae), brócolis *Brassica oleracea* (Brassicaceae), pepino *Cucumis sativus* L. (Cucurbitaceae) e alho *Allium sativum* L. (Alliaceae), rotação com milho *Zea mays* L. (Poaceae) e utiliza como adubo verde milho e sorgo *Sorghum bicolor* L. Moench (Poaceae), é cercada por faixas com o girassol mexicano *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) (Asteraceae) e as áreas não cultivadas são mantidas com vegetação espontânea, onde predomina o capim napier *Pennisetum purpureum* Stapt. (Poaceae) e capim braquiária *Brachiaria decumbens* Schum (Poaceae). A área orgânica está separada da área onde se empregam práticas convencionais como adubações e inseticidas a uma distância de 100 m. A área convencional situa-se a cerca de 1250 m da mata ciliar citada acima. A área convencional é destinada principalmente ao cultivo de tomate e milho. No entorno dos experimentos foram estabelecidas bordas de milho e crotalaria *Crotalaria juncea* L. (Leguminosae) como barreira e para aumentar a diversidade vegetal.

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

Parasitismo em ovos durante o pico populacional da traça-do-tomateiro

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 estava equivalente a 3 ovos/planta) e no fim do ciclo do tomateiro, um número variável de ovos com

idade desconhecida em cada parcela, com os seguintes tratamentos: 1) tomate, 2) tomate+coentro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae); 3) tomate+coentro+botão-de-ouro *Galinsoga parviflora* Cav. (Asteraceae), com três repetições em sistema orgânico; 4) tomate, 5) tomate+coentro; 6) tomate+coentro+botão-de-ouro, com três repetições em sistema convencional. Cada repetição corresponde a uma parcela constituída por 80 plantas do híbrido F1 Duradoro com espaçamento de 0,50 m entre plantas e 0,80 m entre linhas no sistema tutorado com fileira dupla, sendo uma planta/vara, o que totalizou 25 m² por parcela espaçadas de 2 m entre si (em linhas de 5 m x 5 m, separadas por uma distância de 2 m). Os tratamentos foram casualizados por blocos a fim de permitir que cada tratamento ocupasse uma vez cada posição. O solo das parcelas no sistema orgânico foi arado, encanteirado e adubado com composto por ocasião do plantio e por cobertura aos 50 dias. 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 e Miranda (1992). No sistema convencional, foram utilizados cinco aplicações de 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 mantidos em câmaras climatizadas tipo Percival, a 25 ± 2 °C, 60±10% UR, para observar a emergência da lagarta de *T. absoluta* ou de parasitoides.

Parasitismo em ovos durante a colonização da traça-do-tomateiro - os ovos de *T. absoluta* foram coletados em plantio: 1) tomate e 2) tomate+coentro estabelecidos em sistema orgânico visando comparar as taxas de parasitismo dos ovos ao longo da fenologia das plantas, além do efeito do coentro como cultura consorciada. As coletas foram realizadas aos 59, 66 e 80 dias após o transplante, quando nos tomateiros havia frutos pequenos, médios e grandes respectivamente. O coentro estava florindo aos 59 dias e senescendo aos 80 dias. Os ovos coletados foram mantidos em laboratório até a emergência da lagarta (3-4 dias) ou do parasitoide (8-10 dias), conforme descrição anterior. Cada tratamento foi repetido três vezes, adotando as mesmas práticas descritas acima.

Fatores de mortalidade em ovos de traça-do-tomateiro monitorados no campo

Marcação e recuperação dos ovos da traça-do-tomateiro - ovos depositados naturalmente pela *T. absoluta* em plantas de tomateiro foram marcados e recuperados após o período de 72 horas 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; 3) tomate no sistema convencional. Após o período de 72 horas, os ovos foram recuperados e individualizados em cápsulas de gelatina, levados ao laboratório para determinar seu estado com auxílio de microscópio estereoscópico, segundo o critério: 1) presença da lagarta recém-eclodida no local marcado ou próximo; 2) parasitados (ovos escuros ou com a presença do parasitoide); 3) ovos inviáveis (aqueles que permaneceram amarelos por mais de 15 dias); 4) ovos predados ou derrubados pela água (aqueles que não estavam no local marcado) (NORDLUND et al., 1984; COSTA et al., 1998). A irrigação foi provida por sistema de aspersão nos dois sistemas.

Acompanhamento de coortes horizontais de ovos da traça-do-tomateiro - ovos naturalmente depositados por *T. absoluta* em plantas de tomateiro foram marcados e monitorados a cada 24 horas até ocorrer eclosão das lagartas (96 horas), 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; 3) tomate no sistema convencional. Após a eclosão das lagartas, os demais ovos foram recuperados e individualizados em cápsulas de gelatina. O estado de cada ovo da traça-do-tomateiro foi determinado, segundo o critério: 1) presença da lagarta; 2) parasitados (ovos escuros ou com a presença do parasitoide), 3) ovos inviáveis (aqueles que permaneceram amarelos por mais de 15 dias e 4) ovos predados ou derrubados pela água (aqueles que não estavam no local marcado). No decorrer dos experimentos, foram coletadas lagartas no campo. Lagartas sadias foram mantidas em laboratório para empupar e determinar a presença de parasitismo. Lagartas com sintomas de doença ou mortas foram encaminhadas para os Laboratórios de Bacteriologia, Micologia e Virologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia para a identificação dos agentes.

Análise estatística

As taxas de mortalidade foram comparadas por análise de variância (ANOVA) ou quando não atendendo os pré-requisitos de ANOVA, empregou-se teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparação de médias (Student-Newmann-Keuls, $p=0,05$), ou alternativamente pelo teste qui-quadrado. A sobrevivência dos ovos ao longo das coletas do experimento acompanhamento de coortes horizontais de ovos da traça-do-tomateiro foi submetido à análise de regressão sendo selecionado o modelo de melhor ajuste a partir da significância, coeficiente de determinação e da explicação biológica do fenômeno. Todas as análises foram realizadas com o programa SigmaStat 3.1. (SYSTAT SOFTWARE INC., 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Parasitismo em ovos durante o pico populacional da traça-do-tomateiro - no fim do ciclo do tomateiro, o parasitismo natural de ovos da traça por *Trichogramma* sp. chegou a $37 \pm 3,2\%$, mostrando que o parasitoide é um importante fator de mortalidade no sistema orgânico de produção (Figura 1) (ANOVA – parasitados $F=13,742$, $P<0,001$) (tratamentos 1,2,3 \neq 4,5,6, Student-Newman-Keuls, $P<0,05$). No sistema convencional durante o mesmo período, o parasitismo de, apenas, $4 \pm 0,8\%$, revela um provável efeito do impacto dos inseticidas utilizados neste sistema de produção. Nos tratamentos orgânicos as taxas de mortalidade dos ovos da traça-do-tomateiro foram significativamente mais altas que no sistema convencional. Dentre os inseticidas usados, o cloridato de cartape, que foi empregado três semanas antes da coleta de ovos, está entre aqueles com menor seletividade a *Trichogramma* spp.. Cônsoli 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 estudados. O inseticida abamectina, por sua vez, proporcionou efeitos intermediários, afetando o desenvolvimento, porém sendo menos prejudicial ao parasitoide *T. pretiosum*.

Estudo realizado em laboratório, sobre seleção de linhagens de *T. pretiosum* mostrou que a taxa de parasitismo pode variar entre 43% e 69% (PRATISSOLI E PARRA, 2001). Liberações massais a campo 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). Em ambiente protegido, o parasitismo foi de 49% em Luziânia-GO (MEDEIROS et al., 2006) e no Distrito Federal variou de 33% a 40% (MEDEIROS et al., 2009). A taxa de parasitismo pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: comportamento de procura, preferência de hospedeiro, condições climáticas (WAJNBERG e HASSAN, 1994). A taxa de parasitismo natural de 37%, no sistema orgânico, constatada neste trabalho, demonstra que a manipulação do ambiente buscando favorecer a atividade de inimigos naturais pode alcançar taxas semelhantes à liberação massal, porém sem a necessidade de produção e liberação. No entanto, deve-se ressaltar que isto foi obtido em apenas uma época e deve ser buscada sua obtenção durante todo o ciclo, caso contrário, as perdas de folhas e demais estruturas da planta pelo ataque da traça-do-tomateiro serão irrecuperáveis.

Parasitismo em ovos durante a colonização da traça-do-tomateiro - observou-se que o parasitismo em tomate sistema orgânico aos 59, 66 e 80 dias após o transplante do tomateiro foi de 26%, 40% e 43% respectivamente (quando o tomateiro estava com frutos pequenos e médios e alguns grandes aos 80 dias). No tratamento tomate+coentro sistema orgânico aos 59, 66 e 80 dias após o transplante do tomateiro foi de 29%, 37% e 33% (Figura 2). 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 ($\chi^2=0,000747$, $P=0,978$). Demonstrando que a presença do coentro não influenciou a taxa de parasitismo por *Trichogramma* sp. Esta observação é importante porque indica que as substâncias químicas exaladas pelo coentro, embora não tenham atraído mais parasitoides, também não inibiram a atividade *Trichogramma* sp. no sistema tomate+coentro. Uma vez que a literatura mostra que a interação entre inseto-planta é mediada por diversas variáveis do ambiente. Altieri et al. (1981) estudaram o parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma* sp. em cultivos de 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 e Risch (1987) observaram que a fenologia estacional do parasitismo foi semelhante no monocultivo e no policultivo e que o parasitismo de ovos de *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lep.: Pyralidae) por *Trichogramma* sp. foi maior em monoculturas do que nas policulturas. A presença ativa

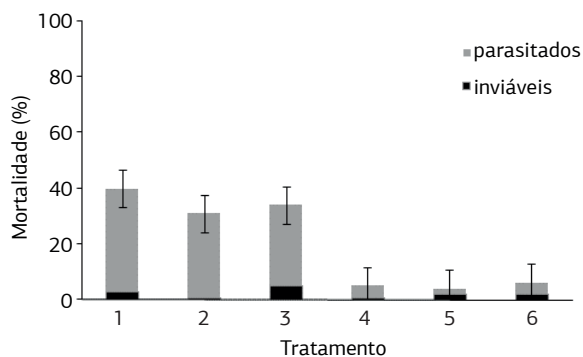


Figura 1. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* coletados no campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitoide ou eclosão da lagarta em sistema orgânico: 1- tomate (n=94); 2- tomate+coentro (n=86); 3- tomate+coentro+botão-de-ouro (n=82) e em sistema convencional: 4- tomate (n=55); 5- tomate+coentro (n=42); 6- tomate+coentro+botão-de-ouro (n=53) aos 101 dias após o transplante, no fim do ciclo do tomateiro.

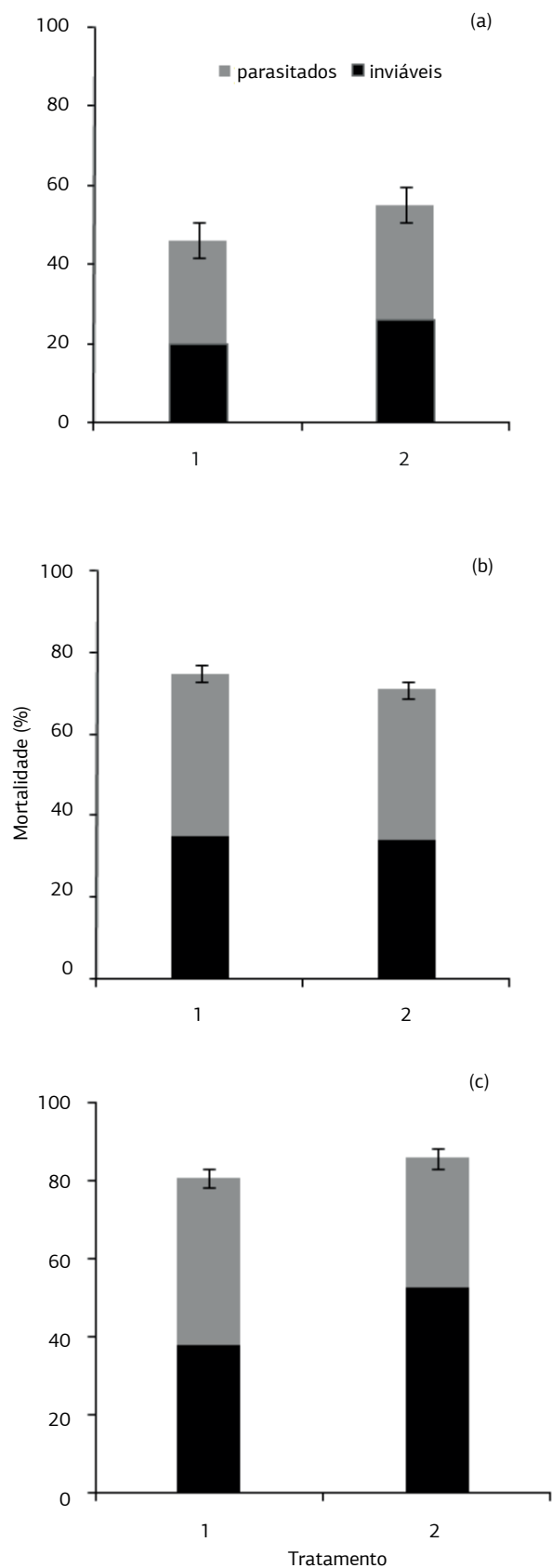


Figura 2. Comparação da mortalidade de ovos de *T. absoluta* coletados no campo e mantidos em laboratório até a emergência do parasitoide ou eclosão da lagarta no tomate (1) e tomate + coentro (2) cultivados no sistema orgânico de produção.

do *Trichogramma* sp. em fase intermediária da cultura (59 a 80 dias após transplante) é importante, pois mostra que um dos fatores atuantes no controle da população da traça-do-tomateiro, isto é, os parasitoides de ovos estão presentes no ambiente antes do pico populacional da traça-do-tomateiro, que ocorre por volta aos 80 dias após transplante.

Fatores de mortalidade em ovos da traça-do-tomateiro monitorados no campo

Marcação e recuperação dos ovos da traça-do-tomateiro - após a marcação dos ovos verificou-se que cerca de 30% a 51% dos ovos (42% no tomate orgânico; 51% no tomate+coentro orgânico e 30% no tomate convencional) não foram observados no local demarcado em todos os tratamentos estudados. A razão para este fato pode ser que o ovo foi derrubado pela água da irrigação ou chuva, como também ter sido alvo de predador. 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 (Figura 3).

A avaliação da mortalidade de ovos no campo com ovos sentinela foi maior do que a mortalidade avaliada nos experimentos anteriores (item 3.1), quando os ovos eram recolhidos ao laboratório e o parasitismo alcançou taxas em torno de 30% (Figuras 1 e 2). A mortalidade dos ovos foi semelhante nos tratamentos em sistema orgânico (tomate orgânico $92 \pm 16,5\%$ e tomate-coentro orgânico $90 \pm 17,3\%$) e diferente no tratamento tomate convencional ($62 \pm 11,7,0\%$) (ANOVA - parasitados $F=5,236$, $P=0,023$) (tratamentos $1 \neq 3$, Student-Newman-Keuls,

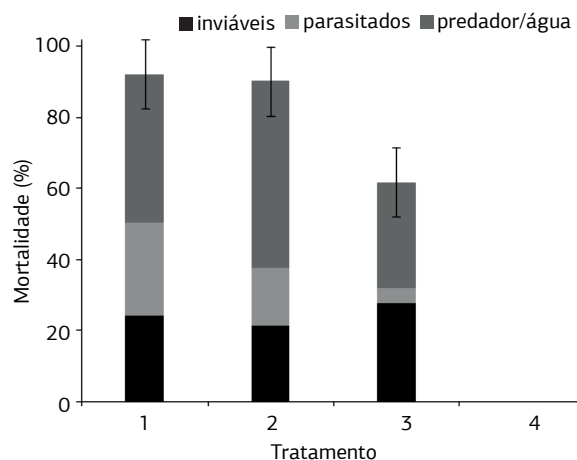


Figura 3. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* marcados no campo e recuperados após 72 horas em cada tratamento: 1- tomate (n=161); 2- tomate+coentro (n=154); foram estabelecidos em sistema orgânico; 3-tomate no sistema convencional (n=160).

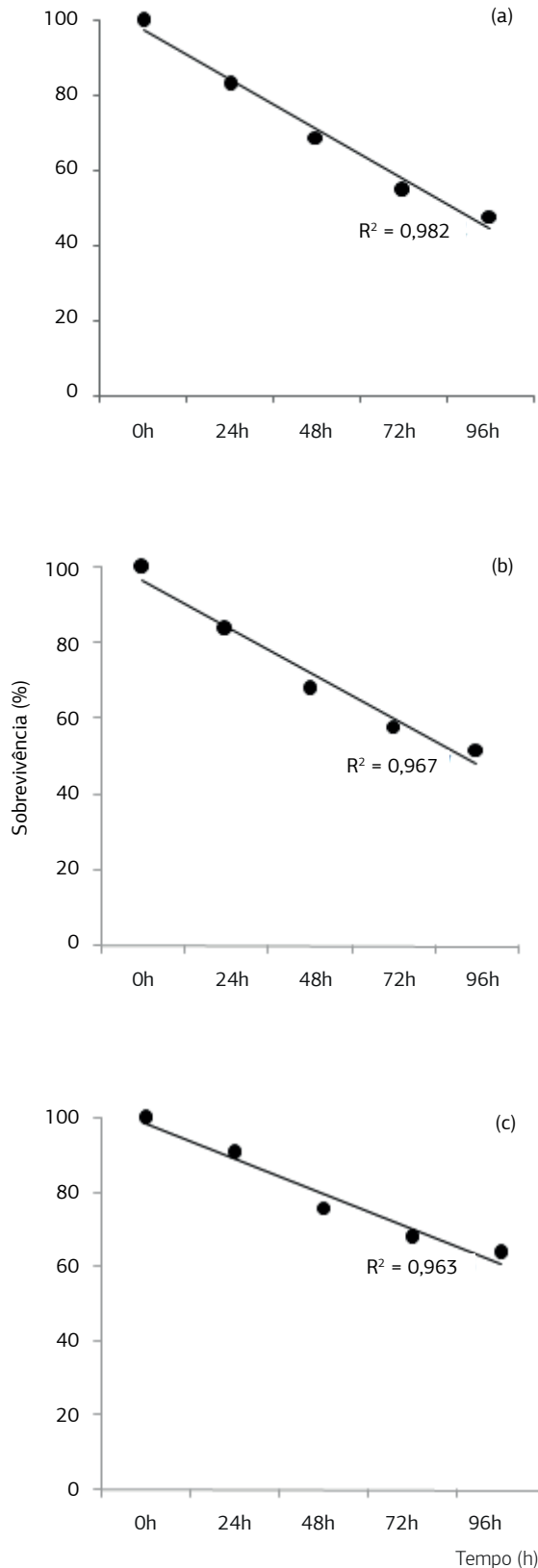


Figura 4. Curva de sobrevivência de ovos de *T. absoluta* marcados e acompanhados a cada 24 horas até a eclosão. a- tomate orgânico ($r^2=0,982$); b- tomate+coentro orgânico ($r^2=0,967$); c- tomate convencional ($r^2=0,963$).

$P < 0,05$). Esse problema 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. descrito no item 3.1, em que os ovos eram incubados em laboratório. 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). A menor mortalidade causada por *Trichogramma* sp., estimada entre 16% e 26% nos tratamentos tomate-coentro e tomate orgânicos, respectivamente, ou seja, foi menor em relação à estimada nas metodologias anteriores (item 3.1); esse fato sugere que ovos parasitados no campo ficam mais expostos aos efeitos mecânicos produzidos pela irrigação por aspersão, chuva e pelos predadores, tendo como consequência a redução do recrutamento de *Trichogramma* sp.

A inviabilidade natural dos ovos foi outro fator importante de mortalidade observado, variando de 20% a 30% nos três tratamentos estudados. A causa da inviabilidade de ovos pode ser 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 parasitoides e 8,5% por predadores.

Acompanhamento de coortes horizontais de ovos da traça-do-tomateiro - quando ovos da traça-do-tomateiro foram avaliados a cada 24 horas até completar 96 horas no campo, em diferentes sistemas de cultivo do tomateiro (orgânico, orgânico consorciado com coentro e convencional) (Figura 4), notou-se redução linear da sobrevivência de ovos caracterizando uma curva do tipo 2 (SOUTHWOOD, 1978; BEGON et al., 1996). Esta observação corrobora a metodologia de marcação e recuperação

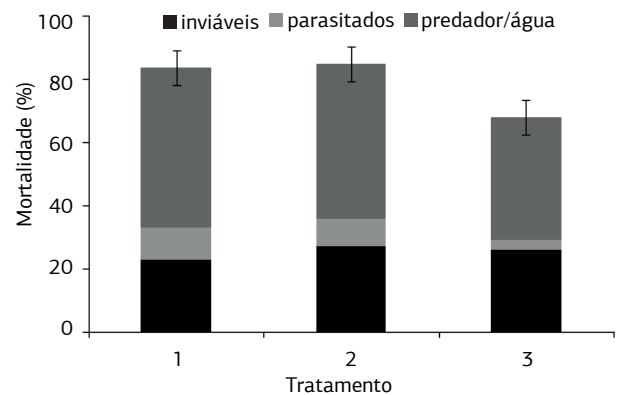


Figura 5. Mortalidade de ovos de *T. absoluta* marcados no campo e recuperados após 96 horas nos tratamentos: 1- tomate ($n=121$); 2- tomate+coentro ($n=119$), em sistema orgânico; 3- tomate no sistema convencional ($n=122$).

dos ovos, em que parte dos ovos desaparece. Fato que, possivelmente, envolve a combinação de efeito mecânicos da água ou predação. A mortalidade causada por *Trichogramma* sp. foi reduzida em relação a experimento anterior em que os ovos permaneceram no campo por 72 horas (Figura 5). As taxas de mortalidade média não tiveram 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 ($F=0,307$, $g.l.=43$, $p=0,738$). Ressalta-se que o recrutamento de lagartas foi maior no tratamento convencional, embora não tenha sido possível determinar qual fator de mortalidade 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 experimento 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, que dispõe de poucas ferramentas para o controle de insetos. 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, em condições controladas, o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hem.: Pentatomidae) proporcionou alta taxa de predação, plasticidade de alimentação e bom potencial de dispersão (TORRES et al., 2002; VIVAN et al., 2002; 2003). Devido à sua importância para o sistema orgânico, a atividade dos predadores generalistas deve ser mais bem avaliada. Aranhas, formigas, percevejos e principalmente vespas foram observados predando lagartas e adultos da traça-do-tomateiro. As vespas parecem ser o grupo mais expressivo na mortalidade de lagartas 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 ovos, lagartas e adultos da traça-do-tomateiro e estão presentes e ativos desde a fase inicial da cultura. De acordo com MIRANDA et al. (1998), considerando o ciclo de vida total da traça, de 1200 ovos obtiveram-se apenas 93 adultos, ou seja, um total de 92% de morta-

lidade, sendo os predadores 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, e 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. No fim da cultura, em 2005, foram coletadas 731 pupas de traça-do-tomateiro, sendo 50% transformadas em adultos, o parasitismo em larvas/pupas foi de 0,5%, com a ocorrência das espécies: *Apanteles* sp., *Bracon* sp. (Hym.: Braconidae), *Conura* sp.1, *Conura* sp.2 (Hym.: Chalcididae) e *Diadegma* sp. (Hym.: 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 (Hym.: Vespidae), um exemplar da Família Sphecidae, aranha *Misumenops pallidus* (Keys) (Ara.: Araneidae) e o percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hem.: Pentatomidae) foram observados predando lagartas de traça-do-tomateiro.

De modo geral, ao comparar os fatores de mortalidade atuantes sobre a traça-do-tomateiro na fase de ovo no sistema convencional e no sistema orgânico, conclui-se que existem três fatores importantes, o parasitoide 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 se separar e não pode ser determinada com o desenho experimental utilizado no presente estudo. A sobrevivência dos ovos da traça-do-tomateiro é maior no sistema convencional do que no sistema orgânico. Este trabalho revelou 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.

4. CONCLUSÃO

Fatores bióticos de mortalidade na fase ovo da traça-do-tomateiro, tais como: parasitoides e predadores associados à ação mecânica da água são mais importantes nos

sistemas orgânicos de produção de tomate em relação ao sistema convencional.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Arno Lise da PUC-RS (Araneae), Prof.^a Dr.^a Ivone Rezende Diniz (UnB-Zoologia) (Vespidae) e Prof.^a Dr.^a Jocélia Grazia (UFRGS) (Hemiptera) pelas identificações de insetos e ao Dr. Miguel Michereff (Embrapa - Hortaliças), pela revisão crítica do manuscrito e aos dois revisores anônimos. Este trabalho faz parte da tese de Doutorado realizada no Programa de Pós-graduação em Ecologia, da Universidade de Brasília por Maria Alice de Medeiros.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A.; LEWIS, W.J.; NORDLUND, D.A.; GUELDNER, R.C.; TODD, J.W. Chemical interactions between plants and *Trichogramma* wasps in Georgia soybean fields. *Protection Ecology*, v.3, p.259-263, 1981.
- ANDOW D.; RISCH, S.J. Parasitism in diversified agroecosystems: phenology of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Entomophaga*, v.32, p.255-260, 1987.
- BEGON, M.; HARPER J.L.; TOWNSEND, C.R. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3.ed. London: Blackwell Sciences, 1996. 1068p.
- CASTELO BRANCO, M. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira*, v.10, p.33-34, 1992.
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.22, p.129-135, 1987.
- CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; HASSAN, S.A. 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). *Journal of Applied Entomology*, v.122, p.43-47, 1998.
- COSTA, J.S.; JUNQUEIRA, A.M.R.; SILVA, W.L.C; FRANÇA, F.H. Impacto da irrigação via pivô-central no controle da traça-do-tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.16, p.19-23, 1998.
- FARIA, C.A.; TORRES, J.B.; FARIAS, A.M.I. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.29, p.85-93, 2000.
- FRANÇA, F.H., VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M.; MEDEIROS, M.A. Manejo integrado de pragas. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Org.). *Tomate para processamento industrial*. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. p.112-127.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.R.; CIOCIOLA, A.I.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; MALUF, W.R. Parasitismo em ovos de *Tuta absoluta* por *Trichogramma pretiosum* em diferentes genótipos de tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.1269-1274, 2000.
- HAJI, F.N.P.; OLIVEIRA, C.A.V.; AMORIM NETO, M.S.; BATISTA, J.G.S. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no submédio São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.23, p.7-14, 1988.
- HAJI, F.N.P.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J.S.; ALENCAR, J.A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J.P.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p.477-494.
- HAJI, F.N.P.; FREIRE, L.C.L.; ROA, F.G.; SILVA, C.N.; SOUZA JÚNIOR, M.M.; SILVA, M.I.V. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.24, p.587-591, 1995.
- MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J.E.C. *Cultivo do tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPq, 1992. 22p. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas, 11)
- MEDEIROS, M.A.; VILELA, N.J.; FRANÇA, F.H. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.180-184, 2006.
- MEDEIROS, M.A.; VILLAS BÔAS, G.L.; VILELA, N.J.; CARRIJO, O.A. Estudo preliminar do controle biológico da traça-do-tomateiro com o parasitoide *Trichogramma pretiosum* em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.27, p. 80-85, 2009.
- MICHEREFF FILHO, M.; VILELA, E.F. Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). In: VILELA, E.F.; ZUCHHI, R.A.; CANTOR, F. (Ed.). *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 81-84.
- MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.; ZANÚNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Science Technology*, v.8, p.597-606, 1998.
- NORDLUND, D.A.; CHALFAND, R.B.; LEWIS, W.J. Arthropod populations, yield and damage in monocultures and polycultures of corns, beans and tomatoes. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, v.11, p.353-367, 1984.
- PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, v.30, p.277-282, 2001.
- PRATISSOLI, D.; THULER, R.T.; ANDRADE, G.S.; ZANOTTI, L.C.M.; SILVA, A.F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.715-718, 2005a.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; ZAGO, H.B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.613-616, 2005b.

SOUTHWOOD, T.R.E. Ecological methods with particular references to the study of insect populations. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1978. 524p.

SYSTAT SOFTWARE INC. SigmaStat 3.1. for windows. Richmond: INSO Corporation, 2004. 848p.

TORRES, J.B.; FARIA, C.A.; EVANGELISTA JUNIOR, W.S.; PRATISSOLI, D. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. International Journal of Pest Management, v.47, p.173-178, 2001

TORRES, J.B.; EVANGELISTA JUNIOR, W.S.; BARROS, R.; GUEDES, R.N.C.. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and starvation level. Journal of Applied Entomology, v.126, p.326-332, 2002.

VIVAN, L.M.; TORRES, J.B.; VEIGA, A.F.S.L. Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus*, in relation to two different prey types and environmental conditions. Biocontrol, v.48, p.155-168, 2003.

VIVAN, L.M.; TORRES, J.B.; VEIGA, A.F.S.L.; ZANÚNCIO, J.C. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.581-587, 2002.

WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. Biological control with eggs parasitoids. Wallingford: Cab International, 1994. 286p.