



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**RUAN CARLOS DE MESQUITA OLIVEIRA**

***Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE):  
PARASITISMO NATURAL EM BROCA-PEQUENA-DO-TOMATEIRO E  
DISPERSÃO EM REPOLHO, PEPINO E MILHO VERDE**

**FORTALEZA**

**2017**

RUAN CARLOS DE MESQUITA OLIVEIRA

*Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE): PARASITISMO  
NATURAL EM BROCA-PEQUENA-DO-TOMATEIRO E DISPERSÃO EM REPOLHO,  
PEPINO E MILHO VERDE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia) da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de *Magister Scientiae* em Agronomia (Fitotecnia). Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O51t      Oliveira, Ruan Carlos de Mesquita.  
            *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) : parasitismo natural em broca-pequena-do-tomateiro e dispersão em repolho, pepino e milho verde / Ruan Carlos de Mesquita Oliveira. – 2017.  
            60 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2017.  
            Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.
1. Parasitoides de ovos. 2. Controle biológico. 3. Liberação de parasitoides. I. Título.

CDD 630

---

RUAN CARLOS DE MESQUITA OLIVEIRA

*Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE): PARASITISMO  
NATURAL EM BROCA-PEQUENA-DO-TOMATEIRO E DISPERSÃO EM REPOLHO,  
PEPINO E MILHO VERDE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia) da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de *Magister Scientiae* em Agronomia (Fitotecnia). Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Aprovada em: 17/07/2017.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Marcos Roberto Bellini  
Topbio Insumos Biológicos

A Deus, pela vida, por guiar e iluminar todos os meus passos, e por ter me dado forças para prosseguir e concluir mais uma etapa desta vida.

Aos meus pais, Lourival Francisco Oliveira e Antônia Veralúcia Mesquita, aos meus irmãos, Raul e Rosarlane e minha amada Andressa pelo amor incondicional, por toda dedicação, compreensão, apoio, incentivo, conselhos e ensinamentos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela graça da vida, pelo dom da vida, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades, e por tudo mais que precisei para chegar até aqui. Obrigado Pai.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia - Departamento de Fitotecnia pela oportunidade concedida para realização do Mestrado em Agronomia/Fitotecnia com ênfase em Entomologia Agrícola.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

Aos produtores rurais Lucas, Francisco e Antônio Alves Filho por terem cedido uma parte de seus plantios comerciais para realização da pesquisa.

Ao meu orientador prof. Patrik Luiz Pastori, pela oportunidade, orientação, apoio e participação ativa na elaboração e execução da dissertação, pelo profissionalismo, competência, pelos “puxões de orelha”, pela amizade, pelo brilho no olho e pelos valiosos ensinamentos e conselhos que foram essenciais para meu amadurecimento profissional e pessoal.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia da UFC pelos ensinamentos transmitidos, em especial ao prof. José Wagner Melo pelo apoio dentro e fora da sala de aula.

Em especial quero dedicar à prof<sup>a</sup>. Patrícia Verônica Lima, minha orientadora e mentora durante a graduação, que mesmo estando em uma nova linha de pesquisa não deixou de me apoiar e torcer pelo meu sucesso, muito obrigado pelo papel de mãe que assumiu.

Aos meus amigos da turma de Pós-graduação pelos estudos em grupo, passeios, sorrisos, diversão e por todos os momentos juntos que proporcionaram laços de amizades maravilhosos.

Aos meus amigos do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), Cristiane, Marianne, Thais, Paula, Sérgio, Laura, Suyanne, Carol, Sabrina, Caio, Kássio e os demais, pelo companheirismo, apoio e pelos momentos de descontração. Em especial ao Sérgio pela ajuda com o trabalho e desenvolvimento da pesquisa.

As minhas amigas e sócias Marianne Barbosa e Cristiane Coutinho por encarar o desafio de empreender em um momento tão difícil que o país vive. Muito obrigado por acreditar nesse sonho que nos move.

Aos meus pais, Vera e Lourival, por me encorajar e acreditar nos meus sonhos, amo vocês.

Aos meus irmãos, Rosariane e Raul, por estarem sempre ao meu lado me dando forças.

Ao meu querido sobrinho e afilhado, Gabriel, pelo carinho e amor que demonstra por mim, espero ser um tio exemplar e presente na sua vida.

À minha família, nas pessoas dos meus avôs, tios e primos pela fé depositada, em especial ao meu querido avô Luiz que partiu para o céu e de lá está guiando nossos passos.

À minha querida e amada Andressa, pelo incondicional apoio, carinho, compreensão, solidariedade e amor nos mais felizes e difíceis momentos.

Aos meus queridos amigos de infância, Thomas, Ronkally, Carliane, Mikaelly, Marcelo, Leonardo Lopes e Leonardo Cardoso que sempre estiveram me apoiando ao longo dessa jornada.

“Você nunca saberá os resultados que virão de sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados” (Mahatma Gandhi).



## RESUMO

Parasitoides de ovos da família Trichogrammatidae são os inimigos naturais mais produzidos e utilizados no mundo em programas de controle biológico aplicado para o controle de lepidópteros-praga. O objetivo do trabalho foi identificar espécies/linhagens de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) coletados na Região da Serra Ibiapaba-CE em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae), já adaptados às condições ambientais locais, e determinar a capacidade de dispersão desse parasitoide nas culturas do repolho, do pepino estaqueado e do milho verde no Estado do Ceará, Brasil. Ovos de *N. elegantalis* foram coletados em áreas de produção de tomateiros conduzidos em sistema convencional e orgânico e destes emergiram parasitoides identificados por *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Para determinar a capacidade de dispersão do parasitoide coletado, foram utilizadas quatro áreas distintas cultivadas com pepino estaqueado, repolho e milho em estágio V4 e V8. Cartelas com ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) foram distribuídas em círculos concêntricos de raio de 2,5; 5,0; 9,0 e 12,0m. No centro dos círculos foram liberados 5.000 parasitoides. Fêmeas de *T. pretiosum* parasitaram ovos de *A. kuehniella* até 12 m do ponto de liberação. A distância média de dispersão na cultura do milho em estágio V4 foi de 4,7 m com área de dispersão de 48,57m<sup>2</sup> e um índice de parasitismo de 18,36%, sendo necessários 206 pontos/ha para liberações de *T. pretiosum*. Em milho em estágio V8 a distância média foi de 5,9 m, com área de dispersão de 60,27 m<sup>2</sup>, índice de parasitismo médio 22,71% e 166 pontos de liberações/ha. Para a cultura do pepino estaqueado a distância média foi de 6,0 m, área de dispersão 62,20 m<sup>2</sup> com parasitismo médio esperado de 21,08% e 161 pontos de liberação/ha. Para o repolho a distância média foi de 5,59 m, área de dispersão de 56,85 m<sup>2</sup> com parasitismo médio esperado de 22,13% e 176 pontos de liberação/ha.

**Palavras-chave:** Parasitoides de ovos. Controle biológico. Liberação de parasitoides.

## ABSTRACT

Parasitoids of eggs of the Trichogrammatidae family are the most commonly used and used natural enemies in the world in biological control programs applied for the control of lepidopteran pests. The objective of this study was to identify species/strains of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) collected in the Region of “Serra da Ibiapaba” Ceará State in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs, already adapted to the environmental conditions, to determine the dispersion capacity of this parasitoid in cabbage crops, cucumber staked and of green corn in the Ceará State, Brazil. Eggs of *N. elegantalis* were collected in areas of conventional and organic tomato production and these emerged parasitoids identified by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). To determine a dispersion capacity of *T. pretiosum* collected with four distinct areas cultivated with staked cucumber, cabbage and corn in V4 and V8 stages. Unexplained eggs of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) were distributed in concentric circles of 2.5; 5.0; 9.0 and 12.0m. At the center of the circles 5,000 parasitoids were released. Females of *T. pretiosum* parasitized *A. kuehniella* eggs up to 12 m from the point of release. The mean dispersion distance of the V4 maize crop was 4.7 m with a dispersion area of 48.57 m<sup>2</sup> and a parasitism index of 18.36%, requiring 206 points/ha for releases of *T. pretiosum*. In maize in V8 stage the mean distance of 5.9 m, dispersion area of 60.27 m<sup>2</sup>, average parasitism index 22.71% and 166 release points/ha. For a culture of cucumber staked at a mean distance of 6.0 m, dispersion area 62.20 m<sup>2</sup> with expected average parasitism of 21.08% and 161 release points/ha. For cabbage the mean distance of 5.59 m, dispersion area of 56.85 m<sup>2</sup> with expected average parasitism of 22.13% and 176 release points/ha.

**Keywords:** Egg parasitoids. Biological control. Release of parasitoids.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Representação esquemática da área experimental. Guaraciaba do Norte-CE, Brasil..... 34
- Figura 2 – Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NE e 2,2 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estádio V4..... 36
- Figura 3 – Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NO e 1,2 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estádio V8..... 37
- Figura 4 – Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NO e 1,4 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do pepino..... 38
- Figura 5 – Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NO e 0,6 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do repolho..... 39

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estágio V4 (F= 96,44 e P= 0,0102)..... 40
- Gráfico 2 – Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estágio V8 (F= 10,14 e P= 0,0861)..... 41
- Gráfico 3 – Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do pepino (F= 44,37 e P= 0,027)..... 41
- Gráfico 4 – Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do repolho (F= 32,38 e P= 0,029)..... 42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Locais de coleta de <i>Trichogramma</i> spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na região da Serra da Ibiapaba (Ceará). Período 2015-2017.....	23
Tabela 2	– Parasitismo natural de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos da broca-pequena-do-tomateiro <i>Neoleucinodes elegantalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiros na Serra da Ibiapaba, Estado do Ceará.....	24
Tabela 3	– Distância média e área de dispersão de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> (Lepidoptera: Pyralidae) para as culturas do milho verde, do pepino estaqueado e do repolho, Guaraciaba do Norte, Ceará.....	39

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2	PARASITISMO NATURAL DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE <i>Neoleucinodes elegantalis</i> (GUENÉE, 1854) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL.....	21
3	DISPERSÃO DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM REPOLHO, PEPINO E MILHO VERDE.....	28
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Parasitoides de ovos pertencentes à família Trichogrammatidae são os inimigos naturais mais produzidos e utilizados no mundo em programas de controle biológico aplicado para o controle de lepidópteros-praga (WAJNBERG, 2010). Algumas características das espécies de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são responsáveis pelo seu amplo uso: fácil criação em hospedeiro alternativo (HAJI *et al.*, 1998; PARRA, 2010; DIAS-PINI *et al.*, 2012), parasitam a fase de ovo da praga, fase em que a praga ainda não pode provocar danos às culturas (ULRICHS; MEWIS 2004), ampla distribuição geográfica e são altamente aptos à parasitar ovos de diferentes espécies de lepidópteros-praga (BOTELHO, 1997).

No Brasil, a ocorrência natural de espécies do gênero *Trichogramma*, corresponde a 63,4% do registrado em todo continente sul-americano (ZUCCHI *et al.*, 2010) sendo registradas 26 espécies associados a 17 espécies-praga pertencentes à ordem Lepidoptera (ZUCCHI *et al.*, 2010). Destaca-se a ocorrência natural em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em milho (*Zea mays* L.) (BESERRA & PARRA, 2003; GEREMIAS & PARRA, 2014), *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) (PEREIRA *et al.*, 2004) e *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) e *Diaphania nitidalis* (Stoll, 1781) (Lepidoptera: Pyralidae) em pepino (*Cucumis sativus* L.) (GONRING, 2010).

Para o sucesso de um programa de controle biológico aplicado utilizando *Trichogramma* são necessárias pesquisas que envolvem a coleta, correta identificação, seleção das melhores espécies e/ou linhagens mais adaptadas à região onde se pretende implantar o programa, desenvolvimento de uma metodologia de criação, conhecimento das exigências térmicas e hídricas, seletividade de agroquímicos, técnicas de liberação com avaliação da eficiência e estudos de modelos referentes à dinâmica do parasitoide e da praga-alvo no campo (PARRA *et al.*, 2002; DIAS-PINI *et al.*, 2012; FORESTI *et al.*, 2012).

No Nordeste brasileiro os estudos de seleção e de identificação de espécies foram negligenciados nos últimos anos. No Estado do Ceará, por exemplo, o último relato de ocorrência natural de *Trichogramma* foi feito em 1983, em ovos de *Alabama argilacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) encontrados em algodoeiro no município de Iguatu-CE (BLEICHER; PARRA, 1989).

A identificação/seleção de linhagens nativas e a ocorrência natural em ovos de lepidópteros-praga são etapas básicas de estudo. Tais etapas são denominadas de avaliação pré-introdutória e avaliam o *Trichogramma* spp. local em função da adaptação às condições climáticas, diferentes habitats e capacidade de interação com o hospedeiro-alvo (PARRA *et al.*, 1987; QUERINO; SILVA & ZUCCHI, 2016). No entanto, somente 10% dos programas de controle biológico realizam os estudos de avaliação pré-introdutória (SCHOLZ, 1990).

Cada espécie e/ou linhagem de *Trichogramma* spp. apresenta particularidades que os tornam únicos e assim podem apresentar variações na adaptação ao ambiente e na capacidade de dispersão (SÁ *et al.*, 1993). As características intrínsecas de cada cultura, em função da condição microclimática criada pela mesma, podem afetar a capacidade de "busca" do parasitoide, devido à dificuldade na percepção dos sinais químicos emitidos pelos ovos das pragas (COLAZZA *et al.*, 2010).

Estudos realizados em diversas culturas como cana-de-açúcar, algodoeiro e em pomares de fruteiras demonstraram que a dispersão de *Trichogramma*, pode ser passiva, neste caso, com a direção e a distância controladas pelo vento (GEREMIAS & PARRA, 2014). Pesquisa realizada por Chiu & Chen (1986), mostrou que velocidade do vento inferior à 3,6m/seg não influencia na dispersão das fêmeas. Assim, no geral, a dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é de cerca de 10 m nas culturas da soja e da cana-de-açúcar, respectivamente (BUENO; PARRA & BUENO, 2012; GEREMIAS & PARRA, 2014). No entanto, o parasitoide pode apresentar dispersão ativa estimulada pela temperatura como observado em *Trichogramma minutum* Riley, (1871) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que foi favorecido em temperaturas próximas à 20°C (FORSSE; SMITH & BOURCHIER, 1992).

O número de pontos de liberação de *T. pretiosum* por hectare foi determinado como sendo entre 117 e 160 em pesquisas realizadas em Goiás e Santa Catarina, Brasil, respectivamente (PASTORI; MONTEIRO & BOTTON, 2008; BUENO; PARRA & BUENO, 2012). A variação desse parâmetro, mesmo sendo a mesma espécie parasitoide, em locais e culturas diferentes, sugere a necessidade de se avaliar esta informação para aplicá-la adequadamente em programas de controle biológico.

Uma vez que existem relatos na literatura sobre o parasitismo natural de *Trichogramma* spp. em ovos de lepidópteros-praga associados a diversas culturas, então este trabalho tem por objetivo coletar e identificar espécies/linhagens de *Trichogramma* spp. coletados na Região da Serra Ibiapaba-CE em ovos de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée,



1854) (Lepidoptera: Crambidae) e posteriormente fazer a liberação desse parasitoide em campo para determinar a capacidade de dispersão nas culturas do repolho, do pepino e do milho verde.

## REFERÊNCIAS

- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, p. 205-209, 2003.
- BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea* L. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 929-940, 1989.
- BOTELHO, P. S. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A. (ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 303-318, 1997.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: A basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, [S.I.], v. 102, p. 1-8, 2012.
- CHIU, S.; CHEN, C. Biological control of the asian corn borer in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, [S.I.], v. 28, p. 23-30, 1986.
- COLAZZA, S.; PERI, E.; SALERNO, G.; CONTI, E. Host Searching by egg parasitoids: Exploitation of host chemical cues. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Dordrecht: Springer, p. 97-147, 2010.
- DIAS-PINI, N. S.; BROGLIO, S. M. F.; COSTA, S. S.; SANTOS, J. M.; GUZZO, E. C. Biological characteristics of *Telenomus alecto* and *Trichogramma galloi* reared on eggs of the sugarcane borer *Diatraea flavipennella*. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 56, p. 515-518, 2012.
- FORESTI, J.; GARCIA, M. S.; BERNARDI, O.; ZART, M.; NUNES, A. M. Biologia, seleção e avaliação de linhagens de *Trichogramma* ssp. para o controle da lagarta-da-espiga em milho semente. **EntomoBrasilis**, [S.I.], v. 5, p. 43-48, 2012.
- FORSSE, E.; SMITH, S. M.; BOURCHIER, R. S. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: Effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [S.I.], v. 62, p. 147-154, 1992.
- GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Dispersal of *Trichogramma galloi* in corn for the control of *Diatraea saccharalis*. **Biocontrol Science and Technology**, [S.I.], v. 24, p. 751-762, 2014.
- GONRING, A. H. R. Controle biológico e natural de *Diaphania hyalinata* e *Diaphania nitidalis* em pepino. 2010. 54f. **Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2010.

- HAJI, F. N. D.; JIMENEZ, V. J.; BLEICHER, E.; ALENCAR, J. A.; HAJI, A. T.; DINIZ, R. S. Tecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp. Petrolina, **Embrapa-CPATSA**, 24 p., 1998.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Editora Manole, 609p. 2002.
- PARRA, J. R. P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 267-292, 2010.
- PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or Trichogrammatoidea. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 82, p. 153-160, 1987.
- PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em pomar adulto de macieira. **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, [S.I.], v. 34, p. 239-245, 2008.
- PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1669-1674, 2004.
- QUERINO, R. B.; SILVA, N. N. P.; ZUCCHI, R. A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, p. 1521-1523, 2016.
- SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, p. 226-231, 1993.
- SCHOLZ, B. C. G. Pre-release evaluation studies of egg parasitoids for the management of *Heliothis* in Australian cotton. 1990. 406f. **Master of Science Thesis. University of Queensland**. St Lucia, Australia, 1990.
- SOUZA, A. R.; GIUSTOLIN, T. A.; QUERINO, R. B.; ALVARENGA, C. D. Natural parasitism of Lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, [S.I.], v. 99, p. 221-225, 2016.
- ULRICHS, C. H.; MEWIS, I. Evaluation of the efficacy of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) inundative releases for the control of *Maruca vitrata* F. (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Applied Entomology**, [S.I.], v. 128, p. 426-431, 2004.
- WAINBERG, E. Genetics of the behavioral ecology of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 150-159, 2010.

ZUCCHI, R. A.; QUERINO, R. B.; MONTEIRO, R. C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 219-236, 2010.

## 2 PARASITISMO NATURAL DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

### RESUMO

O gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) inclui os parasitoides de ovos amplamente utilizados em todo o mundo como agentes de controle de insetos-praga. O objetivo deste estudo foi identificar as espécies de *Trichogramma* naturalmente associadas à *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanales: Solanaceae) no Estado do Ceará, Brasil. Ovos de *N. elegantalis* foram coletados em áreas de produção de tomateiros convencionais e orgânicos. A espécie *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi identificada ocorrendo naturalmente nas áreas de produção orgânica e convencional parasitando ovos de *N. elegantalis*. O parasitismo natural de *T. pretiosum* revela a ocorrência de linhagens adaptadas às condições climáticas locais e com potencial para criação massal e liberação como agentes de controle biológico na região.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Parasitoides de ovos. Lepidópteros-praga.

### ABSTRACT

The genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) includes parasitoids of insect eggs widely used throughout the world as insect control agents. The objective of this study was to identify the species of the *Trichogramma* naturally associated with *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) in tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanales: Solanaceae) in the Ceará State, Brazil. Eggs of *N. elegantalis* were sampled in areas of conventional and organic tomato production. The species identified with natural occurrence in eggs of *N. elegantalis* was *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). The natural parasitism of *T. pretiosum* reveals the occurrence of a lineage adapted to the local climatic conditions and with potential for mass rearing to be released as biological control agents in the collection region.

**Key words:** Biological control. Egg parasitoids. Lepidopteran pests.

A broca-pequena-do-tomateiro, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae) é considerada uma das principais pragas da cultura do tomateiro por provocar danos diretamente no fruto, tornando-os impróprios para o consumo e processamento industrial, com perdas que variam de 20 a 100% (GALLO *et al.*, 2002; PIKANÇO *et al.*, 2007).

Sua ocorrência foi constatada em 1922 no Estado do Ceará, e em 1939, em São Paulo, sendo posteriormente disseminada em quase todas as regiões produtoras de tomateiros do Brasil (CARNEIRO *et al.*, 1998). A fêmea de *N. elegantalis* apresenta hábito de ovipositar preferencialmente na base dos frutos verdes de aproximadamente 2 cm de diâmetro ou precisamente abaixo do cálice da flor (EIRAS & BLACKMER, 2003). Após a emergência, as larvas (lagartas) rapidamente penetram e passam a se desenvolver no interior do fruto, ficando assim protegidas contra a ação da maioria dos métodos de controle (EIRAS & BLACKMER, 2003).

Em função do hábito do inseto, o que torna difícil seu controle, uma alternativa viável é a utilização de parasitoides *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), pois estes parasitam os ovos da broca-pequena, impedindo a emergência das lagartas e consequentemente os danos causados por elas (PARRA & ZUCCHI, 2004; MONTILLA; SOLIS & KONDO, 2013). Muitas espécies de *Trichogramma* são usadas mundialmente para o controle biológico de espécies de lepidópteros-praga por meio de liberações inundativas em milhões de hectares de uma ampla variedade de cultivos (PARRA & ZUCCHI, 2004).

Os projetos de controle biológico com parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* eram, em geral, mal fundamentados, pois partiam da premissa de que bastava criar massalmente o parasitoide e liberá-lo em campo, sem a necessidade de se efetuar uma avaliação pré-introdutória no local onde foi coletado (HASSAN, 1997; PRATISSOLI *et al.*, 2002). Para se ter sucesso na utilização de *Trichogramma*, devem ser seguidas algumas etapas primordiais, tais como: A coleta e a identificação das espécies e/ou linhagens no campo, a viabilização da manutenção em laboratório, a seleção das espécies e/ou das linhagens do parasitoide para as pragas-alvo, o estudo das exigências térmicas e hídricas, a seletividade aos produtos químicos e as técnicas de liberação com avaliação da eficiência associada em um determinado agroecossistema (PARRA, 1996). O agroecossistema em que os parasitoides nativos estão inseridos é um fator extremamente relevante na seleção das espécies de *Trichogramma* mais adequadas para o uso em programas de controle biológico, uma vez que a

eficiência no parasitismo pode ser diferente a depender da cultura e do sistema de produção agrícola (QUERINO; SILVA; ZUCCHI, 2016a).

Estudos sobre os parasitoides de ovos do Nordeste e do Norte do Brasil foram ignorados nos últimos anos (SOUZA *et al.*, 2016). Na região Norte e Nordeste somente cinco espécies foram relatadas, sendo três no Nordeste (*Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983; *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988; e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879) e três na região Norte (*Trichogramma marandobai* Brun, Moraes & Soares, 1986; *Trichogramma lasallei* Pinto, 1999; e *T. pretiosum*) (QUERINO & ZUCCHI, 2016b). No Estado do Ceará somente um relato de incidência de *Trichogramma* foi feito no ano de 1983, em ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. Esse parasitoide também foi mantido no Laboratório de Entomologia do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (EMBRAPA), em Campina Grande, PB (BLEICHER & PARRA, 1989).

Em Tianguá-CE, Carneiro *et al.* (1998) realizaram um estudo com a liberação de *T. pretiosum* em sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em tomateiro objetivando o controle da broca-pequena em que houve um parasitismo médio de 26% com uma redução de 42% nos custos. Entretanto, nenhum estudo foi realizado buscando ocorrência natural de *Trichogramma*. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a ocorrência natural de parasitoides do gênero *Trichogramma* spp. em ovos de *N. elegantalis* em plantios comerciais de tomateiros no Estado do Ceará, Brasil.

Ovos de *N. elegantalis* parasitados por *Trichogramma* foram coletados em três áreas de produção de tomateiros estaqueados na região da Serra da Ibiapaba, Noroeste do Estado do Ceará no período de 2015 a 2017 (Tabela 1).

Tabela 1- Locais de coleta de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na região da Serra da Ibiapaba (Ceará). Período 2015-2017.

<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
	Guaraciaba do Norte	4° 10'S	40° 44' O	902,4 m
Ceará	Ubajara	3° 51'S	40° 55' W	847,5 m
	Croatá	4°24'S	40° 54' O	571 m

Fonte: elaborado pelo autor

Os ovos de *N. elegantalis* foram coletados aleatoriamente em plantas de tomateiros (*Solanum lycopersicum*) em áreas com sistema de produção orgânica e

convencional. Frutos contendo ovos parasitados foram colhidos e cuidadosamente acondicionados em caixas de isopor identificadas por local de coleta sendo posteriormente transportadas para o Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) da UFC. No LEA, sob microscópio estereoscópico, um pequeno pedaço da casca do fruto contendo os ovos foi removida com o auxílio de uma lâmina cortante e inserida em um tubo de vidro (8,5 x 2,5 cm) tampado com filme plástico PVC<sup>®</sup>. Os tubos foram mantidos a  $25,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h e observados diariamente até o surgimento dos parasitoides ou eclosão das larvas. Aos parasitoides emergidos foram oferecidas cartelas de cartolina azul celeste contendo ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e assim estabelecida uma criação massal dos parasitoides mantidos no LEA. Os adultos foram sexados e preservados em etanol (70%) para posterior identificação. Os machos de *Trichogramma* foram preparados, montados em lâminas e identificados pelo prof. D. Sc. Fabrício Fagundes Pereira, na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

*Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi a espécie obtida a partir dos ovos de *N. elegantalis* coletados em áreas de produção de tomateiros conduzidos sob sistema convencional e orgânico na Serra da Ibiapaba-CE, sendo este o primeiro relato de *T. pretiosum* na região (Tabela 2).

Tabela 2- Parasitismo natural de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos da broca-pequena-do-tomateiro *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiros na Serra da Ibiapaba, Estado do Ceará

Ano	Sistema de plantio	Localidade	Total de ovos	Ovos parasitados	Parasitismo (%)
2015	Convencional	Ubajara	23	3	13,0
2016	Orgânico	Guaraciaba do Norte	67	10	14,9
2017	Convencional	Croatá	58	11	19,0

Fonte: elaborado pelo autor

A ocorrência de *T. pretiosum* na cultura do tomateiro, no Estado do Ceará era, de certa forma esperada, uma vez que essa espécie está amplamente distribuída em todo continente sul-americano associada a um amplo número de hospedeiros, sobretudo tomateiro (ZUCCHI & MONTEIRO, 1997). No Brasil, *T. pretiosum* foi relatado parasitando naturalmente ovos de *Heliothis virescens* Fabricius, 1781 (Lepidoptera: Pyralidae) (ZUCCHI



*et al.*, 1989) e *Alabama argillacea* Huebner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) (ALMEIDA, 2000), *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays* L.) (BESERRA & PARRA, 2003), em *N. elegantalis*, *Helicoverpa zea* Boddie, 1850 (Lepidoptera: Noctuidae), *Manduca diffissa* Butler, 1871 (Lepidoptera: Sphingidae) (HAJI *et al.*, 1998), *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro (PRATISSOLI *et al.*, 2005), *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar e milho (GEREMIAS & PARRA, 2014).

Ovos de broca-pequena-do-tomateiro parasitados naturalmente por *T. pretiosum* foram coletados nos municípios de Ubajara, Guaraciaba do Norte e Croatá. A porcentagem de parasitismo em áreas de produção convencional foi de 13% e 19% em Ubajara e Croatá, respectivamente, enquanto que na área orgânica, localizada em Guaraciaba do Norte, o parasitismo médio observado foi de 14,9%. Os resultados similares entre as áreas de produção (orgânica e convencional) podem estar relacionadas à redução no número de aplicações de inseticidas devido à proximidade do término da colheita. Tal observação sugere que, se forem integrados alternadamente, inseticidas e parasitoides podem ser utilizados no controle de pragas viabilizando aumento da porcentagem de parasitismo natural, pois com a rotação, os parasitoides tendem à evitar o contato com os produtos nas lavouras.

Este estudo faz o primeiro relato do parasitismo natural de *T. pretiosum* em ovos de *N.elegantilis* na região da Serra da Ibiapaba, Ceará, Brasil. Esta é uma informação fundamental para um esforço em revelar a ocorrência de *Trichogramma* spp. na região e um passo essencial para a conservação desses parasitoides e seu uso em programas de controle biológico aplicado.

## **Agradecimentos**

Ao prof. Fabrício Fagundes Pereira *D. Sc.*, pela identificação de *Trichogramma pretiosum* e aos produtores rurais por permitir a coleta dos frutos em suas propriedades. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, R. P. Distribution of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on the cotton leafworm. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology**, v. 11, p. 27-31, 2000.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, p. 205-209, 2003.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 929-940, 1989.

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

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

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

GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Dispersal of *Trichogramma galloi* in corn for the control of *Diatraea saccharalis*. **Biocontrol Science and Technology**, [S.I.], v. 24, p. 751-762, 2014.

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

HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A.; PREZOTTI, L. **Principais pragas da cultura do tomateiro e alternativas de controle**. Petrolina: Embrapa - CPATSA. 51 p., 1998.

MONTILLA, A. E. D.; SOLIS, M. A.; KONDO, T. The tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), an insect pest of neotropical solanaceous fruits. **Potential Invasive Pests Agriculture Crops**, [S.I.], v. 3, p. 137, 2013.

PARRA, J. R. P. Etapas básicas para programas de controle biológico com *Trichogramma* no Brasil. In: **Simpósio de Controle Biológico**, 5., Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu. p. 353-354, 1996.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, [S.I.], v. 33, p. 271-281, 2004.

PICANÇO, M.; BACCI, L.; CRESPO, A. L. B.; MIRANDA, M. M. M.; MARTINS, J. C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, [S.I.], v. 9, p. 327-335, 2007.

PIZZOL, J.; DESNEUX, N.; WAJNBERG, E.; THIERY, D. Parasitoid and host egg ages have independent impact on various biological traits in a *Trichogramma* species. **Journal of Pest Science**, [S.I.], v. 85, p. 489-496, 2012.

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

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

QUERINO, R. B.; SILVA, N. N. P.; ZUCCHI, R. A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, p. 1521-1523, 2016a.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* na Amazônia - Visão geral e potencialidades. In: SILVA, N. M. *et al.* (Ed.). **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Macapá: Embrapa Amapá, p. 597-606, 2016b.

SILVA, R. S.; KUMAR, L.; SHABANIB, F.; PICANÇO, M. C. Potential risk levels of invasive *Neoleucinodes elegantalis* (small tomato borer) in areas optimal for open-field *Solanum lycopersicum* (tomato) cultivation in the present and under predicted climate change. **Pest Management Science**, [S.I.], v. 73, p. 616-627, 2016.

SOUZA, A. R.; GIUSTOLIN, T. A.; QUERINO, R. B.; ALVARENGA, C. D. Natural parasitism of Lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, [S.I.], v. 99, p. 221-225, 2016.

ZUCCHI, O. L. A. D.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Desenvolvimento de um modelo determinístico compartimental para simular o controle de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) através de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Brasília, v. 2, p. 357-365, 1989.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 41-66, 1997.

### 3 DISPERSÃO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM REPOLHO, PEPINO E MILHO VERDE

#### RESUMO

A capacidade de dispersão de um parasitoide é fundamental para se estabelecer um programa de controle biológico, uma vez que a partir desta informação é possível se determinar a eficiência do controle e o número de pontos de liberação por unidade de área. Assim, o objetivo do trabalho foi determinar a capacidade de dispersão, bem como estimar o número de pontos de liberação de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), linhagem coletada na Serra da Ibiapaba, avaliadas nas culturas do milho verde, do pepino estaqueado e do repolho no Estado do Ceará. Os experimentos foram desenvolvidos em quatro áreas cultivadas, sendo uma com pepino estaqueado, outra com repolho e outras duas com milho em estágio de desenvolvimento com quatro pares de folhas (V4) e oito pares de folhas (V8). Ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) foram distribuídas em círculos concêntricos de raio de 2,5; 5,0; 9,0 e 12,0m. Fêmeas de *T. pretiosum* parasitaram ovos de *A. kuehniella* até 12 metros do ponto de liberação. A distância média que essas fêmeas encontraram e parasitaram os ovos do hospedeiro alternativo na cultura do milho em estágio V4 foi de 4,7 m com área de dispersão de 48,57m<sup>2</sup>, índice de parasitismo de 18,36%, sendo necessários 206 pontos/ha para liberações de *T. pretiosum*. No milho em estágio V8 a distância média foi de 5,9 m, com área de dispersão de 60,27 m<sup>2</sup>, índice de parasitismo médio 22,71% e 166 pontos de liberação/ha. Para a cultura do pepino estaqueado a distância média foi de 6,0 m, área de dispersão 62,20 m<sup>2</sup> com parasitismo médio observado de 21,08% e 161 pontos de liberação/ha. Para o repolho a distância média foi de 5,59 m, área de dispersão de 56,85 m<sup>2</sup> com parasitismo médio observado de 22,13% e 176 pontos de liberação/ha.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Liberação. Parasitoide de ovos.

#### ABSTRACT

The dispersion capacity of a parasitoid is fundamental to establish a biological control program, since from this information it is possible to determine the efficiency of the control and the number of release points per unit area. Thus, the objective of this work was to

determine the dispersion capacity, as well as to estimate the number of release points of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), strain collected in the Serra da Ibiapaba, evaluated in green corn, cucumber and cabbage in the Ceará State. The experiments were carried out in four cultivated areas with four leaf pairs (V4) and eight leaves pair (V8) cultivated with stacked cucumber, cabbage and maize. Unviable eggs of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) were distributed in concentric circles of radius 2.5; 5.0; 9.0 and 12.0 m. Females of *T. pretiosum* parasitized *A. kuehniella* eggs up to 12 meters from the release point. The average distance that these females encountered and parasitized the eggs of the alternative host in the V4 corn crop was 4.7 m with a dispersion area of 48.57 m<sup>2</sup>, a parasitism index of 18.36%, requiring 206 points/ha for releases of *T. pretiosum*. In the V8 stage maize, the mean distance was 5.9 m, with a dispersion area of 60.27 m<sup>2</sup>, a mean parasitism index of 22.71% and 166 release points/ha. For the cucumber culture the mean distance was 6.0 m, dispersion area 62.20 m<sup>2</sup> with observed average parasitism of 21.08% and 161 release points/ha. For cabbage the mean distance was 5.59 m, dispersion area of 56.85 m<sup>2</sup> with observed average parasitism of 22.13% and 176 release points/ha.

**Keywords:** Biological control. Release. Egg parasitoid.

## Introdução

O controle biológico é um fenômeno natural e envolve o mecanismo da densidade recíproca, de tal forma que sempre uma população é regulada por outra, ou seja, um ser vivo é sempre explorado por outro ser vivo e com efeitos na regulação do crescimento populacional mantendo assim o equilíbrio da natureza (BUENO, 2009). O controle biológico assume importância cada vez maior em programas de manejo integrado de pragas, principalmente em um momento que se discute muito a produção integrada rumo à uma agricultura sustentável, em resposta às exigências do mercado internacional (PARRA, 2014).

A integração do controle biológico dentro das práticas do manejo integrado de pragas vem aumentando exponencialmente no mundo, incluindo em campo aberto (produção de grãos e cereais), casas-de-vegetação (produção de vegetais) e até mesmo em áreas de exploração florestal (NARANJO *et al.*, 2016; GILES *et al.*, 2017). A expansão do uso do controle biológico está relacionada à eficiência na supressão das pragas, principalmente com a utilização de parasitoides, com destaque para os parasitoides da família Trichogrammatidae (WAJNBERG, 2010; PARRA, 2014). Os parasitoides de ovos pertencentes à família

Trichogrammatidae são os mais produzidos e utilizados no mundo em programas de controle biológico aplicado, pois atacam a praga no estágio de ovo evitando a eclosão de larvas, que são responsáveis por causar os prejuízos no campo (WAJNBERG; HASSAN 1994; VAN LENTEREN; BUENO, 2003).

No Brasil, os estudos com *Trichogramma*, principalmente com as espécies *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) começaram há mais de 30 anos com excelentes resultados (PARRA, 2010). Estimativas apontam que no Brasil são liberados *T. galloi* em 500.000 ha de cana-de-açúcar para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), além da liberação em mais de 50.000 ha de *T. pretiosum* para o controle de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro (PARRA, 2010). É difícil estimar precisamente o tamanho da área que *Trichogramma* spp. é liberado no Brasil pois existe aumento contínuo no número de produtores de diversas culturas que o utilizam para o controle de lepidópteros-praga (PARRA, 2010).

Entre as espécies de *Trichogramma*, *T. pretiosum* é a mais amplamente distribuída, sendo encontrada frequentemente na América, principalmente na América do Sul, ocorrendo em todos os países sul-americanos (ZUCCHI *et al.*, 2010). No Brasil está associada a uma vasta gama de hospedeiros (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997). Foram observados parasitando ovos de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) (Lepidoptera: Pyralidae) (ZUCCHI *et al.*, 1989) e *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) (ALMEIDA, 2000), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays* L.) (BESERRA & PARRA, 2003), *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) (PEREIRA *et al.*, 2004), *Neoleucinodes elegantalis* (Guennée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), *T. absoluta* (PRATISSOLI *et al.*, 2005a), *D. saccharalis* em cana-de-açúcar e milho (GEREMIAS & PARRA, 2014).

Para que um programa de controle biológico aplicado utilizando *Trichogramma* spp. seja considerado de sucesso torna-se necessário o desenvolvimento de uma série de pesquisas desde a coleta, a correta identificação, o estudo das exigências térmicas e hídricas (RODRIGUES *et al.*, 2013), a produção e a manutenção em laboratório (DIAS-PINI *et al.*, 2012; FAVERO *et al.*, 2013), a escolha da melhor densidade de ovos do hospedeiro (HONDA; LUCK, 2000), a determinação do tempo de exposição do parasitoide ao hospedeiro (CARDOSO; MILWARD-DE-AZEVEDO, 1995), a estimativa do número ideal desses insetos a serem liberados no campo (QUEIROZ *et al.*, 2010; POMARI *et al.*, 2013), a seleção das

melhores linhagens ou espécies, especialmente de parasitoides nativos que são bem adaptados ao ambiente natural local (DIAS-PINI *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2016) até a capacidade de dispersão afim de traçar estratégias de liberação (PREZOTTI & PARRA, 2002; PÉREZ *et al.*, 2011; ZAPPALA *et al.*, 2012; PASTORI *et al.*, 2013).

A capacidade de dispersão de um parasitoide é fundamental para se determinar a eficiência do controle, uma vez que a partir desta informação, é que poderá ser determinado o número de pontos de liberação por unidade de área para que a distribuição seja a mais uniforme possível (PINTO; PARRA, 2002; PARRA, 2010). Em particular, as espécies de *Trichogramma* podem sofrer influências dos fatores físicos, tais como temperatura, vento e umidade (GETHA & BALAKRISHNAN, 2011). Além disso, os fatores intrínsecos ao parasitoide (estado fisiológico e tamanho das fêmeas), do hospedeiro (densidade de ovos) ou da planta hospedeira (idade, crescimento ou arquitetura vegetal) também influenciam na eficiência de dispersão do parasitoide (GINGRAS *et al.*, 2003; KOLLIKER-OTT *et al.*, 2004; REZNIK & KLYUEVA, 2006; GEETHA & BALAKRISHNAN, 2011).

A capacidade de dispersão e a capacidade de localização do hospedeiro no campo são atributos de qualidade importantes no controle biológico, mas são difíceis de estimar no laboratório (KÖLLIKER-OTT *et al.*, 2004). Em campo, por serem de tamanho reduzido, *Trichogramma* se dispersa em distâncias curtas com taxas de dispersão reduzidas em relação à distância do ponto de liberação (GEETHA & BALAKRISHNAN, 2011).

Apesar da importância da dispersão, ainda faltam informações sobre a mobilidade dos agentes de controle biológico em campo (CORBETT & ROSENHEIM, 1996). Portanto, conhecer como os parasitoides se distribuem é essencial para determinar a eficiência do agente de controle biológico (GEREMIAS & PARRA, 2014).

Para a avaliação da capacidade de dispersão de parasitoides geralmente utilizam-se círculos concêntricos, onde em um ponto central são liberados os parasitoides e nos perímetros de cada círculo são alocados hospedeiros ou armadilhas adesivas de forma equidistante (CANTO-SILVA *et al.*, 2006; PASTORI *et al.*, 2013). A avaliação da capacidade de dispersão é realizada por meio da verificação do parasitismo em hospedeiros alternativos (PEREIRA *et al.*, 2010), hospedeiros naturais (PASTORI *et al.*, 2013) ou marcação/recaptação com cartões coloridos adesivos (CANTO-SILVA *et al.*, 2006). Métodos que levem em consideração uma menor interferência na capacidade de busca e sobrevivência dos parasitoides no campo devem ser priorizados (CANTO-SILVA *et al.*, 2006), sendo o parasitismo em hospedeiro natural ideal para avaliar a capacidade de dispersão no campo (PASTORI *et al.*, 2013).

Outra metodologia que tem sido utilizada para estudar a dispersão de parasitoides no campo é a geoestatística (PÉREZ *et al.*, 2011; ZAPPALA *et al.*, 2012). Essa é uma ferramenta adequada para estudar populações no campo, permitindo quantificar a dependência e variabilidade espacial entre as amostras, além de utilizar essa dependência para construção de mapas (LIEBHOLD *et al.*, 1993).

Em geral, a dispersão de *T. pretiosum* e de *T. galloi* nas culturas da cana-de-açúcar e do milho é de 10 à 12 m, respectivamente (LOPES, 1988; GEREMIAS & PARRA, 2014). À partir desta distância, o parasitismo decresce e essa tendência também é observada para *T. pretiosum* na cultura da soja (BUENO; PARRA & BUENO, 2012). O número de pontos de liberação de *Trichogramma* por hectare varia de acordo com a cultura, estágio fenológico e as condições da localidade (PARRA, 2010). Na cultura do milho foram necessários 55 pontos de liberação por hectare no município de Piracicaba-SP (GEREMIAS & PARRA, 2014) enquanto que no município de Santo Antônio de Posse-SP foram necessários 100 pontos por hectare para uma distribuição homogênea (SÁ *et al.*, 1993).

A falta de informações sobre a capacidade dispersão de *Trichogramma* nas culturas do pepino, do repolho e do milho verde no Estado do Ceará induz o agricultor à utilização de informações pré-estabelecidas para outras culturas em diferentes regiões, e isto pode influenciar o resultado do controle já que a arquitetura das plantas e as condições climáticas da localidade são totalmente diferentes do local onde se realizou o estudo (MOLINA, 2003). Entretanto, por questões de praticidade e por desconhecimento das variáveis mencionadas, em muitas culturas a capacidade de dispersão e a quantidade de parasitoides por área acabam sendo pré-estabelecidas (LOPES, 1988). Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a capacidade de dispersão, bem como estimar o número de pontos de liberação de *T. pretiosum* nas culturas do milho verde, do pepino e do repolho no Estado do Ceará.

## **Material e Métodos**

### ***Descrição da área experimental***

O experimento foi realizado no período de março a abril de 2017, em plantios comerciais de pepino, de repolho e de milho verde localizados no município de Guaraciaba do Norte. Esse município situa-se na região da Serra da Ibiapaba, Noroeste do Estado do Ceará, distante 320 Km da capital Fortaleza (latitude: 4°10'S, longitude: 40°44'W, altitude: 902,4m).



O experimento foi conduzido em quatro áreas distintas sendo a primeira de um plantio comercial de pepino da variedade Darlington<sup>®</sup>, plantada em sistema de tutoramento vertical, em uma área de aproximadamente 1 ha, com espaçamento de 0,4 m entre as linhas e 8 plantas por metro linear com aproximadamente 50 dias após o transplante. A segunda área foi um plantio de repolho da variedade Daros<sup>®</sup>, plantada em uma área de aproximadamente 0,8 ha, com espaçamento de 0,4 m entre linhas e 10 plantas por metro linear com aproximadamente 40 dias após o transplante. As duas últimas áreas foram de milho híbrido variedade AG1051<sup>®</sup>, a primeira de 2 ha no estágio de desenvolvimento com oito pares de folhas (V8), com aproximadamente 2,0 m de altura e 50 dias após o plantio, e a segunda área com 1 hectare no estágio de desenvolvimento com quatro pares de folha (V4) e aproximadamente 1,0 m de altura, 35 dias após o plantio. No período de condução do experimento não foram realizadas aplicações de inseticidas para o controle de insetos-praga.

#### ***Criação de Anagasta kuehniella (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)***

Para a criação de *A. kuehniella* foi utilizada a metodologia de criação proposta por Parra *et al.* (1989), e mantida no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal do Ceará (LEA-UFC). Cerca de 0,3 gramas de ovos da mariposa foram distribuídos aleatoriamente em bandejas plásticas (30 x 22 x 10 cm) contendo 1 kg de dieta a base de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%). Fitas de papelão corrugado foram colocadas no interior de bandejas plásticas. Os adultos foram coletados das bandejas plásticas com aspirador de pó adaptado e acondicionados em tubos de PVC (15 de diâmetro x 25 cm de altura) com as extremidades fechadas com tecido do tipo *voil*. Uma placa de Petri (18,5 x 3,0 cm) foi inserida na base para deposição dos ovos. Diariamente foi realizada coleta de ovos, sendo uma parte utilizada para manutenção da criação e outra para multiplicação de *T. pretiosum*. Todo material foi acondicionado em laboratório sob condições controladas (25 ± 2°C, 70 ± 10% de UR e fotofase de 12 h).

#### ***Criação de T. pretiosum***

A linhagem de *T. pretiosum* utilizada no experimento foi coletada no município de Guaraciaba do Norte, Ceará, Brasil no ano de 2016 sendo mantida e criada no LEA. Para o preparo das cartelas foram utilizadas cartolina azul celeste (8,0 x 2,5 cm), contendo ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*. Com o auxílio de um pincel umedecido, os ovos foram

colocados nas cartelas contendo goma arábica (30%). Os ovos foram inviabilizados pela exposição à lâmpada germicida pelo período de 50 min. As cartelas foram acondicionadas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm) contendo parasitoides. Na parede interna dos tubos foi inserida uma gota de mel puro que serviu para alimentação dos parasitoides adultos. O tubo foi fechado com filme plástico PVC<sup>®</sup>. Após o período de 24 horas, as cartelas foram transferidas para novos tubos, permanecendo até a emergência da geração seguinte dos parasitoides.

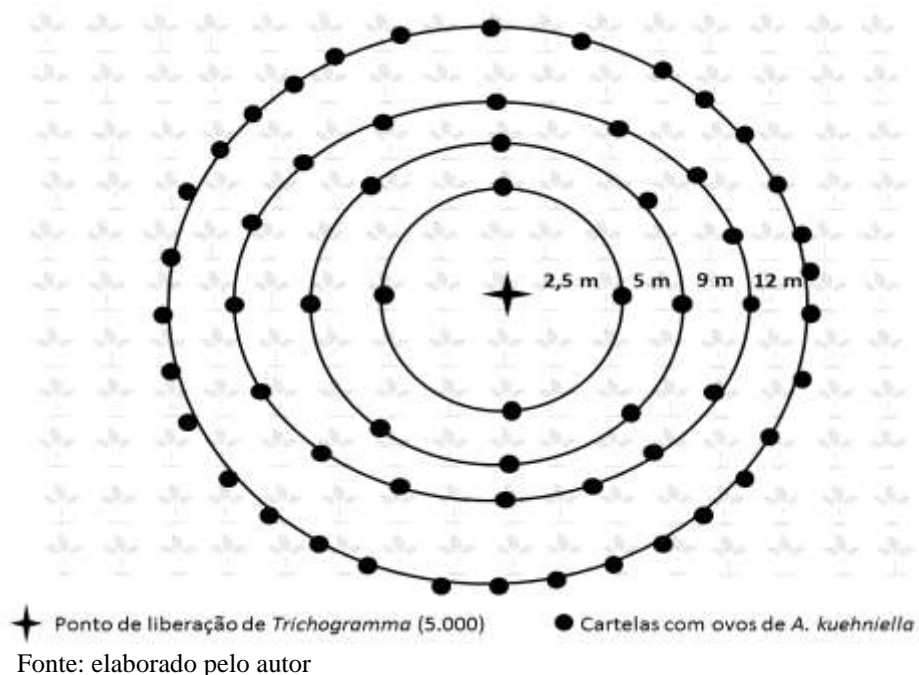
### ***Confeção das "unidades de parasitismo"***

Cerca de 40 ovos de *A. kuehniella* (com até 24 horas) foram colados com goma arábica em cartelas de cartolina azul celeste (4,0 x 2,5 cm) sendo essas cartelas introduzidas em sacos de tecido (8,0 x 4,0 cm) para posterior fixação no campo.

### ***Desenvolvimento experimental***

Em cada área experimental, unidades de parasitismo com ovos inviabilizados de *A. kuehniella* foram distribuídas em círculos concêntricos de raio de 2,5; 5,0; 9,0 e 12,0m, sendo distribuídas 4, 8, 16 e 32 unidades de parasitismo, respectivamente (Figura 1). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições para cada área avaliada.

Figura 1 - Representação esquemática da área experimental. Guaraciaba do Norte-CE, Brasil. 2017.



No ponto central de cada área experimental foram liberados 5.000 parasitoides recém-emergidos, sendo essa quantidade baseada na liberação de 100.000 parasitoides/ha distribuídos em 20 pontos.

A uma distância de 50 m das parcelas experimentais, foi delimitada uma área testemunha, onde foram instaladas seis unidades de parasitismo em cada cultura para detectar a ocorrência de parasitismo natural.

Durante a realização do experimento, a temperatura média variou de 18 a 28°C, a umidade relativa de 60 a 80%, com uma precipitação média de 8mm.

A exposição ao parasitismo, no campo, foi de 48 horas sendo, após isso, as cartelas com os ovos de *A. kuehniella* retiradas e acondicionadas em caixas de isopor e transportadas para o LEA onde foram isoladas em tubos de vidro (8,5 x 2,5 cm), previamente identificadas, mantidas em condições controladas de 25 ± 2°C, 70 ± 10% de umidade relativa e 12 h de fotoperíodo até a avaliação dos parâmetros.

Para determinar o cálculo do índice de parasitismo para cada distância do centro de liberação dos parasitoides, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\%P = (\text{número de ovos parasitados} / \text{número total de ovos contidos nas cartelas}) \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Foram considerados ovos parasitados aqueles escurecidos que apresentaram emergência de *T. pretiosum*.

Utilizou-se análise de regressão linear para avaliar o relacionamento entre o índice de parasitismo e as circunferências dos raios utilizando o software SAS®.

A distância média de dispersão (DM) e a área de dispersão (S<sup>2</sup>) do parasitoide nas áreas, foram determinadas pelo modelo proposto por Dobzhansky & Wright (1943), conforme:

$$D.M = \frac{\sum r^2 \cdot \frac{i}{a}}{\sum r \cdot \frac{i}{a} + \frac{c}{2\pi}} \dots \dots \dots (2)$$

$$S^2 = \frac{\sum r^3 \cdot \frac{i}{a}}{\sum r \cdot \frac{i}{a} + \frac{c}{2\pi}} \dots \dots \dots (3)$$

Onde:

DM= distância média (m) de dispersão do parasitoide durante o período experimental;

S<sup>2</sup>= área de dispersão (m<sup>2</sup>) durante o período experimental;

r= distância (m) do centro às unidades de parasitismo;

a= n° de pontos por círculo;

c= média de parasitoides no círculo central;

i= porcentagem de parasitismo.

A distribuição espacial do parasitismo foi calculada usando a interpolação pela krigagem ordinária. Considerando que é difícil quantificar o erro e a variância para os pontos estimados, haja vista o desconhecimento dos valores reais, a krigagem ordinária faz uso do modelo de função aleatória, de base probabilística, que permite atribuir pesos às amostras usadas nas estimativas (MONTEIRO *et al.*, 2013). Para criar as camadas do mapa foi utilizado o programa Surfer Versão 8 (Golden software) com as variáveis x y representando as coordenadas locais e z o valor do parasitismo em cada unidade amostral.

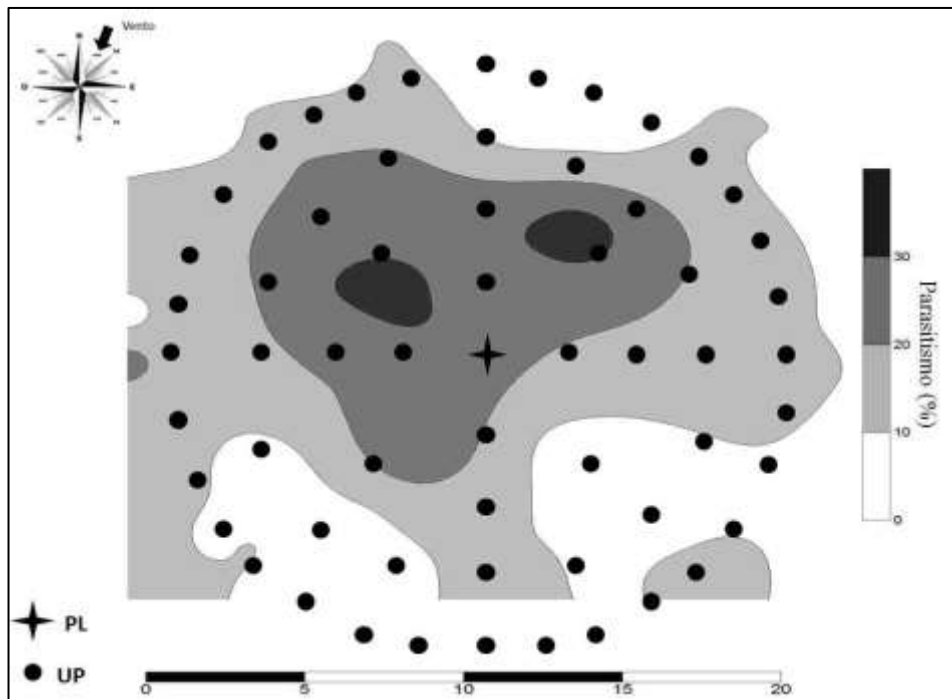
## Resultados

Nas áreas testemunhas não se observou parasitismo nos ovos presentes nas armadilhas, indicando ausência de *Trichogramma* nas áreas experimentais.

Fêmeas de *T. pretiosum* linhagem Guaraciaba parasitaram e desenvolveram-se em ovos de *A. kuehniella* distribuídas no interior da cultura do milho verde (em seus dois estágios), do pepino estaqueado e do repolho até 12 metros do ponto de liberação. Não foi constatado parasitismo de ovos de *A. kuehniella* por fêmeas de *T. pretiosum* nas parcelas onde não foram liberados os parasitoides (testemunha).

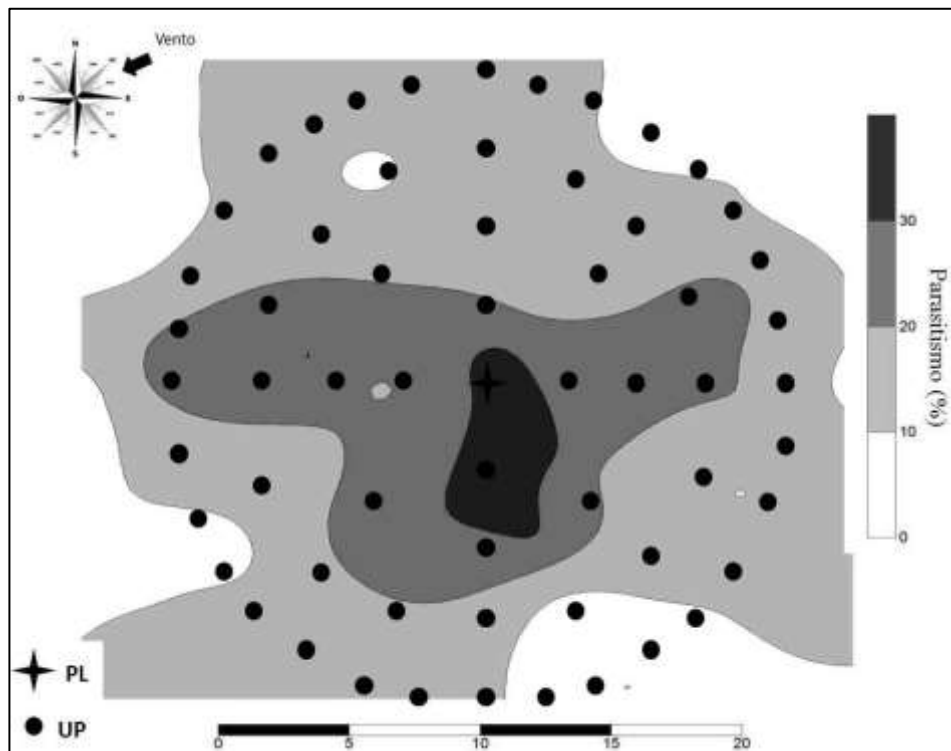
Houve redução linear entre o aumento da distância do ponto de liberação e a intensidade de parasitismo por *T. pretiosum* para todas as culturas avaliadas. Na cultura do milho, no estádio V4, o parasitismo observado foi de 22,08 e 8,21% para as distâncias de 2,5 e 12m, respectivamente (Figura 2). Enquanto que no estádio V8 a variação foi de 34,53 e 10,69% para as distâncias de 2,5 e 12m, respectivamente (Figura 3). Para a cultura do repolho a taxa de parasitismo variou de 31,38 e 8,77% para as distâncias de 2,5 e 12m, respectivamente (Figura 4). Já para a cultura do pepino, o percentual de parasitismo variou de 29,37 à 12,57%, para as distâncias de 2,5 e 12m, respectivamente (Figura 5).

Figura 2 - Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NE e 2,2 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estádio V4.



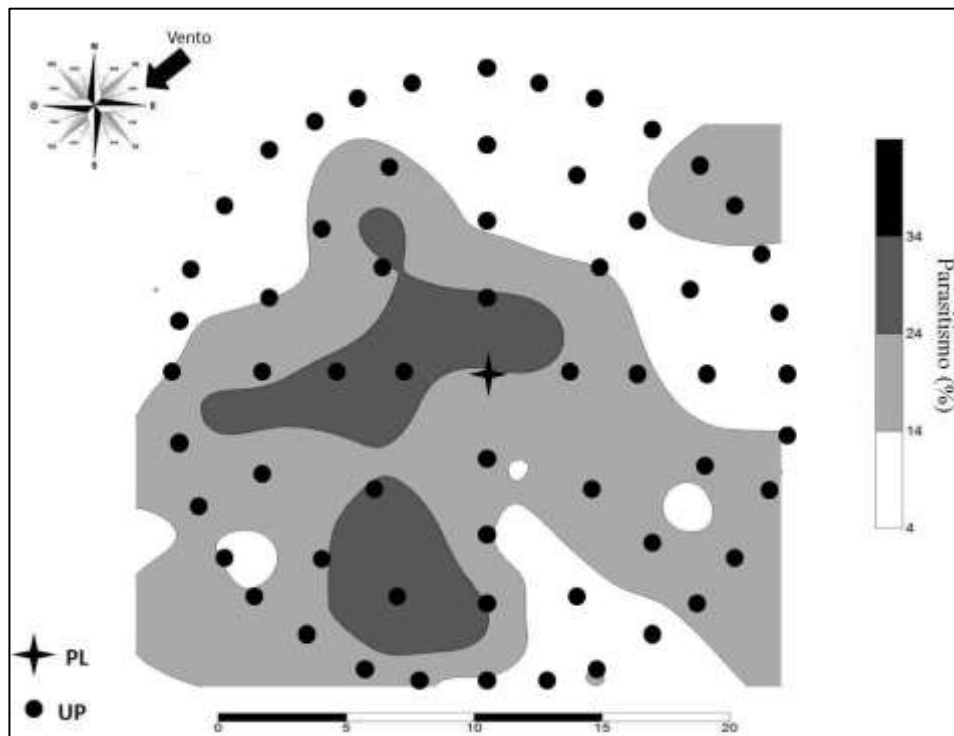
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 3 - Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NO e 1,2 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estágio V8.



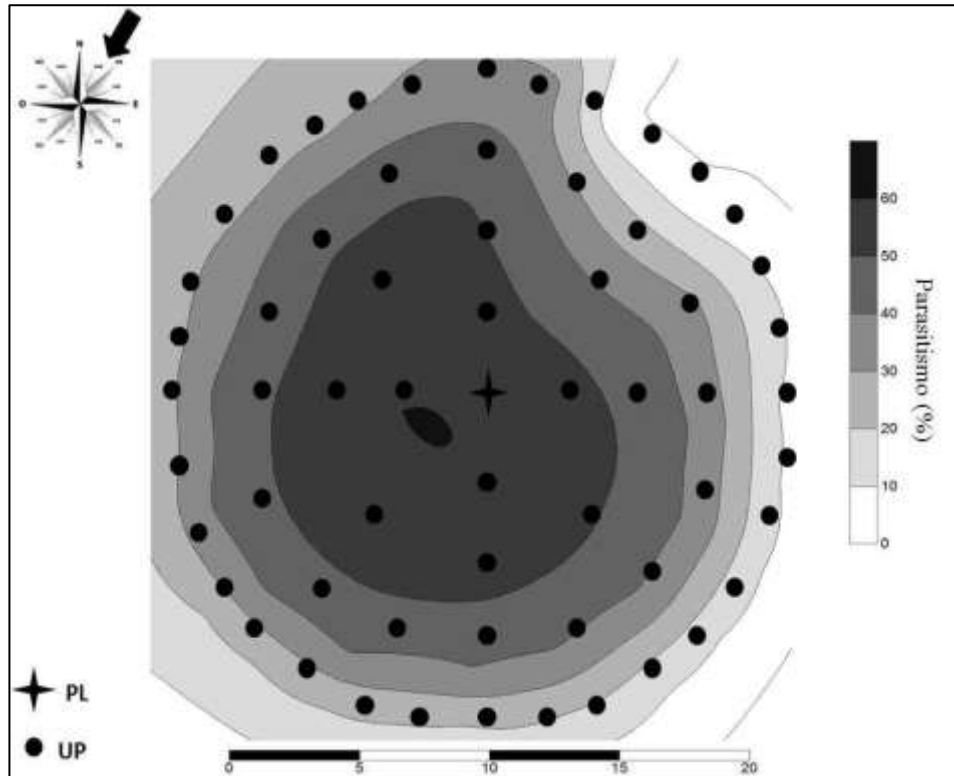
Fonte: elaborada pelo autor

Figura 4 - Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NO e 1,4 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do pepino.



Fonte: elaborada pelo autor

Figura 5 - Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (NO e 0,6 m/s) e interpolação do parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do repolho.



Fonte: elaborada pelo autor

A distância média de dispersão para o milho verde no estádio V4 foi estimada em 4,66 m e a área de dispersão de 48,57m<sup>2</sup> com parasitismo médio de 18,38% e 206 pontos de liberação por ha (Tabela 3). Para o milho verde, no estádio V8, foi estimada em 5,91 m sendo a área de dispersão de 60,27 m<sup>2</sup> com um parasitismo médio de 22,71% e 166 pontos de liberação por ha (Tabela 3). Para a cultura do pepino estaqueado a distância média de dispersão foi de 6,0 m, com área de dispersão de 62,2 m<sup>2</sup> e um parasitismo de 21,08% e 161 pontos de liberação por ha (Tabela 3). Na cultura do repolho foi observada uma distância média de 5,59 m e uma área de dispersão de 56,85 m<sup>2</sup> com um parasitismo de 22,13% e 176 pontos de liberação por ha (Tabela 3).

Tabela 3 - Distância média e área de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) para as culturas do milho verde, do pepino estaqueado e do repolho, Guaraciaba do Norte, Ceará

Cultura		Distância média (DM)	Área de dispersão (S <sup>2</sup> )	Parasitismo esperado	Nº de pontos por ha
Milho	V4	4,7 m	48,57 m <sup>2</sup>	18,36% <sup>1</sup>	206

V8	5,91 m	60,27 m <sup>2</sup>	22,71% <sup>2</sup>	166
Pepino	6,0 m	62,20 m <sup>2</sup>	21,08% <sup>3</sup>	161
Repolho	5,59 m	56,85 m <sup>2</sup>	22,13% <sup>4</sup>	176

<sup>1</sup>Parasitismo esperado calculado por meio da distância média no modelo  $\hat{y} = 25,41 - 1,50x$ .

<sup>2</sup>Parasitismo esperado calculado por meio da distância média no modelo  $\hat{y} = 35,89 - 2,23x$ .

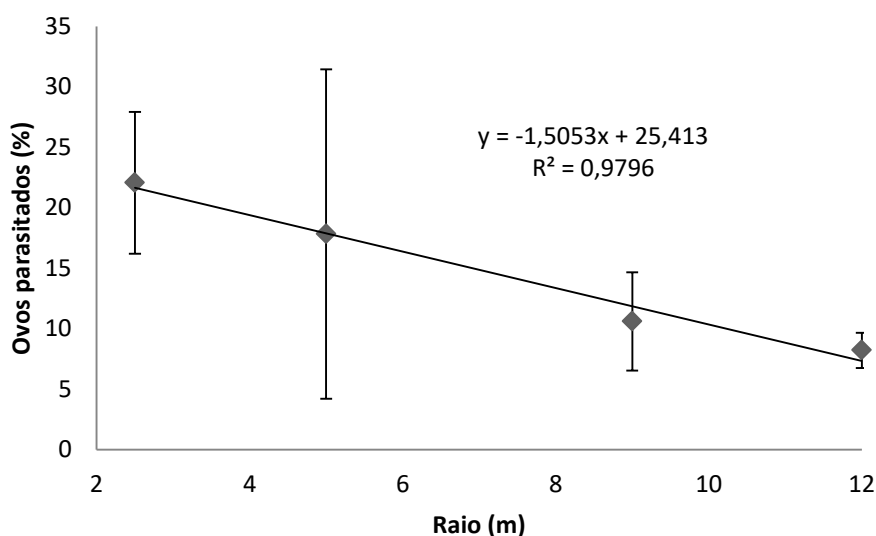
<sup>3</sup>Parasitismo esperado calculado por meio da distância média no modelo  $\hat{y} = 32 - 1,82x$ .

<sup>4</sup>Parasitismo esperado calculado por meio da distância média no modelo  $\hat{y} = 34,6 - 2,23x$ .

Fonte: elaborada pelo autor

O padrão da disposição espacial do parasitismo para o milho em estádio V4 (Gráfico 1) houve uma maior agregação na direção Noroeste, com uma maior porcentagem de parasitismo próximo aos 9m. O milho em estádio V8 teve um padrão de dispersão maior na região Centro-oeste (Gráfico 2) com uma taxa de parasitismo maior próximo ao ponto de liberação. Na cultura do pepino a maior agregação foi na direção Oeste com uma maior taxa de parasitismo até os 9 m (Gráfico 3). Para o repolho o padrão de dispersão foi homogêneo (Gráfico 4).

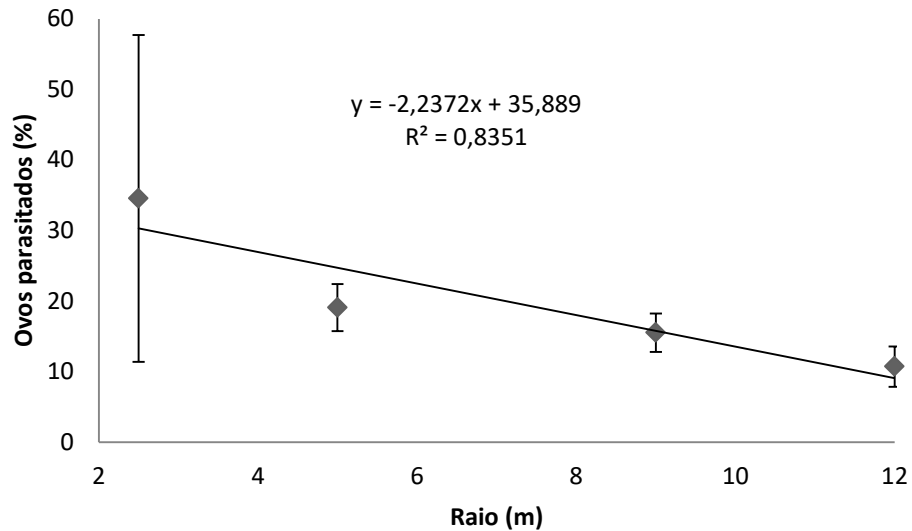
Gráfico 1 - Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho em estádio V4 (F= 96,44 e P= 0,0102).



Fonte: elaborado pelo autor

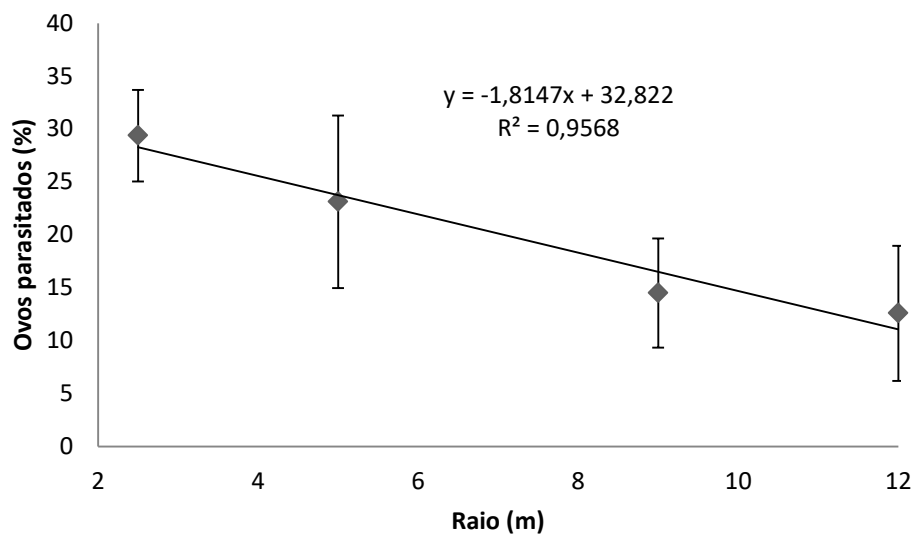


Gráfico 2 - Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do milho no estágio V8 (F= 10,14 e P= 0,0861).



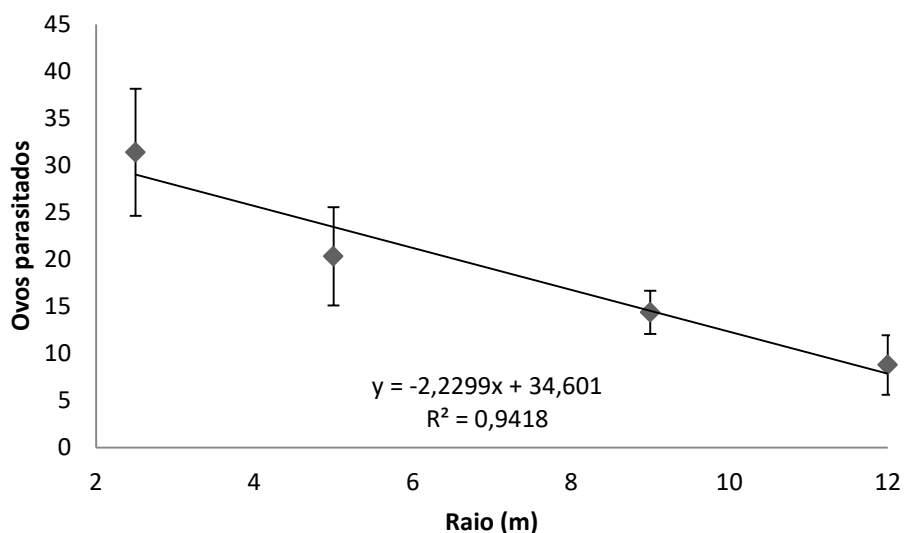
Fonte: elaborado pelo autor

Gráfico 3 - Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do pepino (F= 44,37 e P= 0,027).



Fonte: elaborado pelo autor

Gráfico 4 - Raio de dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e parasitismo em ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do repolho (F= 32,38 e P= 0,029).



Fonte: elaborado pelo autor

## Discussão

As taxas de parasitismo, nas três culturas avaliadas, nos pontos mais próximos (2,5 m) à liberação dos parasitoides foi superior a 18% e sugere a facilidade de *T. pretiosum* linhagem Guaraciaba em localizar os hospedeiros no menor raio devido à proximidade dos estímulos químicos dos ovos, denominados semioquímicos ou infoquímicos (COLAZZA *et al.*, 2010). À medida que a unidade de parasitismo ficava mais distante, o parasitismo reduzia linearmente para todas as culturas avaliadas. Essa redução pode estar relacionada ao maior gasto energético e de tempo do parasitoide em localizar hospedeiros em uma área maior, a partir do ponto de liberação (TURCHIN, 1998; CHAPMAN *et al.*, 2009) ou o número de parasitoides liberados, em relação ao número de plantas, tenha sido insuficiente para alcançar maior percentual de parasitismo (CHAPMAN *et al.*, 2009). Outro ponto que merece atenção é o fato de existirem, nas culturas, populações (ovos) de outros lepidópteros-praga que podem ter sido parasitados pelos inimigos naturais liberados.

A redução do parasitismo, nas armadilhas mais distantes em relação ao ponto de liberação, pode estar relacionada ao fato de poucos parasitoides realizarem voos longos devido à tendência desses em se estabelecer e ovipositar perto do ponto de liberação (SUVERKROPP *et al.*, 2009). A capacidade de dispersão medida pela taxa de parasitismo

depende do comportamento do parasitoide, do tempo após a liberação, do tamanho da área experimental (CANTO-SILVA *et al.*, 2006), da arquitetura, da distribuição e da altura das plantas (PRATISSOLI *et al.*, 2005a; SUVERKROPP *et al.*, 2009), das características intrínsecas da espécie parasitoide (PRATISSOLI *et al.*, 2005a; CANTO-SILVA *et al.*, 2006), dos fatores climáticos (FOURNIER & BOIVIN, 2000), do número de liberações (KEHRLI *et al.*, 2005) e da espécie do parasitoide liberado (PRATISSOLI *et al.*, 2005a; GRANCE, 2010).

*Trichogramma pretiosum* linhagem Guaraciaba foi capaz de parasitar ovos de *A. kuehniella* até 12 metros do ponto de liberação em repolho, milho verde e pepino estaqueado indicando similaridade com *T. galloi* utilizado para o controle de *D. saccharalis* em milho e *T. pretiosum* para o controle de lepidópteros-praga em soja (BUENO *et al.*, 2012; GEREMIAS & PARRA, 2014). Esses resultados reforçam evidências de que a distância de busca de *Trichogramma* spp. por seus hospedeiros esteja na faixa de 12 metros e gera possibilidade para traçar estratégias de liberação, além de servir como referência para estudos de dispersão em outras culturas.

A distância média do parasitismo e área de dispersão diferente para o milho em estágio V4 e V8 pode estar relacionada à localização da área do experimento e a influência do vento sobre estes. No milho em estágio V4 não havia vegetação nativa próxima à área que promovesse efeito quebra-vento e diminuísse vento e chuva. Assim, o padrão de dispersão de *T. pretiosum* concentrou-se na direção Noroeste, enquanto que no milho em estágio V8, por apresentar maior massa verde, permitiu que *T. pretiosum* se dispersasse de forma mais uniforme ao longo da área experimental. Os resultados do experimento foram semelhantes aos obtidos por Sá & Parra (1993) em que a dispersão de *T. pretiosum* em ovos de *H. zea*, 36 horas após a liberação, foi de 6,31 m e 9,36 m em duas áreas distintas, com a área de dispersão de 80 a 102 m<sup>2</sup>. A menor dispersão de *T. pretiosum* comparado ao experimento de Sá & Parra (1993) pode estar relacionada à localidade, à variedade e ao espaçamento da cultura que pode ter reduzido a capacidade de dispersão do parasitoide. Durante condições climáticas desfavoráveis, como elevada velocidade do vento ou pluviosidade, *T. pretiosum* pode buscar refúgio e, como consequência, podem surgir inesperadas variações intraespecíficas no comportamento de dispersão, mesmo sendo a mesma espécie (FOURNIER & BOIVIN, 2000).

Na cultura do pepino, a distância média do parasitismo foi de 6,0 m com área de dispersão de 62,2 m<sup>2</sup>. Essa distância e área de dispersão assemelha-se aos resultados relatados por Pastori *et al.* (2008) que, trabalhando com *T. pretiosum* para o controle de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) em macieira obteve capacidade de

dispersão de 61,07m<sup>2</sup>. Na cultura do repolho, a baixa distância média observada quando comparada ao trabalho de Pratisoli *et al.* (2005b) em ovos de *T. absoluta* em tomateiro, em que, 24 horas após a liberação, ocorreu dispersão de 7,37 a 7,94 m e a área de 120,20 a 138,72 m<sup>2</sup>. No caso do repolho, os resultados podem ser atribuídos à menor proteção promovida pela simples arquitetura das plantas de repolho ao vento e a chuva fazendo com que o parasitoide apresentasse uma dispersão reduzida e parasitismo centralizado em torno dos pontos de liberação (FOURNIER & BOIVIN, 2000).

De maneira geral, a dispersão das espécies de *Trichogramma* spp. fica em torno de 10 m (SÁ *et al.*, 1993; PRATISSOLI *et al.*, 2005b; CHAPMAN *et al.*, 2009; GEREMIAS & PARRA, 2014) e variações em torno desta média podem ser atribuídas às características intrínsecas do parasitoide e da cultura (PRATISSOLI *et al.*, 2005b) além de fatores climáticos (PASTORI; MONTEIRO & BOTTON, 2008).

As condições climáticas, como precipitação, direção e velocidade do vento, são variáveis importantes no processo de dispersão de parasitoides influenciando na dinâmica de voo e na sua distância percorrida no campo. Estudos de campo, embora em pequeno número, sugerem, por exemplo, que *Trichogramma* evita condições de orvalho (KELLER *et al.*, 1985), temperaturas extremas (WANJEBERG, 1994), áreas de intensa luminosidade (WANJEBERG, 1994), chuvas pesadas (KOT, 1979) e ventos com velocidade acima de 1,1 km/h (KELLER *et al.*, 1985). Dessa maneira, se não é possível evitar o clima rigoroso, a frequência e quantidade de pontos de liberações devem ser ajustadas para as condições locais (SMITH, 1996).

A disposição espacial do parasitismo de *T. pretiosum* nas culturas do milho, do pepino e do repolho foi influenciada pela direção do vento e a precipitação que ocorreu durante a execução do experimento. Na cultura do milho, em estádio V4, houve maior agregação na região Noroeste da área do milho em estádio V4. Em seus estudos, Pinto *et al.* (1997) liberaram *T. galloi* de diferentes formas e técnicas para o controle de ovos de *D. saccharalis* e observaram que a condição climática afetou a dispersão e o parasitismo, onde as chuvas que ocorreram nos dias das liberações ou logo depois delas carregaram as pupas dos parasitoides e diminuíram sua eficiência de parasitismo. Para o milho em estágio V8 a capacidade dispersão foi menos afetada pelo vento e precipitação, agregando-se mais na região Centro-oeste, próximo ao ponto de liberação. Os maiores valores de distância média e área de dispersão em comparação ao milho em estádio V4 estão relacionados à proteção fornecida pelo maior conteúdo de massa verde, reduzindo os efeitos do vento e da chuva. Na cultura do pepino houve maior agregação na região Oeste da área do pepino devido à

influência do vento em disposição ao sistema de plantio em tutoramento, enquanto que no repolho a dispersão ficou centralizada em torno do ponto de liberação devido à baixa proteção aos fatores ambientais fornecidas pela baixa arquitetura das plantas.

A recomendação da quantidade de pontos de liberação, nesse experimento, foi superior a 150 pontos por ha, uma vez que ela deve ser baseada na capacidade de dispersão do parasitoide. Aumentar o número de pontos de liberação quando a capacidade de dispersão é reduzida torna-se uma boa alternativa para garantir melhores resultados nos níveis de parasitismo (WANG & SHIPP, 2004; BARBOSA, 2014).

Para explorar melhor as conclusões do presente estudo sobre a capacidade de dispersão e o número de pontos de liberação necessários para uma dispersão eficiente nas culturas do milho, do pepino estaqueado e do repolho deve-se atentar para o efeito do aumento da densidade do parasitoide e no tempo permitido para a dispersão. Analisar esses fatores pode ampliar as possibilidades de um maior parasitismo.

*Trichogramma pretiosum* linhagem Guaraciaba mostrou relativa capacidade de dispersão em áreas de milho, de pepino estaqueado e de repolho podendo ser um componente adicional em programas de manejo de pragas nessas culturas, ora em associação à outras medidas de controle ou mesmo, atuando isoladamente para garantir a eficiência na supressão de lepidópteros-praga.

## **Conclusões**

O parasitismo de *T. pretiosum* linhagem Guaraciaba em ovos de *A. kuehniella* decresce a partir do ponto de liberação.

A capacidade de dispersão de *T. pretiosum* liberado nas áreas de milho, pepino estaqueado e repolho foi de 48,57 m<sup>2</sup>, para o milho em estádio V4, 60,27 m<sup>2</sup> para o milho em estádio V8, 62,20 m<sup>2</sup> para o pepino estaqueado e 56,85 m<sup>2</sup> para o repolho. O parasitismo médio esperado ficou em 20%.

A liberação de *T. pretiosum* visando boa uniformidade de distribuição na cultura do milho em estádio V4 deve ser feita em 206 pontos/ha, em estádio V6 deve ser 166 pontos/ha, para o pepino estaqueado devem ser em 161 pontos/ha e para o repolho 176 pontos/ha.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. P. Distribution of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on the cotton leafworm. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology**, [S.I], v. 11, p. 27-31, 2000.
- BARBOSA, R. H. Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar. 2014. 54p. **Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)** - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.
- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Brasília, v. 47, p. 205-209, 2003.
- BIGLER, F.; BABENDREIER, D.; VAN LENTEREN, J. C. Risk assessment and Non-target effects of egg parasitoids in Biological Control. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Dordrecht: Springer, p. 267-292, 2010.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: A basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, [S.I], v. 102, p.1-8, 2012.
- BUENO, V. H. P. Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. 2. ed. Lavras/MG: **Editores UFLA**, v. 1. 429 p, 2009.
- CANTO-SILVA, C. R.; KOLBERG, R.; ROMANOWSKI, H. P.; REDAELLI, L. R. Dispersal of the egg parasitoid *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) in tobacco crops. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1, p. 9-17, 2006.
- CARDOSO, D.; MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. Influência da densidade de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) sobre a capacidade reprodutiva de fêmeas nulíparas de *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 779-786, 1995.
- CHAPMAN, A. V.; KUHAR, T. P.; SCHULTZ, P. B.; BREWSTER, C. C. Dispersal of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in potato fields. **Environmental Entomology**, [S.I], v. 38, n. 3, p. 677-685, 2009.
- COLAZZA, S.; PERI, E.; SALERNO, G.; CONTI, E. Host searching by egg parasitoids: Exploitation of host chemical cues. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Dordrecht: Springer, p. 97-147, 2010.
- CORBETT, A.; ROSENHEIM, J. A. Impact of a natural enemy over wintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. **Ecological Entomology**, [S.I], v. 21, p. 155-164, 1996.

DIAS-PINI, N. S.; BROGLIO, S. M. F.; COSTA, S. S.; SANTOS, J. M.; GUZZO, E. C. Biological characteristics of *Telenomus alecto* and *Trichogramma galloi* reared on eggs of the sugarcane borer *Diatraea flavipennella*. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 515-518, 2012.

DOBZHANSKY T.; WRIGHT S. Genetics of natural populations x dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, [S.I.], v. 28, n. 4, p. 304-340, 1943.

FAVERO, K. **Desempenho biológico de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) multiplicado em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) sob diferentes temperaturas**. 2013. 93p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

FOURNIER, F.; BOIVIN, G. Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental conditions. **Environmental Entomology**, [S.I.], v. 29, n. 1, p. 55-63, 2000.

GEETHA, N.; BALAKRISHNAN, R. Temporal and spatial dispersal of laboratory-reared *Trichogramma chilonis* Ishii in open field. **Journal of Entomology**, [S.I.], v. 8, p. 164-173, 2011.

GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Dispersal of *Trichogramma galloi* in corn for the control of *Diatraea saccharalis*. **Biocontrol Science and Technology**, [S.I.], v. 24, p. 751-762, 2014.

GILES, K. L.; MACCORNACK, B. P.; ROYER, T. A.; ELLIOTT, N. C. Incorporation biological control into IPM decision making. **Current Opinion in Insect Science**, [S.I.], v. 14, p. 1-6, 2017.

GINGRAS, D.; DUTILLEUL, P. BOIVIN, G. Effect of plant structure on host finding capacity of lepidópteros pests of crucifers by two *Trichogramma* parasitoids. **Biological Control**, [S.I.], v. 27, p. 25-31, 2003.

GRANCE, E. L. V. **Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar**. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

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

HONDA, J. Y.; LUCK, R. F. Age and suitability of *Amorbia cuneana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Sabulodes aegrotata* (Lepidoptera: Geometridae) eggs for *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, [S.I.], v. 18, p. 79-85, 2000.

KEHRLI, P.; LEHMANN, M.; BACHER, S. Mass-emergence devices: A biocontrol technique for conservation and augmentation of parasitoids. **Biological Control**, [S.I.], v. 32, n. 2, p. 191-199, 2005.

KELLER, M. A.; LEWIS, W. J.; STINNER, R. E. Biological and practical significance of movement by *Trichogramma* species: a review. **Southwest entomological**, [S.I.], v. 8, p. 138-155, 1985.

KOLLIKER-OTT, U. M.; BIGLER, F.; HOFFMANN, A. A. Field dispersal and host location of *Trichogramma brassicae* is influenced by wing size but not wing shape. **Biological Control**, [S.I.], v. 31, p. 1-10, 2004.

KOT, J. Analysis of factors affecting the phytophage reduction by *Trichogramma* Westw species. **Polish Ecological Studies**, [S.I.], v. 5, p. 5-59, 1979.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, [S.I.], v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.

LOPES, J. R. S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae). 1988. 141 f. **Dissertação (Mestrado em Entomologia)** - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1988.

MOLINA, R. M. S. Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros, 2003. 96p. **Dissertação (Mestrado em Ciências/Entomologia)** - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

MONTEIRO, O. M.; LUNZ, A. M.; AZEVEDO, R. de; OLIVEIRA JÚNIOR, M. C. M. de. Spatial distribution and gallery depths of *Quesada gigas* nymphs in parica plantations. **Revista Ciências Agrárias**. [S.I.], v. 56, n. 4, p. 353- 358, 2013.

NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C.; FRISVOLD, G. B. Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. **Annual Review Entomology**, [S.I.], v. 60, p. 621-645, 2015.

PARRA J. R. P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p 267-292, 2010.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**, [S.I.], v. 71, n. 5, p. 345-355, 2014.

PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; SERRA, H. J. P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 403-415, 1989.



PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em pomar adulto de macieira. **Boletín de sanidad vegetal**, [S.I.], v. 34, p. 239-245, 2008.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, F. A. L.; ZAIDAN, U. R. Dispersão de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em plantio de cana-de-açúcar. **Agrária**, Recife, v. 8, n. 1, p. 85-89, 2013.

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Centro de Ciências Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1669-1674, 2004.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; PEDROSA, A. R. P.; OLIVEIRA, H. N. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência Agrônômica**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 715-720, 2010.

PÉREZ, D. E.; CANTOR, F.; RODRÍGUEZ, D.; CURE, J. R. Dispersión de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitando *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomate bajo invernadero. **Revista Colombiana de Entomología**, [S.I.], v. 37, n. 2, p. 210-216, 2011.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberações de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 325-342, 2002.

PINTO, J. D.; STOUTHAMER, R.; PLATNER, G. R. A new cryptic species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from the Mojave desert of California as determined by morphological, reproductive and molecular data. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, [S.I.], v. 99, p. 238-247, 1997.

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**, Brasília, v. 40, n. 7, 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**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 613-616, 2005b.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores, p. 295-307. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, B. S. C.; FERREIRA, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 635 p., 2002.

QUEIROZ, A. P.; POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BARBOSA, G. C.; BORTOLOTTI, O. C.; STOPA, Y. C.; BRAGA, K. Capacidade de dispersão do parasitoide *Telenomus remus* Nixon (1937) (Hymenoptera: Platygasteridae) na cultura do milho. In: **VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina, 2013, PR**. Resumos...VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, 2013.

REZNIK, S. Y.; KLYUEVA, N. Z. Egg retention and dispersal activity in the parasitoid wasp, *Trichogramma principium*. **Journal Insect Science**, [S.I.], v. 6, p. 1-6, 2006.

RODRIGUES, M. A. T.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; PASTORI, P. L.; GLAESER, D. F.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Thermal requirements and generation estimates of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in sugarcane producing regions of Brazil. **The Florida Entomologist**, [S.I.], v. 96, n. 1, p. 154-159, 2013.

SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, p. 226-231, 1993.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, [S.I.], v. 41, p. 375-406, 1996.

SOUZA, A. R.; GIUSTOLIN, T. A.; QUERINO, R. B.; ALVARENGA, C. D. Natural parasitism of Lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, [S.I.], v. 29, p. 221-225, 2016.

SUVERKROPP, B. P.; BIGLER, F.; VAN LENTEREN, J. C. Dispersal behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize fields. **Bulletin of Insectology**, [S.I.], v. 62, n. 1, p. 113-120, 2009.

TURCHIN, P. Quantitative analysis of movement: Measuring and modeling population redistribution in animals and plants. **Sunderland: Sinauer Associates**, [S.I.], 396 p., 1998.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, [S.I.], v. 48, p. 123-139, 2003.

WAJNBERG, E. Genetics of the behavioral ecology of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 150-159, 2010.

WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Eds). Biological control with egg parasitoids. **CAD International**, p. 245-271, 1994.

WANG, K.; SHIPP, J. L. Effect of release point density of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on control efficacy of *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato. **Biological Control**, [S.I.], v. 30, p. 323-329, 2004.

ZAPPALA, L.; CAMPOLO, O.; GRANDE, S. B.; SARACENO, F.; BIONDI, A.; SISCARO, G.; PALMERI, V. Dispersal of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) after augmentative releases in citrus orchards. **European Journal of Entomology**, [S.I.], v. 109, n. 1, p. 561-568, 2012.

ZUCCHI, O. L. A. D.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Desenvolvimento de um modelo determinístico compartimental para simular o controle de *Heliothis virescens* (Fabr.,

1781) através de *Trichogramma* spp. **Anais...** Sociedade Entomológica Brasileira, Brasília, v. 2, p. 357-365, 1989.

ZUCCHI, R. A.; QUERINO, R. B.; MONTEIRO, R. C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the new world, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 219-236, 2010.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 41-66, 1997.

## CONCLUSÕES FINAIS

Este estudo faz o primeiro relato do parasitismo natural de *T. pretiosum* em ovos de *N.elegantilis* na região da Serra da Ibiapaba, Ceará, Brasil.

O parasitismo de *T. pretiosum* linhagem Guaraciaba em ovos de *A. kuehniella* decresce a partir do ponto de liberação.

A capacidade de dispersão de *T. pretiosum* linhagem Guaraciaba liberados com a recomendação de 100.000 indivíduos por hectare nas áreas de milho, pepino e repolho variou entre 48,57 m<sup>2</sup>, para o milho em estágio V4, até 62,20 m<sup>2</sup>, na área de pepino. O parasitismo médio esperado ficou em 20% nas áreas avaliadas.

A liberação de *T. pretiosum* visando boa uniformidade de distribuição na cultura do milho em estágio V4 deve ser feita em 206 pontos/ha, em estágio V6 deve ser 166 pontos/ha, para o pepino devem ser em 161 pontos/ha e para o repolho 176 pontos/ha.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa são de grande importância para o estabelecimento do programa de controle biológico aplicado com o uso do *T. pretiosum*, visto que uma linhagem local foi coletada e identificada, abrindo a possibilidade para a criação massal desse parasitoide para posterior liberação em áreas de plantios comerciais. Poucos são os estudos realizados no Estado do Ceará com a utilização de agentes de controle biológico, principalmente com *Trichogramma*, uma vez que eles sempre foram comprados e introduzidos de outras regiões, mas com uma linhagem local já adaptada às condições ambientais do Nordeste, a possibilidade de sucesso aumenta consideravelmente. Por isso estudos sobre a capacidade de dispersão são essenciais, pois fornecem as informações necessárias a respeito da capacidade de busca aos hospedeiros em diferentes culturas e do número de pontos liberação por hectare.

Sem dúvida a busca por alimentos produzidos de forma sustentável, com respeito ao homem e ao ambiente vem aumentando gradativamente, e essa procura acaba forçando os produtores a buscar alternativas sustentáveis para o controle de pragas. Desta forma, o emprego do controle biológico por meio do parasitoide de ovos *T. pretiosum* torna-se uma ferramenta limpa e segura a ser utilizada nos programas de manejo integrado de pragas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apontam o *T. pretiosum* linhagem Guaraciaba como uma peça-chave nos programas de controle de lepidópteros-praga. Além disso, o trabalho com uma linhagem local abre a possibilidade do desenvolvimento de um programa de controle biológico com *T. pretiosum* aplicado ao Estado do Ceará, buscando difundir esta tecnologia entre a sociedade e até mesmo incentivando a criação de empresas que sejam capazes suprir essa demanda.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. P. Distribution of parasitism by *Trichogramma pretiosum* on the cotton leafworm. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology**, [S.I.], v. 11, p. 27-31, 2000.
- BARBOSA, R. H. Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar. 2014. 54p. **Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)** - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.
- BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Brasília, v. 47, p. 205-209, 2003.
- BIGLER, F.; BABENDREIER, D.; VAN LENTEREN, J. C. Risk assessment and Non-target effects of egg parasitoids in Biological Control. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Dordrecht: Springer, p. 267-292, 2010.
- BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea* 1. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 929-940, 1989.
- BOTELHO, P. S. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A. (ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 303-318, 1997.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F. *Trichogramma pretiosum* parasitism and dispersal capacity: A basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, [S.I.], v. 102, p.1-8, 2012.
- BUENO, V. H. P. Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. 2. ed. Lavras/MG: **Editora UFLA**, v. 1. 429 p, 2009.
- CANTO-SILVA, C. R.; KOLBERG, R.; ROMANOWSKI, H. P.; REDAELLI, L. R. Dispersal of the egg parasitoid *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) in tobacco crops. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1, p. 9-17, 2006.
- CARDOSO, D.; MILWARD-DE-AZEVEDO, E. M. V. Influência da densidade de *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) sobre a capacidade reprodutiva de fêmeas nulíparas de *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 779-786, 1995.
- CHAPMAN, A. V.; KUHAR, T. P.; SCHULTZ, P. B.; BREWSTER, C. C. Dispersal of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in potato fields. **Environmental Entomology**, [S.I.], v. 38, n. 3, p. 677-685, 2009.

CHIU, S.; CHEN, C. Biological control of the asian corn borer in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, [S.I], v. 28, p. 23-30, 1986.

COLAZZA, S.; PERI, E.; SALERNO, G.; CONTI, E. Host searching by egg parasitoids: Exploitation of host chemical cues. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 97-147, 2010.

CORBETT, A.; ROSENHEIM, J. A. Impact of a natural enemy over wintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. **Ecological Entomology**, [S.I], v. 21, p. 155-164, 1996.

DIAS-PINI, N. S.; BROGLIO, S. M. F.; COSTA, S. S.; SANTOS, J. M.; GUZZO, E. C. Biological characteristics of *Telenomus alecto* and *Trichogramma galloi* reared on eggs of the sugarcane borer *Diatraea flavipennella*. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 515-518, 2012.

DOBZHANSKY T.; WRIGHT S. Genetics of natural populations x dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. **Genetics**, [S.I], v. 28, n. 4, p. 304-340, 1943.

FAVERO, K. **Desempenho biológico de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) multiplicado em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) sob diferentes temperaturas**. 2013. 93p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

FORESTI, J.; GARCIA, M. S.; BERNARDI, O.; ZART, M.; NUNES, A. M. Biologia, seleção e avaliação de linhagens de *Trichogramma* ssp. para o controle da lagarta-da-espiga em milho semente. **EntomoBrasilis**, [S.I], v. 5, p. 43-48, 2012.

FORSSE, E.; SMITH, S. M.; BOURCHIER, R. S. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: Effects of ambient temperature, mates, food, and host eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, [S.I], v. 62, p. 147-154, 1992.

FOURNIER, F.; BOIVIN, G. Comparative dispersal of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to environmental conditions. **Environmental Entomology**, [S.I], v. 29, n. 1, p. 55-63, 2000.

GEETHA, N.; BALAKRISHNAN, R. Temporal and spatial dispersal of laboratory-reared *Trichogramma chilonis* Ishii in open field. **Journal of Entomology**, [S.I], v. 8, p. 164-173, 2011.

GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Dispersal of *Trichogramma galloi* in corn for the control of *Diatraea saccharalis*. **Biocontrol Science and Technology**, [S.I], v. 24, p. 751-762, 2014.

GILES, K. L.; MACCORNACK, B. P.; ROYER, T. A.; ELLIOTT, N. C. Incorporation biological control into IPM decision making. **Current Opinion in Insect Science**, [S.I], v. 14, p. 1-6, 2017.

GINGRAS, D.; DUTILLEUL, P. BOIVIN, G. Effect of plant structure on host finding capacity of lepidópteros pests of crucifers by two *Trichogramma* parasitoids. **Biological Control**, [S.I], v. 27, p. 25-31, 2003.

GONRING, A. H. R. Controle biológico e natural de *Diaphania hyalinata* e *Diaphania nitidalis* em pepino. 2010. 54f. **Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2010.

GRANCE, E. L. V. **Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar**. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

HAJI, F. N. D.; JIMENEZ, V. J.; BLEICHER, E.; ALENCAR, J. A.; HAJI, A. T.; DINIZ, R. S. Tecnologia de produção massal de *Trichogramma* spp. Petrolina, **Embrapa-CPATSA**, 24 p., 1998.

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

HONDA, J. Y.; LUCK, R. F. Age and suitability of *Amorbia cuneana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Sabulodes aegrotata* (Lepidoptera: Geometridae) eggs for *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, [S.I], v. 18, p. 79-85, 2000.

KEHRLI, P.; LEHMANN, M.; BACHER, S. Mass-emergence devices: A biocontrol technique for conservation and augmentation of parasitoids. **Biological Control**, [S.I], v. 32, n. 2, p. 191-199, 2005.

KELLER, M. A.; LEWIS, W. J.; STINNER, R. E. Biological and practical significance of movement by *Trichogramma* species: a review. **Southwest entomological**, [S.I], v. 8, p. 138-155, 1985.

KOLLIKER-OTT, U. M.; BIGLER, F.; HOFFMANN, A. A. Field dispersal and host location of *Trichogramma brassicae* is influenced by wing size but not wing shape. **Biological Control**, [S.I], v. 31, p. 1-10, 2004.

KOT, J. Analysis of factors affecting the phytophage reduction by *Trichogramma* Westw species. **Polish Ecological Studies**, [S.I], v. 5, p. 5-59, 1979.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, [S.I], v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.

LOPES, J. R. S. Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae). 1988. 141 f. **Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1988.



MOLINA, R. M. S. Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros, 2003. 96p. Dissertação (**Mestrado em Ciências/Entomologia**) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

MONTEIRO, O. M.; LUNZ, A. M.; AZEVEDO, R. de; OLIVEIRA JÚNIOR, M. C. M. de. Spatial distribution and gallery depths of *Quesada gigas* nymphs in parica plantations. **Revista Ciências Agrárias**. [S.I.], v. 56, n. 4, p. 353- 358, 2013.

NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C.; FRISVOLD, G. B. Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. **Annual Review Entomology**, [S.I.], v. 60, p. 621-645, 2015.

PARRA J. R. P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p 267-292, 2010.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**, [S.I.], v. 71, n. 5, p. 345-355, 2014.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Editora Manole, 609p. 2002.

PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; SERRA, H. J. P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 403-415, 1989.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. Biological control of pests through egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and/or Trichogrammatoidea. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 82, p. 153-160, 1987.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em pomar adulto de macieira. **Boletín de sanidad vegetal**, [S.I.], v. 34, p. 239-245, 2008.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, F. A. L.; ZAIDAN, U. R. Dispersão de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em plantio de cana-de-açúcar. **Agrária**, Recife, v. 8, n. 1, p. 85-89, 2013.

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Centro de Ciências Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1669-1674, 2004.

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Planter (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos

a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1669-1674, 2004.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; PEDROSA, A. R. P.; OLIVEIRA, H. N. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência Agronômica**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 715-720, 2010.

PÉREZ, D. E.; CANTOR, F.; RODRÍGUEZ, D.; CURE, J. R. Dispersión de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitando *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate bajo invernadero. **Revista Colombiana de Entomología**, [S.I.], v. 37, n. 2, p. 210-216, 2011.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P. Liberações de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 325-342, 2002.

PINTO, J. D.; STOUTHAMER, R.; PLATNER, G. R. A new cryptic species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from the Mojave desert of California as determined by morphological, reproductive and molecular data. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, [S.I.], v. 99, p. 238-247, 1997.

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**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 715-718, 2005a.

PREZOTTI, L.; PARRA, J. R. P. Controle de qualidade em criações massais de parasitóides e predadores, p. 295-307. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, B. S. C.; FERREIRA, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 635 p., 2002.

QUEIROZ, A. P.; POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BARBOSA, G. C.; BORTOLOTTI, O. C.; STOPA, Y. C.; BRAGA, K. Capacidade de dispersão do parasitoide *Telenomus remus* Nixon (1937) (Hymenoptera: Platygastriidae) na cultura do milho. In: **VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina, 2013, PR**. Resumos...VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, 2013.

QUERINO, R. B.; SILVA, N. N. P.; ZUCCHI, R. A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, p. 1521-1523, 2016.

REZNIK, S. Y.; KLYUEVA, N. Z. Egg retention and dispersal activity in the parasitoid wasp, *Trichogramma principium*. **Journal Insect Science**, [S.I.], v. 6, p. 1-6, 2006.

RODRIGUES, M. A. T.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; PASTORI, P. L.; GLAESER, D. F.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Thermal requirements and generation estimates of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in sugarcane producing regions of Brazil. **The Florida Entomologist**, [S.I.], v. 96, n. 1, p. 154-159, 2013.

SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, p. 226-231, 1993.

SCHOLZ, B. C. G. Pre-release evaluation studies of egg parasitoids for the management of *Heliothis* in Australian cotton. 1990. 406f. **Master of Science Thesis. University of Queensland**. St Lucia, Australia, 1990.

SCHOLZ, B. C. G. Pre-release evaluation studies of egg parasitoids for the management of *Heliothis* in Australian cotton. 1990. 406f. **Master of Science Thesis. University of Queensland**. St Lucia, Australia, 1990.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, [S.I.], v. 41, p. 375-406, 1996.

SOUZA, A. R.; GIUSTOLIN, T. A.; QUERINO, R. B.; ALVARENGA, C. D. Natural parasitism of Lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, [S.I.], v. 29, p. 221-225, 2016.

SUVERKROPP, B. P.; BIGLER, F.; VAN LENTEREN, J. C. Dispersal behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize fields. **Bulletin of Insectology**, [S.I.], v. 62, n. 1, p. 113-120, 2009.

TURCHIN, P. Quantitative analysis of movement: Measuring and modeling population redistribution in animals and plants. **Sunderland: Sinauer Associates**, [S.I.], 396 p., 1998.

ULRICHS, C. H.; MEWIS, I. Evaluation of the efficacy of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) inundative releases for the control of *Maruca vitrata* F. (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Applied Entomology**, [S.I.], v. 128, p. 426-431, 2004.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, [S.I.], v. 48, p. 123-139, 2003.

WAJNBERG, E. Genetics of the behavioral ecology of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 150-159, 2010.

WAJNBERG, E. Genetics of the behavioral ecology of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 150-159, 2010.

WAJNBERG, E.; HASSAN, S. A. (Eds). Biological control with egg parasitoids. **CAD International**, p. 245-271, 1994.

WANG, K.; SHIPP, J. L. Effect of release point density of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on control efficacy of *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato. **Biological Control**, [S.I.], v. 30, p. 323-329, 2004.

ZAPPALA, L.; CAMPOLO, O.; GRANDE, S. B.; SARACENO, F.; BIONDI, A.; SISCARO, G.; PALMERI, V. Dispersal of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) after augmentative releases in citrus orchards. **European Journal of Entomology**, [S.I], v. 109, n. 1, p. 561-568, 2012.

ZUCCHI, O. L. A. D.; PARRA, J. R. P.; SILVEIRA NETO, S. Desenvolvimento de um modelo determinístico compartimental para simular o controle de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) através de *Trichogramma* spp. **Anais...** Sociedade Entomológica Brasileira, Brasília, v. 2, p. 357-365, 1989.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, p. 41-66, 1997.

ZUCCHI, R. A.; QUERINO, R. B.; MONTEIRO, R. C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the new world, with emphasis in South America. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). ***Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 219-236, 2010.