Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

CAPACIDADE DE DISPERSÃO E PARASITISMO DE *Tetrastichus howardi* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Rogério Hidalgo Barbosa

Dourados-MS
Fevereiro/2014

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

CAPACIDADE DE DISPERSÃO E PARASITISMO DE *Tetrastichus howardi* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Rogério Hidalgo Barbosa
Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador

Prof.ª Dr.ª Anamari Viegas de Araujo Motomiya
Coorientadora

Dourados-MS
Fevereiro/2014

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

CAPACIDADE DE DISPERSÃO E PARASITISMO DE *Tetrastichus howardi* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Rogério Hidalgo Barbosa
Engenheiro agrônomo

Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador

Prof.ª Dr.ª Anamari Viegas de Araujo Motomiya
Coorientadora

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Dourados-MS
Fevereiro/2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

B238c Barbosa, Rogério Hidalgo.
Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar / Rogério Hidalgo Barbosa – Dourados-MS : UFGD, 2014.
54 f.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira.
Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Cana-de-açúcar – Cultivo. I. Pereira, Fabricio Fagundes. II. Título.

CDD: 338.17361

Responsável: Vagner Almeida dos Santos. Bibliotecário - CRB.1/2620

"Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar"

Por

ROGÉRIO HIDALGO BARBOSA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Entomologia

Prof. Dr. Fabrício Fagundes Pereira
Orientador - UFGD

Prof. Dr. Ulysses Rodrigues Vianna
Membro Titular – UFES

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular – UFGD

Aprovada em: 20 de fevereiro de 2014.

BIOGRAFIA ACADÊMICA

ROGÉRIO HIDALGO BARBOSA, iniciou sua atividade acadêmica de qualificação profissional em 2004/05 no Curso Técnico em Agropecuária na Escola Municipal Joaquim Domingos, oferecido pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Município de Nova Alvorada do Sul-MS. Em 2011, ingressou no Curso de nível superior em Agronomia (bacharelado) na Faculdade Anhanguera de Dourados (Anhanguera Educacional S.A), recebendo o título de Engenheiro Agrônomo em junho de 2011 na cidade de Dourados-MS. Em março de 2012, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB) na Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS, defendendo sua dissertação no dia 20 de fevereiro de 2014. Em março de 2014 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) na UFGD.

Aos meus pais

REINALDO BARBOSA (*In memoriam*)

&

LEONILDA CATELAN HIDALGO BARBOSA

que semprem colocoram os estudos à frente de tudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pela oportunidade de cursar o mestrado. Aos Professores Dr. FABRICIO FAGUNDES PEREIRA e Dra ANAMARI VIEGAS DE ARAUJO MOTOMIYA pela orientação, ensinamentos e confiança depositada. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo. Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento de Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo auxílio financeiro deste trabalho. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pelos conhecimentos transmitidos. Aos Professores Dr. JOSUÉ RAIZER e Dr. MARCOS GINO FERNANDES pelas valiosas sugestões na banca de qualificação. Ao Professor Dr. ULYSSES RODRIGUES VIANNA pelas sugestões na defesa final da dissertação. Aos amigos do Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECOBIOL), SAMIR OLIVEIRA KASSAB, CAMILA ROSSONI, DANIELE PERASSA COSTA, ELISON FLORIANO TIAGO na ajuda incansável na criação dos insetos. A JAY por estar presente na minha vida proporcionando momentos especiais. Aos amigos do dia-a-dia GIMO, IRYS COUTO, THIAGO MOTA pela convivência agradável. Ao secretário do PPGECB, MARCELO pela eficiência. A Usina Santa Helena, em especial Eng. Agrônoma NATALIA e Usina Monteverde, em especial Eng. Agrônomo Me. ANTONIO HIGINO pela área experimental e todo apoio logístico.

CONTEÚDO

RESUMO.....X

ABSTRACT.....XI

INTRODUÇÃO GERAL.....12

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....14

A cultura da cana-de-açúcar.....14

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae)……..……....14

Diatraea saccharalis Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae).....16

Capacidade de dispersão de parasitoides.....19

OBJETIVO GERAL.....21

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....22

ARTIGO CIENTÍFICO. Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar.....30

INTRODUÇÃO.....31

MATERIAL E MÉTODOS.....32

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....35

CONCLUSÃO.....37

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....38

ANEXOS.....49

RESUMO

O conhecimento do número de fêmeas parasitoides a serem liberadas no campo e a sua capacidade de dispersão pode aumentar o sucesso em programas de controle biológico aplicado. A broca da cana-de-açúcar é uma das pragas mais importantes da cana-de-açúcar no Brasil e seus inimigos naturais são responsáveis pela regulação populacional no campo. O objetivo desse trabalho foi estimar o número de fêmeas do parasitoide *Tetrastischus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e sua capacidade de dispersão na cultura da cana-de-açúcar. Pupas de *D. saccharalis* foram introduzidas em internódios de colmos de cana-de-açúcar e distribuídas na cultura da cana-de-açúcar. Fêmeas de *T. howardi* foram liberadas no ponto central das parcelas, exceto na testemunha, e as pupas de *D. saccharalis* recolhidas após 96 horas. A maior porcentagem de parasitismo (46,39%) foi constatada ao se utilizar 102 fêmeas de *T. howardi* por pupa de *D. saccharalis*. Fêmeas de *T. howardi* encontraram e parasitaram pupas de *D. saccharalis* até 20 metros do ponto de liberação. A distância média de dispersão na cultura da cana-de-açúcar foi de 7,64 m, sendo a área de dispersão de 80,07 m^2. Inicialmente, liberações de *T. howardi* devem ser realizadas em 125 pontos por hectare para que haja uma distribuição mais próxima da homogênea na cultura da cana-de-açúcar com até sete meses de brotação visando o controle biológico de *D. saccharalis*.

Palavras-chave: controle biológico, broca-da-cana, eulofídeo, liberação.

ABSTRACT

The knowledge of the number of parasitoids to be released in the field and their dispersal capacity can increase the chances of success in the biological control programs. The borer sugarcane is one of the most important pests of sugarcane in Brazil and their natural enemies are responsible for population regulation in the field. The aim of this study was to estimate the number of female parasitoid *Tetrastischus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) per pupa of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and its ability to spread the sugarcane culture. Pupae of *D. saccharalis* were introduced in internodes of stalks and spread the sugarcane culture. Females of *T. howardi* were released at the midpoint of the plot, except to the witness, and pupae of *D. saccharalis* collected after 96 hours. The highest percentage of parasitism (46.39%) was observed when using 102 females of *T. howardi* per pupa of *D. saccharalis*. Females of *T. howardi* found and parasitized pupae of *D. saccharalis* up to 20 meters from the release point. The average dispersal distance in the canesugar culture was 7.64 m, with an area of 80.07 m^2 dispersion. Initially, releases of *T. howardi* should be performed at 125 points per hectare so that a homogeneous distribution closer to the culture of sugarcane with up to seven months of sprouting from biological control of *D. saccharalis*.

Keywords: biological control, sugarcane borer, eulophid, release.

INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar tem importância econômica e social para o Brasil, sendo utilizada como matéria-prima para a produção do etanol, açúcar e bioeletricidade (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). Plantas de cana-de-açúcar podem ser atacadas por inúmeras espécies de insetos (BRANCO et al., 2010) e algumas delas podem causar danos econômicos a cultura (PORTELA et al., 2010).

Diatraea saccharalis Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae) é uma das principais pragas da cultura da cana-de-açúcar no Brasil (DINARDO-MIRANDA, 2008). Inseticidas químicos podem ser utilizados para o controle *D. saccharalis*. No entanto, a partir do 3º ínstar lagartas de *D. saccharalis* adentram o colmo das plantas de cana-de-açúcar e ficam protegidas das aplicações dos produtos químicos para o controle dessa praga (CRUZ et al., 2011; VOLPE et al., 2014).

Assim, o uso de parasitoides têm se destacado para o controle de *D. saccharalis* (PINTO, 2006). *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) e *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são agentes biológicos mais utilizados em cultivos de cana-de-açúcar (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2007; SILVA et al., 2012). Esses parasitoides são utilizados em uma área superior a 03 milhões de hectares (VACARI e BORTOLI, 2010), consolidando o maior programa de controle biológico do mundo.

O parasitoide *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) ocorre naturalmente em diversos Lepidoptera-praga (BAITHA et al., 2004; LA SALLE E POLASZEK, 2007; PRASAD et al., 2007; SILVA-TORRES et al., 2010) inviabilizando a emergência de adultos no campo e, recentemente, foi registrado, no Brasil, parasitando pupas de *D. saccharalis* em milho e cana-de-açúcar (CRUZ et al., 2011; VARGAS et al., 2011). Além disso, a facilidade de multiplicação desse

parasitoide em hospedeiro alternativo (OLIVEIRA, 2013), bem como o fato de *T. howardi* parasitar duas fases de desenvolvimento de *D. saccharalis* (VARGAS et al., 2011) pode aumentar as chances desse parasitoide permanecer no campo controlando a broca da cana-de-açúcar e complementando o controle biológico aplicado já utilizado nos canaviais.

No entanto, o sucesso de programas de controle biológico aplicado, com parasitoides, depende de pesquisas direcionadas para a coleta, identificação e seleção das linhagens ou espécies (DIAS-PINI et al., 2012; FORESTI et al., 2012), produção e manutenção em laboratório (FAVERO et al., 2013), exigências térmicas e hídricas (RODRIGUES et al., 2013), seletividade de agroquímicos (ANTIGO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013), do número ideal desses insetos a serem liberados no campo (PEREIRA et al., 2010; POMARI et al., 2013) e da capacidade de dispersão desses agentes biológicos, afim de traçar estratégias e/ou planos de liberação (FREITAS-BUENO et al., 2011; PASTORI et al., 2013; PRATISSOLI et al., 2005; ZAPPALA et al., 2012).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, espécies e/ou híbridos de *Saccharum* (Poales: Poaceae), é uma gramínea semiperene, própria de climas tropicais e subtropicais, possivelmente originária do sudeste da Oceania e seu histórico de cultivo no Brasil coincide com os primórdios da colonização portuguesa (CASTRO et al., 2009). A expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil ocorreu após a crise do petróleo, na década de 1970, pelo programa Pró-Álcool (Programa Nacional do Álcool), onde o etanol recebeu as atenções como combustível de extrema utilidade (SCHLEUMER, 1975).

A cultura da cana-de-açúcar é cultivada no Centro-sul (São Paulo, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo) e no Norte-nordeste (Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Norte e Bahia) do Brasil. Na safra 2013/2014 foram cultivadas 8.799.150 milhões hectares com cana-de-açúcar no Brasil (CONAB, 2013). No Estado de Mato Grosso do Sul foram cultivadas 624,110 mil hectares, com aumento de 15% em relação à safra anterior (2012/2013), com uma produtividade média de 70,3 toneladas por hectare, gerando 15.882,7 mil toneladas de açúcar e 27.992,2 milhões de litros de álcool (CONAB, 2013).

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae)

Taxonomia histórica e distribuição geográfica.

Tetrastichus howardi (Hymenoptera: Eulophidae) foi descrito pela primeira vez como *Euplectus howardi* em 1983 na Austrália a partir de indivíduos emergido de uma pupa de *Bathytricha truncata* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) (BOUCEK, 1988) e possui as sinonímias *Tetrastichus ayyari* (CHERIAN e SUBRAMANIAN,

1940); *Aprostocetus israeli* (BOUCEK, 1988); *Tetrastichus nigricorpus* (HAYAT e SHAHI, 2004).

O parasitoide *T. howardi* apresenta uma ampla distribuição geográfica, desde região Áfrotropical, Ásia e Austrália até a região Neotropical (LA SALLE e POLASZEK, 2007). No Brasil existem três registros de sua ocorrência. Em lagarta de *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Plutellidae) em plantio orgânico de couve (*Brassica oleracea*) em Chã Grande, Estado de Pernambuco (SILVA-TORRES et al., 2010); em pupa *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae) na cultura do milho (*Zea mays*) em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais (CRUZ et al., 2011); e em pupa de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar em Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul (VARGAS et al., 2011).

Aspectos bioecológicos de *T. howardi* no seu hospedeiro *D. saccharalis.*

T. howardi é um endoparasitoide gregário, hiperparasitoide facultativo, primário ou secundário (LA SALLE e POLASZEK, 2007). Os aspectos biológicos de *T. howardi* multiplicado em *D. saccharalis* em laboratório (25 ±1°C, umidade relativa de 60±10% e fotofase de 14 horas) na proporção de uma fêmea parasitoide por pupa hospedeira podem variar de 91,6 a 100% de parasitismo; 83,3% a 100% de emergência; progênie de 56,25±5,73 a 135,66±4,40 indivíduos, ciclo de vida (ovo-adulto) de 17 a 25,6 dias e razão sexual de 0,90 a 0,96 (VARGAS, 2013).

Tetrastichus howardi tem capacidade de parasitar duas fases de desenvolvimento de *D. saccharalis*, em lagarta e pupa, sendo registrada sua ocorrência em pupa no campo (VARGAS et al., 2011). *T. howardi* parasita lagartas de segundo, terceiro, quarto e quinto ínstares do seu hospedeiro, sendo que seu completo desenvolvimento ocorre em lagartas de terceiro e quarto instares em laboratório (VARGAS, 2013). Em teste de semi-campo realizado na cultura da cana-de-açúcar, fêmeas de *T. howardi* conseguiram

encontrar e parasitar lagartas de terceiro ínstar e pupas de *D. saccharalis* no interior de internódios de cana-de-açúcar (COSTA, 2013).

Tetrastichus howardi se desenvolve em pupas de *D. saccharalis* em uma faixa térmica entre 16 e 31ºC (KAVERO, 2013). Isso é um indicativo de que esse parasitoide pode se adaptar a diferentes regiões produtoras de cana-de-açúcar. Já para a produção massiva, pupas desse hospedeiro podem ser armazenadas a 10ºC por até 25 dias e posteriormente utilizadas para a multiplicação de *T. howardi* e quando parasitadas os imaturos em seu interior permanecem por 10ºC por até dez dias sem comprometer os aspectos biológicos das gerações parental e F1 (FAVERO, 2013).

Atributos biológicos como a longevidade, razão sexual aliada à capacidade de parasitar duas fases do hospedeiro (lagartas e pupas) e a facilidade de multiplicação em grandes quantidades são peculiaridades do parasitoide *T. howardi*, que o capacita e justificam a possibilidade de ser utilizado em programas de controle biológico de *D. saccharalis* (COSTA, 2013). Além disso, *T. howardi* pode ser multiplicado no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae) até três gerações sucessivas sem afetar as características biológicas do parasitoide (OLIVEIRA, 2013), maximizando e facilitando a produção massal.

***Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae)**

Origem, distribuição geográfica e plantas hospedeiras.

A broca da cana-de-açúcar é nativa do hemisfério ocidental (WHITE et al., 2011). Sua distribuição geográfica ocorre desde região sul dos Estados Unidos, nas Antilhas (desde ás Bahamas, Cuba até Trinidad-Tobago) e em todos os países da América Central e do Sul (BOX, 1952). No Brasil está presente em todas as regiões canavieira (DINARDO-MIRANDA, 2007; FREITAS et al., 2006).

Ocorre severamente em diversas gramíneas cultivadas, entre elas as culturas do arroz (*Oryza* sp.), aveia (*Avena* sp.), cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), milho (*Zea mays*), milheto (*Pennisetum* sp.), sorgo (*Sorghum* sp.) e trigo (*Triticum* sp.) sendo essas as mais importantes economicamente (COSTA-LIMA, 1945) e outras gramíneas incluindo forrageiras (*Paspalum* sp., *Panicum* sp., *Holcus* sp. e *Adropogon* sp.) (CRUZ et al., 2007).

Aspectos biológicos e comportamentais.

No campo, a duração da fase de desenvolvimento de *D. saccharalis* foi de 9 dias para ovos, larva 57 a 79 dias e pupa 7 a 14 dias, com ciclo total de 69 a 102 dias desde a postura até emergência dos adultos (GUEVARA e WIEND, 1980). Já no laboratório (25ºC, 70±10% de UR e 14 h de fotofase) o período de desenvolvimento em dieta artificial foi de 6,1±0,01 dias para ovos, larvas com 27,9±0,40 dias e pupas com 10,5±0,09 dias (CONTI, 2012). A longevidade de adultos é de três á sete dias (BOTELHO, 1985).

Fêmeas de *D. saccharalis* deposita seus ovos na face abaxial das folhas da cana-de-açúcar de forma imbricada e em massas em números variáveis de ovos (5 a 50) (BOTELHO et al., 1999). As lagartas recém-eclodidas alimentam-se do parênquima foliar e após sofrer a primeira ecdise, penetram no internódio do colmo pela sua parte mais tenra, próxima á bainha foliar abrindo galerias de baixo para cima no interior dos internódios, onde permanecem até a pupação e emergência dos adultos (GALLO et al., 2002). No campo pode ocorrer até cinco gerações anuais, porém normalmente ocorre quatro (CONTI, 2012).

Danos econômicos e injurias em plantas de cana-de-açúcar.

Os danos são provocados pela lagarta de *D. saccharalis* e podem ser diretos ou indiretos. Os danos diretos são decorrentes da sua alimentação, que ocasionam a

formação de galerias no interior do colmo, reduzindo a biomassa vegetal, além de tornar a planta menos tolerante ao tombamento provocado pelo vento, causar falhas na germinação, morte da gema apical, encurtamento do entrenó, enraizamento aéreo e germinação lateral (GALLO et al., 2002), resultando em uma perca de até 6,9% na produtividade final (em ton. ha^{-1}) (ROSSATO JÚNIOR et al., 2011). Os danos indiretos são decorrentes da entrada de microrganismos fitopatogênicos, *Fusarium moniliforme* e *Colletotricum falcatum* (GALLO et al., 2002) e outros insetos-praga secundários, como *Metamasius hemipterus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculioniodae) que adentram o colmo pelo orifício de entrada da lagarta de *D. saccharalis* (DINARDO-MIRANDA et al., 2012) acentuando as perdas no campo e na industria. Para cada 1% de infestação final de *D. saccharalis* reduz 19,8% á produção de açúcar (ROSSATO JÚNIOR et al., 2013).

Controle biológico de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar.

O controle das lagartas *de D. saccharalis* é difícil pelo seu habito críptico de permanecer a maior parte do seu desenvolvimento no interior do colmo da cana-de-açúcar. Neste contexto, inseticidas químicos não tem alcançado resultados satisfatório (VOLPE et al., 2014) e uma alternativa é o controle biológico. Além disso, a utilização de inimigos naturais no controle de pragas é uma alternativa promissora devido à eficiência e aos baixos custos relativos (BARBOSA et al., 2008).

Muitos inimigos naturais são encontrados e/ou liberados e/ou aplicados na cultura da cana-de-açúcar no controle populacional de *D. saccharalis*. As formigas Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) do gênero *Crematogaster* sp., *Pheidole* sp. e *Solenopsis* sp. são predadoras eficientes e atuam nas fases de ovos, lagartas e adultos de *D. saccharalis* no campo (OLIVEIRA et al., 2012). Nematóides entomopatógenicos (*Heterohabditis baujard* LPP7 e *Steinernema carpocapse* NCAll) (BELLINI e

DOLINSKI, 2012) e os fungos (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.) (OLIVEIRA et al., 2008) são promissores ao controle de *D. saccharalis*. Já os parasitoides, *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) são amplamente utilizados em liberações em canaviais de todo Brasil.

Parasitoide larval *C. flavipes* é o método biológico mais utilizado e difundido no Brasil para controle de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar (PINTO et al., 2006). O parasitoide de ovos *T. galloi* apresenta uma vantagem em relação aos outros inimigos naturais por reduzir a população da praga, antes mesmo que algum dano seja causado à cultura (BOTELHO et al., 1995), sendo eficiente principalmente em locais com altas infestações de *D. saccharalis* e apresenta ação sinérgica quando utilizado em associação com *C. flavipes* (BOTELHO et al., 1999).

Capacidade de dispersão de parasitoides

A capacidade de dispersão de parasitoides pode ser determinada pela avaliação do parasitismo em hospedeiros alternativos (PEREIRA et al., 2010), hospedeiros naturais (PASTORI et al., 2013) ou marcação/recaptura (CANTO-SILVA et al., 2006) no campo. 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).

A capacidade de dispersão de parasitoides pode ser avaliada em círculos concêntricos, onde em um ponto central liberam-se os parasitoides e em nos perímetros de cada circulo é alocados hospedeiros ou armadilhas adesivas de forma equidistante (CANTO-SILVA et al., 2006; PASTORI et al., 2013). A distância média (DM) e a área

de dispersão (S^2) pode ser obtida através de modelos matemáticos (DOBZHANSKY e WRIGHT, 1943).

Outra metodologia que tem sido utilizada para estudar 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 no campo, além de utilizar essa dependência para construção de mapas (LIEBHOLD et al., 1993). Sua ferramenta básica é o semivariograma, que relaciona a distância entre pares de amostras com a semivariância estatística (ELLSBEURY et al., 1998). O alcance (a) é um parâmetro do semivariograma e representa a distância na qual há dependência espacial entre as amostras (VIEIRA et al., 1998) e esse pode ser utilizado para o cálculo da área de dispersão de insetos-praga (DINARDO-MIRANDA et al., 2007; 2011) e inimigos naturais (PÉREZ et al., 2011), podendo-se estimar o número de amostras ou até mesmo número de pontos para liberação de inimigos naturais.

OBJETIVO GERAL

Estimar o número de fêmeas de *Tetrastichus howardi* por pupa de *D. saccharalis* e sua capacidade de dispersão na cultura da cana-de-açúcar visando estabelecer um plano inicial de liberação desse parasitoide no campo. Para isso, foi desenvolvido o seguinte trabalho artigo:

Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTIGO, M. R.; OLIVEIRA, H. N.; CARVALHO, G. A.; PEREIRA, F. F. Repelência de produtos fitossanitários usados na cana-de-açúcar e seus efeitos na emergência de *Trichogramma galloi*. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.910-916, 2013.

BAITHA, A.; JALALI, S. K.; RABINDRA, R. J.; VENKATESAN, T.; RAO, N. S. Parasitizing efficiency of the pupal parasitoid, *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) on *Chilo partellus* (Swinhoe) at different exposure periods. **Journal of Biological Control**, v.18, n.1, p.65-68, 2004.

BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae), utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v.8, n.1, p.49-54, 2008.

BELLINI, L. L.; DOLINSKI, C. Foliar application of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) for the control of *Diatraea saccharalis* in greenhouse. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1113-1120, 2012.

BOTELHO, P. M. S.; PARRA, J. R. P.; CHAGAS NETO, J. F.; OLIVEIRA, C. P. B. Associação do parasitóide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitóide larval *Cotesia flavipes*(Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.1, p.491-496, 1999.

BOTELHO, P. S. M. **Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae).** 1985. 110p. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; MAGRINI, E. A.; HADDAD, M. L.; RESENDE, L. C. L. Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.65-69, 1995.

BOUČEK, Z. **Australasian Chalcidoidea (Hymenoptera). A biosystematic revision of genera of fourteen families, with a reclassification of species.** CAB

International, Wallingford, Oxon, U.K.; Cambrian News Ltd, Aberystwyth, Wales, 832p. 1988.

BOX, H. E. **Informe preliminar sobre los taladradores de la caña de azucar (*Diatraea* ssp.) en Venezuela**. Maracay: Intituto Nacional de Agricultura, 1952. 91p. (Boletin Técnico, 2).

BRANCO, R. T. P. C.; PORTELA, G. L. F.; BARBOSA, O. A. A.; SILVA, P. R. R.; PÁDUA, L. E. M. Análise faunística de insetos associados à cultura da cana-de-açúcar, em área de transição floresta amazônica - cerrado (mata de cocal), no município de União – Piauí – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.1113-1120, 2010.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; PEREIRA-BARROS, J. L.; SANTOS, A. J. N.; CARVALHO, L. W. T.; CARVALHO, L. H. T.; OLIVEIRA, C. J. T. Efeito do número de adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.1, p.53-58, 2007.

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**, v.66, n.1, p.9-17, 2006.

CASTRO, H. S.; ANDRADE, L. A. B.; BOTREL, E. P.; EVANGELISTA, A. R. Rendimentos agrícola e forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar (S*accharum* spp.) em diferentes épocas de corte. **Ciência e agrotecnologia**, v.33, n.5, p.1336-1341, 2009.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H. M. C.; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J. C.; BURNQUIST, W. L.; CRESTE, S.; DI CIERO, L.; FERRO, J. A.; FIGUEIRA, A. V. O.; FIGUEIRAS, T. S.; GROSSI-DE-SÁ, M. F.; GUZZO, E. C.; HOFFMANN, H. P.; LANDELL, M. G. A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F. C.; ROMANO, E.; SILVA, W. J.; SILVA FILHO, M. C.; ULIAN, E. C. Sugarcane (*Saccharum* X *officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, v.4, n.1, p. 62-89, 2011.

CHERIAN, M. C.; SUBRAMANIAN, C. K. *Tetrastichus ayyari* Rohw. A pupal parasite of some moth-borer in south India. **Indian Journal** of **Entomology**, v.2, n.1, p.75-77, 1940.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar safra 2013/14**. 2013. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_-_abril_2013_1o_lev.pdf. Acesso em 15 de janeiro de 2014.

CONTI, B. F. **Exigências térmicas e monitoramento de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crampidae), como suporte ao seu controle biológico.** 2012. 120p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

COSTA, D. P. **Interações biológicas entre *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) e *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) no parasitismo de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar**. 2013. 82p. Tese (Doutorado em agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

COSTA, D. P.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; FAVERO, K. BARBOSA, R. H. Reprodução de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Diatraea saccharalis* de diferentes idades. **Revista de Ciências Agrárias**, v.57, n.1, p.67-71, 2014.

COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil**: Lepidópteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1945. v.1, p.60-76.

CRUZ, I. **A broca da cana-de-açucar, *Distraea saccharalis*, em milho, no Brasil**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2007. 12 p. (Circular Técnica 90).

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PENTEADO-DIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v.68, n.2, p.252-254, 2011.

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**, v.56, n.4, p.515-518. 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. p.349-404.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; ANJOS, I. A.; COSTA, V. P.; FRACASSO, J. V. Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.47, n.1, p.1-7, 2012.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; PERECIN, D. Variabilidade espacial de populações de *Diatraea saccharalis* em canaviais e sugestão de método de amostragem. **Bragantia**, v.70, n.3, p.577-585. 2011.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; VIEIRA, S. R. V.; FRACASSO, J. V.; GREGO, C. R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, n.3, p.449-455. 2007.

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

ELLSBEURY, M. M.; WOODSON, W. D.; CLAY, S. A.; MALO, D.; SCHUMACHER, J.; CLAY, D. E.; CARLSON, C. G. Geostatistical characterization of special distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Environmental Entomolology**, v. 27, n.4, p.910-917, 1998.

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.

FAVERO, K. PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; OLIVEIRA, H. N.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Biological characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) are influenced by the number of females exposed per pupa of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Florida Entomologist**, v.96, n.2, p.583-589, 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**, v.5, n.1, p.43-48, 2012.

FREITAS BUENO, R. C. O.; PARRA, J. R. P.; FREITAS BUENO, A. *Trichogramma pretiosun* parasitism and dispersal capacity: a basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. **Bulletin of Entomological Research**, v.102, n.1, p.1-8, 2011.

FREITAS, M. R. T.; FONSECA, A. P. P.; SILVA, E. L.; MENDONÇA, A. L.; SILVA, C. E.; MENDONÇA, A. L.; NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G. The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane

fields in the state of Alagoas, Brazil. **Florida Entomologist**, v.89, n.4, p.539-540, 2006.

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.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p.450-453.

GUEVARA, L. A. C.; WIENDL, F. M. Aspectos da biologia, em condições de campo, da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* (Fabr, 1794)). **Agropecuária Técnica**, v.1, n.1, p.32-39, 1980.

HAYAT, M.; SHAHI, M. H. Taxonomic notes on Indian Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). On the types of some Tetrastichinae. **Oriental Insects**, v. 38, n.1, p.303-31, 2004.

LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v.15, n.1, p.45-56, 2007.

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

OLIVEIRA, F. G. **Multiplicação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. 2013. 53p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

OLIVEIRA, H. N.; ANTIGO, M. R.; CARVALHO, G. A.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v. 29, n.5, p. 1267-1274, 2013

OLIVEIRA, M. A. P.; MARQUES, E. J.; TEIXEIRA, V. W.; BARROS, R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.30, n.2, p.220-224, 2008.

OLIVEIRA, R. F.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, D. R.; MUNHAE, C. B.; BUENO, O. C.; MORINI, M. S. C. Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) and predation by

ants on the different stages of the sugarcane borer life cycle *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **European Journal of Entomology**, v.109, n.3, p.381-387, 2012.

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**, v.8, n.1, p.85-89, 2013.

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**, 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**, v.37, n.2, p.210-216, 2011.

PINTO, A. S. O controle biológico de pragas da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. S.; BATISTA FILHO, A.; GINARTE, C. M. A.; SANTOS, E. M.; ARRIGONI, E. B.; STINGEL, E.; TAVARES, F. M.; ALMEIDA, J. E. M.; GARCIA, J. F.; BENTO, J. M. S.; MACHADO, L. A.; MACEDO, L. P. M.; LEITE, L. G.; ALMEIDA, L. C.; CANO, M. A. V.; BOTELHO, P. S. M. (Ed.). **O controle biológico de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. p.9-13.

POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; JUNIOR, A. O. M.; FONSECA, A. C. P. F. Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygastridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.377-382, 2013.

PORTELA, G. L. F.; PÁDUA, L. E. M.; BRANCO, R. T. P. C.; BARBOSA, O. A.; SILVA, P. R. R. S. Flutuação populacional de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar no município de União-PI. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.303-307, 2010.

PRASAD, K. S.; ARUNA, A. S.; KUMAR, V.; KARIAPPA, B. K. Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Olliff), a parasitoid of leaf roller (*Diaphania pulverulentalis*), on *Musca domestica* (L.). **Indian Journal of Sericulture**, v. 46, n.1, p. 89-91, 2007.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; ZAGO, H. B.; PASTORI, P. L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.6, p.613-616, 2005.

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**, v.96, n.1, p.154-159, 2013.

ROSSATO JUNIOR, J. A. S.; COSTA, G. H. G.; MADALENO, L. L.; MUTTON, M. J. R.; HIGLEY, L. G.; FERNANDES, A. O. Characterization and impact f the sugarcane borer on sugarcane yield and quality. **Agronomy Journal**, v.105, n.3, p.643-648, 2013.

SCHLEUMER, A. **Petrobras examina alternativas**. Jornal do Brasil, p.15, 1975.

SILVA, C. C. M.; MARQUES, E. J.; OLIVEIRA, J. V.; VALENTE, E. N. Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.34, n.1, p.23-27, 2012.

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.39, n.5, p.835–838, 2010.

VACARI, A. M.; BORTOLI, S. A. Situação atual e perspectivas da comercialização de agentes de controle biológico no Brasil. In: BUSOLI, A. C.; ANDRADE, D. J.; JANINI, J. C.; BARBOSA, C. L.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; RAMOS, T. O.; PAES, V. S. (Ed.). **Tópicos em Entomologia Agrícola III**. Jaboticabal: Multipress, 2010. p.91-102.

VARGAS, E. L. **Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagarta e pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).** 2013. 88p. Tese (Doutorado em agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TEXEIRA, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brasil. **Entomotropica**, v.26, n.3, p.143-146, 2011.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v.51, n.1, p.1-75, 1983.

VOLPE, H. X. L.; BARBOSA, J. C.; VIEL, S. R.; GOULART, R. M.; VACARI, A. M.; SALAS, C.; VEIGA, A. C. P.; BORTOLI, S. A. Determination of method to evaluate parasitism and cover area for studies on *Cotesia flavipes* in sugarcane. **African Journal of Research**, v.9, n.1, p.436-447, 2014.

WHITE, W. H.; HALE, A. L.; VEREMIS, J. C.; TEW, T. L.; RICHARDI JUNIOR, E. P. Registration of two sugarcane germplasm clones with antibiosis to the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Plant Registrations**, v.5, n.2, p.248-253, 2011.

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**, v.109, n.1, p.561-568, 2012.

- ARTIGO CIENTÍFICO -

Capacidade de dispersão e parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar

Rogério Hidalgo BARBOSA[1*], Fabricio Fagundes PEREIRA[1]
e Anamari Viegas de Araujo MOTOMIYA[2]

[1]Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.
[2]Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

[*]Autor para correspondência. Rodovia Dourados/Itahum, km 12, Cidade Universitária, Caixa Postal 533, CEP: 79.804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.
e-mail: hidalgo.rogerio@gmail.com (R. H. Barbosa)

Palavras-chave: Controle biológico, broca-da-cana, eufídeos, liberação.

Resumo: O conhecimento do número de parasitoides a serem liberadas no campo e a sua capacidade de dispersão são indispensáveis em programas de controle biológico aplicado. O objetivo foi estimar o número de *Tetrastischus howardi* por pupa de *Diatraea saccharalis* e sua capacidade de dispersão na cultura da cana-de-açúcar. Pupas de *D. saccharalis* foram introduzidas em internódios cana-de-açúcar e distribuídas na cultura da cana-de-açúcar. Fêmeas de *T. howardi* foram liberadas no ponto central das parcelas, exceto na testemunha, e as pupas de *D. saccharalis* coletadas após 96 horas da liberação dos parasitoides. A maior porcentagem de parasitismo foi constatada ao se utilizar 102 fêmeas de *T. howardi* por pupa de *D. saccharalis*. A distância média de dispersão de *T. howardi* na cultura da cana-de-açúcar foi de 7,64 m, sendo a área de dispersão de 80,07 m^2. Inicialmente, liberações de *T. howardi* devem ser realizadas em 125 pontos por hectare para que haja uma distribuição mais próxima da homogênea na cultura de açúcar com sete meses de brotação.

INTRODUÇÃO

A forte demanda pela produção de etanol, açúcar e bioeletricidade têm expandido o cultivo de cana-de-açúcar no Brasil e isso favorece o ataque de inúmeras espécies de insetos-praga (Pannuti et al., 2013). *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Crambidae) é a mais importante praga da cana-de-açúcar nas Américas (White et al., 2011), ocorrendo em quase todos estádios fenológicos da cultura (Bellini & Dolinski, 2012) e nas principais regiões canavieiras pelo Brasil (Freitas et al., 2006).

A broca-da-cana, *D. saccharalis*, abre galerias no interior dos colmos, podendo reduzir produtividade e favorecer a entrada de microrganismos oportunistas, causadores da podridão-vermelha (Pannuti et al., 2013). O ataque da praga diminui o teor de açúcar e contamina o caldo, dificultando a fermentação no processo industrial do etanol (Dinardo-Miranda et al., 2013; Rossato Júnior et al., 2011; 2013).

Trichogramma galloi Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e larvais *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae), parasitoides de ovos e larvas, respectivamente, são amplamente utilizados no controle de *D. saccharalis* em plantios de cana-de-açúcar no Brasil (Broglio-Micheletti et al., 2007; Vacari et al., 2012). Apesar de constantes liberações desses parasitoides, populações de *Diatraea* ssp. têm sobressaído (Silva et al., 2012) resultando em um alto índice de infestações na cultura da cana-de-açúcar.

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide de *D. saccharalis* (Cruz et al., 2011; Vargas et al., 2011). No Brasil, foi registrado seu parasitismo em pupas de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar em Dourados-MS (Vargas et al., 2011) e no milho em Sete Lagoas-MG (Cruz et al., 2011). Além disso, este parasitoide pode ser produzido com facilidade e em grande quantidade em hospedeiro natural, *D. saccharalis* (Costa et al., 2014) e alternativo, *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (Oliveira, 2013), abrindo perspectiva em programas de controle biológico aplicado.

Liberações de *T. howardi* em plantios de cana-de-açúcar em Cuba resultaram em redução dos colmos infestados (González et al., 2008). Além disso, este parasitoide é compatível com outros agentes de controle biológico utilizados na cultura da cana-de-açúcar, bem como a mosca *Lixophaga diatraeae* Towns, 1916 (Diptera: Tachinidae) e parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Pérez et al., 2008). Vale ressaltar que laboratórios Cubanos produzem *T. howardi* e comercializam junto aos produtores de cana-de-açúcar visando à supressão de *D. saccharalis*.

O conhecimento do número de parasitoides por hospedeiro e a sua capacidade de dispersão no campo é fundamental para traçar estratégias utilização/liberação no campo (Canto-Silva et al., 2006; Freitas-Bueno et al., 2011; Pratissoli et al., 2005a; 2005b; Pomari et al., 2013), aumentando as chances de sucesso em programas de controle biológico aplicado (Pereira et al., 2010; Zappala et al., 2012). Assim, os objetivos desse trabalho foram determinar o número de *T. howardi* por pupa de *D. saccharalis* e sua capacidade de dispersão, bem como estimar o número de pontos de liberação para esse parasitoide na cultura da cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico (LECOBIOL) na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados-MS e em áreas experimentais de duas Usinas sulcroenergéticas no estado de Mato Grosso do Sul, ambas cultivadas com a variedade SP81-3250, de segundo corte (cana-soca), com sete meses de idade e sem aplicação de inseticidas químicos para controle de insetos-pragas. Seguindo as seguintes etapas:

I. Multiplicação dos insetos.

Criação da praga. Ovos de *D. saccharalis* foram acondicionados em frascos de vidro (8,5 cm de diâmetro e 13 cm altura) contendo dieta artificial a base de farelo de soja, germe de trigo, vitaminas, sais minerais e antibióticos para alimentação das lagartas recém-eclodidas, onde permaneceram até o terceiro ínstar. Essas lagartas foram transferidas para placas de Petri (6,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura) contendo um quadrado de dieta de realimentação (3 cm de largura, 3 cm comprimento e 1,5 cm de altura) mantidas á 26±2ºC, umidade relativa de 60±10% e 14 horas de fotofase em sala climatizada até a formação das pupas. As pupas foram recolhidas e separadas por sexo (20 machos e 30 fêmeas) em gaiolas cilíndricas de PVC (10 cm de diâmentro e 22 cm altura) revestidas internamente com folha de papel sulfite como substrato para oviposição (Chichera et al., 2012; Parra, 2007).

Criação do hospedeiro para multiplicação do parasitoide. Adultos de *T. molitor* foram mantidos em caixa de vidro (60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 15 cm de altura) e larvas/pupas em bandejas plásticas (40 cm de largura, 60 cm de comprimento e 7 cm de altura) mantidas em sala climatizada á 26±2ºC, umidade

relativa de 60±10% e 14 horas de fotofase. O substrato alimentar foi á base de farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e pedaços de chuchu (ZAMPERLINE et al., 1992).

Criação do parasitoide. Adultos de *T. howardi* foram mantidos em tubos de vidro (1 cm de diâmetro e 10 cm de altura) vedados com algodão e contendo uma gotícula de mel para sua alimentação. Pupas de *T. molitor* com 24 a 48 horas de idade foram expostas ao parasitismo de fêmeas de *T. howardi* durante 24 horas e, após esse período, mantidas a 26±2ºC, umidade relativa de 60±10% e 14 horas de fotofase em sala climatizada até a emergência dos adultos. O parasitoide foi identificado pelo Dr. Marcelo Teixeira Tavares e os *vouchers* espécimes encontram-se depositados na coleção da Universidade Federal do Espírito Santo (Vargas et al., 2011).

II. Confecção das "unidades de parasitismo".

Pupas de *D. saccharalis* (idade de 12-24 h) foram introduzidas em internódios de cana-de-açúcar (SP81-3250 com 18-22 cm de comprimento e 3-4 cm de diâmetro) e esses aprisionados, com elásticos de látex, nas extremidades das estacas de madeira (5-6 cm de largura e 120 cm de altura), sendo que á base das estacas foram tratadas com óleo vegetal (definido por teste preliminar) (ANEXO I, fig. A), a fim de evitar a predação natural por formigas predadoras, comum em canaviais (Pastori et al., 2013).

III. Desenvolvimento experimental.

Experimento 01. Estimativa de fêmeas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar.

Na área experimental da Usina Santa Helena (latitude 22°5’28’’S, longitude 53°23’26’’W e altitude de 430 m), município de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul, Brasil, em dezembro de 2012, foi desenvolvido um experimento em blocos ao acaso com cinco tratamentos (área sem liberação dos parasitoides e densidades de 20; 40; 80 e 160 fêmeas de *T. howardi* por pupa de *D. saccharalis*) em quatro repetições. As parcelas (4,5 m de largura e 9 m de comprimento) receberam oito unidades de parasitismo. Fêmeas de *T. howardi* (com 24 a 48 horas de idade) foram liberadas no ponto central das parcelas no entardecer (após as 16h00min.). A distância mínima entre as parcelas foi de 80 metros. Vinte unidades de parasitismo foram distribuídas em áreas circunvizinhas para avaliar eventual parasitismo natural. A temperatura variou de 23,7 a 29,8°C, umidade relativa do ar de 54 a 88% e precipitação acumulada de 14,7 mm.

Experimento 02. Capacidade de dispersão de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em função da distância de pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) distribuídas na cultura da cana-de-açúcar.

Na Usina Monte Verde (latitude 22°15'43,31''S e longitude 55°11'19,06'' e altitude de 383 m) em Ponta Porã-MS (abril de 2013), Brasil, foi realizado um experimento em blocos ao acaso com cinco tratamento e quatro repetições. Círculos foram demarcados com raios de 04, 08, 12, 16 e 20 metros, sendo no perímetro de cada um dos círculo distribuídos o mesmo número em unidades de parasitismo. A distância mínima entre os círculos foi de 100 metros. Fêmeas de *T. howardi* (24 a 48 horas de idade) foram liberadas no ponto central dos círculos (na melhor densidade com base no experimento 01) ao entardecer (após as 16h00min.). Vinte unidades de parasitismo foram distribuídas em áreas circunvizinhas para avaliar o parasitismo natural. A temperatura variou de 21,7 a 24,8°C, umidade relativa de 84 a 76% e a direção do vento apresentou predominância para SE (sudeste) com velocidade média de 1,19 m/s.

Coleta dos dados. O período de parasitismo de *T. howardi* para os experimentos (01 e 02) foram de 96 horas no campo e as pupas de *D. saccharalis* foram retiradas dos internódios de cana-de-açúcar, individualizadas, colocadas no interior de tubos de vidro (1 cm de diâmetro por 10 cm de comprimento) vedados com algodão hidrofílico e transportadas para LECOBIOL, onde permaneceram em condições controladas de 26±2°C, 60±10% de umidade relativa e 14 horas de fotoperíodo até emergência dos insetos. A porcentagem de parasitismo foi calculada pelo número de pupas parasitadas x 100 / número total de pupas encontradas em cada tratamento e em cada parcela. Foi considerada uma pupa parasitada aquela que apresentasse emergência de *T. howardi* ou presença de parasitoides imaturos em seu interior.

Estatística. Os dados foram submetidos à regressão na análise de variância (ANOVA, teste F) até 5% de probabilidade de erro. O ajuste dos modelos foi escolhido com base no coeficiente de determinação (R^2) e na significância dos coeficientes de regressão (βi), pelo teste t, até 5% de probabilidade de erro. A distância média (DM) e a área de dispersão (s^2) foram calculadas utilizando modelos matemáticos de Dobzhanski & Wright (1943). Para caracterizar espacialmente o parasitismo na área foi elaborado um mapa de contorno com base nos parâmetros do semivariograma teórico ajustado ao modelo experimental (esférico), sendo os dados interpolados pelo método da krigagem ordinária (Vieira et al., 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tetrastichus howardi encontrou e parasitou pupas de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar (ANEXO I, fig. B). Parasitoides eulofídeos (Hymenoptera: Chalcidoidea) apresentam habilidade de encontrar e desenvolver-se em *D. saccharalis* no interior de internódios de cana-de-açúcar (Chichera et al., 2012; Pastori et al., 2013; Vargas et al., 2013) e isso pode ser determinante na eficiência biológica em regular hospedeiros no campo (Silva-Torres et al., 2009).

Os mecanismos envolvidos e utilizados por fêmeas de *T. howardi* para encontrar pupas de *D. saccharalis* no interior de internódios de cana-de-açúcar ainda não foram estudados. Parasitoides utilizam diversos sinais químicos e físicos provenientes ou associados a seus hospedeiros (Carneiro et al., 2006). Sendo orientados pelos voláteis das plantas (Lopes et al., 2012), cairomônios (Eiras e Gerk, 2001) vibrações (Djemai et al., 2001), fezes, fios de seda ou até mesmo exúvias (Ohara et al., 2003).

Uma grande quantidade de parasitoides liberados no campo pode interferir na sua eficiência biológica em parasitar hospedeiros, devido à competição intraespecífica da espécie (Knipling, 1977). No presente trabalho, o parasitismo diminuiu quando liberou um maior número de fêmeas de *T. howardi* por pupa de *D. saccharalis*. Além disso, a probabilidade de um parasitoide encontrar um hospedeiro não parasitado no campo diminuiu com o aumento da sua densidade na área estudada (Broglio-Micheletti et al., 2006).

O ponto de máxima para o parasitismo foi 46,39% quando liberada 102 fêmeas de *T. howardi* por pupa de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar (fig. 01). Isso indica a proporção mais próxima da ideal para iniciar liberações desse parasitoide no campo por proporcionar o maior índice de parasitismo em pupas da praga. *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) deve ser liberado na proporção de 56 fêmeas por pupa de *D. saccharalis* em plantios comercias de cana-de-açúcar (Grance, 2010). Porém o baixo parasitismo em um experimento de dispersão de *T. diatraeae* foi atribuído, em parte, ao número inadequado de fêmeas parasitoide por pupa de *D. saccharalis* (Pastori et al., 2013), necessitando de ajustes no campo.

Houve uma redução linear no parasitismo de *T. howardi* em função da distância de pupas de *D. saccharalis* distribuídas na cultura da cana-de-açúcar (fig. 02). Isso devido, possivelmente ao gasto energético excessivo em que as fêmeas parasitoides utilizaram para procurar, encontrar e parasitar pupas do hospedeiro em locais mais

distantes e/ou a quantidade de biomassa vegetal da cultura da cana-de-açúcar na área experimental (30 ton ha^{-1}) interferiu na busca do parasitoide por seu hospedeiro.

Eulofídeos apresentam uma capacidade de dispersão entre 12-24 metros de distância na busca de seus hospedeiros em agroecossistemas. Por exemplo, *T. diatraeae* parasitou pupas de *D. saccharalis* até 12 metros de distância na cultura da cana-de-açúcar (Pastori et al., 2013); lagartas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) foram parasitadas por *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov, 1912 (Hymenoptera: Eulophidae) até 24 metros em plantio de couve (Silva-Torres, 2009); e *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) apresenta capacidade de dispersão de até 18 metros em pomar de laranja doce (Diniz et al., 2013). No presente trabalho, registra-se o parasitismo de *T. howardi* em pupas de *D. saccharalis* até 20 metros de distância na cultura da cana-de-acúcar.

A distância média do parasitismo de *T. howardi* em pupas de *D. saccharalis* foi de 7,64 metros na cultura da cana-de-açúcar e uma área de dispersão de 80,07 m^2 com parasitismo de 39,44% (tab. 01). A dispersão de *Trichogramma pretiosum* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), 24 horas após a liberação, foi de 7,37 a 7,94 m e a área de dispersão de 120,20 a 138,72 m^2, recomendando 75 pontos por hectare (PRATISSOLI et al., 2005b). A maior dispersão de *T. pretiosum* em relação a *T. howardi* pode ser atribuída ao porte vegetativo das diferentes culturas e características inerentes a cada espécie.

O ajuste do semivariograma ao modelo esférico indicou uma forte dependência espacial (tab. 02). O alcance (a) do semivariograma representa a distância na qual há dependência espacial entre as amostras (Dinardo-Miranda et al., 2007), sendo assim a máxima distância (18,85 m) apresenta dependência espacial do parasitismo em função da distâncias existentes entre o local de liberação das fêmeas de *T. howardi* e as pupas de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. Alguns trabalhos têm utilizado esse alcance (raio) para caracterizar a capacidade de dispersão de parasitoides (Pérez et al., 2011; Zappala et al., 2011). Além disso, os parâmetros do semivariograma ajustado são necessários para a estimativa de valores em locais não amostrados, atravez de técnicas de interpolação, para confecção de mapas específicos (Vieira et al., 1989).

A direção do vento e sua velocidade são variáveis importantes no processo de dispersão de parasitoides (Zappala et al., 2012). O padrão de dispersão do parasitismo de *T. howardi* em pupas de *D. saccharalis* foi influenciado pela direção e possivelmente pela velocidade do vento na cultura da cana-de-açúcar (fig. 3). Isso resultou em uma

agregação do parasitismo na região sudeste da área. Liberações *T. howardi* devem ser realizadas em momentos com velocidade do vento inferior a 1,19 m/s. Isso influenciou a disposição espacial do parasitismo no campo e deve ser evitado, já que é desejável um parasitismo regular nos agroecossitemas.

O fato de pupas de *D. saccharalis* não apresentarem parasitismo de *T. howardi* em áreas testemunhas (sem liberações dos parasitoides) revela a ausência de populações naturais na cultura da cana-de-açúcar. Isso permite afirmar que o parasitismo obtido foi oriundo das liberações de campo. Além disso, *T. howardi* emergiu das pupas de *D. saccharalis* parasitadas no campo. Isso evidencia que *T. howardi* pode estabelecer na cultura da cana-de-açúcar. Isso é importante por proporcionar um controle biológico complementar aos principais grupos de inimigos naturais utilizados na cultura da cana-de-açúcar, como *C. flavipes* e *T. pretiosum*.

O sucesso de liberações de *T. howardi* na cultura da cana-de-açúcar visando controle de pupas de *D. saccharalis* está atrelado a vários fatores. Entre eles, produção em laboratório (Costa et al., 2014), transporte (Pereira et al., 2013), fenologia e arquitetura das plantas (Pratissoli et al., 2005a, 2005b; Pomari et al., 2013; Freitas-Bueno et al., 2011), sincronia entre o parasitoide e o hospedeiro no campo (Pereira et al., 2004), presença de outros insetos (Pastori et al., 2013), residual de produtos fitossanitários (Pérez et al., 2011) e principalmente fatores abióticos na liberação e/ou pós liberação. Uma amostragem confiável das fases de *D. saccharalis* no campo aliado as condições climáticas próximas das ideais podem garantir uma melhor eficiência biológica de *T. howardi* no controle biológico de *D. saccharalis* cultura da cana-de-açúcar.

O número de liberações de *T. howardi* em diferentes estádios fenológicos na cultura da cana-de-acúcar, bem como sua fase hospedeira preferida para parasitar *D. saccharalis* no campo e em diferentes intensidades de infestação deve ser melhores estudadas em trabalhos futuros. Além disso, ajustes do número de fêmeas de *T. howardi* e pontos de liberação para o controle biológico de *D. saccharalis* devem ser realizados no decorrer das liberações em áreas comerciais de cana-de-açúcar, permitindo assim explorar ao máximo seu potencial biologico.

CONCLUSÃO

Nas condições que foram conduzidos os experimentos e as metodologias adotadas, liberações de *T. howardi* devem ser realizadas em 125 pontos por hectare na

proporção de 102 fêmeas parasitoides por pupa de *D. saccharalis* para que haja uma distribuição mais próxima da homogênea e com melhor índice de parasitismo na cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

BELLINI, L. L. & DOLINSKI, C. 2012: Foliar application of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) for the control of *Diatraea saccharalis* in greenhouse. *Semin., Cienc. agrar.* **33**: 1113-1120.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; PEREIRA-BARROS, J. L.; SANTOS, A. J. N.; CARVALHO, L. W. T.; CARVALHO, L. H. T.; OLIVEIRA, C. J. T. 2007: Efeito do número de adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) liberados em semanas sucessivas, para o controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). *Cienc. agrotec.* **31**: 53-58.

CANTO-SILVA, C. R.; KOLBERG, R.; ROMANOWSKI, H. P.; REDAELLI, L. R. 2006: Dispersal of the egg parasitoid *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) in tobacco crops. *Braz. j. biol.* **66**: 9-17.

CARNEIRO, T. R.; FERNANDES, O. A.; CRUZ, I. 2006: Resposta olfativa de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) a voláteis emitidos por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomotropica* **21**: 153-159.

CHICHERA, R. A.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; BARBOSA, R. H.; PASTORI, P. L.; ROSSONI, C. 2012: Capacidade de busca e reprodução de *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Interciência* **37**: 852-856.

COSTA, D. P.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; FAVERO, K. BARBOSA, R. H. 2014: Reprodução de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Diatraea saccharalis* de diferentes idades. *Rev. cienc. agrar.* **57**: 67-71.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PENTEADO-DIAS, A. M. 2011: New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. *Sci. Agric.* **68**: 252-254.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; COSTA, V. P.; ANJOS, I. A.; LOPES, D. O. P. 2013: Reação de cultivares de cana-de-açúcar à broca do colmo. *Bragantia* **72**: 29-34.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; VIEIRA, S. R. V.; FRACASSO, J. V.; GREGO, C. R. 2007: Uso da geoestatística na avaliação da distribuição de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. *Bragantia* **66**: 449-455.

DINIZ, A. J. F.; ALVES, G. R.; VIEIRA, J. M.; POLASTRE, F.; PARRA, J. R. P. 2013: Capacidade de dispersão de *Tamarixia radiata* Waterston, 1922 (Hymenoptera: Eulophidae) em citros. In: 13º Simpósio de Controle Biológico, *Anais*… Bonito: SEB. 1p.

DJEMAI, I.; CASAS, J.; MAGAL, C. 2001: Matching host reactions to parasitoid wasp vibrations. *Proc. R. Soc. Biol. Scien.* **268**: 2403-2408.

DOBZHANSKY T.; WRIGHT S. 1943: Genetics of natural populations x dispersion rates in *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics* **28**:304–340.

EIRAS, A. E.; GERK, A. O. 2001: Cairomônios e aprendizagem em parasitóides. In: VILELA, E. F., DELLA-LUCIA, T. M. C. *Feromônios de insetos - biologia, química e emprego no manejo de pragas*, Ribeirão Preto: Holos Editora. 206p.

FREITAS-BUENO, R. C. O.; PARRA, J. R. P.; FREITAS-BUENO, A. 2011: *Trichogramma pretiosun* parasitism and dispersal capacity: a basis for developing biological control programs for soybean caterpillars. *Bull. entomol. res.* **102**: 1-8.

FREITAS, M. R. T.; FONSECA, A. P. P.; SILVA, E. L.; MENDONÇA, A. L.; SILVA, C. E.; MENDONÇA, A. L.; NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G. 2006: The predominance of *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in sugar cane fields in the state of Alagoas, Brazil. *Fla. Entom.* **89**: 539-540.

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

GONZÁLEZ, J. F. Á.; OCA, F. N. M.; RAVELO, H. G. 2008: Estudio de la interacción entre *Lixophaga diatraeae* (Towns.) (Diptera: Tachinidae) y *Tetrastichus howardi*

(Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoides de *Diatraea saccharalis* (Fab.) en Cuba. *Cent. agric.* **35**: 71-75.

KNIPLING, E. F. 1977: The theoretical basic for augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R. L.; VISON, S. B. *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York: Plenum, p.79-123.

LOPES, A. P. S.; DINIZ, I. R.; MORAES, M. C. B.; BORGES, M.; LAUMANN, R. A. 2012: Defesas induzidas por herbivoria e interações específicas no sistema tritrófico soja-percevejos-parasitoides de ovos. *Pesqui. agropecu. bras.* **47**: 875-878.

OHARA, Y.; TAKAFUJI, A.; TAKABAYASHI, J. 2003: Factors affecting the patch-leaving decision of the parasitic wasp *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Appl. entomol. zool.* **38**: 211-214.

OLIVEIRA, F. G. 2013: *Multiplicação de Tetrastichus howardi (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae) e de Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae)*. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 53p.

PANNUTI, L. E. R.; BALDIN, E. L. L.; GAVA, G. J. C.; KÖLLN, O. T.; CRUZ, J. C. S. 2013: Danos do complexo broca-podridão à produtividade e à qualidade da cana-de-açúcar fertirrigada com doses de nitrogênio. *Pesq. agropec. bras.* **48**: 381-387.2013.

PARRA, J. R. P. 2007: *Técnicas de Criação de Insetos para Programa de Controle Biológico*. Piracicaba: Esalq/Fealq. 134 p.

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

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. 2004: Desempenho de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Cienc. rural* **34**: 1669-1674.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; KASSAB, S. O.; PASTORI, P. L.; BARBOSA, R. H.; ROSSONI, C. 2013: Biological characteristics of *Palmistichus elaeisis* Delvare &

LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) on refrigerated pupae of *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Chil. j. agric. res.* **73**: 117-121.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; PEDROSA, A. R. P.; OLIVEIRA, H. N. 2010: Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. *Rev. cienc. agron.* **41**: 715-720.

PÉREZ, D. E.; CANTOR, F.; RODRÍGUEZ, D.; CURE, J. R. 2011: Dispersión de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitando *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate bajo invernadero. *Rev. Colomb. Entomol.* **37**: 210-216.

PÉREZ, J. Á.; ÁLVAREZ, M. V.; MARRERO, M. G.; ARROJO, L. R.; SANABRIA, E. M. 2008: Criterios ecológicos en el manejo de plagas de la caña de azúcar y cultivos varios una opción para lograr alimentos sanos. *Agroecología* **3**: 51-53.

POMARI, A. F.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; JUNIOR, A. O. M.; FONSECA, A. C. P. F. 2013: Releasing number of *Telenomus remus* (Nixon) (Hymenoptera: Platygastridae) against *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in corn, cotton and soybean. Cienc. rural **43**: 377-382.

PRATISSOLI, D.; THULER, R. T.; ANDRADE, G. S.; ZANOTTI, L. C. M. Z.; SILVA, A. F. 2005a: Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absolutaem* tomateiro estaqueado. *Pesq. agropec. bras.* **40**: 715-718.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; ZAGO, H. B.; PASTORI, P. L. 2005b: Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* em tomateiro estaqueado. *Pesq. agropec. bras.* **40**: 613-616.

ROSSATO-JUNIOR, A. S.; COSTA, G. H. G.; MADALENO, L. L.; MUTTON, M. J. R.; HIGLEY, L. G.; FERNANDES, A. O. 2013: Characterization and impact f the sugarcane borer on sugarcane yield and quality. *Agron. j.* **105**: 643-648.

ROSSATO-JUNIOR, J. A. S. ; FERNANDES, O. A. ; MUTTON, M. J. R.; HIGLEY, L. G.; MADALENO, L. L. 2011: Sugarcane response to two biotic stressors: *Diatraea saccharalis* and *Mahanarva fimbriolata*. *Int. sugar j.* **113**: 453-455.

SILVA, C. C. M.; MARQUES, E. J.; OLIVEIRA, J. V.; VALENTE, E. N. 2012: Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). *Acta sci., agron.* **34**: 23-27.

SILVA-TORRES, C. S. A. S. 2009: *Parasitismo de Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) por Oomyzus sokolowskii (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae).* Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural do Pernambuco. Recife, 124p.

SILVA-TORRES, C. S. A.; BARROS, R.; TORRES, J. B. 2009: Efeito da idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). *Neotrop. Entomol.* **38**: 512-519.

VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A.; BORBA, D. F.; MARTINS, M. I. E. G. 2012: Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production. *Biol. control* **63**: 102-106.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; GLAESER, D. F.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, F. G.; PASTORI, P. L. 2013: Searching and parasitism of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) by *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Acta biol. Colomb.* **18**: 259-262.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TEXEIRA, M. T.; PASTORI, P. L. 2011: Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brasil. *Entomotropica* **26**: 143-146.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. 1983: Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia* **51**:1-75.

WHITE, W. H.; HALE, A. L.; VEREMIS, J. C.; TEW, T. L.; RICHARDI JUNIOR, E. P. 2011: Registration of two sugarcane germplasm clones with antibiosis to the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). *J. Plant Regist.* **5**: 248-253.

ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, J. E. M.; BRAGANÇA, M. A. L. 1992: Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). *Rev. arvore* **16**: 224-230.

ZAPPALA, L.; CAMPOLO, O.; GRANDE, S. B.; SARACENO, F.; BIONDI, A.; SISCARO, G.; PALMERI, V. 2012: Dispersal of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) after augmentative releases in citrus orchards. *Eur. J. Entomol.* 109: 561-568.

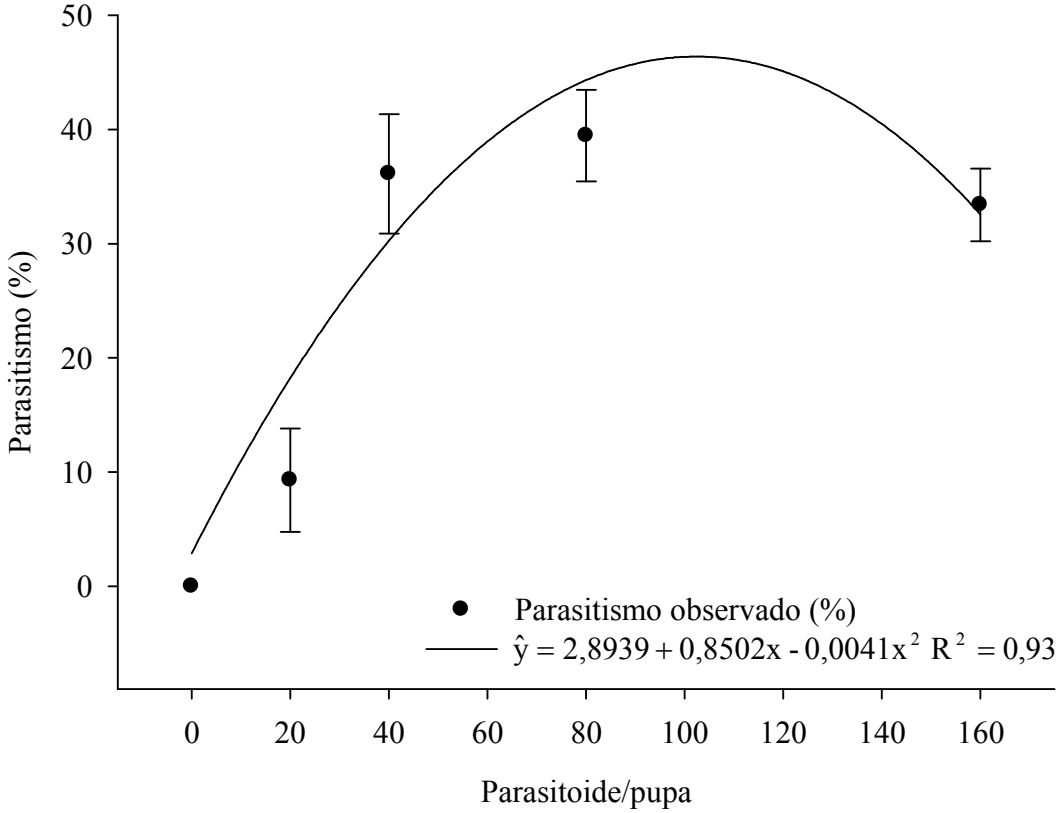


Figura 01. Parasitismo (%) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com variação na densidade de fêmeas por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar (F=21,6205 e p<0,001). Usina Santa Helena, Nova Andradina-MS, 2012.

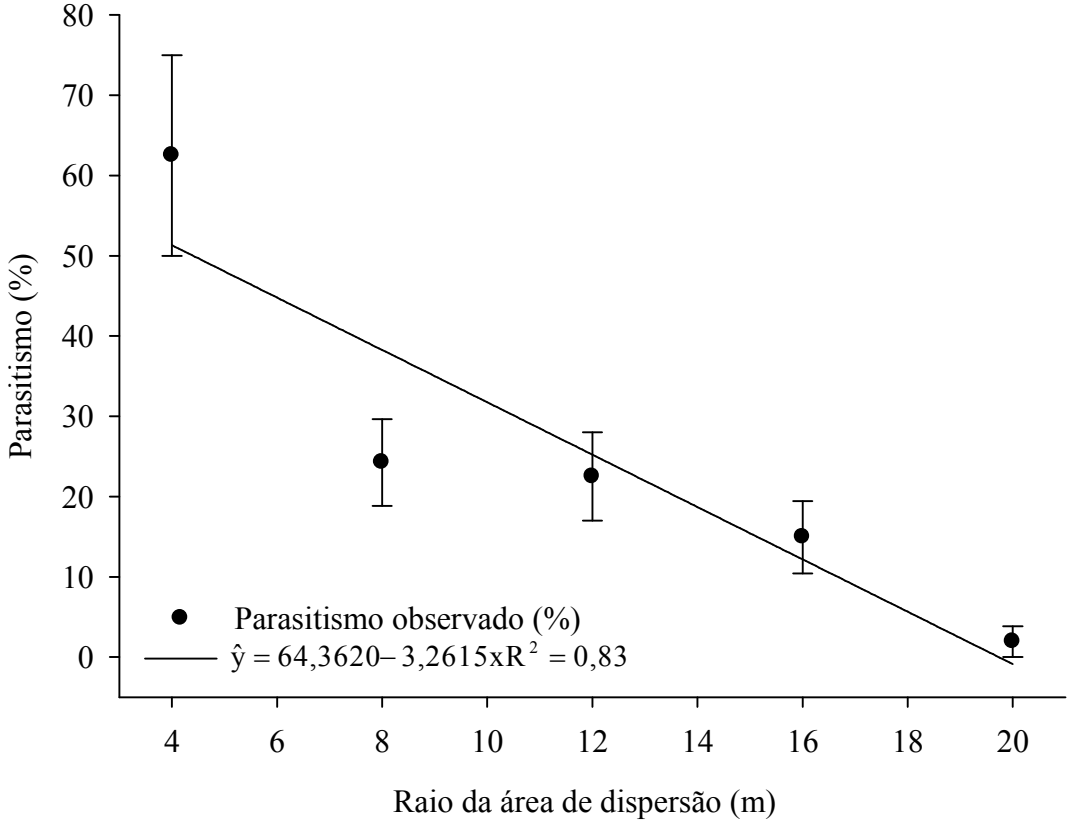


Figura 02. Parasitismo (%) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com variação na distância entre o ponto de liberação de fêmeas parasitoides e as pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar (F=34.1792 e p<0,001). Usina Monteverde, Ponta Porã-MS, 2013.

Tabela 01. Distância média e área de dispersão de parasitismo para *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar. Usina Monteverde, Ponta Porã-MS, 2013.

Parâmetros estudados	Estimativas
Distância média (DM)	7,64 m
Área de dispersão (S^2)	80,07 m^2
Parasitismo esperado*	39,44%

*Parasitismo esperado calculado através da distância média no modelo $\hat{y}$=64,36-3,26x.

Tabela 02. Parâmetros do semivariograma ajustado e validação cruzada dos dados interpolados pelo método da krigagem ordinária para o prasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da em cana-de-açúcar. Usina Monteverde, Ponta Porã-MS, 2013.

Parâmetros estimados		Validação cruzada	
Pepita Puro (C_0)	1,00	*a*	7,13
Variancia estrutural (C)	707,50	*b*	0,49
Patamar (C_0+C)	708,50	R^2	0,40
Alcance (a)	19,85	F	39,23
Dependencia espacial [C/(C+C_0)]	0,99	p	<0,0001

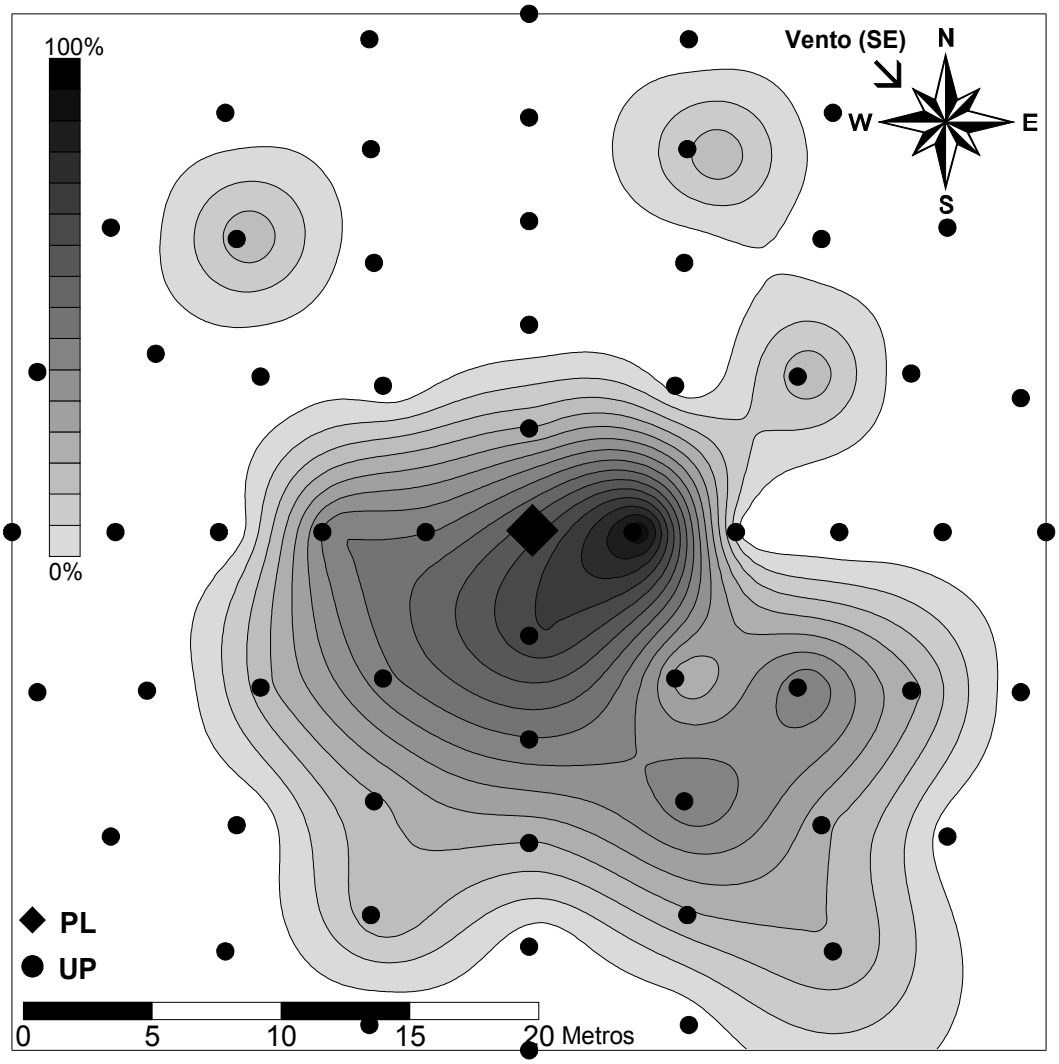
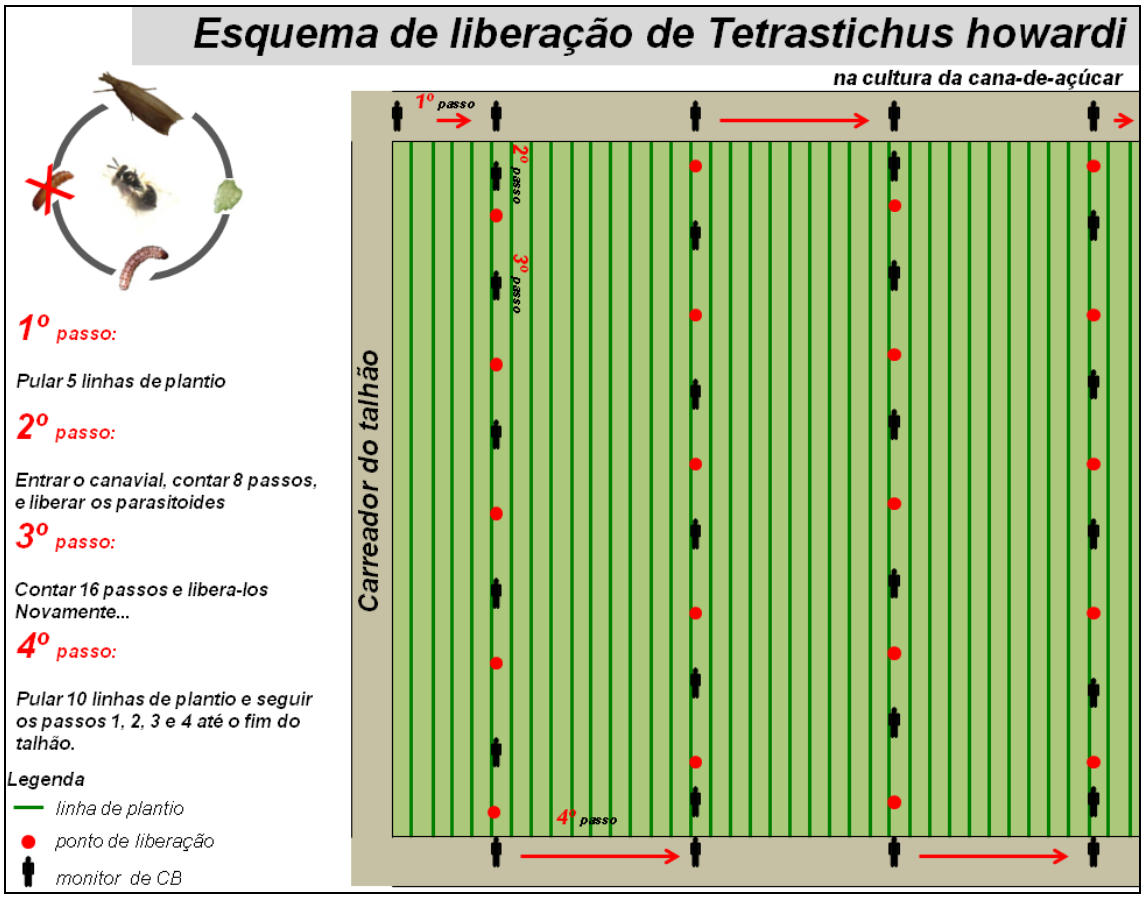


Figura 03. Disposição espacial das unidades de parasitismo (UP), do ponto de liberação dos parasitoides (PL), direção do vento (SE e 1,19 m/s) e interpolação do parasitismo (%) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar. Usina Monteverde, Ponta Porã-MS, 2013.

ANEXOS

ANEXO I. Caracterização visual da "Unidade de Parasitismo" na cultura da cana-de-açúcar. Vista completa (A) e fêmeas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) procurando as pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em colmos na cultura da cana-de-açúcar (B). Usina Santa Helena, Nova Andradina-MS, 2012.



ANEXO II. Sugestão de um esquema prático de campo para liberação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) na cultura da cana-de-açúcar visando o controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae).

ANEXO III

Normas para envio do manuscrito "European Journal of Entomology"

General

The European Journal of Entomology (EJE) is an international journal covering the whole field of general, experimental, systematic and applied entomology. Manuscripts generally should not exceed 30 pages (exceptions are possible, particularly in case of reviews, and should be negotiated in advance with the editors). Papers are considered by referees before acceptance. Authors will receive first editorial decision within 8 weeks from confirmed submission. All contributions are published in English. Authors whose mother tongue is not English are strongly urged to have their manuscripts reviewed linguistically before submission. Papers written in poor English will be returned. It is understood that manuscripts submitted to EJE have not been offered to any other journal for prior or simultaneous publication.

Scope

EJE publishes original articles, points of view and reviews on all aspects of entomology. There are no restrictions on geographic region or taxon (Myriapoda, Chelicerata and terrestrial Crustacea included). Comprehensive studies and comparative/experimental approach will be preferred and the following types of manuscripts will be usually declined:

1. Descriptive alpha-taxonomic studies unless the paper is markedly comprehensive / revisional taxonomically or regionally, and/or significantly improves our knowledge of comparative morphology, relationships or biogeography of the higher taxon concerned.
2. Other purely descriptive papers [(ultra)structural and functional details, life histories, geographical distribution, etc.] unless they concern data or taxa of particular phylogenetic interest.
3. Papers evaluating the effect of chemicals, irradiation, or dealing with data of agro-economic impact without general entomological relevance.

Authors must respect the articles of the International Code of Zoological Nomenclature (Fourth Edition, 1999) and its relevant recommendations, particularly Recommendation 16C concerning the deposition of name-bearing types in appropriate institutions.

Preparation of manuscript

Heading: Give title, full name(s) of author(s) [surname(s) in capital letters], and place of work with full address including e-mail address if available, each on a separate line. Title should omit authors of taxa and years of description, and, where appropriate, should contain names of higher taxa accommodating the insects under study, typically order and family, e.g., (Diptera: Muscidae).

Key words: Select a set of key words (index terms). The set should be complete (i.e., words from the title should be repeated if considered index terms).

The abstract should summarize the contents of the paper and indicate the relevance of the work. Adopt standard scientific nomenclature, avoid abbreviations and quotations. Abstracts of taxonomic papers should mention all nomenclatural acts and list newly proposed nominal taxa.

The standard order of sections for original papers is: Introduction, Material and methods, Results, Discussion (or Results and discussion) and conclusions (the last two sections may be combined), Acknowledgements, References, Footnotes, Tables, Figure legends. Use footnotes sparingly, and number them consecutively throughout the text. Each genus- and species-group name mentioned should appear at least once (preferably when first used, or in Material and methods) in connection with its author (plus year of description in taxonomic papers), but do not quote the author on each occasion. Do not abbreviate authors' names. Interpret specimen labels and geographical data consistently throughout the paper, using current spelling of geographical names. If for some reason (primary types or other important specimens, difficult interpretation, incomplete data) you want to quote a label, place these data between quotation marks. Use British Standard System for the transliteration of Cyrillic characters (available from the editors on request).

References: (a) Within the text: Tröster (1990); (Lawrence, 1992); Brothers & Finnamore (1993); Enghoff et al. (1993). All publications referred to in the text (including synonymical lists of taxonomic papers) must be cited in full in the list of references. (b) Under References: Put authors in alphabetical sequence, with multiple papers of the same author arranged chronologically. Cite all authors and full title. Do not capitalize authors' names. In journal articles, separate title and journal's name by an m-dash (—) (see examples below). Abbreviate names of periodicals basically according to the World List of Scientific Periodicals, 4th Edition, Butterworths, London, 1964–1965 (if you are not certain about the correct abbreviation, give the journal's name in full). If each paper appears as a separate (and separately paginated) number, use example 2 below. Titles of papers published in languages other than English, German, French, Spanish, Portuguese, and Italian should be replaced by an English translation, with an explanatory note at the end, e.g., (in Russian, English abstr.). Conference proceedings should be cited as monographs (i.e., with publisher and place), not as periodicals. Number of pages is required for monographs. Examples:

Enghoff H., Dohle W. & Blower J.G. 1993: Anamorphosis in millipedes (Diplopoda) – the present state of knowledge with some developmental and phylogenetic considerations. — *Zool. J. Linn. Soc.* **109**: 103–234.

Tröster G. 1990: Der Kopf von Hybophthirus notophallus (Neumann) (Phthiraptera: Anoplura). Eine funktionsmorphologische und konsequent-phylogenetische Analyse. — *Stuttg. Beitr. Naturk.* (A) No. 442, 89 pp.

Lawrence P.A. 1992: *The Making of a Fly. The Genetics of Animal Design.* Blackwell Scientific, Cambridge, MA, 228 pp.

Brothers D.J. & Finnamore A.T. 1993: Superfamily Vespoidea. In Goulet H. & Huber J.T. (eds): *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families.* Agriculture Canada, Ottawa, pp. 161–278.

Use italics as follows: In the text: Latin names of taxa up to the generic level. In the References: Latin names of taxa, names of periodicals and titles of books. If your software has that option, use the Small Capitals typeface for author names in the list of references (but never type them in capitals from your keyboard).

When preparing illustrations and tables, please consider the journal's printed page size, which is 170x247 mm, column width 82.5 mm. Illustrations (including graphs) and their caption or legends should form a separate, fully self-explanatory unit. Explain abbreviations in the legends, or (if too numerous) collect them elsewhere in a list (preferably under Material and methods). Do not use very fine lines or dots in drawings that are to be significantly reduced (in computer lineart files, lines and dots should be at least three pixels wide at print size). Illustrate fine details separately sufficiently enlarged and do not include them in overviews which must then be printed oversized. Illustrations should be arranged into blocks or plates by the authors. Use pre-printed or computer lettering of sufficient size to permit reduction. Photographic prints are best submitted at the actual size of reproduction. If the editors are to insert the final lettering, indicate your requirements on a printed copy. Morphological illustrations (if not schematic) must include a scale bar. Tables should include headings and explanations, and should be numbered consecutively. Approximate position of figures and tables should be indicated in the manuscript. References in the text to illustrations and tables: Fig. 1; Figs 1–3; Table 1.