



FRONTINO MONTEIRO NUNES

**AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR A
Trichogramma galloi ZUCCHI, 1988
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

LAVRAS - MG

2013

FRONTINO MONTEIRO NUNES

**AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS
UTILIZADOS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR A *Trichogramma
galloi* ZUCCHI, 1988 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. César Freire Carvalho

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Nunes, Frontino Monteiro.

Avaliação toxicológica de produtos fitossanitários utilizados na cultura da cana-de-açúcar a *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / Frontino Monteiro Nunes. – Lavras : UFLA, 2013.

48 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: César Freire Carvalho.

Bibliografia.

1. *Saccharum officinarum* L. 2. Praga. 3. Controle químico. 4. Parasitoide. 5. Seletividade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.79

FRONTINO MONTEIRO NUNES

**AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS
UTILIZADOS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR A *Trichogramma
galloi* ZUCCHI, 1988 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2013.

Dra. Ronelza Rodrigues da Costa Zaché UFLA

Dr. Stephan Malfitano Carvalho UFLA

Dr. César Freire Carvalho
Orientador

LAVRAS-MG

2013

AGRADEÇO

A Deus, pelo dom da vida e pela motivação diária que me fortalece a cada nascer do sol.

OFEREÇO

Aos meus pais, José Maria Nunes da Silva e Madalena Monteiro Lopes Nunes, pelo total incentivo aos estudos, pelo carinho, dedicação, compreensão e, principalmente, por todo amor concedido a mim e meus irmãos.

DEDICO

Ao meu irmão, Marcos Henrique Monteiro Nunes (*in memoriam*), pela amizade, companheirismo e pelos exemplos que me ajudaram nessa conquista.

À minha irmã, Luísa Monteiro Nunes, pela amizade, amor e carinho sempre;

À minha esposa e companheira, Cristian Luciana, por toda compreensão, amizade, apoio e toda ajuda e amor dedicados.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia (DEN), pela oportunidade concedida para realização do mestrado;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos e pesquisa;

Aos professores Dr. César Freire Carvalho, Dr. Geraldo Andrade Carvalho e ao Dr. Harley Nonato de Oliveira, por quem eu tenho admiração e gratidão, agradeço pela orientação, mas acima de tudo, pela confiança, pelos ensinamentos, amizade e dedicação ao longo desses vários anos;

À Embrapa CPAO, pela contribuição durante todo do mestrado, aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos e harmoniosa convivência;

Ao amigo, Alexandre Pinho de Moura, pela grande ajuda e sugestões que me auxiliaram na conclusão do presente trabalho;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, em especial à Dona Irene e Eliana (Leia), Lisiane e Roseli, pela colaboração e auxílios oferecidos;

Ao meu amigo/irmão, Rafael Vilhena Reis Neto e minha amiga Dejjane Santos, pelo auxílio na realização das análises estatísticas;

Aos estudantes de Pós-Graduação, graduação e estagiários do Departamento de Entomologia, Caio, Dyrson, Jader, Cayque, Pablo, Rafaela, Rodrigo, Thais, Valéria, Wellington e a todos pelo auxílio na montagem dos experimentos, pelo companheirismo e pela amizade;

A todos os amigos do laboratório, muito obrigado por toda ajuda e contribuição no decorrer dos experimentos e também pela agradável convivência.

A todos, que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desse trabalho, o meu eterno agradecimento.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos dos produtos Espinosade, tiametoxam, fipronil, diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico, *Metarhizium anisopliae* e sulfometurom-metílico aplicados em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) parasitados por *Trichogramma galloi* Zucchi. Ovos de *A. kuehniella* expostos e parasitados pelo microhimenóptero foram tratados com os compostos avaliando-se os efeitos, nas fases imaturas, sobre a percentagem de emergência, capacidade de parasitismo, razão sexual e longevidade das fêmeas na geração F₁ e sobre a percentagem de emergência e razão sexual na geração F₂. Os compostos nas formulações comerciais e maiores concentrações recomendadas para o controle de pragas em cana-de-açúcar foram diluídos em água e aplicados via torre de Potter em cartelas de cartolina contendo os ovos parasitados. Os bioensaios foram conduzidos a 24±1 °C, UR de 70±10% e fotofase de 12 horas. Os produtos diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico, *M. anisopliae* e sulfometurom-metílico mostraram-se seletivos a *T. galloi*. Espinosade, tiametoxam e fipronil afetaram negativamente a emergência de *T. galloi* (F₁), quando aplicados sobre ovos parasitados e reduziram a taxa de parasitismo (F₁) e a emergência da geração F₂, independente da fase de desenvolvimento imaturo sobre a qual foram aplicados. Tiametoxam afetou negativamente a razão sexual na geração F₁ de *T. galloi*. Espinosade causou redução no tempo letal médio (TL50), apresentando o valor de 1,07 dias. Em função da baixa toxicidade apresentada a *T. galloi*, diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico, *M. anisopliae* e sulfometurom-metílico podem ser utilizados, em associação com esse inimigo natural, na cultura da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Cana. Praga. Controle químico. Parasitoide. Seletividade.

ABSTRACT

We aimed at evaluating the effects of the products spinosad, thiamethoxam, fipronil, diuron + hexazinone, trinexapac ethyl, *Metarhizium anisopliae* and sulfometuron methyl applied to *Anagasta kuehniella* (Zeller) eggs, affected by *Trichogramma galloi* Zucchi. *A. kuehniella* eggs exposed to and affected by the microhymenopteran were treated with the compounds, evaluating the effects in the immature phases over hatching percentages, parasitism capacity, sexual ratio and longevity of the F1 generation females, and over the hatching percentages and sexual ratio in the F2 generation. The compounds in the commercial formulations and in concentrations larger than those recommended for pest control in sugar cane were diluted in water and applied via Potter tower to a card containing affected eggs. The biotrials were conducted at 24 ± 1 °C, RH of $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. Products diuron + hexazinone, trinexapac ethyl, *M. anisopliae* and sulfometuron methyl showed to be selective to *T. galloi*. Spinosad, thiamethoxam and fipronil negatively affected *T. galloi* (F1) hatching when applied over affected eggs, and reduced parasitism rate (F1) and the hatching in generation F2, independent of the immature development phase to which they were applied. Thiamethoxam negatively affected the sexual ratio in *T. galloi* F1 generation. Spinosad caused the reduction of the average lethal time (LT50), presenting a value of 1.07 days. In regard to the low toxicity presented to *T. galloi*, diuron + hexazinone, trinexapac ethyl, *M. anisopliae* and sulfometuron methyl may be used in sugar cane culture, associated to this natural enemy.

Keywords: Sugar cane. Pest. Chemical control. Parasitoid. Selectiveness.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Efeito dos produtos sobre a percentagem de emergência (\pm EP) de *T. galloi* (F1), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento 25
- Figura 2 Classificação toxicológica e percentagem de redução da emergência de *T. galloi* (F1), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento .. 25
- Figura 3 Sobrevivência (dias) de adultos de *Trichogramma galloi*, tratados durante o período de ovo-larva, sendo $y = \exp((\mu)^{-\alpha}) * (x^\alpha)$, em que y = sobrevivência; μ = tempo letal 50; $\alpha = 3.003003$ e x = tempo (dias) 30
- Figura 4 Sobrevivência ao longo do tempo (dias) para *Trichogramma galloi*, quando tratado durante o período de pré-pupa, sendo $y = \exp((\mu)^{-\alpha}) * (x^\alpha)$, em que y = sobrevivência; μ = tempo letal 50; $\alpha = 3.225806$ e x = tempo (dias)..... 31
- Figura 5 Sobrevivência ao longo do tempo (dias) para *Trichogramma galloi*, quando tratado durante a fase de pupa, sendo $y = \exp((\mu)^{-\alpha}) * (x^\alpha)$, em que y = sobrevivência; μ = tempo letal 50; $\alpha = 2.512563$ e x = tempo (dias)..... 32
- Figura 6 Efeito dos produtos sobre a capacidade de parasitismo (\pm EP) de *Trichogramma galloi* (F1), em ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento 33
- Figura 7 Classificação toxicológica e percentagem de redução da capacidade de parasitismo de *T. galloi* (F1), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento 34

- Figura 8 Efeito dos produtos sobre a percentagem de emergência (\pm EP) de *Trichogramma galloi* (F₂), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento .. 36
- Figura 9 Classificação toxicológica e redução da percentagem de emergência de *T. galloi* (F₂), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento .. 37
- Figura 10 Razão sexual (\pm EP) de indivíduos da geração F₁ de *Trichogramma galloi*, provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento .. 38
- Figura 11 Razão sexual (\pm EP) de indivíduos da geração F₂ de *Trichogramma galloi*, provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento* 39

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1 | Características de <i>D. saccharalis</i> e seu controle com parasitoides .. | 13 |
| 2.2 | Seletividade de produtos fitossanitários a <i>Trichogramma</i> spp. | 15 |
| 2.3 | Bioecologia de <i>T. galloi</i> | 18 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 40 |
| 6 | CONCLUSÃO | 41 |
| | REFERÊNCIAS | 42 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar e ocupa a primeira posição em produção de açúcar e etanol. Com a crescente demanda por fontes de energias sustentáveis, a procura por etanol nos mercados interno e externo tem aumentado bastante (BRASIL, 2012). Estima-se que o país deverá alcançar uma taxa média de aumento da produção de cana-de-açúcar da ordem de 3,25%, até a safra de 2018/19 e deverá colher 47,3 milhões de toneladas do produto. A área cultivada com cana planta que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/13 está estimada em 8,5 milhões de hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

Apesar dos avanços nos sistemas de produção de cana-de-açúcar, há grande ocorrência de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), que é considerada a principal praga da cultura e responsável por causar danos significativos na produção de açúcar e álcool (MACEDO; ARAÚJO, 2000). Os orifícios e galerias feitos pelas lagartas possibilitam a entrada dos fungos *Colletotrichum falcatum* Went e *Fusarium moniliforme* Sheld os quais são responsáveis pela inversão da sacarose e frutose, influenciando na produtividade, qualidade e pureza do caldo e produção total (GALLO et al., 2002).

O controle desse crambídeo é realizado pelos métodos químico e biológico. Este último tem sido feito por meio de liberação massal do endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) e do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). O uso do parasitoide larval *C. flavipes* já realizado em três milhões de hectares, e o parasitoide de ovos *T. galloi*, em quinhentos mil hectares (PARRA; BOTELHO; PINTO, 2010).

O Brasil representa um dos maiores mercados consumidores de produtos químicos para proteção de plantas, sendo que em 1998, o país ficou em segundo lugar mundial no consumo de insumos fitossanitários, sendo que grande percentual desses produtos é destinado à cultura da cana-de-açúcar (ARMAS et al., 2005).

A tendência em se utilizar cada vez mais o controle biológico no controle de pragas da cana-de-açúcar, visa diminuir o uso de produtos químicos, uma vez que os agentes do controle biológico podem contribuir para uma agricultura mais sustentável (PARRA et al., 2002).

Para o sucesso no uso dos inimigos naturais em programas de manejo integrado de pragas (MIP) é necessária a utilização de compostos seletivos, ou seja, aqueles que controlam as pragas e com um menor efeito sobre os organismos benéficos (BUENO; FREITAS, 2004). O uso de inseticidas, acaricidas, herbicidas, fungicidas e outros produtos químicos e biológicos seletivos aos principais inimigos naturais presentes em lavouras de cana-de-açúcar devem ser preferidos em programas de MIP (BUENO et al., 2008).

No entanto, existem poucas informações a respeito da toxicidade de compostos sobre os principais grupos de inimigos naturais associados a *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. Esse fato tem dificultado a escolha, por parte dos produtores, do produto mais recomendado para o controle dessa praga e que, ao mesmo tempo, permita a conservação de organismos benéficos.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de alguns produtos fitossanitários recomendados para a cultura da cana-de-açúcar, sobre *T. galloi* em diferentes fases de seu desenvolvimento e sobre a longevidade das fêmeas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características de *D. saccharalis* e seu controle com parasitoides

Diatraea saccharalis, conhecida vulgarmente como broca-da-cana-de-açúcar, é uma mariposa que possui, em média, 25 mm de envergadura, asas anteriores de coloração amarelo-parda e asas posteriores esbranquiçadas (GALLO et al., 2002).

A broca-da-cana-de-açúcar é um inseto cujo, desenvolvimento dura, em média, 2 meses, sendo que o período larval é o que ocasiona problemas à cultura, mas também é o mais influenciado pelas variações climáticas. As lagartas perfuram os colmos, abrindo galerias, provocam falhas na germinação, morte da gema apical, tombamento das plantas, perda de peso e morte das plantas.

Segundo Botelho et al. (1978), a influência dos elementos climáticos sobre a população de *D. saccharalis* explicam 43,3% da flutuação populacional, sendo precipitação pluviométrica e amplitude térmica os fatores mais importantes.

Existem outros fatores que podem influenciar a população desta broca, como idade e condição nutricional do canavial, composição vegetativa próxima ao canavial, ciclo da cultura, época do ano, dentre outros fatores (GRAF, 2008). Considerando esses fatores, é importante que se realizem estudos sobre a bioecologia desta praga em diferentes regiões produtoras da cana-de-açúcar a fim de se conhecer quais os fatores são mais importantes para o crescimento populacional de *D. saccharalis* em cada região estudada.

A broca-da-cana-de-açúcar, *D. saccharalis*, é reconhecida como a principal praga da cultura, sendo controlada por meio do uso do endoparasitoide larval *C. flavipes*. Entretanto, o fator-chave de crescimento da população dessa

praga são os ovos, os quais apresentam uma série de espécies de parasitoides, por exemplo, aqueles do gênero *Trichogramma*, sendo capazes de controlar a praga antes que a mesma venha a causar danos à cultura e impedindo o aumento populacional (BOTELHO et al., 1999; LOPES, 1988; SALES JÚNIOR; PARRA, 1993; ZUCCHI, 1985).

Segundo Hassan (1994), os parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* são os mais estudados no mundo, sendo que cerca de 18 espécies são criadas massalmente em 16 países e utilizadas em liberações inundativas em mais 18 milhões de hectares, para o controle de pragas de diversas culturas. Para se obter um resultado eficiente nestas liberações é necessário selecionar a população adequada de *T. galloi*, desenvolver um sistema de produção massal compatível com a área a ser protegida e distribuir convenientemente o parasitoide produzido na lavoura, além de estabelecer estratégias para a liberação em campo (HENSSONOW, 2010).

No Brasil, devido à presença de insetos do gênero *Trichogramma*, de ocorrência natural em condições de campo, as perspectivas para o uso desse parasitoide no controle da broca-da-cana-de-açúcar são muito favoráveis (PARRA, 1987; PARRA; ZUCCHI, 1986). Ao avaliarem o efeito do número de liberações de *T. galloi* em cana-de-açúcar, Botelho (1985) constatou que três liberações semanais sucessivas mantiveram alto nível (99,48%) de parasitismo de ovos, sendo eficientes no controle da praga.

Para o controle dessa praga, recomenda-se realizar as primeiras liberações inundativas de *T. galloi* a partir do início do desenvolvimento da cultura e para maior eficiência deve-se inicialmente, estimar corretamente a quantidade de *T. galloi*, as condições climáticas do local e determinar a época mais propícia para o melhor desempenho do parasitoide em campo (BOTELHO et al., 1999).

2.2 Seletividade de produtos fitossanitários a *Trichogramma spp*

Os estudos sobre seletividade de produtos químicos a parasitoides de ovos têm recebido considerável atenção existindo um volume considerável de pesquisas a respeito dos efeitos de compostos sobre esses insetos (CAÑETE, 2005).

A seletividade pode ser dividida em ecológica e fisiológica. A primeira refere-se àquela relacionada ao comportamento ou outros fatores ecológicos entre a praga-alvo e o inseto benéfico presente na mesma área que recebeu a aplicação do agrotóxico. A seletividade fisiológica é inerente ao composto, mostrando-se mais tóxico à praga e não afetando negativamente os inimigos naturais, em função das diferenças fisiológicas existentes entre os inimigos naturais e as pragas (LACEY; LAIRD, 2010; WILEY, 2006).

Em relação à seletividade ecológica ou fisiológica ou uma combinação entre ambas e a necessidade de se conhecer os diferentes compostos que possam atuar em um microorganismo, padronizaram-se métodos sobre estudos de seletividade. Aslam, Khan e Sayyed (2010) relataram a necessidade e a importância sobre a confiabilidade de resultados e eventuais comparações que possam ser realizadas, permitindo o uso seguro de compostos em sistemas de manejo integrado de pragas.

A incorporação das informações sobre seletividade de produtos fitossanitários nos sistemas de MIP possui importância fundamental na escolha do composto ou na forma mais adequada de sua aplicação. Com esse procedimento, preservam-se os inimigos naturais que estão presentes no agroecossistema e que possam influenciar direta ou indiretamente em seu equilíbrio (HAJEK; HOKKANEN, 2006).

Diante das necessidades do emprego dos produtos fitossanitários, apenas a seletividade fisiológica ou ecológica não é suficiente, uma vez que a população

da praga deva ser mantida em um nível inferior ao do nível de dano econômico, porém, suficiente para a preservação dos inimigos naturais. A manutenção de uma pequena população da praga se deve a fatores ambientais de preservação, com o intuito de se respeitar o desenvolvimento sustentável (DEGHÉELE; ISHAAYA, 2009).

A padronização dos métodos avaliação de seletividade tem sido atribuída à “International Organization of Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)”, com o propósito de reunir os resultados obtidos por diferentes autores, em função da cultura, tipo de produto, condições ambientais e tipos de pragas a serem controladas (HAJEK; HOKKANEN, 2006).

Pesquisas sobre seletividade de produtos químicos a parasitoides do gênero *Trichogramma* têm sido realizados por diversos pesquisadores, permitindo a identificação sobre qual produto e estágio de desenvolvimento do inimigo natural no qual se deve realizar a aplicação do composto, visando à obtenção de um menor desequilíbrio biológico.

Testando a ação de alguns produtos fitossanitários sobre adultos de *T. galloi*, Broglio-Michetetti, Santos e Pereira-Barros (2006) observaram que *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin cepa 159E, reduziu o parasitismo de ovos de *D. saccharalis* em aproximadamente 78%, enquanto que a cepa IPA 139E não diferiu do tratamento controle, evidenciando que tanto a espécie, ou a cepa do fungo podem influenciar no parasitismo. Constataram também uma redução de 87,5% na emergência dos adultos de *T. galloi*, quando os ovos de *D. saccharalis* foram tratados com a cepa 159E.

Dalvi et al. (2007) avaliando a seletividade do fungo *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & W. Gams (Hyphomycetes) ao parasitoide *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983, constataram que a capacidade de parasitismo das fêmeas dessa espécie não foi afetada por esse fungo.

Ao avaliarem o efeito do extrato aquoso de nim a 10% sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) parasitados por *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no período de ovo-larva, Gonçalves-Gervásio e Vendramim (2004) verificaram que o extrato afetou negativamente o número de ovos parasitados, pelas fêmeas sobreviventes. Este efeito não foi observado quando os ovos tratados contendo o parasitoide encontravam-se nas fases de pré-pupa e pupa. Verificou-se também que a porcentagem de emergência do parasitoide tratado com esse extrato foi reduzida no período de ovo-larva e nas fases de pré-pupa e pupa, embora tenha tido um efeito ainda maior na fase de pupa do parasitoide.

O impacto do espinosade sobre a capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* foi avaliado por Stefanello Júnior et al. (2008), os quais verificaram que o produto causou redução de aproximadamente 95% nesse parâmetro biológico. Cañete (2005) também avaliou o impacto desse produto sobre *T. pretiosum* e constatando mortalidade de 100% das fêmeas expostas a ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) tratados.

Avaliando a seletividade de inseticidas a *T. galloi*, durante as fases de desenvolvimento, Cônsoli, Botelho e Parra (2001) observaram alta taxa de mortalidade desse parasitoide (superior a 99%), quando tratados com o espinosade.

Antigo et al. (2011) estudando o efeito de produtos fitossanitários utilizados na cana-de-açúcar sobre adultos de *T. galloi*, verificaram que triflumurom foi inócuo e que fipronil e tiametoxam foram moderadamente prejudiciais ao parasitoide. Em relação à redução na sobrevivência, triflumurom foi inócuo e fipronil e tiametoxam foram prejudiciais.

2.3 Bioecologia de *T. galloi*

O parasitoide *T. galloi* é um microhimenóptero que apresenta menos de 1 mm de comprimento e preferência por parasitar ovos de lepidópteros (PINTO, 2006). Seus ovos são transparentes, de formato elíptico, medindo cerca 110 µm de comprimento e 40 µm de largura. A larva apresenta 170 µm de comprimento e largura de 90 µm, quando completamente desenvolvida (DHALIWAL, 2008).

Os ovos de *T. galloi* são depositados no interior dos ovos do hospedeiro, e as larvas, ao eclodirem, alimentam-se a massa vitelínica e o embrião do hospedeiro (PARRA; ZUCCHI, 1986).

O ciclo de ovo a adulto do *T. galloi* é variável e está relacionado a fatores abióticos e também do hospedeiro, sendo a temperatura o mais importante (PARRA; ZUCCHI, 2004). Geralmente, o ciclo é de aproximadamente 10 dias à temperatura de 25 °C (BLEICHER; PARRA, 1990; GRENIER, 1997).

Sua longevidade é influenciada pela alimentação e fertilização. A alimentação à base de mel pode aumentar a longevidade de *T. galloi* em até sete vezes (HENSSONOW, 2010). De acordo com pesquisas realizadas por Pereira-Barros et al. (2005) a longevidade para machos e fêmeas de *T. galloi* foi em média $3,26 \pm 0,12$ dias para insetos sem alimento e $6,36 \pm 0,19$ dias para aqueles que foram alimentados.

A razão sexual é influenciada por fatores como a temperatura, umidade, o tipo de hospedeiro e idade das fêmeas, sendo que a qualidade do hospedeiro é o fator que mais influencia a razão sexual seja pelo reconhecimento da qualidade do ovo, anteriormente à oviposição, ou pela competição de recursos nutricionais no interior do hospedeiro (VINSON, 1997). A reprodução mais comum em *Trichogramma* spp. é do tipo arrenótoca, sendo que ovos fertilizados dão origem a fêmeas diplóides e ovos não-fertilizados a machos haploides. O tipo de

reprodução telítoca é outro modo de reprodução menos comum, na qual se refere ao desenvolvimento de fêmeas a partir de óvulos não-fecundados (PARRA et al., 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Avaliaram-se os efeitos adversos de alguns produtos fitossanitários utilizados na cultura da cana-de-açúcar a uma população de *T. galloi* proveniente da EMBRAPA CPAO, em Dourados, MS, obtida de ovos de *D. saccharalis* e mantidos, posteriormente, em ovos de *A. kuehniella*, recém ovipositados da empresa Insecta Agentes Biológicos, localizada em Lavras, Minas Gerais.

Para a realização dos bioensaios utilizaram-se parasitoides recém-emergidos, com até duas horas de idade. Os produtos fitossanitários avaliados, com seus respectivos nomes técnicos, marcas comerciais, formulações, doses e grupos químicos estão apresentados na Tabela 1. Água destilada foi utilizada como tratamento controle.

Tabela 1 Produtos utilizados nos testes de seletividade a *Trichogramma galloi*

| Produto técnico | Produto comercial | Concentração- Formulação | Dosagem (g i.a./L) | Grupo químico |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| Espinosade | Tracer® | 100 – SC | 3,98 ⁻³ | Espinosinas |
| Fipronil | Regent® | 800 – WG | 2,0 | Pirazol |
| Trinexapaque- etílico | Moddus® | EC | 3,0 | Ácido Dioxo-ciclo- hexano-carboxílico |
| Trinexapaque- etílico | Moddus® | EC | 10,0 | Ácido Dioxo-ciclo- hexano-carboxílico |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | Metarril® | WP | 0,08*10 ¹¹ conídeos/L | Biológico |
| Sulfometurom- metílico | Curavial® | WG | 0,495 | Sulfonilureia |
| Tiametoxam | Actara® | 250-WG | 8,35 | Neonicotinoide |

Trinta fêmeas de *T. galloi* por tratamento e para cada um dos estágios de desenvolvimento estudados, foram separadas por meio de diferenciação

morfológica da antena, e individualizadas em tubos de vidro de 2 cm de diâmetro e 8 cm de comprimento e alimentadas com mel, sendo os tubos fechados com PVC laminado. Aproximadamente 125 ovos de *A. kuehniella* foram aderidos com goma arábica diluída em 50% com água destilada à cartelas de cartolina azul (D333), Munsell (1976), medindo 0,5 cm de largura e 5 cm de comprimento. Os ovos foram inviabilizados sob lâmpada germicida e ofertados às fêmeas do parasitoide por 24 h.

Decorrido esse período, as fêmeas foram descartadas e os ovos parasitados foram mantidos em câmara climática a 24 ± 1 °C, UR de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas até os parasitoides atingirem cada estágio de desenvolvimento (ovo-larva = 0-24 horas; pré-pupa = 72-96 horas e pupa = 168-192 horas após o parasitismo) (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999).

Trinta cartelas com ovos de *A. kuehniella*, por tratamento e contendo o parasitoide no período de ovo-larva (24 horas após a exposição ao parasitismo) ou nas fases de pré-pupa (72 horas após a exposição ao parasitismo) ou pupa (168 horas após a exposição ao parasitismo), em um total de 270 cartelas para cada estágio de desenvolvimento, foram submetidas à aplicação dos produtos fitossanitários, por intermédio de torre de Potter regulada à pressão de 15 lb/pol², com um volume de aplicação de $1,5\pm 0,5$ µL/cm², conforme recomendações da IOBC (VEIRE; SMAGGHE; DEGHEELE, 1996). Posteriormente foram colocadas em tubos, mantidos em câmara climatizada, nas mesmas condições já citadas anteriormente. Os efeitos dos produtos sobre os parasitoides da geração F₁ foram avaliados em função da porcentagem de emergência [(número de ovos com orifício de saída do parasitoide/número total de ovos parasitados) x 100] e da razão sexual dos parasitoides (número de fêmeas/número de fêmeas + número de machos), quando tratados nos diferentes estágios de seu desenvolvimento imaturo.

Em outro experimento avaliou-se os efeitos dos produtos sobre fêmeas adultas de *T. galloi* recém-emergidas, (30 fêmeas por tratamento) provenientes de ovos do hospedeiro tratados durante os diferentes estágios imaturos desse parasitoide, (ovo-larva = 24 horas após exposição ao parasitismo; pré-pupa = 72 horas após exposição ao parasitismo e pupa = 168 horas após exposição ao parasitismo) (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999). Esses adultos (F_1) com aproximadamente 2 h de idade, foram individualizadas em tubos de vidro de 2 cm de diâmetro e 8 cm de comprimento, alimentadas com mel, sendo os tubos fechados com filme de PVC laminado. A essas fêmeas foram ofertados Aproximadamente 125 ovos de *A. kuehniella* não tratados e inviabilizados os quais foram aderidos em cartelas de cartolina medindo 0,5 cm de largura e 5 cm de comprimento, com goma arábica diluída em 50% em água destilada.

O período de parasitismo foi de 24 h, findo o qual, as cartelas contendo ovos de *A. kuehniella* foram retiradas e armazenadas em tubos nas mesmas condições descritas anteriormente, restando somente as fêmeas nos tubos, sendo estas mantidas nas mesmas condições descritas anteriormente. A cada 24 h foi avaliada a sobrevivência das fêmeas (F_1), até a morte de 100% dos insetos. Avaliou-se também a capacidade de parasitismo (número de ovos parasitados/fêmea/24 h), a porcentagem de emergência e razão sexual dos parasitoides (F_2).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 9 (3 estágios de desenvolvimento x 8 compostos + água), totalizando 27 tratamentos. Cada tratamento foi composto por cinco repetições, sendo que cada uma foi formada por seis cartelas individualizadas contendo os ovos de *A. kuehniella* parasitados.

Os produtos avaliados foram enquadrados em categorias toxicológicas conforme classificação recomendada pela IOBC (STERK et al., 1999), em: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = pouco prejudicial (30% a

79% de redução), classe 3 = moderadamente prejudicial (80% a 99% de redução) e classe 4 = prejudicial (>99% de redução).

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico R[®] (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), separadamente por geração, e as médias comparadas pelo teste não paramétrico Kruskal–Wallis, devido ao não atendimento das pré-suposições (homogeneidade de variância, normalidade e independência residual) da análise de variância.

Os dados associados à sobrevivência dos insetos foram submetidos à análise de sobrevivência, aplicando o modelo de Weibull, por meio do pacote *Survival do software* R[®] (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Após a seleção do modelo matemático mais adequado por meio da análise de resíduos, realizou-se a análise de contraste para verificar a semelhança entre os tratamentos empregados e a formação de grupos congêneres. Também foram calculados os tempos letais 50 (TL50) para cada grupo formado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apenas espinosade, tiametoxam e fipronil afetaram a capacidade de emergência de *T. galloi* (F₁), independente do estágio de desenvolvimento em que o parasitoide foi tratado, sendo tiametoxam o composto mais prejudicial, reduzindo em 97,5% a emergência do parasitoide. Espinosade e fipronil reduziram a emergência de *T. galloi* em 53,2% e 45,6%, respectivamente. Trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹ e 3 g i.a. L⁻¹), *M. anisopliae* e sulfometurom-metílico somente afetaram a percentagem de emergência, quando aplicados sobre ovos de *Anagasta kuehniella* contendo o parasitoide na fase de pupa, proporcionando reduções de 6,0%; 1,3%; 9,2% e 27,6%, respectivamente (Tabela 2).

Quando Diurom + hexazinona, trinexapaque etílico, Metarhizium anisopliae e sulfometurom-metílico foram aplicados sobre os ovos do hospedeiro contendo o parasitoide no período de ovo-larva, esses produtos não afetaram a capacidade de emergência do parasitoide, enquanto que o tiametoxam foi o mais tóxico, com 0,00% de emergência (Figura 1).

Baseando-se na redução média causada à capacidade de emergência de *T. galloi*, diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹ e 3 g i.a. L⁻¹), *M. anisopliae* e sulfometurom-metílico foram enquadrados na classe 1 = inofensivos (<30% de redução), espinosade e fipronil foram categorizados na classe 2 = pouco prejudicial (30% a 79% de redução) e tiametoxam classificado como moderadamente prejudicial (classe 3 = 80% a 99% de redução) (Figura 2).

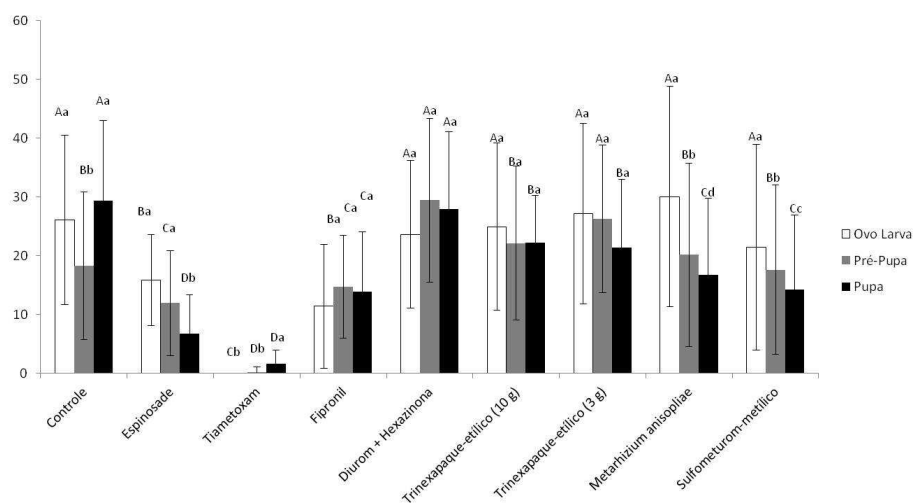


Figura 1 Efeito dos produtos sobre a percentagem de emergência (\pm EP) de *T. galloi* (F1), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

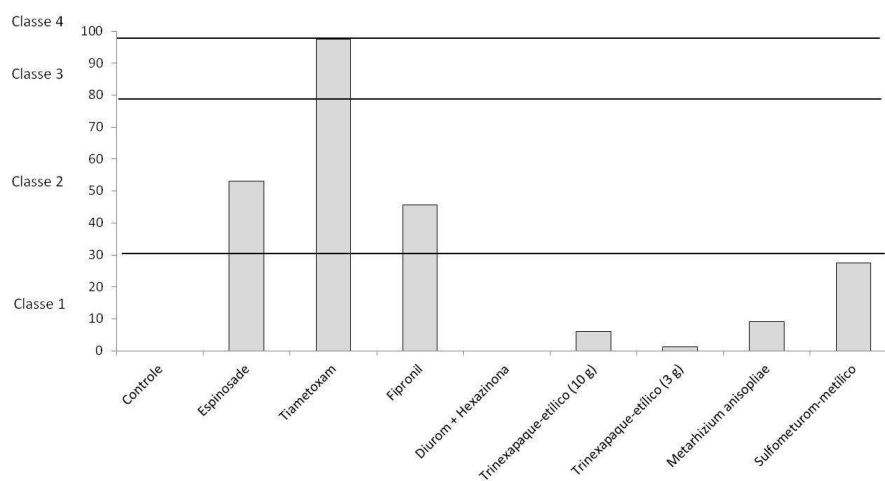


Figura 2 Classificação toxicológica e percentagem de redução da emergência de *T. galloi* (F1), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

As reduções observadas na capacidade de emergência de *T. galloi* (F₁), oriundos de ovos tratados com espinosade, contendo o parasitoide no período de ovo-larva, também foram constatadas por outros autores, inclusive para diversas espécies do gênero *Trichogramma*, o que demonstra seu efeito prejudicial sobre esse grupo de inimigos naturais.

Cañete (2005), por exemplo, verificou que espinosade (0,12 g i.a. L⁻¹) reduziu a emergência de cinco espécies do parasitoide, com valores médios de redução que variaram de 29,4% (*Trichogramma lasallei* Pinto, 1999) a 47,3% (*Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, 1984), quando em comparação ao tratamento controle. Suh, Orr e Duyn (2000), por sua vez, observaram efeito prejudicial do espinosade sobre *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978, com redução de cerca de 74% na emergência do parasitoide.

Estudos realizados por Cònsoli, Botelho e Parra (2001) e Hussain et al. (2010), com *T. galloi* e *Trichogramma chilonis* Ishii, 1941, respectivamente, evidenciaram que espinosade (0,48 g i.a. L⁻¹ e 0,20 g i.a. L⁻¹, respectivamente) foi, dentre os compostos avaliados, o mais prejudicial, reduzindo em 99% a sobrevivência de imaturos de *T. galloi*, independente da fase em que foi tratado. Espinosade quando aplicado na dosagem de 0,12 g i.a. L⁻¹ de água sobre a fase de pupa de *T. pretiosum*, Carmo et al. (2010) constataram redução de 82% na emergência da espécie.

Os efeitos do Espinosade sobre *T. chilonis* também foram avaliados por Sattar et al. (2011), os quais verificaram reduções de 40% e 38%, respectivamente, quando ovos hospedeiros contendo o parasitoide no período de ovo-larva foram tratados com o composto (0,12 g i.a. L⁻¹).

Em relação ao tiametoxam, os resultados obtidos no presente trabalho para *T. galloi*, divergem daqueles de Moura, Carvalho e Rigitano (2005) (0,05 g i.a. L⁻¹) para *T. pretiosum*. Esses autores verificaram que o composto não causou redução na emergência do parasitoide quando tratado durante os períodos de

ovo-larva e fase de pupa; observando-se uma redução de 9,9% quando aplicado sobre a fase de pré-pupa. Resultados semelhantes aos obtidos para tiametoxam por Moura, Carvalho e Rigitano (2005) foram também observados por Sun et al. (2008) para *Trichogramma japonicum* Ashmead, 1904, os quais verificaram que esse produto na dosagem de 0,02 g i.a. L⁻¹ foi mais prejudicial quando aplicado nas fases de larva e de pré-pupa do parasitoide. Quando aplicado sobre ovo, promove uma redução de 10,1% e foi inócuo quando aplicado sobre a fase de pupa.

As diferenças de respostas biológicas observadas para o tiametoxam estão relacionadas às diferentes espécies do gênero *Trichogramma* utilizadas nos diferentes estudos, bem como às suas origens geográficas, assim como sugerido por Brunner et al. (2001), mas também às dosagens utilizadas.

Quanto ao fipronil, os resultados obtidos nesse estudo diferem daqueles de Sun et al. (2008) que na dosagem de 0,05 g i.a. L⁻¹ registraram percentagens de emergência de 0,4% e 4,9%, quando *T. japonicum*, nas fases de ovo e de pupa, foram tratados com esse inseticida. Também não foi observada emergência de parasitoides quando as larvas e pré-pupas foram submetidas ao composto.

Resultados semelhantes aos obtidos para *M. anisopliae* no presente estudo com *T. galloi* foram também observados por Constanski et al. (2008), com aplicação desse fungo na dosagem de $1,0 \times 10^8$ conídios mL⁻¹ sobre ovos de *A. kuehniella*, com 24 e 120 horas após o parasitismo (períodos de ovo-larva e fase pré-pupa, respectivamente), não afetaram a emergência do parasitoide. Potrich et al. (2009) verificaram que *M. anisopliae* isolado Unioeste 22 na dosagem de $1,0 \times 10^9$ conídios mL⁻¹ não afetou a emergência de *T. pretiosum*, quando aplicados sobre ovos de *A. kuehniella* 24 horas após o parasitismo, também se mostrando inócuo a essa espécie. Há uma escassez de literaturas a respeito dos efeitos de diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico e

sulfometurom-metílico sobre imaturos de *T. galloi* ou mesmo sobre outras espécies do gênero *Trichogramma*.

A classificação de toxicidade obtida para o espinosade nessa pesquisa confirma aquela encontrada por Sattar et al. (2011) (classe 2 = pouco prejudicial), mas difere daquelas atribuídas por Cónsoli, Botelho e Parra (2001) e por Carmo et al. (2010), os quais o classificaram como prejudicial (classe 4) a *T. galloi* e moderadamente prejudicial (classe 3) a *T. pretiosum*, respectivamente.

No que diz respeito ao tiametoxam, a classificação conferida por Moura, Carvalho e Rigitano (2005) para *T. pretiosum* diverge da obtida no presente estudo. Esses autores verificaram redução média de 0,9% na emergência do parasitoide e classificaram o produto como inofensivo (classe 1). Diferenciou-se também da classificação atribuída por Sun et al. (2008) para *T. japonicum*, quando o composto foi aplicado sobre as fases de ovo (classe 1 = inofensivo), pré-pupa e pupa (classe 2 = prejudicial); porém, classificaram o tiametoxam como moderadamente prejudicial (classe 3) ao parasitoide, assemelhando-se aos resultados do presente estudo e quando aplicado sobre ovos contendo larva. Divergiu, ainda, da classificação atribuída por Wang et al. (2012), onde tiametoxam foi considerado como seguro (classe 1) a *Trichogramma ostriniae* Pang & Chen, 1974, seguindo, porém, classificação sugerida por Preetha et al. (2010) categorizando na classe 1 (seguro) os compostos que apresentaram coeficiente de risco inferior a 50; classe 2 = levemente a moderadamente tóxico (coeficiente de risco variando de 50 a 2500), e classe 3 = perigoso (coeficiente de risco superior a 2500).

Classificação semelhante à constatada nesse estudo para o fipronil foi também verificada por Wang et al. (2012) para *T. ostriniae*, mas considerando o método de classificação sugerido por Preetha et al. (2010). Difere, porém, das classificações atribuídas por Sun et al. (2008), que consideraram o composto

prejudicial (classe 4) para o período de ovo-larva e fase de pré-pupa de *T. japonicum* e moderadamente prejudicial (classe 3) para o período de pupa do parasitoide.

As diferenças obtidas nas classificações atribuídas aos diversos produtos testados no presente estudo, quando em comparação aos resultados em outras pesquisas podem ser atribuídas a espécie, origem, capacidade de detoxificação, modo de ação, metodologia e comportamento das diferentes populações de *T. galloi*, ou mesmo das diferentes espécies de *Trichogramma* estudadas (BLEICHER; PARRA, 1990).

Para os demais produtos há uma escassez de informações em literatura referentes à classificação atribuída aos mesmos, no que se refere a seus efeitos sobre os diferentes períodos imaturos de *T. galloi* ou mesmo sobre outras espécies de *Trichogramma*.

As fêmeas de *T. galloi* oriundas de ovos de *A. kuehniella* tratados no período de ovo-larva com sulfometurom-metílico e *M. anisopliae* (Grupo 1) apresentaram tempo letal médio (TL₅₀) de 12,89 dias, diferindo significativamente das médias obtidas para os tratamentos trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹ e 3 g i.a. L⁻¹), diurom + hexazinona e tratamento controle (Grupo 2), cujas fêmeas apresentaram tempo letal médio de 10,84 dias (Figura 3).

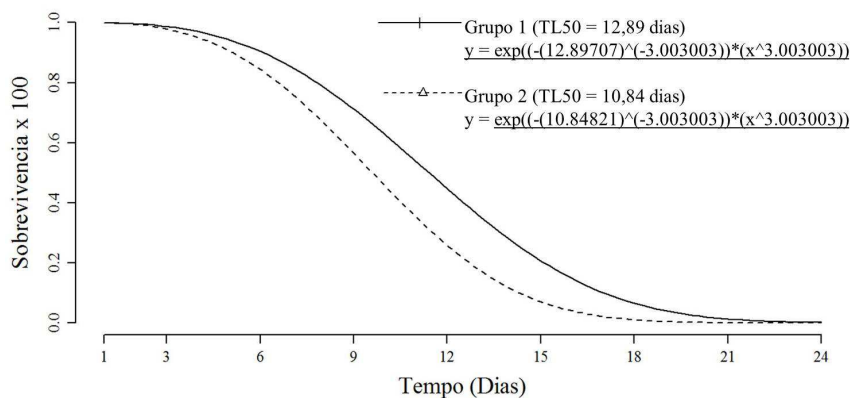


Figura 3 Sobrevivência (dias) de adultos de *Trichogramma galloi*, tratados durante o período de ovo-larva, sendo $y = \exp((\mu)^{-\alpha}) * (x^{\alpha})$, em que y = sobrevivência; μ = tempo letal 50; $\alpha = 3.003003$ e x = tempo (dias).

Grupo 1: sulfometurom-metílico e *M. anisopliae*

Grupo 2: trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹ e 3 g i.a. L⁻¹), diurom + hexazinona e água.

Para fêmeas de *T. galloi* oriundas de ovos tratados com sulfometurom-metílico, trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹), *M. anisopliae*, diurom + hexazinona ou com água (Grupo 1), contendo o parasitoide no período de pré-pupa, o valor de TL₅₀ obtido foi de 9,11 dias, diferindo dos resultados obtidos para fêmeas provenientes de ovos tratados com trinexapaque-etílico (3 g i.a. L⁻¹) (Grupo 3) ou com espinosade (Grupo 2), para as quais obtiveram-se TL₅₀ de, 11,81 dias e 1,07 dias, respectivamente (Figura 4).

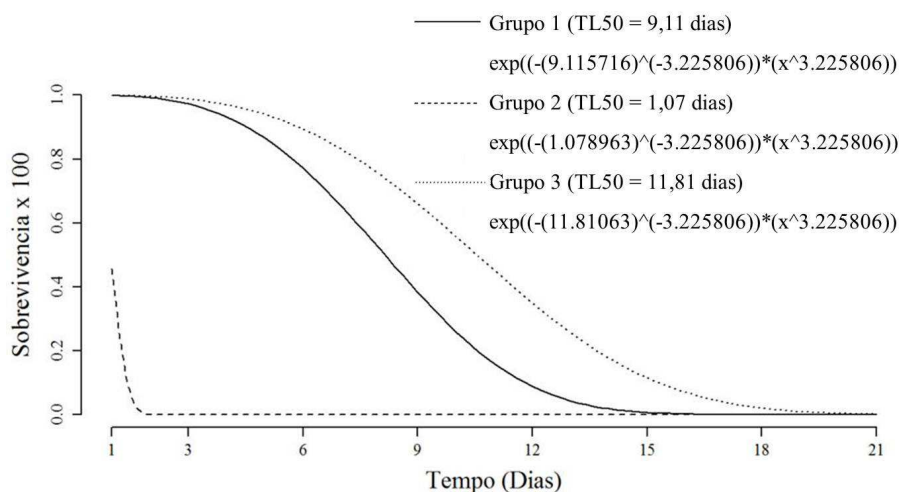


Figura 4 Sobrevivência ao longo do tempo (dias) para *Trichogramma galloi*, quando tratado durante o período de pré-pupa, sendo $y = \exp((\mu)^{-\alpha}) * (x^{\alpha})$, em que y = sobrevivência; μ = tempo letal 50; $\alpha = 3.225806$ e x = tempo (dias).

Grupo 1: sulfometurom-metílico, trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹), *M. anisopliae*, diurom + hexazinona ou com água.

Grupo 2: espinosade

Grupo 3: trinexapaque-etílico (3 g i.a. L⁻¹)

Os valores de TL₅₀ observados para fêmeas provenientes de ovos de *A. kuehniella* tratados com trinexapaque-etílico (3 g i.a. L⁻¹) e *M. anisopliae*, (Grupo 1) (7,33 dias) ou com trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹), diurom + hexazinona, sulfometurom ou com água (Grupo 2) (9,99 dias), contendo o parasitoide na fase de pupa, também diferiram entre si e são apresentados na Figura 5.

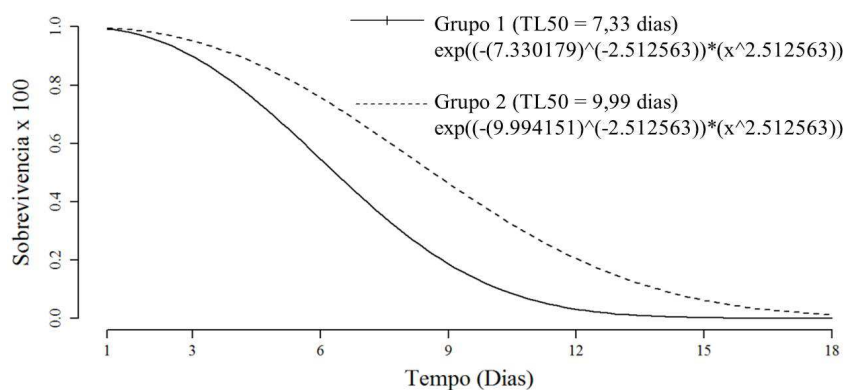


Figura 5 Sobrevivência ao longo do tempo (dias) para *Trichogramma galloi*, quando tratado durante a fase de pupa, sendo $y = \exp((\mu)^{-\alpha}) * (x^\alpha)$, em que y = sobrevivência; μ = tempo letal 50; $\alpha = 2.512563$ e x = tempo (dias).

Grupo 1: trinexapaque-etílico (3 g i.a. L⁻¹) e *M. anisopliae*

Grupo 2: trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹), diurom + hexazinoana, sulfometurom ou com água.

A capacidade de parasitismo de fêmeas de *T. galloi* (F₁), provenientes de ovos de *A. kuehniella* tratados contendo os períodos de ovo-larva, e fases de pré-pupa e pupa, não foi afetada pelos produtos diurom + hexazinona (27,0; 34,2; 26,7 ovos), trinexapaque-etílico (10 g i.a. L⁻¹ – 25,5; 34,6; 25,5 ovos), trinexapaque-etílico (3 g i.a. L⁻¹ – 27,5; 33,0; 20,4 ovos) e *M. anisopliae* (32,9; 30,1; 21,4 ovos, respectivamente), causando reduções que variaram de zero a 4,1% no número de ovos parasitados. Sulfometurom-metílico afetou a capacidade de parasitismo de *T. galloi* quando aplicado sobre a fase de pupa, encontrando média de 12,5 ovos parasitados por fêmea. Esses produtos foram classificados como inofensivos ao parasitoide (Figura 6).

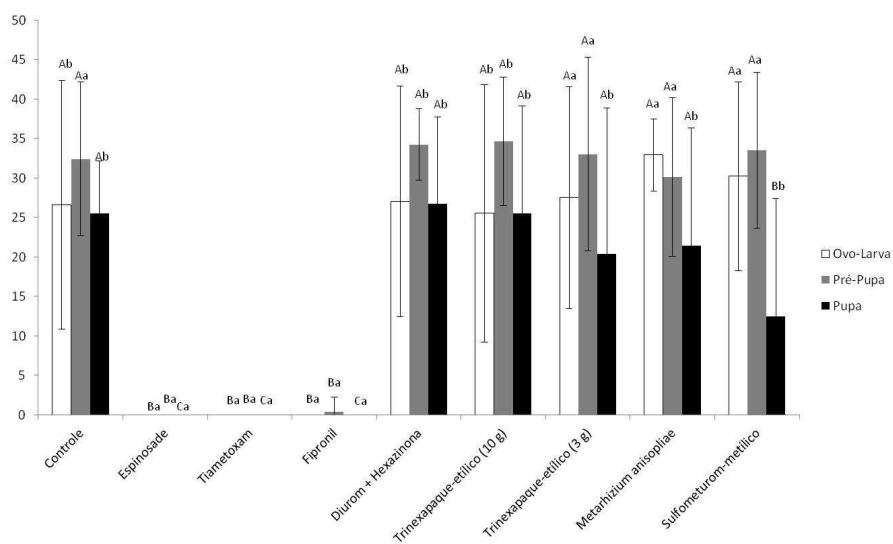


Figura 6 Efeito dos produtos sobre a capacidade de parasitismo (\pm EP) de *Trichogramma galloi* (F₁), em ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

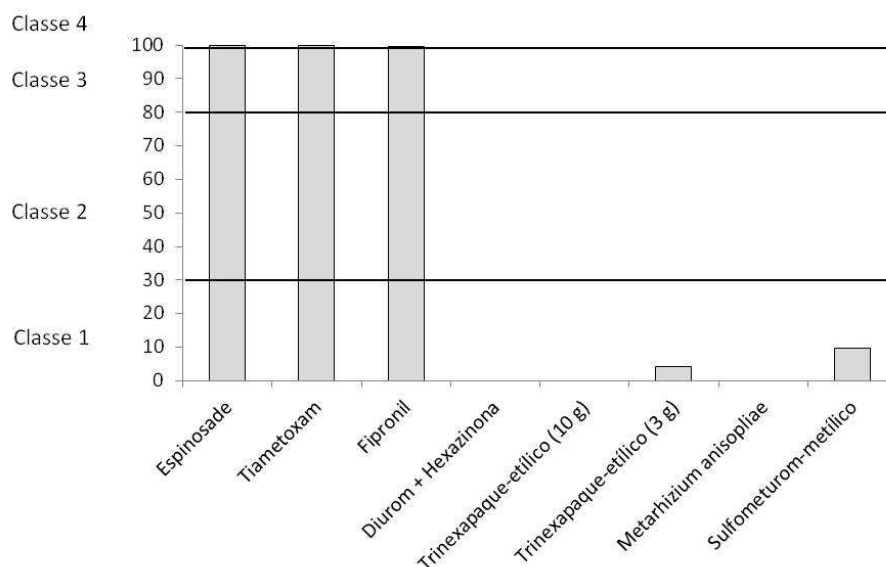


Figura 7 Classificação toxicológica e percentagem de redução da capacidade de parasitismo de *T. galloi* (F₁), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

Espinosade, tiametoxam e fipronil afetaram a capacidade de parasitismo dessas fêmeas, proporcionando reduções de 100%, 100% e 99,6%, respectivamente, sendo classificados na classe 4, e considerados prejudiciais ao parasitoide (Figura 6).

Há uma escassez de informações na literatura associadas aos efeitos dos agrotóxicos avaliados no presente estudo sobre a capacidade de parasitismo de fêmeas da geração F₁ de *T. galloi*, provenientes de ovos hospedeiros tratados contendo suas formas imaturas. Potrich et al. (2009) relataram a inocuidade do *M. anisopliae* isolado Unioeste 22 sobre fêmeas da geração F₁ de *T. pretiosum*, oriundas de ovos tratados 24 horas após o parasitismo. Constataram um de parasitismo de 37,6 ovos por fêmea, assemelhando-se aos resultados obtidos nesse estudo. Para o tiametoxam os resultados divergem daqueles obtidos por

Moura, Carvalho e Rigitano (2005) para *T. pretiosum*. Verificaram redução no parasitismo de fêmeas (F₁) tratadas durante a fase de pré-pupa; considerando-se as três fases de desenvolvimento avaliadas, o composto não causou redução desses parâmetros sendo considerado inofensivo ao parasitoide (classe 1).

Para o espinosade, Cañete (2005) verificou que o produto causou reduções na capacidade de parasitismo de 18,6% e 53,6% para *T. pretiosum*, de 34,8% e 8,1% para *T. atopovirilia*, de 100% e 79,5% para *T. acacioi*, de 45,8% e 59,5% para *T. rojasi* e de 15,2% e 0% para *T. lasallei*, quando ovos hospedeiros foram tratados um e sete dias após o parasitismo, respectivamente. Para os demais há uma escassez de trabalhos publicados em literatura.

Acredita-se que as divergências de resultados observadas para o tiametoxam e, para o espinosade, possam estar associadas às diferentes espécies de *Trichogramma* utilizadas nos estudos, bem como às origens geográficas de cada população Brunner et al. (2001), mas podem ser decorrentes das dosagens e metodologias utilizadas pelos diversos autores citados.

Em relação aos efeitos dos produtos avaliados sobre a porcentagem de emergência de parasitoides da geração F₂ de *T. galloi*, oriundos de ovos hospedeiros tratados em seus estágios imaturos, observaram-se resultados semelhantes de toxicidade àqueles para a capacidade de parasitismo de fêmeas da geração F₁. Diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico nas duas concentrações avaliadas e *M. anisopliae* não afetaram a emergência do parasitoide, enquanto sulfometurom-metílico afetou essa característica biológica para indivíduos provenientes da fase de pupa, sendo esses produtos classificados como inofensivos (classe 1). Espinosade, tiametoxam e fipronil afetaram, também, a emergência de *T. galloi* (F₂), com reduções que variaram de 99,6% a 100%, sendo considerados prejudiciais (classe 4) ao parasitoide (Figura 8).

Para o tiametoxam, os resultados obtidos nesse estudo divergem daqueles relatados por Moura, Carvalho e Rigitano (2005), que não observaram

efeitos deletérios do composto sobre a emergência de *T. pretiosum* da geração F₂, provenientes de ovos tratados, contendo o parasitoide nos diferentes estágios imaturos.

Há uma escassez de trabalhos de literatura acerca dos efeitos dos agrotóxicos avaliados sobre *T. galloi*, no que se refere à emergência de indivíduos da geração F₂, independente dos estágios de desenvolvimento tratados. Isto evidencia a importância que as pesquisas sobre seletividade de produtos a *T. galloi* apresentam, uma vez que fornecerão informações sobre os efeitos dos compostos avaliados e amplamente utilizados em cultivos de cana-de-açúcar ao referido parasitoide.

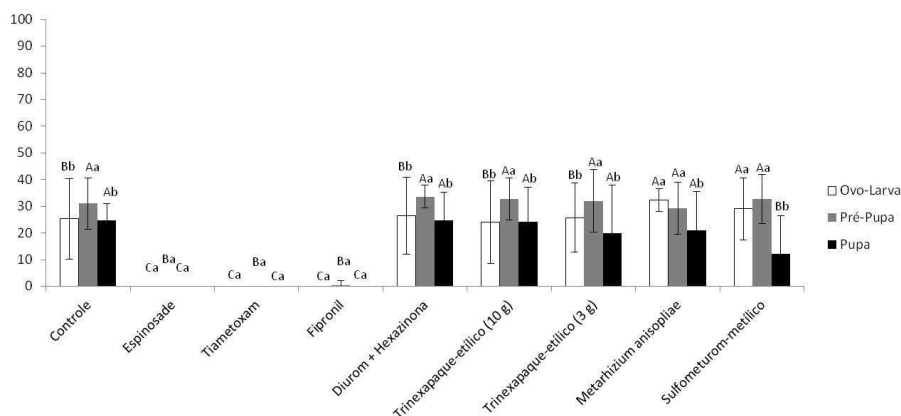


Figura 8 Efeito dos produtos sobre a percentagem de emergência (\pm EP) de *Trichogramma galloi* (F₂), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

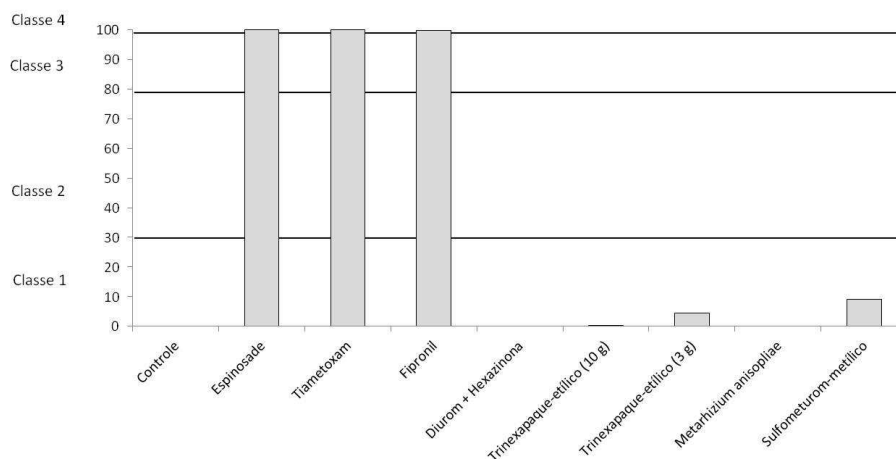


Figura 9 Classificação toxicológica e redução da percentagem de emergência de *T. galloi* (F₂), oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

A razão sexual dos indivíduos da geração F₁ de *T. galloi* não foi afetada pelos produtos avaliados, independente do estágio de desenvolvimento tratado. Tiametoxam afetou essa característica para todos os estágios imaturos testados, bem como ao fipronil e sulfometurom-metílico, os quais apenas reduziram a razão sexual dos parasitoides tratados durante a fase de pupa (Figura 10).

Para indivíduos da geração F₂ de *T. galloi*, verificou-se que apenas diurom + hexazinona não afetou sua razão sexual, independente do estágio imaturo em que o parasitoide foi tratado, com 0,56; 0,64 e 0,70, para o período de ovo-larva e para as fases de pré-pupa e pupa, respectivamente. Espinosade, tiametoxam e fipronil afetaram a razão sexual do parasitoide em todos os estágios imaturos estudados, enquanto trinexapaque-etílico nas duas concentrações testadas, *M. anisopliae* e sulfometurom-metílico apenas afetaram essa característica do parasitoide durante a fase de pupa (Figura 11).

A comparação dos resultados obtidos no presente estudo, em relação à razão sexual de parasitoides das gerações F₁ e F₂, com os resultados de outros

estudos não foi possível, uma vez que há escassez de resultados de testes de seletividade com *T. galloi*. No entanto, para tiametoxam, verificou-se que os resultados reportados por Moura, Carvalho e Rigitano (2005) para *T. pretiosum* são divergentes daqueles obtidos nesse trabalho, por esses autores não constatarem efeito negativo do produto sobre essa característica avaliada, independente do estágio imaturo e da geração estudada.

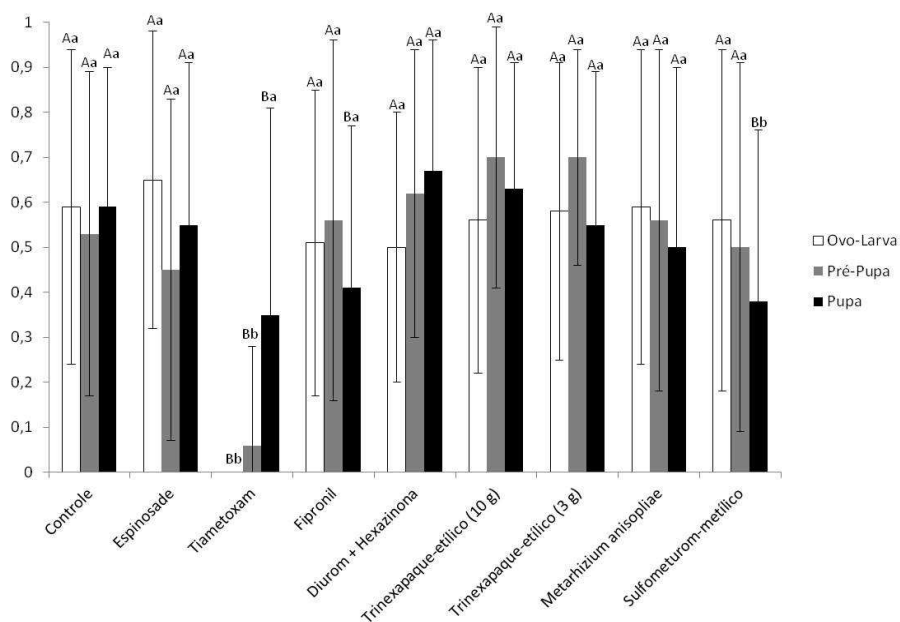


Figura 10 Razão sexual (\pm EP) de indivíduos da geração F_1 de *Trichogramma galloi*, provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.

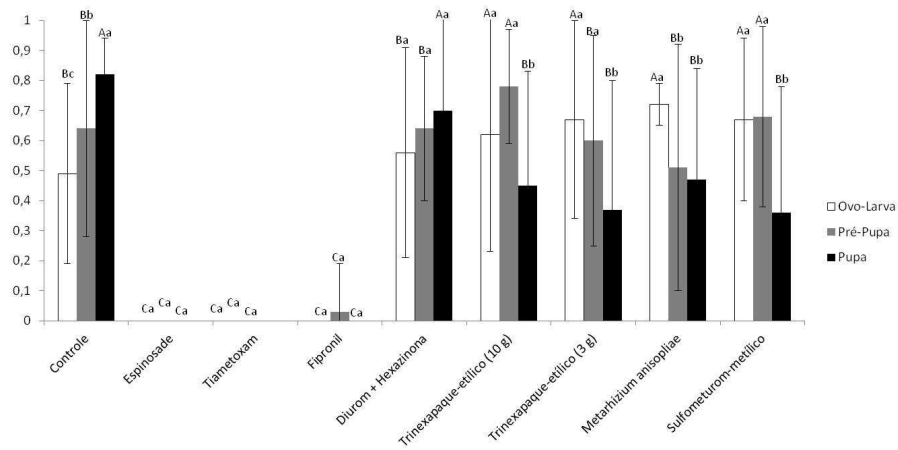


Figura 11 Razão sexual (\pm EP) de indivíduos da geração F₂ de *Trichogramma galloi*, provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados, contendo o parasitoide em desenvolvimento.*

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- a) Espinosade, tiametoxam e fipronil afetam negativamente a emergência de *T. galloi* (F₁), quando aplicados sobre o parasitoide em desenvolvimento.
- b) Espinosade, tiametoxam e fipronil reduzem a taxa de parasitismo de *T. galloi* (F₁) e a emergência da geração F₂, quando aplicados durante os estágios imaturos de *T. galloi*.
- c) Tiametoxam afeta a razão sexual de indivíduos da geração F₁ de *T. galloi*, quando aplicado durante os estágios imaturos de *T. galloi*.

6 CONCLUSÃO

Diurom + hexazinona, trinexapaque-etílico, *M. anisopliae* e sulfometurom-metílico podem ser utilizados, em associação com *T. galloi*, na cultura da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- ANTIGO, M. R. et al. Efeitos dos produtos fitossanitários utilizados na cultura da cana-de-açúcar sobre adultos do parasitoide *Trichogramma galloi*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 12., 2011, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: SICONBIOL, 2011. p. 102.
- ARMAS, E. D. de et al. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 975-982, mar./abr. 2005.
- ASLAM, M.; KHAN, A.; SAYYED, A. **Insecticides effects and resistance monitoring**. San Francisco: VDM Verlag, 2010. 112 p.
- BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argilacea*: III., determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219, fev. 1990.
- BOTELHO, P. S. M. **Tabela de vida ecológica e simulação da fase larval da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep., Pyralidae)**. 1985. 110 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1985.
- BOTELHO, P. S. M. et al. Associação do parasitoide de ovos *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 491-496, 1999.
- _____. Influences of climatic factors on the population fluctuations of the sugarcane moth borer *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae). In: INTERNACIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 1., 1978, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: ISSCT, 1978. p. 643-655.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cana de açúcar**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 10 out. 2012.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; SANTOS, A. J. N.; PEREIRA-BARROS, J. L. Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1051-1055, nov./dez. 2006.

BRUNNER, J. F. et al. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 94, n. 5, p. 1075-1084, Sept. 2001.

BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1495-1503, nov./dez. 2008.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. **Biocontrol**, Dordrecht, v. 39, n. 3, p. 277-283, June 2004.

CAÑETE, C. L. **Seletividade de inseticidas a espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2005. 106 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CARMO, E. L. et al. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2012.

CÔNSOLI, F. L.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 125, n. 1/2, p. 37-43, Mar. 2001.

CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, p. 271-275, 1999.

CONSTANSKI, K. C. et al. Sensibilidade de ovos parasitados por *Trichogramma pretiosum* aos fungos entomopatogênicos *Nomuraea rileyi*, *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: UFU, 2008. 1 CD-ROM.

DALVI, L. P. et al. Seletividade de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & W. Gams (classe-forma: Hyphomycetes) ao parasitoide *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1392-1395, set./out. 2007.

DEGHEELE, D.; ISHAAYA, I. **Insecticides with novel modes of action**. 2nd ed. New York: Springer Verlag, 2009. 289 p.

DHALIWAL, G. S. **Predators and parasitoids**. 2nd ed. Washington: CRC, 2008. 152 p.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola: cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 456 p.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 607-612, 2004.

GRAF, W. **Distribution and ecological preferences in agriculture**. New York: Pensoft, 2008. 254 p.

GRENIER, S. A. Desenvolvimento e produção *in vitro* de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 235-258.

HAJEK, A. E.; HOKKANEN, H. M. T. **Environmental impacts of microbial insecticides**. Washington: Springer, 2006. 281 p.

HASSAN, S. A. Production of the Angoumois grain moth *Sitotroga cerealella* (Oliv.) as an alternative host for egg parasites. In: GERDING, P. M. (Ed.). **Producción y utilización de *Trichogramma* para el control biológico de plagas**. Chillán: Taller International, 1994. p. 20-26.

HENSSONOW, S. F. **Parasitoid**. New Jersey: Betascript, 2010. 68 p.

HUSSAIN, D. et al. Effect of some insecticides on *Trichogramma chilonis* Ishii. (Trichogrammatidae: Hymenoptera) immature and adult survival. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 48, n. 4, p. 531-537, 2010.

LACEY, L. A.; LAIRD, M. **Safety of microbial insecticides**. 4th ed. New Jersey: CRC, 2010. 272 p.

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", Piracicaba, 1988.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. Efeitos da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 79-84, 2000.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO, R. L. O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 203-210, mar. 2005.

MUNSELL, A. H. **Munsell book of color: removable samples in two binders**. Baltimore: Macbeth Division of Kollmorgen, 1976. v. 1. (Gossy Finish Collection, 2.5 BG - 10, 2.5 R - 10G).

PARRA, J. R. P. A situação atual do controle biológico de pragas no Brasil. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1987. p. 125-142.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; PINTO, A. de S. Controle biológico de pragas como componente chave para produção sustentável da cana-de-açúcar.

In: CORTEZ, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 441-450.

PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609 p.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-281, May/June 2004.

_____. Uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O. et al. (Org.). **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 54-75.

PEREIRA-BARROS, J. L. et al. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 714-718, jul./ago. 2005.

PINTO, J. D. A review of the new world genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, New Jersey, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

POTRICH, M. et al. Seletividade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 822-826, 2009.

PREETHA, G. et al. Risk assessment of insecticides used in rice on miridbug, *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter, the important predator of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål.). **Chemosphere**, Oxford, v. 80, n. 5, p. 498-503, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

SALES JÚNIOR, O.; PARRA, J. R. P. Preferência hospedeira de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, criado sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) e

Diatraea saccharalis (Fabr., 1794). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Entomológica do Brasil, 1993. p. 262.

SATTAR, S. et al. Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v. 43, n. 6, p. 1117-1125, 2011.

STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Efeito de inseticidas usados na cultura do milho sobre a capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto de Biologia**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 187-194, 2008.

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. **BioControl**, Dordrecht, v. 44, n. 1, p. 99-117, 1999.

SUH, C. P. C.; ORR, D. B.; DUYN, J. W. van. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 93, n. 3, p. 577-583, 2000.

SUN, C. et al. Laboratory safety evaluation of insecticides to *Trichogramma japonicum*. **Chinese Journal of Rice Science**, Hangzhou, v. 22, n. 1, p. 93-98, 2008.

VEIRE, M. van de; SMAGGHE, G.; DEGHEELE, D. A laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Entomophaga**, Paris, v. 41, n. 2, p. 235-243, June 1996.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 67-119.

WANG, Y. et al. Insecticide toxic effects on *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Pest Management Science**, Sussex, v. 68, n. 12, p. 1564-1571, Dec. 2012.

WILEY, H. W. **Principles and practices of agricultural analysis**. Davis: Lightning Source, 2006. 715 p.

ZUCCHI, R. A. **Taxonomia de espécies de Trichogramma (Hym., Trichogrammatidae) associados a algumas pragas (Lepidoptera) no Brasil**. 1985. 77 f. Tese (Livre Docência em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1985.