

# **PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**

## **VOLUME X**



**Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera**  
Organizadores

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizador

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume X**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu  
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña  
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. Msc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira  
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto  
Prof. Msc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira  
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira  
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Profa. Dra. Patrícia Maurer  
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira  
Profa. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume X / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 177p.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-5872-269-4 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786558722694">https://doi.org/10.46420/9786558722694</a>  1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume X” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho; variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja; variabilidade espacial de micronutrientes catiônicos do solo; variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação; modelagem estatística utilizando o método de heatmap para a avaliação da cultura da laranja irrigada com água residuária; água tratada magneticamente na cultura da alface e do rabanete; omissão de Nutrientes em Espécies Florestais Nativas do Brasil; água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete e da alface; plantas medicinais e seu potencial controle sobre patógenos de culturas agrícolas; melhoramento genético do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*); seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), alterações morfológicas em variedades de cana-de-açúcar induzidas pela restrição hídrica. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume X, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores

## Sumário

<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I</b>	<b>6</b>
Plantas medicinais e seu potencial controle sobre patógenos de culturas agrícolas	6
<b>Capítulo II</b>	<b>20</b>
Melhoramento Genético do Feijão-fava ( <i>Phaseolus Lunatus</i> )	20
<b>Capítulo III</b>	<b>51</b>
Seletividade de inseticidas a <i>Trichogramma Pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Helicoverpa Armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)	51
<b>Capítulo IV</b>	<b>66</b>
Alterações morfológicas em variedades de cana-de-açúcar induzidas pela restrição hídrica	66
<b>Capítulo V</b>	<b>88</b>
Mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho	88
<b>Capítulo VI</b>	<b>96</b>
Variabilidade espacial da fertilidade do solo antes e após aplicação de calcário para o cultivo da soja	96
<b>Capítulo VII</b>	<b>108</b>
Variabilidade espacial de micronutrientes catiônicos do solo	108
<b>Capítulo VIII</b>	<b>118</b>
Variabilidade espacial da fertilidade do solo e mapas de recomendação	118
<b>Capítulo IX</b>	<b>127</b>
Modelagem estatística utilizando o método de <i>heatmap</i> para a avaliação da cultura da laranja irrigada com água residuária	127
<b>Capítulo X</b>	<b>137</b>
Omissão de Nutrientes em Espécies Florestais Nativas do Brasil	137
<b>Capítulo XI</b>	<b>151</b>
Água tratada magneticamente estimula a produtividade do rabanete	151
<b>Capítulo XII</b>	<b>159</b>
Impacto da irrigação com água tratada magneticamente na alface lisa	159
<b>Capítulo XIII</b>	<b>168</b>
Produtividade da alface crespa é impactada pelo uso de água tratada magneticamente	168
<b>Índice Remissivo</b>	<b>175</b>
<b>Sobre os organizadores</b>	<b>177</b>

# Seletividade de inseticidas a *Trichogramma Pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Helicoverpa Armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)

Recebido em: 15/04/2022

Aceito em: 19/04/2022

 10.46420/9786558722694cap3

Luciana Barboza Silva<sup>1\*</sup> 

Maisa de Sousa Veras<sup>2</sup> 

Maria Carolina Faria e Silva<sup>3</sup> 

Raimundo Henrique Ferreira Rodrigues<sup>4</sup> 

Thayline Rodrigues de Oliveira<sup>5</sup> 

Alisson Franco Torres da Silva<sup>6</sup> 

Bruno Ettore Pavan<sup>7</sup> 

## INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), uma das pragas agrícolas mais importantes do mundo, possui ampla variedade de hospedeiros, incluindo aproximadamente todas as famílias de plantas cultivadas comercialmente, levando à redução da produção total destas culturas (Ghodke et al., 2013; Leite et al., 2014; Abid et al., 2020). O manejo sustentável desta praga significa um desafio, decorrente do hábito alimentar, capacidade de dispersão, adaptação e desenvolvimento de resistência aos inseticidas de diferentes classes químicas e culturas com toxinas *Bt* (Behere et al., 2013; Leite et al., 2014; Wang et al., 2017; Wei et al., 2017)

Portanto, o controle eficiente de *H. armigera* exige um programa de manejo integrado, baseado na associação de diferentes métodos de controle, como a combinação de pesticidas com controle biológico, reduzindo os riscos de contaminação do meio ambiente (Barzman et al., 2015), para isso, é necessário avaliar cuidadosamente a eficiência dos compostos inseticidas disponíveis, bem como, a seletividade desses produtos, proporcionando eficácia com efeitos mínimos sobre os inimigos naturais (Carmo et al., 2010, Saber et al., 2013). No manejo de *H. armigera* a utilização de inimigos naturais, como parasitoides,

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí (UFPI), Dr.<sup>a</sup> Docente do Departamento de Biologia e Pós-graduação em Ciências Agrárias.

<sup>2</sup> UFPI, Mestre em Fitotecnia.

<sup>3</sup> Doutoranda em Ciências Agrárias UFPI

<sup>4</sup> Doutorando em Fitotecnia UFC

<sup>5</sup> Mestranda em Ciências Agrárias UFPI

<sup>6</sup> Doutorando em Ciências Agrárias UFPI

<sup>7</sup> Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira (UNESP), Dr. Docente do Departamento de Fitotecnia

\* Autora correspondente: lubarbosabio@ufpi.edu.br

predadores e microrganismos entomopatogênicos, podem alcançar níveis de controle satisfatórios (Guerra et al., 2014; Hazarika et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Carvalho et al., 2017; Tahir et al., 2017), o que pode levar a manutenção da população dos insetos-praga em um nível de equilíbrio no ambiente.

Entre os agentes biológicos destacam-se os parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que são amplamente utilizados na agricultura, devido a eficiência no controle, evitando danos à cultura hospedeira (Siqueira et al., 2012; Wang et al., 2012). Espécies de *Trichogramma* apresentam maior susceptibilidade aos inseticidas em comparação com as pragas-alvo (Costa et al., 2014; Parsayean et al., 2017).

A seletividade de diferentes agrotóxicos a *T. pretiosum* é relatada, porém, pode variar dependendo da praga ou da cultura para a qual o pesticida se destina (Bueno et al., 2017). A sustentabilidade da cultura da soja depende do desenvolvimento de estratégias de manejo de pragas mais inócuas, como controle biológico e uso de pesticidas seletivos (Stecca et al., 2017). Desse modo, esse estudo teve como objetivo avaliar a seletividade de inseticidas utilizados na cultura da soja sobre *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí, no Laboratório de Fitotecnia do Campus Professora Cinobelina Elvas. A população de *H. armigera* utilizada neste trabalho foi proveniente da criação de insetos, do próprio laboratório de Fitotecnia, onde foram mantidos em dieta artificial adaptada de Kasten Jr. et al. (1978). A população do parasitoide *T. pretiosum* foi coletada em ovos de *H. armigera*, em plantações comerciais de soja, no bioma Cerrado, do município de Baixa Grande do Ribeiro-Piauí (08° 40' 56,4"S, 45° 05' 39,2"W), Brasil.

A identificação do parasitoide foi realizada pelo Dr. Alexandre Faria da Silva, baseada na terminologia utilizada por Pinto (1999) e Querino (2002) e os termos morfológicos usados para designar os vários tipos de sensilos da antena foram baseados em Voegelé et al. (1980) e Vincent et al. (1986).

O parasitoide foi multiplicado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) obtidos através da compra de ovos inviabilizados devidamente registrado para comercialização no Brasil. A criação de *T. pretiosum* foi executada segundo a metodologia proposta por Stein et al. (1987). Antes da instalação dos experimentos, o parasitoide foi mantido em ovos de *H. armigera*, por duas gerações, a fim de se eliminar um possível condicionamento pré-imaginal pela criação no hospedeiro alternativo (Goulart et al., 2011).

Os inseticidas utilizados nos bioensaios, assim como a concentração do ingrediente ativo no produto comercial e as dosagens recomendadas para a cultura da soja (AGROFIT, 2015) estão apresentados na Tabela 1. Como tratamento testemunha foi utilizado água destilada. Avaliou-se a sobrevivência de *T. pretiosum* e parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera* tratados com inseticidas.

**Tabela 1.** Inseticidas comerciais utilizados nos bioensaios para avaliar a seletividade sobre *T. pretiosum* em ovos de *H. armigera*.

Ingrediente ativo*	Conc. i.a g.L <sup>-1</sup>	Doses
<i>Bacillus thuringiensis</i>	33,6	16,8 g ha <sup>-1</sup>
Clorantraniliprole	200	50 mL ha <sup>-1</sup>
Clorpirifós	480	1000 mL ha <sup>-1</sup>
Espinosade	480	50 mL ha <sup>-1</sup>
Indoxacarbe	150	400 mL ha <sup>-1</sup>
Lambdacialotrina	250	15 mL ha <sup>-1</sup>
Metomil	215	215 g ha <sup>-1</sup>

\*Conc. i.a = Concentração ingrediente ativo

***Bioensaio para avaliação de sobrevivência de T. pretiosum***

Para avaliar o efeito tóxico dos inseticidas sobre a sobrevivência dos parasitoides, fêmeas de *T. pretiosum* com até 24h de idade foram individualizadas em placas de Petri contendo discos foliares de soja (5 cm Ø), que foram imersos nas caldas dos diferentes tratamentos por 5 segundos. As folhas de soja foram deixadas para secar por duas horas à sombra (Bacci et al., 2007). A imersão das folhas de soja na calda se justifica, pois, os testes de toxicidade em laboratório submetem os insetos-teste a uma exposição máxima dos resíduos dos produtos fitossanitários (Sterk et al., 1999). Como alimento foi depositado uma gotícula de mel na parte superior da placa. O experimento foi mantido em câmaras climatizadas (25 ± 2°C, 70 ± 5% UR e fotoperíodo de 12 horas).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos (7 inseticidas + controle), com trinta repetições, sendo a unidade experimental constituída por uma placa de Petri com uma fêmea de *T. pretiosum* e uma folha de soja tratada com inseticida. Foi avaliada a mortalidade dos parasitoides nos intervalos de 1, 3, 6, 12 e 24 horas após exposição às folhas de soja tratadas com os inseticidas. Parasitoides incapazes de reagir no momento da avaliação foram considerados mortos, após cinco minutos de observação. A mortalidade nos tratamentos com inseticidas foi corrigida com a mortalidade do controle pela fórmula de Abbott (1925). Os resultados foram submetidos à análise de sobrevivência, utilizando o procedimento LIFETEST para estratificar as diferenças de sobrevivência dos insetos sob os efeitos dos inseticidas pelo programa System of Statistical Analyses - SAS (SAS Institute, 2001).

***Bioensaio para avaliação de parasitismo de T. pretiosum em ovos de H. armigera***

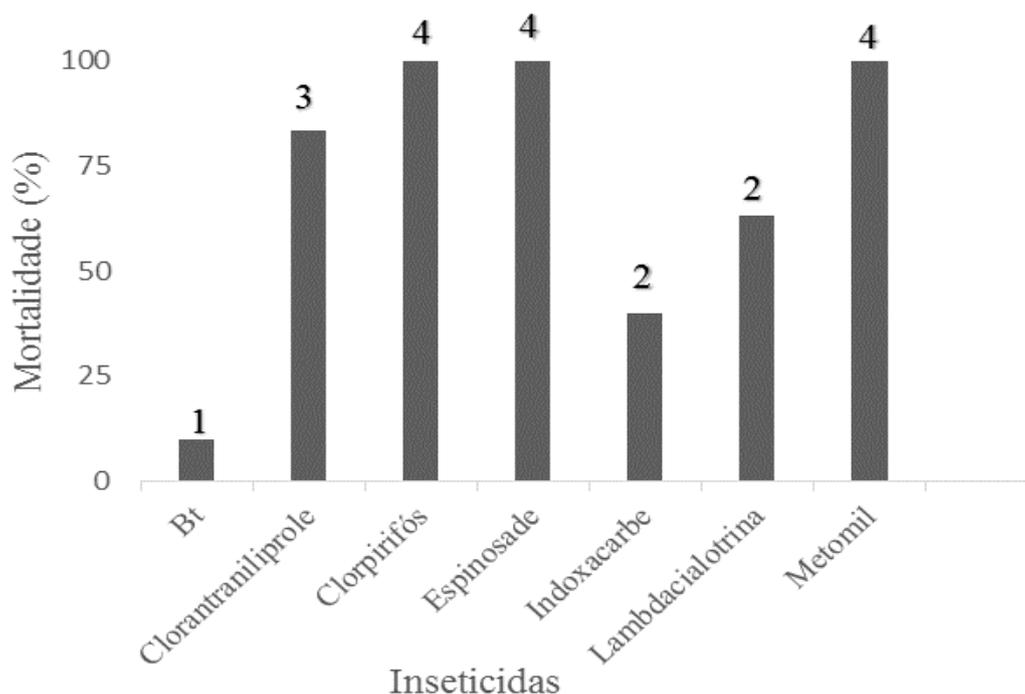
Fêmeas de *T. pretiosum* com até 24h de idade foram individualizados em tubos de vidro (2 mL) e alimentadas com uma gotícula de mel depositada na parede interna. Cartelas de cartolina azul celeste (0,4

x 2,0 cm), contendo 20 ovos de *H. armigera* foram imersas nas caldas dos diferentes tratamentos por 5 segundos, e após secagem por 2 horas em capela de exaustão, foram expostas ao parasitoide por 24 horas em câmaras climatizadas ( $25 \pm 2$  °C,  $70 \pm 5\%$  UR e fotoperíodo de 12 horas). Após esse período, as fêmeas foram removidas e as cartelas com os ovos parasitados retornaram a câmaras climatizadas ( $25 \pm 2$  °C,  $70 \pm 5\%$  UR e fotoperíodo de 12 horas), até a emergência dos adultos. Os efeitos dos inseticidas sobre *T. pretiosum* avaliados na geração F<sub>0</sub> foram: percentual de parasitismo, observado através do escurecimento dos ovos (Santos et al., 2016) e Redução do Parasitismo (RP), calculado pela fórmula: % redução =  $100 - [(m\acute{e}dia\ geral\ do\ tratamento\ inseticida / m\acute{e}dia\ geral\ do\ tratamento\ controle) \times 100]$ . Em relação a F<sub>1</sub> foram avaliados: o percentual de emergência, a redução desta em relação à testemunha, a duração do ciclo (ovo-adulto), n° de indivíduos emergidos por ovo, longevidade das fêmeas e razão sexual (n° de fêmeas/(n° de fêmeas + n° de machos), sendo o dimorfismo sexual determinado pelas antenas, as quais nas fêmeas são clavadas e nos machos são plumosas (Valente et al., 2016). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com vinte repetições por tratamento, sendo uma fêmea por repetição. Os resultados obtidos foram analisados quanto à homogeneidade de variância e normalidade, submetidos à análise de variância, comparando as médias pelo teste Tukey a 5%. Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico R version 3.0.3 (2014).

A partir dos resultados dos bioensaios os inseticidas foram classificados conforme percentual de redução da capacidade benéfica do parasitoide (sobrevivência, parasitismo e emergência), seguindo a recomendação da International Organization for Biological Control (IOBC): 1. Inócuo (< 30%); 2. Levemente nocivo (30 a 79%); 3. Moderadamente nocivo (80 a 99%); 4. Nocivo (> 99%) (Hassan, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seletividade de sete principais inseticidas recomendados para cultura da soja foi avaliada, sobre o parasitoide *T. pretiosum*, na fase adulta e em ovos de *H. armigera*, onde os produtos afetaram de forma variável as características biológicas do parasitoide. O controle químico é conhecido por ter alguns efeitos negativos em adultos de diferentes agentes de controle biológico (Bueno et al., 2008). Para os adultos de *T. pretiosum* que foram expostos às folhas de soja tratadas com os inseticidas testados, observou-se mortalidade dos parasitoides em todos os tratamentos (Figura 1).



**Figura 1.** Mortalidade acumulada de *Trichogramma pretiosum* após 24 horas de exposição em diferentes inseticidas e classificação da seletividade dos inseticidas baseado no potencial de redução de sobrevivência: 1 = inócuo (<30%); 2 = levemente nocivo (30-79%); 3 = moderadamente nocivo (80-99%); 4 = nocivo (>99%). Fonte: os autores.

O *Bacillus thuringiensis* ocasionou 10% de mortalidade, sendo o único classificado como inócuo (Figura 1). A seletividade de *B. thuringiensis* a *T. pretiosum* foi relatada por Silva et al. (2015), que destacaram a necessidade da ingestão para ter um efeito nocivo sobre o inseto, e que por isso, o contato via tegumento não é capaz de contaminar os parasitoides.

Indoxacarbe e lambdacialotrina foram classificados como levemente nocivos e apresentaram 40 e 63,3% de mortalidade, respectivamente (Figura 1). O inseticida indoxacarbe também foi considerado levemente nocivo a *T. chilonis* (Sattar et al., 2011). Os piretroides são generalizados como prejudiciais para a maioria dos agentes de controle biológico (Pazini et al., 2016; Zantedeschi et al., 2018). Entretanto, segundo Bueno et al. (2008), nem sempre os resultados seguem essa classificação, como observado para lambdacialotrina nesse estudo.

Clorantraniliprole ocasionou mortalidade superior a 80%, sendo considerado moderadamente nocivo (Figura 1). Para Brugger et al. (2010), o inseticida clorantraniliprole foi seletivo ao parasitoide *T. pretiosum*. Essa variação na seletividade pode estar relacionada à dose de inseticida aplicada e a formulação (Bueno et al., 2017). De acordo com Liu et al. (2012), os efeitos negativos em *T. pretiosum* são proporcionais às concentrações, ou seja, quanto maior a concentração, maior o efeito negativo. Portanto,

altas concentrações de inseticidas podem afetar o controle biológico natural de pragas no campo (Grande et al., 2018).

Já os inseticidas espinosade, clorpirifós e metomil foram nocivos ao parasitoide, causando mortalidade em todos os indivíduos, após 24 horas de exposição (Figura 1). O espinosade é classificado como um inseticida de risco reduzido do ponto de vista ambiental e toxicológico. Contudo, parasitoides himenópteros são tidos como suscetíveis a esse produto e sua aplicação em um agroecossistema com *Trichogramma* deve ser cuidadosamente avaliada ou evitada (Liu et al., 2012), para viabilizar o uso de diferentes táticas de controle. Espinosade é um produto que apresenta forte toxicidade aguda nos parasitoides (Biondi et al., 2013). Narendra et al. (2013) observaram 100% de mortalidade em *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) exposto a espinosade em condições de laboratório, além de relatarem que esse inseticida permaneceu altamente tóxico por até três dias em condições de campo.

Os organofosforados e os carbamatos são duas classes de inseticidas que são conhecidos por seus efeitos nocivos e incompatíveis com uso de inimigos naturais (Wang et al., 2012). Essas informações corroboram com os resultados de 100% de mortalidade dos parasitoides expostos a clorpirifós e metomil encontrados no presente estudo (Figura 1).

Os efeitos negativos dos inseticidas em inimigos naturais podem variar com o estágio de vida e concentração de inseticidas (Costa et al., 2014). Parasitoides adultos são o principal estágio de vida dos parasitoides para a supressão de pragas, sendo expostos aos resíduos de pesticidas com maior facilidade do que outros estágios de vida devido sua mobilidade e aos estágios imaturos estarem sob a proteção do córion do ovo hospedeiro (Carmo et al., 2010; Khan et al., 2015). A exposição dos parasitoides a inseticidas pode acontecer diretamente sob a forma de gotículas ou indiretamente aos resíduos úmidos e secos que permanecem na folhagem da cultura e nos ovos hospedeiros quando forrageiam (Wang et al., 2012; Khan et al., 2015).

Em relação ao parasitismo de *T. pretiosum* F<sub>0</sub>, o inseticida *B. thuringiensis* não diferiu da testemunha sendo, portanto, seletivo ao parasitoide (Tabela 2). Clorraniliprole, indoxacarbe e lambdacialotrina não diferiram quanto ao parasitismo. Entretanto, de acordo com o potencial de redução do parasitismo, apresentaram classificação de seletividade diferente.

Foram considerados inócuos ao parasitismo os produtos *B. thuringiensis*, indoxacarbe e lambdacialotrina. Estudos realizados por Paiva et al. (2018), com inseticida indoxacarbe, não encontraram redução no parasitismo de *T. pretiosum*. Clorraniliprole foi levemente nocivo ao parasitismo. Esse inseticida foi considerado seletivo para adultos de *T. pretiosum* por Pazini et al. (2016), e não exerceu nenhum efeito sobre fases imaturas do parasitoide (Khan et al., 2017). Os inseticidas clorpirifós e espinosade foram moderadamente nocivos, e não diferiram entre si no percentual de parasitismo, sendo iguais estatisticamente ao inseticida metomil que foi classificado como nocivo (Tabela 2).

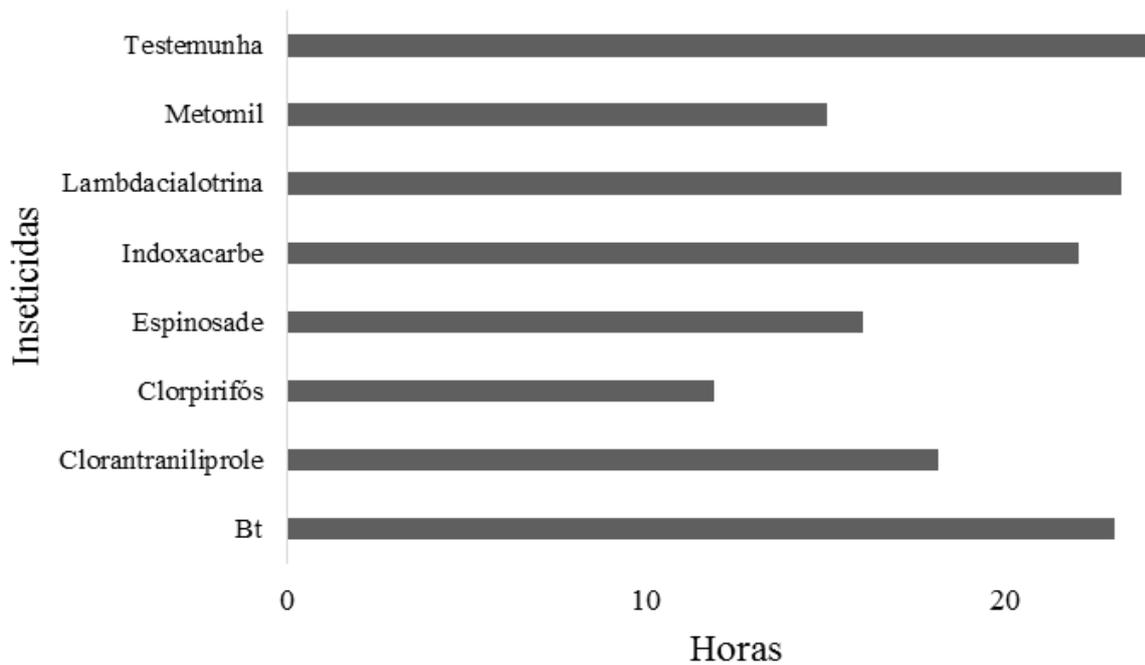
A inocuidade do inseticida também foi relatada para *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Uma et al., 2014). Os inseticidas utilizados neste estudo foram produtos comerciais formulados, com ingredientes inertes além dos ingredientes ativos, que podem ser a causa dos efeitos adversos (Khan et al., 2017), como o observado pelo clorantraniliprole sobre a sobrevivência e parasitismo de *T. pretiosum*.

**Tabela 2.** Percentuais de parasitismo, redução do parasitismo da geração F<sub>0</sub> de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Helicoverpa armigera* e classe de seletividade dos inseticidas.

Inseticidas	Parasitismo (%) *	PR (%)**	Classe***
<i>B. thuringiensis</i>	82,0±0,60a	2,95	1
Clorantraniliprole	56,3±0,61b	33,37	2
Clorpirifós	6,2±0,60c	92,60	3
Espinosade	6,2±0,60c	92,60	3
Indoxacarbe	61,5±0,59b	27,21	1
Lambdacialotrina	64,0±0,61b	24,37	1
Metomil	0,7±0,59c	99,11	4
Testemunha	84,5±0,60a	---	---
CV (%)	29,73	---	---

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \*\*PR = Potencial de redução no parasitismo comparado com a testemunha; \*\*\* Classes da IOBC para teste de seletividade: 1 = inócuo (<30%); 2 = levemente nocivo (30-79%); 3 = moderadamente nocivo (80-99%); 4 = nocivo (>99%).

O baixo percentual de parasitismo dos ovos de *H. armigera* tratados com estes produtos, indicam que as fêmeas de *T. pretiosum* tiveram o comportamento de forrageamento afetado pelos inseticidas (Khan et al., 2015). Concomitante, o tempo de sobrevivência do parasitoide exposto aos produtos pode explicar as diferenças entre os inseticidas (Figura 2). Os parasitoides que foram expostos aos inseticidas inócuos tiveram tempo médio de sobrevivência superior a vinte horas (Figura 2). Os produtos com maior toxicidade ao parasitoide, também foram os que causaram maior redução no parasitismo (clorpirifos, espinosade e metomil, respectivamente) (Figura 2).



**Figura 2.** Tempo médio de sobrevivência de *Trichogramma pretiosum* exposto as folhas de soja tratadas com diferentes inseticidas. Fonte: os autores.

O percentual de emergência de *T. pretiosum* F<sub>1</sub> foi afetado pelos diferentes tratamentos (Tabela 3). Os tratamentos com clorpirifós, espinosade e metomil, apresentaram baixo parasitismo em ovos de *H. armigera* (Tabela 2), portanto, esses foram os que tiveram a menor emergência dos descendentes, no caso do clorpirifós (5,5%), classificado como moderadamente nocivo. Metomil e espinosade apresentaram redução de 100% da viabilidade, sendo estes classificados como nocivos quanto à emergência. Segundo Santos et al. (2016), o inseticida metomil reduziu o percentual de emergência de ovos de *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) em 98,33%, corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho. Os demais produtos não diferiram da testemunha e foram seletivos quanto à emergência.

A redução na emergência do parasitoide causada por esses inseticidas pode estar relacionada com má-formação dos parasitoides que não conseguem romper o córion do ovo hospedeiro (Cormier et al., 2017). Alguns produtos tem a capacidade de atravessar o córion do ovo hospedeiro, esta habilidade dos inseticidas está relacionada a propriedades físico-químicas dos compostos nocivos em conjunto com as características do ovo (Costa et al., 2014; Stecca et al., 2017), interferindo na eficiência do controle biológico com o parasitoide do gênero *Trichogramma*. A presença dos inseticidas na superfície dos ovos pode ter mascarado as características físico-químicas do hospedeiro (Santos et al., 2016) e afetar a aceitação e a adaptação do parasitoide, o que pode interferir na agressividade e características biológicas (Valente et al., 2016).

Os produtos clorpirifós, espinosade e metomil foram prejudiciais ao *T. pretiosum*, não permitindo a associação desses produtos em conjunto com o parasitoide, devendo estes ser evitados sempre que possível em um programa MIP (Bueno et al., 2008). O uso de compostos seletivos, que têm alta toxicidade contra as espécies de pragas alvo, é importante desde que a dose recomendada não seja excedida (Anjum et al., 2016).

**Tabela 3.** Percentuais de emergência, redução da viabilidade da geração F<sub>1</sub> *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Helicoverpa armigera* e classe de seletividade dos inseticidas.

Inseticidas	Emergência (%) *	PR (%)**	Classe***
<i>B. thuringiensis</i>	88,2±0,83a	6,12	1
Clorantraniliprole	78,0±0,85a	17,02	1
Clorpirifós	5,5± 0,83b	94,15	3
Espinosade	0,0±0,52c	100,00	4
Indoxacarbe	91,0±0,83a	3,20	1
Lambdacialotrina	88,5±0,83a	5,85	1
Metomil	0,0±0,53c	100,00	4
Testemunha	94,0±0,83a	---	---
CV (%)	33.54	---	---

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \*\* PR = Potencial de redução na viabilidade comparado com a testemunha; \*\*\* Classes da IOBC para teste de seletividade: 1 = inócuo (<30%); 2 = levemente nocivo (30-79%); 3 = moderadamente nocivo (80-99%); 4 = nocivo (>99%).

Todas as características biológicas avaliadas, dos descendentes F<sub>1</sub> de *T. pretiosum* foram significativamente afetadas pela aplicação de inseticidas nos ovos de *H. armigera* (Tabela 4). Foram analisados os efeitos dos inseticidas que apresentaram emergência de *T. pretiosum* (*B. thuringiensis*, indoxacarbe, lambdacialotrina e clorpirifós). A indução de efeitos subletais pelos inseticidas podem potencialmente modificar o equilíbrio de parasitoides e seus hospedeiros (Delpech, 2017). Costa et al. (2014) encontraram efeitos subletais, com características biológicas da geração F<sub>1</sub> alteradas, quando apenas a geração F<sub>0</sub> foi exposta aos inseticidas.

A duração do ciclo do parasitoide no hospedeiro foi em média de 10 dias para *B. thuringiensis*, indoxacarbe, lambdacialotrina, não diferindo da testemunha (Tabela 4). Clorantraniliprole e clorpirifós apresentaram um tempo de desenvolvimento menor, com 8 e 9 dias, respectivamente.

**Tabela 4.** Características biológicas da geração F<sub>1</sub> de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Helicoverpa armigera* tratados com inseticidas.

Inseticidas	Duração do ciclo (dias)	Indivíduos por ovo	Razão sexual	Longevidade (dias)
<i>B. thuringiensis</i>	10,4±0,10a	1,2±0,07b	0,7±0,02b	12,3±0,22a
Clorantraniliprole	8,5±0,10b	1,6±0,072a	0,7±0,02b	8,9±0,23b
Clorpirifós	9,0±0,22b	0,2±0,07c	0,1±0,02c	1,00±0,22c
Indoxacarbe	10,00±0,10a	1,5±0,07ab	0,9±0,02a	9,9±0,23b
Lambdacialotrina	10,0±0,10a	1,5± 0,07ab	0,9±0,02a	9,9±0,22b
Testemunha	10,2±0,10a	1,2±0,07b	0,7±0,02b	12,4±0,22a
CV (%)	5,48	35,57	24,27	14,72

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O inseticida clorpirifós reduziu significativamente o número de indivíduos emergidos por ovo (Tabela 4). Os demais produtos apresentaram número de indivíduos emergidos superior a 1. Os ovos de *H. armigera* apresentam alta qualidade (Carvalho et al., 2017), assegurando quantidade de nutrientes suficiente para mais de um indivíduo. Clorantraniliprole, indoxacarbe e lambdacialotrina apresentaram maior número de indivíduos emergidos que a testemunha e *B. thuringiensis*. Esse aumento no número de indivíduos por ovo em relação ao tratamento testemunha pode indicar ocorrência de hormese, que é a relação de dose-resposta bifásica que se caracteriza por uma reversão da resposta entre doses baixas e altas de um estressor (Guedes et al., 2013).

A razão sexual de *B. thuringiensis*, clorantraniliprole e da testemunha não diferiram entre si e o número de fêmeas foi superior a 70% (Tabela 4). Os inseticidas indoxacarbe e lambdacialotrina ocasionaram um aumento na razão sexual, com 94% dos indivíduos fêmeas. O inseticida clorpirifós causou redução na razão sexual, sugerindo que fêmeas de *T. pretiosum* são mais susceptíveis ao inseticida (Costa et al., 2014).

A longevidade dos descendentes de *T. pretiosum* oriundos de ovos tratados com *B. thuringiensis* e água (testemunha) foi em média de 12 dias, enquanto que para indoxacarbe e lambdacialotrina a longevidade foi 9 dias, para clorantraniliprole 8 dias e para clorpirifós apenas 1 dia (Tabela 4). A redução da longevidade dos descendentes dos ovos tratados com clorpirifós pode estar relacionada a mortalidade dos adultos recém-emergidos devido à ingestão acidental durante a emergência ou pelo contato de ovos tratados após o surgimento do parasitoide (Firake et al., 2017). O clorpirifós ocasiona a morte por agir inibindo a transmissão do impulso nervoso através das sinapses (Casida et al., 2013) e a toxicidade do

inseticida é relatada em *T. pretiosum* (Amaro et al., 2015). O clorpirifós é prejudicial para *T. pretiosum* independentemente do momento em que o parasitoide é exposto a ovos do hospedeiro tratados com o inseticida (Souza et al., 2013). Parasitoides mais longevos podem apresentar maior eficiência em campo. No entanto, a capacidade de parasitismo deve ser conhecida, pois, quando concentrada nos primeiros dias, não haverá necessidade de indivíduos mais longevos em campo (Valente et al., 2016).

O único inseticida compatível com *T. pretiosum* em todas as avaliações foi *B. thuringiensis*. O inseticida foi classificado como seletivo para sobrevivência, parasitismo e emergência, além de não apresentar efeitos subletais a geração F<sub>1</sub>. A compatibilidade entre *T. pretiosum* e *B. thuringiensis* já havia sido relatada por Silva et al. (2015). O inseticida também é seletivo a outras espécies como *Trichogramma cacoeciae* Marchal, *Trichogramma bourarachae* Pintureau & Babault e *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Ksentini et al., 2010). A ordem Hymenoptera tende a não apresentar susceptibilidade a toxinas de *B. thuringiensis* (Spagnol et al., 2017).

Existe uma forte tendência para que os inimigos naturais sejam mais suscetíveis a inseticidas em comparação com seus hospedeiros (Khan et al., 2015), desse modo conhecer a seletividade de inseticidas recomendados para a cultura da soja sobre *T. pretiosum* constitui uma importante ferramenta para o manejo de *H. armigera*.

## CONCLUSÃO

*Bacillus thuringiensis* é recomendado para utilização em conjunto com *T. pretiosum* em cultivos de soja. Em contrapartida, o uso de metomil deve ser evitado, uma vez que esse inseticida é nocivo ao parasitoide. A utilização de clorantraniliprole, clorpirifós, espinosade, indoxacarbe e lambdacialotrina deve ser analisada para uso em programas de MIP com o *T. pretiosum*, para esses inseticidas mais estudos devem ser realizados em condições de semi-campo e campo, já que os inseticidas podem ter um impacto negativo menor nessas condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott WS (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. econ. Entomol, 18(2): 265-267.
- Abid AD et al. (2020). Field evaluation of nucleopolyhedrosis virus and some biorational insecticides against *Helicoverpa armigera* Hubner (Noctuidae: Lepidoptera). Saudi Journal of Biological Sciences, 27(8): 2106-2110.
- AGROFIT. (2018). Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em:<[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Acesso em: 20 de janeiro de 2018.

- Amaro JT et al. (2015). Selectivity of organic products to *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotropical entomology*, 44(5): 489-497.
- Anjum F et al. (2016). Relative toxicity of insecticides to the crucifer pests *Plutella xylostella* and *Myzus persicae* and their natural enemies. *Crop Protection* 88: 131-136.
- Bacci L et al. (2007). Toxicity of insecticides to the sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63(7): 699-706.
- Barzman M et al. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for sustainable development*, 35(4): 1199-1215.
- Behere GT et al. (2013). Population genetic structure of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) in India as inferred from EPIC-PCR DNA markers. *PLoS One* 8(1): e53448.
- Biondi A et al. (2013). Do biopesticides affect the demographic traits of a parasitoid wasp and its biocontrol services through sublethal effects?. *PLoS One* 8(9): e76548.
- Brugger KE et al. (2010). Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. *Pest Management Science*, 66(10): 1075-1081.
- Bueno AF et al. (2009). Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ciência Rural*, 38(6): 1495-1503.
- Bueno AF et al. (2017). Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. *Ciência Rural*, 47(6): 1-10.
- Carmo EL et al. (2010). Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. *BioControl*, 55(4): 455-464.
- Dos Santos Carvalho G et al. (2017). Biological parameters of three *Trichogramma pretiosum* strains (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 39(3): 349-355.
- Casida JE et al. (2013). Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects. *Annual review of entomology*, 58: 99-117.
- Cormier D et al. (2017). Effects of two reduced-risk insecticides on the egg parasitoid *Trichogramma minutum* in apple orchards. *IOBC-WPRS Bulletin* 123: 110-114.
- Costa MA et al. (2014). Sublethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ecotoxicology* 23(8): 1399-1408.
- Delpuech JM. (2017). Elicitation of superparasitization behavior from the parasitoid wasp *Leptopilina bouvardi* by the organophosphorus insecticide chlorpyrifos. *Science of The Total Environment*, 580: 907-911.
- Firake DM et al. (2017). Eco-toxicological risk and impact of pesticides on important parasitoids of cabbage butterflies in cruciferous ecosystem. *Chemosphere*, 168: 372-383.

- Ghodke A B et al. (2013). Isolation and in vitro identification of proteinase inhibitors from soybean seeds inhibiting *Helicoverpa* gut proteases. *Journal of plant interactions*, 8(2): 170-178.
- Goulart RM et al. (2012). Insecticide selectivity to two species of *Trichogramma* in three different hosts, as determined by IOBC/WPRS methodology. *Pest management Science*, 68(2): 240-244.
- Grande MLM et al. (2018). Effect of increasing rate of insecticides on its selectivity for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 39(3): 933-946.
- Guedes RNC et al. (2013). Insecticide-induced hormesis and arthropod pest management. *Pest Management Science*, 70(5): 690-697.
- Guerra WD et al. (2014). Molecular identification of a parasitic fly (Diptera: Tachinidae) from the introduced *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Entomology, Ornithology & Herpetology*, 3(3): 1.
- Hassan SA (1997). Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em *Trichogramma*. *Trichogramma eo controle biológico aplicado*. 354.
- Hazarika S et al. (2016). Efficacy of local isolate of *Nomuraea rileyi* (Farlow) Sampson against *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4: 167-169.
- IOBC (2018). Pest Select Database: a new tool to use selective pesticide for IPM. IOBC- International Organization for Biological Control. Disponível em: [https://www.iobc-wprs.org/ip\\_ipm/archive/IPM\\_Future\\_Jansen\\_20130320.pdf](https://www.iobc-wprs.org/ip_ipm/archive/IPM_Future_Jansen_20130320.pdf). Acesso em: 20 de janeiro de 2018.
- Kasten JR et al. (1978). Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista de Agricultura*, 53(1): 68-78.
- Khan MA et al. (2017). Lethal effects of selected novel pesticides on immature stages of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science*, 73: 2465–2472.
- Khan MA et al. (2015). Lethal and behavioral effects of selected novel pesticides on adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science*, 71(12):1640-1648.
- Ksentini I et al. (2010). *Bacillus thuringiensis*, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species. *Bulletin of Insectology*, 63(1): 31-37.
- Leite NA et al. (2014). Demographics and genetic variability of the new world bollworm (*Helicoverpa zea*) and the old-world bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Brazil. *PLoS One*, 9(11): e113286.
- Liu TX et al. (2012). Side effects of two reduced-risk insecticides, indoxacarb and spinosad, on two species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabbage. *Ecotoxicology*, 21: 2254-2263.
- Narendra G et al. (2013). Effect of insecticides on some biological parameters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Biological Control*, 21(2): 130-134.

- Oliveira HN et al. (2016). Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 37(1): 111-115.
- Paiva ACR et al. (2018). Sublethal effects of insecticides used in soybean on the parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ecotoxicology*, 27: 1-9.
- Parsaeyan E et al. (2018). Effects of emamectin benzoate and cypermethrin on the demography of *Trichogramma brassicae* Bezdenko. *Crop Protection*, 110: 269-274.
- Pazini JDB et al. (2016). Selectivity of pesticides used in rice crop on *Telenomus podisi* and *Trichogramma pretiosum*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(3): 327-335.
- Pinto JD (1999). Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Entomological Society of Washington. 287p.
- Querino RB (2002). Relative warp analysis to study morphological variations in the genital capsule of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotropical Entomology*, 31: 217-224.
- R CORE TEAM R (2014). A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing.
- Saber M et al. (2013). Acute toxicity and sublethal effects of methoxyfenozide and thiodicarb on survival, development and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Crop Protection*, 43: 14-17.
- Santos VPD et al. (2016). Performance of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submitted to insecticides and fungicides in two hosts. *Revista Ceres*, 63(5): 653-660.
- Sas Institute (Cary, Estados Unidos). (2001). SAS user's guide: statistics 8.2. Cary. 1028p.
- Sattar S et al. (2011). Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions. *Pakistan Journal of Zoology*, 43(6): 1117-1125.
- Silva DMD et al. (2015). Organic products selectivity for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 82: 1-8.
- Siqueira JR et al. (2012). Host preference of the egg parasitoid *Trichogrammapretiosum*. *Ciência Rural*, 42: 1-5.
- Souza JR et al. (2013). Impact of insecticides used to control *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) in corn on survival, sex ratio, and reproduction of *Trichogramma pretiosum* Riley offspring. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(2): 122-127.
- Spagnol D et al. (2017). Compatibilidade de milho transgênico com o parasitoide *Trichogramma pretiosum*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 16(1): 43-51.

- Stecca CS et al. (2017). Impact of Insecticides Used in Soybean Crops to the Egg Parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Neotropical entomology*, 47(2), 281-291.
- Stein CP et al. (1987). Uso da radiação para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 16(1): 229-231.
- Sterk G et al. (1999). Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *BioControl*, 44: 99-117.
- Tahir HM (2017). Indirect effect of spiders on herbivory of insects: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(4): 753-757.
- Uma S et al. (2014). Acute contact toxicity of selected conventional and novel insecticides to *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Biopesticides*, 7:133-136.
- Valente ECN et al. (2016). Performance of *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(4): 293-300.
- Vincent DL, Goodpasture C. Three new species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from North America. *Entomological Society of Washington*, 1: 491-501.
- Voegelé JJ et al. (1980). Une nouvelle espèce de *Trichogramme*, *Trichogramma maxacalii* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Annais Sociedade Entomologica*. 16: 599-603.
- Wang J et al. (2017). CRISPR/Cas9 mediated genome editing of *Helicoverpa armigera* with mutations of an ABC transporter gene HaABCA2 confers resistance to *Bacillus thuringiensis* Cry2A toxins. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 87(1): 147-153.
- Wang Y et al. (2012). Susceptibility of adult *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to selected insecticides with different modes of action. *Crop protection*, 34: 76-82.
- Wei Y et al. (2017). Baseline Susceptibility of Field Populations of *Helicoverpa armigera* to *Bacillus thuringiensis* Vip3Aa Toxin and Lack of Cross-Resistance between Vip3Aa and Cry Toxins. *Toxins*, 9(4): 127-133.
- Zantedeschi R et al. (2018). Toxicity of soybean-registered agrochemicals to *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalus* immature stages. *Phytoparasitica*, 46(2): 203-212.

## Índice Remissivo

- A**
- água tratada magneticamente, 152, 153, 156,  
157, 158, 161, 165, 166, 167, 170, 173, 174  
alface, 169, 170, 172, 173, 174  
amarelecimento, 140  
Angico-amarelo, 145  
arborização urbana, 139  
aroeira, 144
- B**
- baru, 145  
Bignoniaceae, 139
- C**
- cálcio, 139  
cedro doce, 141  
cerejeira, 142  
clorose, 140  
Controle de patógenos, 19  
controle químico, 54  
copaíba, 140  
*Croton heliotropifolius*, 7, 8, 13, 14  
cupuaçuzeiro, 142
- D**
- deficiência de nitrogênio, 140  
desenvolvimento, 161, 165, 166
- E**
- enxofre, 139  
Exigências nutricionais, 144
- F**
- Fertilidade do solo, 108  
fitoterápicas, 145  
Fósforo, 139
- H**
- heatmap, 130, 132, 133, 134, 135  
hortaliças, 160
- I**
- ipê-amarelo, 139
- ipê-roxo, 141  
irrigação, 152, 153, 155, 157, 160, 161, 162, 163,  
164, 166
- J**
- jequitibá-branco, 146
- L**
- Lactuca sativa*, 160, 169, 172  
lodo de esgoto, 129, 130, 131, 132, 133, 134,  
135
- M**
- macronutrientes, 139  
magnésio, 139  
Mapas de recomendação, 125  
massa seca, 141  
mogno - brasileiro, 146  
Mulungu, 147
- N**
- nitrogênio, 139  
nutriente faltante, 143
- O**
- omissão, 139  
ornamental, 139
- P**
- parasitoide, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61  
paricá, 147  
pequi, 143  
pinhão-manso, 143  
pinheiro do paraná, 139  
potássio, 139  
produção, 170, 174  
produtividade, 152, 158  
propriedade medicinal, 140
- R**
- rábano, 156, 158  
raquitismo, 140  
reflorestamento, 139

**S**

seletividade, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 63

**V**

Variabilidade espacial, 116

**T**

Trichogramma, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 69 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 48 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br).



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)