



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

PAULO SÉRGIO GIMENEZ CREMONEZ

**INSETICIDAS DE DIFERENTES MODOS DE AÇÃO
ASSOCIADOS A NACL E KCL NO COMPORTAMENTO
ALIMENTAR E MORTALIDADE DE *EUSCHISTUS HEROS* E
DICHELOPS MELACANTHUS (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

PAULO SÉRGIO GIMENEZ CREMONEZ

**INSETICIDAS DE DIFERENTES MODOS DE AÇÃO
ASSOCIADOS A NACL E KCL NO COMPORTAMENTO
ALIMENTAR E MORTALIDADE DE *EUSCHISTUS HEROS* E
DICHELOPS MELACANTHUS (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira
Janeiro Neves

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Cremonez, Paulo Sérgio Gimenez.

Inseticidas de diferentes modos de ação associados a nacl e kcl no comportamento alimentar e mortalidade de euschistus heros e dichelops melacanthus (hemiptera: pentatomidae) / Paulo Sérgio Gimenez Cremonez. - Londrina, 2017.

60f.: il.

Orientador: Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Percevejo-marrom-neotropical - Tese. 2. Percevejo-barriga-verde - Tese. 3. Proteção de culturas - Tese. 4. Manejo de resistencia a inseticidas - Tese. I. Neves, Pedro Manuel Oliveira Janeiro. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

PAULO SÉRGIO GIMENEZ CREMONEZ

**INSETICIDAS DE DIFERENTES MODOS DE AÇÃO ASSOCIADOS A
NACL E KCL NO COMPORTAMENTO ALIMENTAR E MORTALIDADE
DE *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACANTHUS*
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira
Janeiro Neves
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Samuel Roggia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Júnior
Univerisdade Estadual de Londrina - UEL

Dra. Patrícia Helena Santoro
Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR

Londrina, 22 de fevereiro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Pedro M. O. J. Neves, pela paciência, ensinamentos e todo auxílio nessa trajetória.

À minha esposa Roberta Cremoniz, minha companheira e amiga, pelo suporte, carinho e dedicação, e por sempre me auxiliar quando mais precisava, agradeço por tudo.

A toda a minha família, minha mãe Cleunice e meu pai José Carlos (*in memoriam*), meus irmãos José Carlos Jr. e Claudemir, aos meus sogros Claudia e Roberto, que sempre me deram suporte, e a meus cunhados Victor, Raissa, Ana e Igor, pela amizade cativada.

Aos professores da Pós-graduação em Agronomia, em especial aos Drs. Ayres Menezes Jr., Amarildo Pasini e Maurício Ventura, destaques na área de entomologia, pelos ensinamentos e auxílio com esse trabalho.

A Dra. Ana M. Meneguim, Dr. Rodolfo Bianco e aos técnicos Pedro e Clarice, do IAPAR, por disponibilizarem os insetos para os experimentos.

Ao Dr. Samuel Roggia, da Embrapa Soja, pelo auxílio prestado em parte deste trabalho.

Às professoras do Departamento de Histologia da UEL Dras. Daniela O. Pinheiro e Ângela M. F. Falleiros, e ao doutorando Maurício L. Moscardi, que muito me auxiliaram com o desenvolvimento deste mestrado.

Aos colegas e equipe do Laboratório de Entomologia: Davi Tramontina, José Rocha, Bruna Guide, Thiago Fernandes, Matheus Marcomini, Adriano Hoshino, Eliane Robusti, Ana Kawashima, Paulo Ghizoni, Michele, Débora Pinto, André Marques, Iara Camacho, Fernando Hata, Virginia Calipui, Eduardo Poloni e Juliana Fazam, futura elite de profissionais que levarão a pesquisa em entomologia pra frente, sou grato pela amizade e auxílio nessa fase.

Aos meus grandes amigos Lorrant Gabriel e família, Lucas Oliveira e família, Lucas Fantin, Rafael Hayashida, Matheus Krause e Aline Chicowski, Marcela Mora, Adrian Sosa-Gomez, Mallone e Dani, Lucas e Débora, Wellington e Jéssica, e a todos que me ajudaram de alguma forma na realização deste trabalho, e que tornaram essa experiência algo único e maravilhoso.

“Eu não conheço o caminho para a derrota dos outros,
apenas o caminho para a minha derrota”

— *Yagyū Munenori*
mestre-espada-chim japonês do período Edo

CREMONEZ, Paulo Sérgio Gimenez. **Inseticidas de diferentes modos de ação associados a NaCl e KCl no comportamento alimentar e mortalidade de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2017. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

Os percevejos fitófagos são importantes pragas de cultivos em todo Brasil, em parte devido a resistência a métodos de controle químico. A utilização de inseticidas com modos de ação diferentes dos comumente utilizados contra os percevejos-pragas, em associação com cloreto de sódio ou potássio pode ser uma alternativa econômica e sustentável. O objetivo deste trabalho foi avaliar aspectos comportamentais de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* expostos a soluções salinas e sua mortalidade e eficiência de controle quando associadas a inseticidas. Foram realizados três bioensaios em que os percevejos foram expostos aos tratamentos por aplicação em substrato. No primeiro, foi avaliado o comportamento alimentar pela contagem do número de bainhas de alimentação de adultos de cada percevejo em substrato com e sem solução salina (NaCl ou KCl 5%). No segundo bioensaio foram determinadas as concentrações letais CL_{50} e CL_{25} dos inseticidas reguladores de crescimento lufenurom (Match[®] 50 CE), buprofezina (Applaud[®] 250) e piriproxifem (Tiger[®] 100 EC); a diamida antranílica clorantraniliprole (Premio[®] 200 SC); e do inseticida neurotóxico espinosade (Tracer[®] SC).. No terceiro e último bioensaio, foi avaliada a mortalidade e eficiência comparada de tais inseticidas em associação a cloreto de sódio e cloreto de potássio. Os tratamentos foram: inseticida CL_{50} sem sal; inseticida CL_{25} + sal (NaCl; KCl) 5% m/m; inseticida CL_{25} sem sal; e água destilada (testemunha).. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. O cálculo de eficiência foi feito pela fórmula de Schneider-Orelli. Plântulas de milho tratadas com solução salina NaCl a 5% demonstraram menor número de bainhas de *D. melacanthus*. As concentrações CL_{50} e CL_{25} dos inseticidas lufenurom, buprofezina, piriproxifem, clorantraniliprole e espinosade foram determinadas, sendo verificado em bioensaio posterior que a associação de clorantraniliprole CL_{25} (0,63 mL L⁻¹) + NaCl 5% e a CL_{50} (1,16 mL L⁻¹) sem sal do mesmo produto foram mais eficientes na mortalidade de ninfas de 5º instar de *D. melacanthus* em relação com aos demais tratamentos, e a associação de espinosade CL_{25} (0,37 mL L⁻¹) + NaCl 5% e espinosade CL_{50} (0,90 mL L⁻¹) foram mais eficientes para a mortalidade de ninfas de 5º instar de *E. heros*, em relação aos demais tratamentos deste produto e o controle.

Palavras-chave: Percevejo-marrom-neotropical. Percevejo-barriga-verde. Proteção de culturas. Manejo de resistência a inseticidas. Manejo integrado de pragas.

CREMONEZ, Paulo Sérgio Gimenez. **Insecticides with different modes of action associated to NaCl and KCl on feeding behaviour and mortality of *Euschistus heros* and *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2017. 60p. Dissertation (Masters degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Phytophagous stinkbugs are important pests of crops throughout Brazil, in part due to resistance to chemical control methods. The use of insecticides with different modes of action instead of the commonly used against stinkbugs-pest, in association with NaCl or KCl can be an economic and sustainable alternative. The aim of this work was to evaluate behavioral aspects of *Euschistus heros* and *Dichelops melacanthus* exposed to saline solutions and mortality and effectiveness of control when associated with insecticides. Three bioassays were performed in that stinkbugs were exposed to substrate application treatments. In the first, was rated the feeding behavior by counting the number of adult feeding flanges of every stinkbug in substrate with and without saline (NaCl or KCl 5%). At the second bioassay, the LC₅₀ and LC₂₅ concentrations were determined for the insect growth regulators lufenuron (Match[®] EC 50), buprofezin (Applaud[®] 250) and pyriproxyfen (Tiger[®] 100 EC); the antranilamide chlorantraniliprole (Premio[®] 200 CS); and of the neurotoxic insecticide spinosad (Tracer[®] CS). In the third and last bioassay, mortality and comparative efficiency of such insecticides in association with sodium chloride and potassium chloride was evaluated. The treatments were: insecticide LC₅₀ without salt; insecticide LC₂₅ + salt (NaCl; KCL) 5% m/m; insecticide LC₂₅ without salt; and distilled water (control treatment). The means were compared by Tukey test at 5% of significance. The efficiency calculation was made by Schneider-Orelli's formula. Corn seedlings treated with 5% NaCl saline solution has shown less flanges of *D. melacanthus*. LC₅₀ and LC₂₅ concentrations of lufenuron, buprofezin, pyriproxyfen, chlorantraniliprole and spinosad have been determined, being checked in the next bioassay that chlorantraniliprole LC₂₅ (0.63 mL L⁻¹) + 5% NaCl and the LC₅₀ (1.16 mL L⁻¹) of the same product without salt were more efficient in mortality of nymphs of 5th instar of *D. melacanthus*, in relation to the other treatments, and the association of spinosad LC₂₅ (0.37 mL L⁻¹) + 5% NaCl and spinosad LC₅₀ (0.90 mL L⁻¹) were more efficient for the mortality of nymphs of 5th instar of *E. heros*, compared to other treatments of this product and the control treatment.

Keywords: Neotropical brown stinkbug. Green belly stinkbug. Crop protection. Pesticide resistance management. Integrated pest management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade..... 42
- Figura 2** - Eficiência corrigida de mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade..... 43
- Figura 3** - Mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade..... 44
- Figura 4** - Eficiência corrigida de mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade..... 45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Número médio de bainhas de alimentação de *Euschistus heros* em substrato vagem de feijão e *Dichelops melacanthus* em substrato plântula de milho, tratados ou não com soluções salinas 35
- Tabela 2** - Valores de concentração letal média CL_{50} e concentração subletal CL_{25} de inseticidas sobre ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* determinadas por Probit, em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$; 14 h de fotofase)..... 38
- Tabela 3** - Mortalidade acumulada no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR, 14 h de fotofase)..... 46
- Tabela 4** - Eficiência de controle no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR, 14 h de fotofase)..... 47
- Tabela 5** - Mortalidade acumulada no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR, 14 h de fotofase)..... 48
- Tabela 6** - Eficiência de controle no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR, 14 h de fotofase)..... 49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	ASPECTOS GERAIS.....	12
2.1.1	Soja	12
2.1.2	Milho	13
2.1.3	Trigo	14
2.2	PERCEVEJOS FITÓFAGOS	14
2.2.1	Percevejo Marrom Neotropical	15
2.2.2	Percevejo Barriga Verde.....	17
2.2.3	Aspectos Biológicos.....	17
2.3	MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS.....	21
2.3.1	Histórico.....	21
2.3.2	Controle Químico no MIP	21
2.4	INSETICIDAS.....	22
2.4.1	Manejo de Inseticidas Associados a NaCl e KCl	22
2.4.2	Inseticidas Reguladores de Crescimento	23
2.4.3	Clorantraniliprole.....	27
2.4.4	Espinosade	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	BIOENSAIO I: EFEITOS DE NaCl e KCl NA ALIMENTAÇÃO DE <i>EUSCHISTUS HEROS</i> E <i>DICHELOPS MELACHANTUS</i>	29
3.2	BIOENSAIO II: CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL ₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL ₃₀) DE INSETICIDAS EM <i>EUSCHISTUS HEROS</i> E <i>DICHELOPS MELACANTHUS</i>	31
3.3	BIOENSAIO III: MORTALIDADE E EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS EM CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL ₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL ₂₅) ASSOCIADOS A NaCl e KCl EM <i>EUSCHISTUS HEROS</i> E <i>DICHELOPS MELACANTHUS</i>	32

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	BIOENSAIO I: EFEITOS DE NaCl E KCl NA ALIMENTAÇÃO DE <i>EUSCHISTUS HEROS</i> E <i>DICHELOPS MELACHANTUS</i>	34
4.2	BIOENSAIO II: CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL ₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL ₃₀) DE INSETICIDAS PARA <i>EUSCHISTUS HEROS</i> E <i>DICHELOPS MELACANTHUS</i>	36
4.3	BIOENSAIO III: MORTALIDADE E EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS EM CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL ₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL ₂₅) ASSOCIADOS A NaCl E KCl EM <i>EUSCHISTUS HEROS</i> E <i>DICHELOPS MELACANTHUS</i>	39
5.	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

Os cultivos de soja, milho e trigo representam em torno de 51,1, 37,1 e 3,4% da produção total de grãos do Brasil, o que significa mais de 90% dos cereais produzidos no país (CONAB, 2017). Trata-se de culturas de grande interesse socio-econômico.

Os percevejos pentatomídeos (Hemiptera: Pentatomidae) evoluíram para o status de pragas primárias nessas culturas, em parte devido ao desenvolvimento de resistência aos inseticidas convencionalmente utilizados, sendo estes, geralmente, agrotóxicos de modos de ação rápida, de baixo custo e alta demanda, economicamente mais viáveis (SPARKS; NAUEN, 2013).

Na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] (Fabaceae), a incidência de pragas, em geral, ocorre desde a germinação até a colheita. Os percevejos ocorrem expressivamente na fase reprodutiva, onde o percevejo marrom-neotropical *Euschistus heros* (J. Fabr., 1794) tem grande destaque (PANIZZI et al., 2012), e é considerado a principal praga, em parte devido a característica de resistência a métodos de controle convencionais (SOSA-GOMÉZ; SILVA, 2010).

Em milho *Zea mays* (L., 1753) (Poaceae), o percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) vem-se destacando como uma praga sugadora de crescente importância (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2008), causando danos, principalmente, em plantas jovens, resultando desuniformidade de estande e perda de produtividade (CRUZ et al., 2008).

O percevejo barriga-verde também é uma importante praga na cultura do trigo *Triticum aestivum* (L., 1753) (Poaceae), e ganhou destaque no sul do país, onde maiores populações surgiram com a adoção do plantio direto (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2004; MANFREDI-COIMBRA et al., 2005).

Ao se alimentar sugando a planta, os percevejos degradam parte do tecido vegetal, e na retirada do estilete do local de punctura uma bainha salivar é formada. A contagem e local destas podem ser utilizadas para estudos de comportamento alimentar (BOWLING, 1979; 1980; HUANG et al., 2015) e ligadas a práticas de manejo integrado.

O Manejo Integrado de pragas (MIP) reúne um conjunto de práticas que podem ser úteis para o controle mais eficiente dos percevejos, e existe um

consenso de que os programas de MIP devem ser estimulados, no que se refere ao cultivo de soja e outras *commodities* (PANIZZU, 2013). Com relação ao manejo de percevejos praga, uma proposta que se enquadra nos princípios do MIP é sugerida por Corso (1990) como uma alternativa econômica para o controle, que trata da utilização de inseticidas em dose reduzida (50%) quando associados com cloreto de sódio, na concentração de 0,5% da calda final (EMBRAPA, 2009).

O uso de tais práticas pode ser efetiva para o manejo da resistência para estes insetos. Para isto, a utilização de produtos com diferentes modos de ação pode ser uma alternativa eficiente para o controle de populações resistentes (LIANG et al., 2016; SUN et al., 2015).

Com isto em mente, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento alimentar e mortalidade de *E. heros* e *D. melacanthus* expostos, em laboratório, a solução de cloreto de sódio e cloreto de potássio e sua associação com os inseticidas piriproxifem, metoxifenizida, lufenurom, buprofezina, clorantraniliprole e espinosade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS

O agronegócio compreende o processo operacional e transacional de matérias-primas agrícolas ou pecuárias, que vem desde a aquisição de insumos, passa por uma cadeia de produção e resulta em produtos de consumo *in natura* ou industrializados (BATALHA, 2001). Portanto, trata-se de uma importante ferramenta econômica de crescimento industrial e desenvolvimento nacional e familiar.

A produção de grãos no Brasil se destaca por três culturas de grande importância: a soja, milho e trigo. Estes grãos correspondem, atualmente, por em torno de 88% da área e 90% da produção nacional de alimentos (CONAB, 2017).

2.1.1 Soja

A cadeia de produção de soja é destaque no Brasil, devido a sua importância econômica, social e pela contribuição para a segurança alimentar a nível nacional e internacional, sendo a principal commodity do agronegócio no país (COSTA; SANTANA, 2015).

Na safra 2015/2016, a produção nacional de soja foi de 96,4 milhões de toneladas, sendo o país o segundo maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos. Isto significa um aumento de 40% nos últimos cinco anos, e até 3000% de 1970 a 2005 (IBGE, 2010; IBGE, 2016; MAPA, 2005). As projeções para a safra de soja 2016/17 apontam que o Brasil representará em torno de 31,6% da produção mundial, com uma produção total de 105 milhões de toneladas do grão, um aumento de 9% com relação a safra anterior (CONAB, 2017).

Devido à grande área cultivada e a outros fatores, a cultura da soja está sujeita ao ataque de pragas desde a germinação até a colheita. Segundo Sosa-Gómez et al. (2010), inicialmente surgem os insetos de solo: o bicudo-da-soja *Sternechus susignatus* Boheman (Coleoptera – Curculionidae), besouros corós (Coleoptera – Scarabaeidae e Melolontidae), a lagarta elasmó *Elasmopalpus*

lignosellus Zeller (Lepidoptera – Pyralidae) e os percevejos castanhos-da-raiz do gênero *Scaptocoris* (Hemiptera – Cydnidae). Posteriormente, na fase vegetativa surgem as lagartas desfolhadoras, como a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera – Erebidae) e a lagarta-falsa-medideira *Chrysodeixis includens* Walk (Lepidoptera – Noctuidae).

2.1.2 Milho

O milho é uma gramínea (Poaceae) alimentícia, originária da América Central, extremamente domesticada e adaptada para cultivo, cuja seleção geral de seus ancestrais resultou em uma planta de porte robusto, ereto e de rápido desenvolvimento e produção (MAGALHÃES et al., 2002).

No Brasil, o milho foi amplamente disseminado e se adaptou bem a diversas condições, e atualmente é produzido, em algumas regiões, em até dois cultivos por ano, sendo que na safra 2011/12, o milho da segunda safra – ou mais comumente, safrinha – atingiu e ultrapassou a produção da safra principal (CONAB, 2012). Atualmente, os estados do Paraná e Mato Grosso, representam juntos em torno de 43% de toda produção nacional (IBGE, 2016).

Assim como na soja, existe uma variada gama de pragas que afetam o milho durante todo o período de cultivo. Na emergência das plântulas, podem surgir as pragas de raízes, já citadas para a soja, entre elas o percevejo castanho *S. castanea* Perty (Hemiptera: Cydnidae), que causa danos ao sugarem as raízes, tornando as plantas raquíticas. Na parte aérea, existe um complexo de lagartas que afetam o desenvolvimento vegetativo da cultura: a lagarta elasma *E. lignosellus* e os noctuídeos lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* Hufnagel, lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* Smith e o curuquerê-dos-capinzais *Mocis latipes* Guenée (Lepidoptera – Noctuidae).

Também ocorrem os sugadores, como pulgões *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Hemiptera – Aphididae), as cigarrinhas do milho *Dalbulus maidis* Delong & Walcott (Hemiptera – Cicadellidae) e das pastagens *Deois flavopicta* Stall (Hemiptera – Cercopidae), além dos percevejos verde *N. viridula* e barriga-verde *D. melacanthus*.

Por fim, no estágio reprodutivo, surge a lagarta-da-espiga *Helicoverpa zea* Boddie, *H. armigera* (Lepidoptera – Noctuidae) e a mosca-da-espiga *Euxesta* spp. (Diptera – Otitidae) (CRUZ, 2002; CRUZ et al., 2008).

2.1.3 Trigo

O trigo pertence à família das gramíneas (Poaceae) e foi uma das primeiras espécies a serem cultivadas pelo homem. É o segundo cereal mais produzido, perdendo apenas para o milho, e o de maior área cultivada e consumo do mundo, tendo importância crucial para a economia global (FORNASIERI FILHO, 2008; USDA, 2016).

O histórico de produção do trigo, a nível mundial, sofreu graves e significativas oscilações, principalmente na década de 1980. Segundo Fornasieri Filho (2008), a cultura sofreu um declínio da área de cultivo em torno de 30 milhões de hectares dos anos 80, até 2003.

Atualmente, no Brasil, a produção gira em torno de 5,5 milhões de toneladas (CONAB, 2017). O cultivo, historicamente caracterizado como de inverno, era mais limitado para a região sul do país. Pesquisas com melhoramento genético aprimoraram os avanços da cultura para o centro-oeste e sudeste.

As principais pragas deste cereal de inverno são os corós, os pulgões e as lagartas, além da broca-do-colo *E. lignosellus*, formigas cortadeiras *Atta* spp. e *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera – Formicidae) e o percevejo barriga-verde *D. melacanthus* (FORNASIERI FILHO, 2008).

As plantas podem tolerar um determinado ataque de tais pragas, graças à capacidade de perfilhamento da cultura. Porém, a fim de expressar seu potencial produtivo, é necessário um adequado estabelecimento inicial e desenvolvimento vegetativo, manejando adequadamente para evitar o surgimento de tais pragas (FORNASIERI FILHO, 2008).

2.2 PERCEVEJOS FITÓFAGOS

Da vasta variedade existente de indivíduos da classe Insecta, apenas uma pequena parcela utiliza-se de plantas cultivadas como recurso para

sobrevivência, e causam danos significativos de produção, devido a tal interação, sendo, portanto, considerados como insetos-praga (GALLO et al., 2002).

Na ordem dos insetos hemípteros, alguns percevejos da família Pentatomidae se caracterizam por serem importantes pragas sugadoras, mas existem representantes que são inimigos naturais, como o predador *Podisus* spp. Como o nome da família sugere, as antenas tem cinco segmentos, os insetos possuem um escutelo triangular que não atinge o ápice do abdômen, e normalmente os adultos medem mais de 7,0 mm (PANIZZI et al., 2012).

Estas pragas causam vários danos às culturas hospedeiras, principalmente ao se alimentar de estruturas de frutificação, onde causam injúria de ordem mecânica e fisiológica. Neste último caso, os danos ocorrem pela deterioração de tecidos e morte de células ao redor da punctura de alimentação, devido à injeção de saliva rica em enzimas digestivas (PANIZZI; SLANSKY JUNIOR, 1985; TODD; HERZOG, 1980).

2.2.1 Percevejo Marrom Neotropical

O percevejo-marrom-neotropical *E. heros* tornou-se a praga de maior importância da cultura da soja, principalmente devido à característica de fácil proliferação e resistência aos inseticidas. Provindo de regiões tropicais, esta praga se alastrou por todo o território nacional, onde se encontram o cultivo da soja, além de outras plantas hospedeiras (SOSA-GOMÉZ et al., 2010).

A fêmea ovípara de um a 25 ovos por postura, e as ninfas, ao eclodirem, são gregárias no primeiro instar, e começam a se movimentar em busca de abrigo no 2º instar (COSTA et al., 1998). A partir desta fase o inseto começa a se alimentar, atacando todas as partes da planta (MCPHERSON; MCPHERSON, 2000), porém, os danos mais consideráveis são causados por ninfas a partir do 3º instar (PANIZZI et al., 2012), e tende a aumentar conforme o desenvolvimento, sendo que ninfas de 5º instar causam danos similares a percevejos adultos.

Os percevejos atacam diversas partes da planta, como no caule e pecíolo foliar, já a partir do segundo estágio ninfal (MCPHERSON; MCPHERSON, 2000). Porém, seus danos mais significativos e diretos são ocasionados em decorrência de sua alimentação no fruto (vagem), onde além da injúria direta pela

alimentação nos grãos as perfurações feitas pelos seus estiletes servem de porta de entrada para patógenos (GAMUNDI; SOSA, 2007).

Ao se alimentar diretamente dos grãos, a saliva tóxica dos percevejos reduz a qualidade fisiológica e o teor de óleo (GALLO et al., 2002; VILLAS-BÔAS et al., 1990). A ação da saliva, considerada tóxica, também é relatada como agente causal de retenção foliar na cultura (SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995) e redução do potencial germinativo das sementes (NUNES; CORRÊA-FERREIRA, 2002).

Uma característica importante que define o percevejo-marrom-neotropical como uma das mais importantes pragas dos cultivos de soja no Brasil é a resistência aos inseticidas registrados para o seu controle. Ao longo de quatro décadas de cultivo, a utilização exagerada e por vezes desnecessária de inseticidas, como organofosforados e ciclodienos – principalmente pelo baixo custo e rápidas respostas de controle – acarretou na seleção de populações resistentes a cada safra (SOSA-GOMÉZ et al., 2009).

Outros fatores podem ter contribuído para o surgimento de populações resistentes ao manejo químico de *E. heros*, como aplicações subsequentes dos produtos, frente a falhas de controle pelas aplicações anteriores, e com conseqüente aumento das doses. Para Sosa-Goméz e Silva (2009), além da pressão de seleção nos percevejos, essa prática diminui a população de inimigos naturais.

Para contornar o problema de resistência, medidas de planejamento agrícola devem ser aplicadas na prática de determinado agroecossistema. Portanto, esta intervenção leva em consideração o manejo de resistência de insetos a pesticidas, com a utilização adequada, por exemplo, de produtos com diferentes modos de ação (LIANG et al, 2016; SPARKS; NAUEN, 2013).

A adoção de tais estratégias se enquadra nos preceitos do manejo integrado de pragas (MIP), e resulta em benefícios em longo prazo, para os produtores e para a sociedade em geral (PANIZZI, 2013). A adoção de técnicas de MIP, como utilização de inseticidas seletivos a inimigos naturais na fase vegetativa da soja pode contribuir não somente no controle de lagartas, mas também afetam a incidência de *E. heros* no decorrer do desenvolvimento da cultura.

2.2.2 Percevejo Barriga Verde

O percevejo *D. melacanthus* é uma praga-chave nas culturas de milho e do trigo, e as populações infestantes surgem em decorrência do cultivo simultâneo destas culturas em algumas regiões do país (MANFREDI-COIMBRA et al., 2005; NETTO et al., 2015; SILVA et al., 2013), ocorrendo também em cultivos de soja, porém em baixa densidade populacional (DEPIERI; PANIZZI, 2011).

O percevejo pode migrar de lavouras de soja para o milho, onde ataca as plântulas, podendo resultar em redução do estande, e conseqüente perda de produção. No caso do ataque a plantas mais desenvolvidas, pode ocorrer um processo de perfilhamento tornando a planta improdutiva e/ou com crescimento retardado. O ataque aos grãos no estágio leitoso pode ocasionar destruição ou perda de qualidade, estética e reduzir a taxa de germinação das sementes (CRUZ et al., 2008).

No que se refere ao cultivo de trigo, Chocorosqui e Panizzi (2004) afirmam que a cultura está sujeita ao ataque do inseto desde a implantação até o espigamento. Em estudos de danos de *D. melacanthus* na cultura, Duarte et al. (2010) definiram um alto potencial de injúrias da praga, calculando um nível de dano de 1,0 percevejo m⁻².

O inseto também ocorre como praga secundária de cultivos de soja (DEPIERI; PANIZZI, 2011; SILVA et al., 2013), e continua se multiplicando através de hospedeiros alternativos até a instalação da cultura do milho safrinha. O percevejo se adaptou melhor ao sistema de plantio direto, na sucessão de soja com milho e trigo, ocorrendo pouca incidência em sistemas de plantio convencional, sendo que a incidência de populações da praga se estende por toda região tropical do Brasil (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2008).

2.2.3 Aspectos Biológicos

Para uma maior compreensão de como manejar adequadamente as pragas agrícolas, faz-se necessária uma aprofundada análise de como o inseto se desenvolve e de que forma interage com o ambiente que o circunda. Para tanto,

como ciência, faz parte da entomologia agrícola ter conhecimento dos aspectos biológicos dos insetos de seu estudo.

Os insetos são animais invertebrados e segmentados do filo Arthropoda, cuja principal característica é a presença de um esqueleto externo (exoesqueleto), corpo segmentado e pernas articuladas. A maioria dos insetos adultos possuem três pares de pernas, e apêndices – aparelho bucal, asas, antenas, pernas e outros apêndices abdominais – que se diferenciam em vários graus, determinando grupos taxonômicos, como ordem, família e gênero. (GULLAN; CRANSTON, 2014).

De todas as espécies de insetos classificadas, número que gira em torno de um milhão, apenas 10% são consideradas pragas, isto é, causa algum tipo de dano ao homem. Em Hemiptera, os percevejos pertencem a subordem Heteroptera. Estes possuem as asas anteriores do tipo hemiélitro, que são formadas por uma parte mais esclerotizada, denominada cório, e outra parte membranosa (GALLO et al., 2002).

A família Pentatomidae é a mais numerosa de Heteroptera, e compreende, geralmente, percevejos fitófagos e alguns predadores, como *Podisus* spp., *Alcaeorhynchus grandis* (Dallas, 1851), *Stirethrus anchorago* (J. Fabr., 1775) e *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (GALLO et al., 2002; RICHMAN; MEAD, 2011; ZANUNCIO et al., 2003).

2.2.3.1 Tegumento

O tegumento é o tecido vivo mais externo no corpo de um inseto. É formado pela cutícula e pela epiderme, e essas, por sua vez, são compostas por uma série de estruturas complexas, que podem variar em toda a extensão do tegumento, dependendo da especificidade do aparato em questão, e em diferentes idades e espécies (BORROR et al., 1992; GULLAN; CRANSTON, 2014).

A epiderme é a camada celular mais externa, com uma célula de espessura, onde estas são interligadas por junções septadas por baixo e por uma estrutura denominada “zonula adhaerens” no ápice. Logo abaixo, possui uma membrana basal, que é ligada a epiderme por hemidesmossomos. Esta, por sua

vez, é secretada por células da hemolinfa (hemócitos), e é formada por polímeros de dissacarídeos e porções de ácido úrico (CHAPMAN, 2012).

A principal função da epiderme é reservada para a formação da cutícula e produção de enzimas da ecdise, apresentando células de caráter glandular, ricas em complexo de Golgi e retículo endoplasmático (GULLAN; CRANSTON, 2014). Entre sua estrutura, possui inclusões epidérmicas, como as glândulas dérmicas, cuja função é a formação da tetocutícula (GALLO et al., 2002).

A cutícula é a porção externa do tegumento que é secretada pela epiderme e reveste todo o corpo do inseto, incluindo o protodeu, o estomodeu e as traqueias (CHAPMAN, 2012). Ela é dividida em duas regiões: a procutícula, mais interna e espessa ($\approx 200 \mu\text{m}$), caracterizada pela presença de quitina; e a epicutícula, que é mais fina ($1-4 \mu\text{m}$) e não contém quitina.

A epicutícula consta de uma camada de cuticulina, secretada por células especiais da epiderme chamadas enócitos, e cuja principal função é evitar a perda de umidade do inseto, principalmente durante a ecdise. Segundo Ortiz-Urquiza e Heyhani (2013), a epicutícula também possui metabólitos, proteínas e lipídeos que auxiliam na defesa do inseto contra entomopatógenos.

A procutícula é composta, de fora para dentro, da exocutícula e a endocutícula, sendo que ambas possuem o complexo glicosamínico de quitina, essencial para os artrópodes, que são arrançadas de maneira a formar uma espessa camada protetora e rígida, que auxilia no suporte e desenvolvimento do animal (CHAPMAN, 2012; GALLO et al., 2002).

A quitina é um polissacarídeo acetilado, como a celulose, composto por monômeros de β -(1,4)-*N*-acetil-D-glucosamina, ligados por uma enzima conhecida por quitina sintetase (QS), ligada a um canal de membrana glicosil transferase (KRAMER; MUTHUKRISHNAN, 2005).

Ao atravessar a membrana, os polímeros naturalmente se rearranjam e coalescem para a formação da estrutura final. A partir de então, o bursicônio – hormônio produzido por células neurosecretoras – se encarrega de melanizar e endurecer a estrutura da cutícula (HUANG et al. 2007).

2.2.3.2 Sistema muscular

Em insetos, o sistema muscular tende a ser mais desenvolvido na região em que podem desempenhar uma função mais vantajosa. Na maioria de fitófagos adultos, a principal função é dispersão, sendo, portanto, crucial o desenvolvimento de músculos alares e/ou das pernas, que são relativamente mais desenvolvidos que os demais (PORTMAN et al., 2015). Em fêmeas, os músculos abdominais são de grande importância para a oviposição.

De maneira geral, os insetos apresentam apenas músculos do tipo estriados (GALLO et al., 2002), e cada músculo é formado por um agrupamento de fibras, que por sua vez são longas células, geralmente multinucleadas e que percorrem toda a extensão do órgão (CHAPMAN, 2012).

A função do músculo é mediada pela interação do sistema nervoso, que transmitirá os estímulos do cérebro até o destino, para executar determinada ação. Desta forma, o músculo exerce o movimento de contração ou relaxamento (GULLAN, CRANSTON, 2014).

2.2.3.3 Sistema nervoso

O elemento básico do sistema nervoso são as células nervosas, ou neurônios, que consistem em um corpo celular onde se encontra o núcleo, onde partem uma ou mais projeções citoplasmáticas, com finalidade de conectar-se a outro neurônio ou músculos, sendo classificados como sensoriais ou motores, respectivamente (CHAPMAN, 2012).

O estímulo é recebido pelo dendrito e é transmitido pelo axônio, que passará as informações a outro neurônio através de uma série de compostos, no qual se chama sinapse. Como neurotransmissores, assim como nos vertebrados, incluem a acetilcolina e a dopamina (GULLAN; CRANSTON, 2014). A transmissão dos estímulos em um neurônio terá como destino um outro neurônio, que a transmitirá assim por diante, para um músculo ou para um órgão sensorial.

2.3 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

2.3.1 Histórico

O início das práticas agrícolas pelo homem é muito descrito na literatura, e registros apontam que as primeiras vilas surgiram pelo advento das plantações, há em torno de dez mil anos. Foi com o aprimoramento dos cultivos ao longo dos tempos que a humanidade estabeleceu seus alicerces e, hoje, o mundo conta com mais de sete bilhões de habitantes (MAZOYER; ROUDART, 2010).

No processo de produção de alimentos os insetos são competidores do homem na medida em que também se alimentam das plantas causando danos e prejuízos levando à necessidade de controle. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é um programa de tomada de decisões que envolvem múltiplas táticas de otimização sustentáveis, aplicadas de forma harmoniosa, com o propósito de controlar determinadas espécies consideradas como pragas (KOGAN, 1998).

O MIP surgiu como um processo de mudança de conceitos nos programas de controle de pragas na década de 1960, onde houve um alerta global dos riscos de uso descontrolado e exagerado de agrotóxicos. Essa filosofia e estratégia foi preconizada e parcialmente adotada no Brasil, principalmente no controle de pragas da cultura da soja na década de 1980-90 (HOFFMANN-CAMPO; CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 2012).

Atualmente, devido a diferentes fatores como a redução da assistência técnica e o aumento do número de espécies com status de pragas, na prática, o MIP apresenta baixa taxa de adoção. Porém, segundo Panizzi (2013), existe um consenso de que sua adoção é imprescindível para resultados benéficos aos produtores, e deve ser uma alternativa integrante do planejamento agrícola de qualquer cultura.

2.3.2 Controle Químico no MIP

No controle químico de uma praga específica que, de fato, se faz presente em uma lavoura ou cultivo, a tomada de decisão do agricultor para o seu manejo deve ser realizada com base no nível de dano econômico (NDE),

determinado para cada cultura, considerando-se os aspectos econômicos e a relação custo/benefício do controle de tal praga (NAKANO et al., 1981).

Para Gallo et al. (2002), as pragas consideradas severas, isto é, quando a densidade populacional está sempre acima do nível de controle (ou nível de ação), as medidas de controle devem ser adotadas com bastante rigor. Este nível de controle é ligeiramente menor que o NDE, pois existe uma margem de segurança para o processo efetivo de controle.

Porém, as medidas de manejo baseadas apenas no NDE não consideram fatores como resistência de pragas a inseticidas, e isso reflete em problemas de determinação da dinâmica populacional destes insetos (GALLO et al., 2002).

A utilização de maneira correta e racional de inseticidas para o controle de populações de praga pode ser encaixado no manejo integrado de pragas, desde que outras medidas de controle, como cultural, biológico, manejo com semioquímicos e resistência de plantas, já não são mais viáveis para o devido controle do inseto (GALLO et al., 2002). Além disto, uma boa intervenção precisa levar em conta o manejo de resistência das populações, com a utilização adequada e mesmo rotativa de produtos com diferentes modos de ação (LIANG et al, 2016; SPARKS; NAUEN, 2013). Esse manejo da resistência é primordial para o controle de percevejos-pragas da soja, onde a utilização de produtos com diferentes modos de ação torna-se uma alternativa que se encaixa nos princípios do MIP, visando, além do contorno do problema de resistência (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010), a utilização de produtos seletivos a inimigos naturais e menos prejudiciais ao agroecossistema.

2.4 INSETICIDAS

2.4.1 Manejo de Inseticidas Associados a NaCl e KCl

Desde os anos 1990, os estudos com sal de cozinha (cloreto de sódio, fórmula NaCl) associado com inseticidas apresentaram resultados satisfatórios. Em comunicado técnico, Corso (1990) afirma que a associação de sal

de cozinha pode reduzir até 50% da concentração do inseticida na calda, para o controle de *N. viridula*, *P. guildinii* e *E. heros*.

Em estudos semelhantes com os mesmos percevejos, outros autores chegaram à mesma conclusão, utilizando inseticidas das classes dos neonicotinoides e ciclodienos (RAMIRO et al., 2005).

Na Austrália, o controle de míridios pragas do algodão, tais como *Creontiades* spp. (Hemiptera: Miridae) é efetivo associando sal de cozinha a concentrações mais diluídas de fipronil e dimetoato (KHAN et al., 2006).

O NaCl é um produto não-volátil, de forma que não possui propriedades atrativas, e também não exerce nenhuma fagoestimulação nos insetos (NIVA; PANIZZI, 1996; CORSO; GAZZONI, 1998). Entretanto, a associação do cloreto de sódio com grãos de soja umedecidos com água é recomendada como isca no monitoramento de *D. melacanthus* na cultura do milho (BIANCO, 2005).

A ação do NaCl, contudo, é arrestante, isto é, aumenta o tempo de permanência e tateamento do percevejo na porção tratada da planta, de forma que, em associação com inseticidas, o produto é mais absorvido pelo inseto (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999). Em estudos com *Locusta migratoria* (L., 1758) (Orthoptera: Acrididae) foi possível observar propriedades deterrentes do sal, o que leva a maior ingestão de água pelo inseto (RAUBENHEIMER; GÄDE, 1993).

O cloreto de potássio, fórmula KCl, é um sal cujas propriedades digestivas são reportadas em Heteroptera, por exemplo, em *Aelia acuminata* (Hemiptera: Pentatomidae), promovendo um aumento de atividade da enzima α -amilase em glândulas salivares e no intestino médio do percevejo (MOALLEMZADEGAN et al., 2011). O mesmo é reportado para NaCl em estudo com percevejos do gênero *Lygus* (Hemiptera: Lygaeidae) (ZENG; COHEN, 2000).

2.4.2 Inseticidas Reguladores de Crescimento

A seletividade se refere a uma característica de determinado produto fitossanitário que atua sobre grupos específicos ou em determinada fase de desenvolvimento de determinadas pragas, sendo favorável ao desenvolvimento e preservação da entomofauna benéfica e demais seres presentes no ambiente circundante (CARLISLE, 2006).

Os inseticidas reguladores de crescimento (IRC) são exemplos de produtos mais seletivos, comumente utilizados para o controle de lepidópteros-pragas, cujo estágio na qual se caracteriza por praga é a fase de larva (WAQUIL et al., 2006).

Os IRCs são produtos que possuem mecanismos de ação que atuam sobre a fisiologia e o desenvolvimento de insetos-praga, menos tóxicos e mais seletivos a organismos não alvos. Dentre estes, o grupo dos Inibidores da Biossíntese de Quitina (IBQ), o que indica a literatura, apresentam melhores resultados no controle populacional e maiores efeitos negativos na sobrevivência de percevejos (UCHIDA et al., 1985; CHANGMANN et al., 2008; FURIATTI et al., 2009; MERZENDORFER, 2013; SUN et al., 2015).

Estudos feitos com o IBQ teflubenzuron, aplicado em de adultos de *E. heros*, os produtos promoveram efeitos secundários, reduzindo sua fertilidade, observando-se também toxicidade do IRC sobre o percevejo, (FURIATTI et al., 2008).

A utilização de lufenurom em ninfas de quinto instar de *N. viridula* demonstrou efeitos letais e mortalidades superiores a 80% (FURIATTI et al., 2009). Neste trabalho também se evidenciou efeitos negativos do inseticida aplicado na soja em inimigos naturais e insetos não-praga.

Em trabalho semelhante com o IBQ novalurom sobre *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae), o inseticida apresentou uma pequena seletividade em favor do pentatomídeo predador *Podisus maculiventris* Say (Hemiptera: Pentatomidae) (CUTLER et al., 2007).

2.4.2.1 Lufenurom

O lufenurom é um IRC do tipo benzoiluréia, da classe dos inibidores da biossíntese de quitina, indicado para o controle de lepidópteros (IRC tipo 0).

Este IRC apresenta resultados satisfatórios de controle de percevejos, em laboratório. Em bioensaio com percevejos pragas da soja, lufenurom demonstrou resultados mais satisfatórios de controle em relação a outros IRCs, principalmente em ninfas de quinto instar (ROGGIA et al., 2011).

Em estudo anterior e similar, outros autores não obtiveram o mesmo sucesso a campo comparado aos estudos em laboratório, atribuindo essa falta de

efeito a menor exposição efetiva dos insetos aos produtos aplicados em campo (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010). Porém, os níveis de densidade populacional sofreram alterações em maiores concentrações de lufenurom, especialmente após a segunda aplicação do produto.

Este inseticida também apresenta a vantagem de seletividade a agentes de controle biológico. Em estudos com *Diatraea flavipennella* Box (Lepidoptera: Crambidae), lufenurom foi efetivo para o controle de altos níveis de infestação da broca, enquanto que as larvas sobreviventes foram parasitadas sem empecilhos por *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) (FONSECA et al., 2015). Lufenurom também suprime a resistência de pragas subterrâneas, como cupins, a bacterias entomopatogênicas presentes no substrato (WANG et al., 2013).

O produto, no entanto, parece possuir efeito nocivo sobre predadores heteropteros, com evidências de ação em *Geocoris varius* Uhler (Hemiptera: Geocoridae) (SATO et al., 2012), sobre os mirídeos *Pilophorus typicus* Distant (NAKAHIRA et al., 2010) e *Dicyphus tamaninii* (Hemiptera: Miridae) (CASTAÑÉ et al., 1996), e em *Podisus nigrispinus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae) (EVANGELISTA et al., 2002; DE CASTRO et al., 2015).

Em relação a combinação do produto com entomopatógenos, existem alguns casos citados na bibliografia. Em trabalho realizado com o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, lufenurom é compatível a uma concentração de 700-1000 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (ALVES et al., 2011).

2.4.2.2 Buprofezina

A buprofezina é um regulador de crescimento que age na inibição da biossíntese de quitina. Este inseticida é recomendado para o controle de moscas-brancas e outros hemípteros (IRC tipo 1).

A ação de buprofezina também está ligada a funções hormonais que regulam o desenvolvimento normal da estrutura funcional de tecidos e morfologia dos insetos-alvo (MERZENDORFER, 2013). Em estudo com o produto, quando aplicado em fêmeas adultas de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae), agiu sobre a eclosão de ninfas, ou ainda inibindo o desenvolvimento do embrião no ovo, sugerindo uma ação transovariana do produto (SOHRABI et al., 2011).

Em estudo com o psilídio *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), os IRCs buprofezina e diflubenzurom reduziram a taxa de oviposição e eclosão de ninfas, além de suprimir a taxa de emergência de adultos (TIWARI et al., 2012).

O inseticida apresenta relativa seletividade para determinados inimigos naturais. Em estudo de campo, buprofezina na concentração 150 g i.a. ha⁻¹, foi indicada como melhor opção para o controle de *B. tabaci*, sendo que o produto também apresentou seletividade aos parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Platygasteridae) (VIEIRA et al., 2012).

Existem relatos sobre a ação de buprofezina sobre *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) enquanto seletivo ao seu predador *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae) (RASDI et al., 2012).

2.4.2.3 Piriproxifem

O piriproxifem é um IRC de ação de contato e translaminar do grupo químico dos éteres piridiloxipropílico que age como agonista do hormônio juvenil (AHJ).

Sendo parte da ação direta do HJ, o piriproxifem participa na síntese de lipídeos e proteínas, reduzindo tais compostos no desenvolvimento normal do inseto-alvo (ZIBAEE et al., 2011; ZIBAEE et al., 2012).

Lipídeos, como os encontrados no corpo gorduroso, e aminoácidos são componentes essenciais para a formação de fêmeas adultas, pois interferem no desenvolvimento e crescimento da estrutura ovariana como um todo e afeta a oogênese (ZERA; BOTTSFORD, 2001; GHASEMI et al., 2010).

Em plantações de algodão, na região central da Índia, o piriproxifem foi mais efetivo que acetamiprido e diafentiurom no controle de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae), moscas-brancas (Hem: Aleyrodidae), pulgões (Hem: Coccidae) e tripes (Thysanoptera) (CHOUDHARI; SINGH, 2015).

Em estudos anteriores em laboratório, piriproxifem foi efetivo na redução da fertilidade de fêmeas e na porcentagem de ninfas eclodidas após tratamento sobre *N. viridula* (FERREIRA-AGUERO et al., 2014).

A adoção de piriproxifem em concentração subletal (CL₃₀) mostrou-se efetiva para a redução da emergência de ninfas de *D. melacanthus*, sendo confirmado que o produto age na configuração morfo-estrutural e na gametogênese em ovários e testículos do percevejo (CREMONEZ et al., no prelo).

2.4.3 Clorantraniliprole

O inseticida clorantraniliprole é uma diamida antranílica (antranilamida) do grupo químico dos moduladores dos canais de rianodina (MCR), agem no sistema muscular.

As antranilamidas atuam como um agente ligante dos reguladores de rianodina (RyRs), de maneira que a liberação exacerbada de cálcio compromete o funcionamento regular do sistema muscular, causando contrações generalizadas em todo corpo do inseto-alvo, e posterior morte (SATELLE et al., 2008). O produto apresenta uma seletividade inerente no que se refere aos RyRs presente nos organismos de mamíferos em relação aos insetos, o que indica um produto de menor toxicidade para o homem.

O inseticida é seletivo, com baixo impacto de mortalidade (0-30%), para várias espécies de inimigos naturais, como predadores das famílias Chrysopidae (Neuroptera), Coccinellidae (Coleoptera), Anthocoridae, Lygaeidae (Hemiptera) e Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), e parasitoides das famílias Trichogrammatidae, Braconidae, Encyrtidae e Aphelinidae (Hymenoptera) (SERIKAWA et al., 2013).

Alguns autores avaliaram que clorantraniliprole, em interação com *M. anisopliae* foram inócuos ao inimigo natural *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae), importante parasitóide da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Pyralidae) (OLIVEIRA et al., 2013).

2.4.4 Espinosade

As espinosinas são compostos derivados da bactéria do solo *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao. O inseticida espinosade é uma mistura de espinosina A e espinosina B, na proporção de 50-95% para 50-5%, respectivamente.

Os inseticidas a base de espinosade agem por ingestão e contato, sendo seu uso recomendado para o controle de lepidópteros e dípteros-pragas, atuando nos receptores nicotínicos da acetilcolina e nos receptores do GABA (REDOAN et al., 2010).

Trata-se de um inseticida que pode ser utilizado em sistemas de produção orgânica, certificado para uso, para fins específicos, pela Federação Internacional de Agricultura Orgânica (IFOAM, 2006). Estes inseticidas apresentam características como o curto período de carência e utilização de doses reduzidas (ARIOLI et al., 2004; WANNER et al., 2000) para utilização em sistemas de MIP, sendo uma boa alternativa aos produtos antes utilizados.

Alguns estudos afirmam o potencial deste composto em compatibilidade com entomopatógenos e eficiência em associação a estes no controle de pragas (ERICSSON et al., 2007; TKACZUK et al., 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, três bioensaios foram realizados. No primeiro, foram avaliados os efeitos de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) no comportamento alimentar de *E. heros* e *D. melacanthus*, sendo o parâmetro para avaliação o número de bainhas de alimentação no substrato relativo a cada inseto.

No segundo bioensaio, foram determinadas as concentrações CL₅₀ e CL₂₅ de seis produtos em ninfas de quinto instar dos percevejos, sendo quatro destes produtos inseticidas reguladores de crescimento (IRC), uma diamida antranílica e um inseticida orgânico que age no sistema nervoso.

Os dados obtidos com o segundo bioensaio foram a base para o terceiro e último experimento, que testou os efeitos das concentrações letais médias e concentrações subletais dos inseticidas supracitados em associação ao NaCl e KCl para o controle de ninfas de quinto instar de *E. heros* e *D. melacanthus*.

Os insetos utilizados para o desenvolvimento destes estudos foram obtidos da criação mantida no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e levados para o Laboratório de Patologia e Controle Microbiano da UEL. Os percevejos foram criados em câmara climatizada com ventilação (25±1°C e 14 h de fotofase), dentro de caixas do tipo “Gerbox” (poliestireno cristal transparente) 11 x 11 cm, contendo vagens de soja (*Glycine max* Merrill) (Fabaceae), sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (Fabaceae) e frutos de ligustro (*Lygustrum sp.* L.) (Oleaceae), além de placa (~1,5 cm Ø) contendo algodão umedecido, adaptado da metodologia de Ferreira-Agüero et al. (2014).

3.1 BIOENSAIO I: EFEITOS DE NaCl E KCl NA ALIMENTAÇÃO DE *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACHANTUS*

Para avaliação de preferência e comportamento alimentar na presença e ausência de NaCl e KCl, adultos de *E. heros* e *D. melacanthus* foram mantidos apenas com água por 48 horas, segundo metodologia de Gatti (2006). O bioensaio avaliou a preferência dos percevejos em um teste com opção de escolha.

3.1.1 Cloreto de sódio e cloreto de potássio em *E. heros*

Os adultos de *E. heros* foram avaliados com vagens de feijão, no laboratório. A unidade experimental consistiu-se de um inseto alocado em arena de caixa tipo “Gerbox” forrada com papel filtro, contendo duas vagens de feijão. As vagens foram mergulhadas, sendo que uma vagem foi tratada em solução salina (NaCl 5% ou KCl 5%) e a outra mergulhada em água destilada, por 15 s. No interior da caixa Gerbox foi colocada uma placa ($\approx 1,5$ cm \varnothing) com algodão umedecido. Foram utilizadas 30 repetições sendo cada uma de um inseto adulto. As caixas foram mantidas em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e 14 h de fotofase), por um período de 72 h.

Em seguida, as vagens foram imersas em solução de fucsina ácida 1% durante quatro horas, e após foram lavadas em água corrente e levadas para o microscópio estereoscópico para a quantificação das bainhas de alimentação.

3.1.2 Cloreto de sódio e cloreto de potássio em *D. melacanthus*

Para avaliação de *D. melacanthus*, um adulto foi colocado em vaso (15 L) contendo duas plântulas de milho (~ 7 dias após germinação), em cantos opostos, sendo uma delas tratadas com solução salina (NaCl 5%; KCl 5%) e a outra somente com água destilada, como controle, constituindo, desta maneira, a unidade experimental. Os tratamentos foram aplicados com pulverizador manual de bico cônico, onde 30 mL de cada foram aplicados por plântula. Foram realizadas 20 repetições cada uma com um inseto adulto, e os vasos foram mantidos em casa de vegetação, por um período de 72 h em temperatura ambiente.

Em seguida, a parte aérea das plântulas de milho foram retiradas e imersas em solução de fucsina ácida 1% durante quatro horas, e após foram lavadas em água corrente e levadas para o microscópio estereoscópico para a quantificação das bainhas de alimentação.

3.1.3 Delineamento experimental

Em ambos os experimentos o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (NaCl 5% ou KCl 5% e controle). Para avaliação da normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias foi realizado os testes de Shapiro-Wilk. No caso positivo, foi realizada a análise de variância, e a comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Em caso de não normalidade, os dados foram submetidos ao teste de sinais de Wilcoxon.

3.2 BIOENSAIO II: CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL₃₀) DE INSETICIDAS EM *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACANTHUS*

O objetivo deste bioensaio foi determinar a concentração letal média (CL₅₀) e a concentração subletal (CL₂₅) de seis produtos com diferentes modos de ação, sobre ninfas de 5º instar de *E. heros* e *D. melacanthus*, em condições de laboratório: os inibidores da biossíntese de quitina lufenurom e buprofezina, o agonista do hormônio juvenil piriproxifem, o modulador dos canais de rianodina clorantraniliprole e o neurotóxico espinosade.

Para o desenvolvimento deste bioensaio, ninfas de quinto instar de *E. heros* e *D. melacanthus*, com aproximadamente 25 e 22 dias de idade, respectivamente, foram coletadas aleatoriamente da criação estoque estabelecida em câmara climatizada ventilada ($26 \pm 1^\circ\text{C}$; 14 h fotofase, sem controle de umidade) no Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos da UEL.

O trabalho foi realizado com seis concentrações base de cada produto, segundo metodologia proposta por Ritz e Streibig (2005), determinadas com base na recomendação de controle para lagarta-da-soja *A. gemmatilis* e mosca-branca *B. tabaci* na cultura da soja: 2, 4, 8, 12, 16 e 20 mL L⁻¹ de Match[®] EC (lufenurom); 0,8, 1,6, 3,2, 4,8, 6,4 e 8,0 g L⁻¹ de Applaud[®] 250 (buprofezina); 2, 4, 8, 12, 16 e 20 mL L⁻¹ de Tiger[®] 100 CE (piriproxifem); 1, 2, 4, 6, 8 e 10 mL L⁻¹ de Premio[®] 200 SC (clorantraniliprole); e 0,4, 0,8, 1,6, 2,4, 3,2 e 4,0 mL L⁻¹ de Tracer[®] SC (espinosade). Em todos os produtos a testemunha utilizada foi água destilada pura.

As caldas foram diluídas até as concentrações desejadas com auxílio de micropipeta em água destilada. Cada concentração foi aplicada em placa

de Petri (9 cm Ø) com auxílio de torre de Potter (Burkard Scientific), calibrada em 10,0 lb pol⁻², sendo depositado 1 mL de calda por placa, constituindo uma unidade experimental. Em seguida, as placas foram levadas para câmara de fluxo durante 30 min para secagem.

Posteriormente foram colocadas, em cada placa, dez ninfas e alimento a base de vagem de feijão, amendoim e soja hidratada. As placas foram colocadas em câmara climatizada (26±1°C; 14 h fotofase), durante sete dias, ocasião em que foi realizada a avaliação da mortalidade.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 4 repetições. A análise estatística de regressão dos dados foi feita com auxílio do software R[®] (R CORE TEAM, 2016) e a extensão/pacote “*drc*” (FINNEY, 1971). A análise de regressão dos interceptos ED50 e ED25 apontam os valores de CL₅₀ e CL₂₅ do produto em estudo, respectivamente.

3.3 BIOENSAIO III: MORTALIDADE E EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS EM CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL₂₅) ASSOCIADOS A NaCl E KCl EM *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACANTHUS*

Para o desenvolvimento deste bioensaio, foram utilizadas as concentrações CL₅₀ e CL₂₅ dos inseticidas supracitados, determinadas após realização do bioensaio anterior.

As caldas foram diluídas até às concentrações desejadas em água destilada, segundo metodologia de Sohrabi et al. (2011). Os tratamentos foram: inseticida CL₅₀ sem sal; inseticida CL₂₅ + sal (NaCl 5% ou KCl 5%); e inseticida CL₂₅ sem sal, além da testemunha, sendo esta água destilada pura.

Cada unidade experimental foi constituída de uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro. As aplicações foram feitas com auxílio de torre de Potter, calibrada a 10,0 lb pol⁻², onde cada placa recebeu 1,0 mL de calda de cada tratamento, e posteriormente foram colocadas para secagem em câmara de fluxo por 30 min.

Após a secagem, 10 ninfas de 5º instar com 23 dias de idade foram colocadas em cada placa, e estas acondicionadas em caixas “Gerbox” (11 x 11 cm), onde receberam vagem de feijão, amendoim e algodão umedecido com água

destilada. As caixas foram mantidas em câmara climatizada ($26\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 14 h de fotofase, sem controle de umidade).

As avaliações de mortalidade foram realizadas diariamente, durante um período de cinco dias. A eficiência de controle foi calculada pela fórmula de Schneider-Orelli a partir dos dados de taxa de mortalidade diária acumulada (PÜNTENER, 1981).

Para a análise estatística foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$). Na ocorrência de qualquer nulidade, os dados foram transformados por $\sqrt{x+1}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BIOENSAIO I: EFEITOS DE NaCl E KCl NA ALIMENTAÇÃO DE *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACHANTUS*

Os dados referentes ao número de bainhas salivares, identificadas nas vagens de feijão onde se alimentaram *E. heros* como em plântulas de milho e onde se alimentaram adultos de *D. melacanthus*, encontram-se na Tabela 1.

A presença das bainhas indica que o inseto penetrou o substrato com o estilete. Entretanto, alguns autores afirmam que este ato não indica necessariamente o ato de alimentação (ZELLINGER et al., 2015), mas o fato de o inseto tatear e inserir o estilete pode ter relação com o agente aplicado na superfície.

Tabela 1. Número médio de bainhas de alimentação de *Euschistus heros* em substrato de vagem de feijão e *Dichelops melacanthus* em substrato de plântula de milho, tratados ou não com soluções salinas. Londrina, 2016.

Tratamento	Substrato	Número médio de bainhas±EP			
		<i>Euschistus heros</i>		<i>Dichelops melacanthus</i>	
NaCl 5%	Tratado	15.87±1,10	ns ¹	7.00±0,52	0.05 ¹
	Não-tratado	18.50±1,41		8.95±0,58	
KCl 5%	Tratado	19.83±1,68	ns ²	4.80±0,68	ns ¹
	Não-tratado	17.60±1,18		3.85±0,60	

EP = Erro padrão da média. ns = não significativo. ¹Nível de significância pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney. ²Nível de significância pelo teste paramétrico t para amostras independentes.

No teste com escolha em vagens de feijão, os dados de contagem de bainhas de alimentação de *E. heros* não diferem entre os tratamentos NaCl 5% e água destilada (Mann-Whitney T= 199, p=0,3446). Isto indica que o cloreto de sódio, nessa proporção, não afetou positivamente ou negativamente a escolha pelo inseto, de maneira que nenhum efeito fagoestimulante ou deterrente, respectivamente, provavelmente ocorreu. Em estudos similares com *N. viridula* os resultados foram

semelhantes, não observando qualquer indicio de fagoestimulação do composto salino (NIVA; PANIZZI, 2006).

O efeito do sal como agente atrativo, não associado a qualquer produto, não pode ser documentado neste estudo. Porém, alguns autores afirmam um determinado efeito arrestante de NaCl quando associado a inseticidas no controle de percevejos-pragas da soja, de forma que os mesmos são expostos à calda inseticida por um período de tempo maior (RAMIRO et al., 2005).

A análise de quantificação de bainhas de *D. melacanthus* em milho demonstrou preferência dos insetos a plântulas não tratadas com solução salina NaCl (Mann-Whitney T= 126,5, p=0,0234). A adição de sal no substrato de alimentação do inseto indica um efeito deterrente. Em estudos com *L. migratória*, os autores concluíram que o inseto tende a ingerir maiores quantidades de água para diluir o efeito deterrente da solução salina (RAUBENHAIMER; GÄDE, 1993).

A eficiência de inseticidas pode estar ligada a razão similar, sendo que o inseto pode encontrar na solução da calda inseticida, um meio líquido, uma forma de diluir a ação gustativa negativa causada pelo contato com o sal. Estudos com o repelente DEET e cloreto de sódio em *Aedes aegypti* mostram que concentrações crescentes de NaCl atuam proporcionalmente no estímulo de neuro-receptores gustatórios (SANFORD et al., 2013).

O cloreto de potássio KCl a 5% não interferiu significativamente no número de bainhas salivares tanto para *E. heros* em vagens de feijão (t-teste= 0,7702, p= 0,4474), quanto para *D. melacanthus* em plântulas de milho (Mann-Whitney T= 171, p= 0,2164). A literatura é bastante limitada com relação a esse produto em estudos com hemípteros. Entretanto, sabe-se que o KCl exerce um efeito de ativação de enzimas α -amilases no intestino médio e em glândulas salivares de *A. acuminata* (MOALLEMZADEGAN et al., 2011).

A ativação de enzimas digestivas mediadas por sais de cloreto – com exceção de $MgCl_2$ e $CaCl_2$ – são evidenciadas em alguns trabalhos (TERRA et al., 1996; MOALLEMZADEGAN et al., 2011; TERRA; FERREIRA, 2012). Desta forma, é proveitoso a sugadores fitófagos se apropriarem da ingestão de sais tais como NaCl e KCl para a ativação de enzimas glicosidases, importantes na quebra de açúcares e conseqüentemente para o crescimento, desenvolvimento e manutenção fisiológica do inseto (KLOWDEN, 2013).

Neste estudo, apenas o NaCl a 5% em plântulas de milho sobre *D. melacanthus* apresentou diferença significativa, demonstrando efeito deterrente em relação ao controle. Os efeitos associativos de tais sais com inseticidas foram evidenciados no bioensaio III.

4.2 BIOENSAIO II: CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL₃₀) DE INSETICIDAS PARA *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACANTHUS*

Os dados de mortalidade aos sete dias após aplicação (7 DAA) foram analisados e se adequaram ao modelo de regressão log-logística de 2 fatores ($p \leq 0,05$). Os resultados de interceptos indicam os valores da concentração letal média e concentração subletal, seguido de seus respectivos intervalos de confiança (Tabela 2).

A adoção de concentrações subletais de inseticidas, principalmente mais seletivos e de uso compatível com medidas de MIP, tais como IRCs, pode ser uma alternativa viável para diminuição de populações de pragas, visto que age no organismo destes insetos de forma eficaz, como reportado por alguns autores como para *Apolygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae) tratados com o IRC hexaflumurom em concentração letal média CL₅₀ (TAN et al., 2014).

A utilização de inseticidas em concentrações subletais também é recomendada pela diminuição da quantidade de ingrediente ativo aplicada no ambiente circundante da praga em questão, além de ser mais seguro para a entomofauna benéfica, como os inimigos naturais. Em estudo com piretróides, alguns autores afirmaram que os produtos tem baixo efeito tóxico, quando em subconcentrações, sobre o parasitoide de ovos *Telenomus busseolae* Gahan (Hymenoptera: Scelionidae) (BAYRAM et al., 2010).

No tratamento com os IRCs, modificações morfológicas foram evidentes no decorrer do experimento, mesmo em concentrações abaixo da CL₂₅ determinada. Resultados semelhantes foram obtidos com piriproxifem e diflubenzurom em subconcentração no desenvolvimento de adultos e na progênie de *N. viridula* (FERREIRA-AGÜERO et al., 2014).

Os IRCs não são produtos registrados para controle de percevejos no Brasil, e seu uso é direcionado para controle de lagartas de lepidópteros-pragas, principalmente em soja na fase vegetativa. Uma vez que os percevejos adultos

migrantes se instalam na lavoura a partir desta fase (PANIZZI et al., 2012), a ação dos IRCs anteriormente aplicados para o controle das lagartas pode reduzir as populações destes percevejos e suas ninfas a partir deste momento, antes do pleno estabelecimento no período reprodutivo da lavoura.

Estes estudos indicam que é possível que produtos desta classe, em concentrações reduzidas, possam agir no desenvolvimento normal de percevejos-praga.

Tabela 2. Valores de concentração letal média CL_{50} e concentração subletal CL_{25} de inseticidas sobre ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* e *Dichelops melacanthus* determinadas por Probit, em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$; 14 h de fotofase). Londrina, 2016.

Tratamento	Produto/Nome Comercial	Grupo Químico	<i>Euschistus heros</i>		<i>Dichelops melacanthus</i>	
			$CL_{50}\pm IC^1$	$CL_{25}\pm IC$	$CL_{50}\pm IC^1$	$CL_{25}\pm IC$
Controle	Água destilada	---	0	0	0	0
Lufenurom	Match 50 CE	IBQ	8,223 \pm 0,254	4,103 \pm 0,114	5,577 \pm 0,402	2,452 \pm 0,232
Buprofezina	Applaud 250	IBQ	7,254 \pm 0,082	3,780 \pm 0,038	4,318 \pm 0,097	2,591 \pm 0,058
Piriproxifem	Tiger 100 CE	AHJ	10,124 \pm 0,565	6,208 \pm 0,311	8,093 \pm 0,354	4,856 \pm 0,231
Clorantroprole	Premio 200 SC	MCR	2,270 \pm 0,128	1,256 \pm 0,111	1,157 \pm 0,164	0,632 \pm 0,083
Espinosade	Tracer SC	N	0,903 \pm 0,116	0,368 \pm 0,046	0,616 \pm 0,117	0,382 \pm 0,066

*Valores de concentração letal em mL L^{-1} (e em g L^{-1} para buprofezina). ¹Intervalo de Confiança. IBQ: inibidores da biossíntese de quitina; AHJ: análogos do hormônio juvenil; AE: análogos do ecdisonio; MCR: moduladores dos canais de rianodina; N: efeito neurotóxico; IC: intervalo de confiança (95%). n=280.

4.3 BIOENSAIO III: MORTALIDADE E EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS EM CONCENTRAÇÃO LETAL MÉDIA (CL₅₀) E CONCENTRAÇÃO SUBLETAL (CL₂₅) ASSOCIADOS A NaCl E KCl EM *EUSCHISTUS HEROS* E *DICHELOPS MELACANTHUS*

Os valores de mortalidade acumulada e eficiência corrigida foram obtidos e analisados (Figuras 1 a 4). Em uma visão geral, os dados de mortalidade de *E. heros* e *D. melacanthus* obtidos neste bioensaio seguiram a tendência de mortalidade esperada ao final do período de avaliação, aos cinco dias após aplicação (5 DAA), conforme os valores de CL₅₀ e CL₂₅ obtidos anteriormente (Tabelas 3 a 6).

O inseticida lufenurom em *E. heros* não aumentaram a mortalidade em associação aos cloretos, onde os valores de CL₅₀ foram significativamente superiores aos de CL₂₅ com ou sem NaCl ou KCl a 5%, como era de se esperar (Figura 1a). No entanto, os valores de CL₂₅ associados ou não a estes sais foram mais eficientes que a testemunha (Figura 2a; Tabela 4). No mesmo estudo, com *D. melacanthus*, lufenurom na CL₅₀ foi igualmente eficiente às demais concentrações, em associação ou não, com relação ao tratamento controle (Figura 4a; Tabela 6).

A utilização de concentrações reduzidas deste IRC pode ser uma alternativa viável para controle de *D. flavipennella*, onde lufenurom em concentração subletal controla níveis populacionais da praga, com menor impacto sobre o parasitoide natural *C. flavipes* (FONSECA et al., 2015).

A análise dos dados obtidos com os IRCs buprofezina e piriproxifem sobre os percevejos *E. heros* (Figuras 1b, c e 2b, c; Tabelas 3 e 4) e *D. melacanthus* (Figuras 3b, c e 4b, c; Tabelas 5 e 6) mostram que os produtos agem eficientemente em relação a testemunha em CL₂₅, e a eficiência aumenta quando a CL₅₀ é utilizada. Neste estudo, porém, não foi possível observar influência de NaCl ou KCl, a 5%, não evidenciando qualquer efeito positivo ou negativo de associação.

A ação de concentrações reduzidas de buprofezina e piriproxifem foi evidenciada em estudos morfológicos de órgãos reprodutores de *D. melacanthus*, sendo evidenciadas modificações a nível estrutural e funcional em testículos e ovários, e confirmado o efeito ovicida de piriproxifem sobre o percevejo (CREMONEZ et al., no prelo). O sistema reprodutivo é essencial para qualquer inseto no que se refere ao seu estabelecimento em um determinado ecossistema (ESQUIVEL, 2011). Desta forma, a partir da interrupção do funcionamento normal do

sistema reprodutor, um produto torna-se eficaz para o controle de determinada praga.

O IRC buprofezina, em concentração reduzida, foi eficiente para o controle de *B. tabaci*, não agindo sobre a ação de parasitoides naturais da praga (VIEIRA et al., 2012). O mesmo foi observado com predadores de *T. vaporariorum* (RASDI et al., 2012). Este IRC, recomendado para Sternorrhyncha, também possui potencial para controle de percevejos-praga como os observados em nossos achados.

O piriproxifem age mimetizando a ação do hormônio juvenil em insetos, e este é responsável pela regulação da síntese de proteínas e lipídeos, e pela produção de vitelogenina para os embriões em fêmeas adultas (SMYKAL et al., 2014). A ação do produto em concentração subletal sobre os parâmetros reprodutivos da praga é de grande interesse, e mais trabalhos sobre isso devem ser conduzidos para corroborar este ponto.

A antranilamida clorantraniliprole foi o produto que agiu com menor impacto sobre os insetos, com as concentrações utilizadas, onde foi observado o maior número de percevejos que chegaram à fase adulta. Em estudo com o mesmo inseto, alguns autores chegaram à conclusão de que clorantraniliprole em baixa dose pode ocasionar um efeito de hormese sobre o percevejo *E. heros*, o que teria contribuído em parte para seus picos de infestação nos últimos anos em lavouras de soja no Brasil (TUELHER et al., 2016). Neste bioensaio, não foi possível verificar efeitos positivos ou negativos de associação dos cloretos com o produto na mortalidade de ninfas de *E. heros* (Figura 1d; Tabela 3). Clorantraniliprole, no entanto, age eficientemente no controle de ninfas de *D. melacanthus* na CL₂₅ quando associado à mistura com NaCl a 5%, igualando a concentração letal média do produto (Figura 2d; Tabela 4). Em estudo com o percevejo *Bagrada hilaris* Burmeister (Hemiptera: Pentatomidae), clorantraniliprole e ciantraniliprole foram eficientes para o controle do inseto, sendo menos eficientes apenas que o neonicotinoide clotianidina (JOSEPH et al., 2016). Em outro trabalho, com cupim subterrâneo (Isoptera: Rhinotermitidae), clorantraniliprole foi eficiente em diversas formas de aplicação no solo e em concentrações reduzidas, com controle eficiente em concentrações de 100, 50 e 25 $\mu\text{g g}^{-1}$ (BARWARY et al., 2015). O produto apresenta a vantagem de ser mais seletivo a inimigos naturais (SERIKAWA et al.,

2013). Estudos de associação do inseticida com solução salina deverão ser mais aprofundados com o objetivo de salientar estes resultados.

Em *E. heros*, a partir de 3 DAA, os valores de mortalidade e eficiência corrigida de todos os tratamentos com espinosade foram significativamente maiores em relação a testemunha (Figuras 1e e 2e). A partir de 4 DAA, os tratamentos espinosade CL₂₅ com sal (38,4%) e espinosade CL₅₀ (41,5%) foram significativamente similares em eficiência corrigida, sendo assim até o último dia de avaliação (Tabela 4). A análise final obtida no experimento com *D. melacanthus* indicou que a concentração CL₅₀ de espinosade foi similar às demais concentrações, em associação ou não, e todas mais eficientes que o controle (Tabela 6).

Sabe-se que este produto afeta negativamente níveis populacionais de inimigos naturais (HILL; FOSTER, 2000; LIU et al., 2007; FIRAKE et al., 2017) e da entomofauna benéfica (MAYES et al., 2003). Portanto, a redução da concentração com a mesma eficácia de controle de percevejos-pragas pode ser uma alternativa para preservação destes organismos e uma estratégia de MIP, além de ferramenta para manejo de resistência a inseticidas comumente utilizados.

Para nenhum dos produtos em estudo foi possível obter um nível de controle que é, segundo escala proposta por Ruedell (CABRAL et al., 2005), considerado eficiente a nível de aplicação prática (80%). Entretanto, experimentos de determinação de concentrações subletais como este servem como base para posteriores estudos de associação, biologia e/ou compatibilidade (SOHRABI et al., 2011).

Figura 1 - Mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade. Londrina, PR, 2016

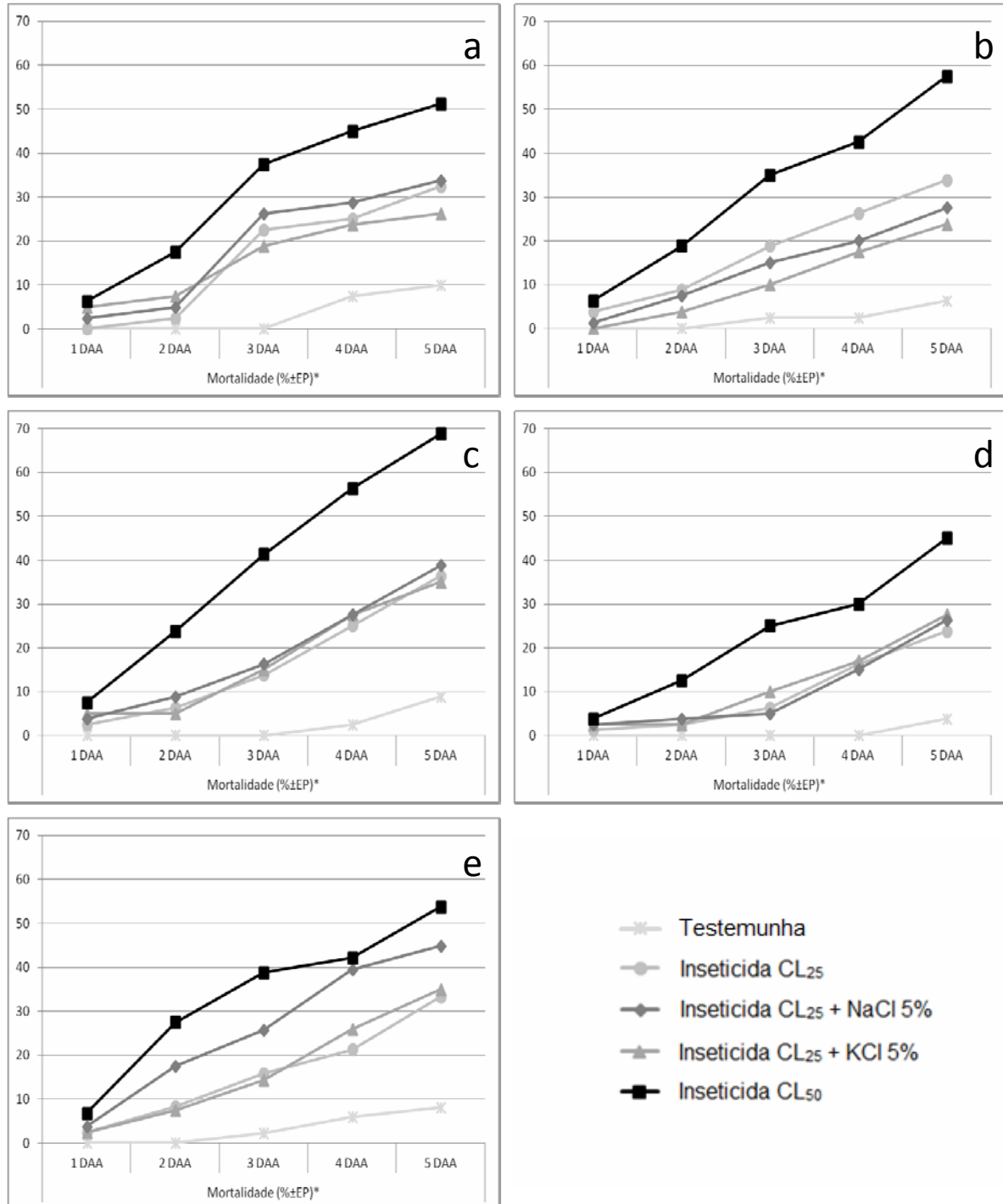


Figura 2. Eficiência corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli de mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantniliprole; e) espinosade. Londrina, PR, 2016.

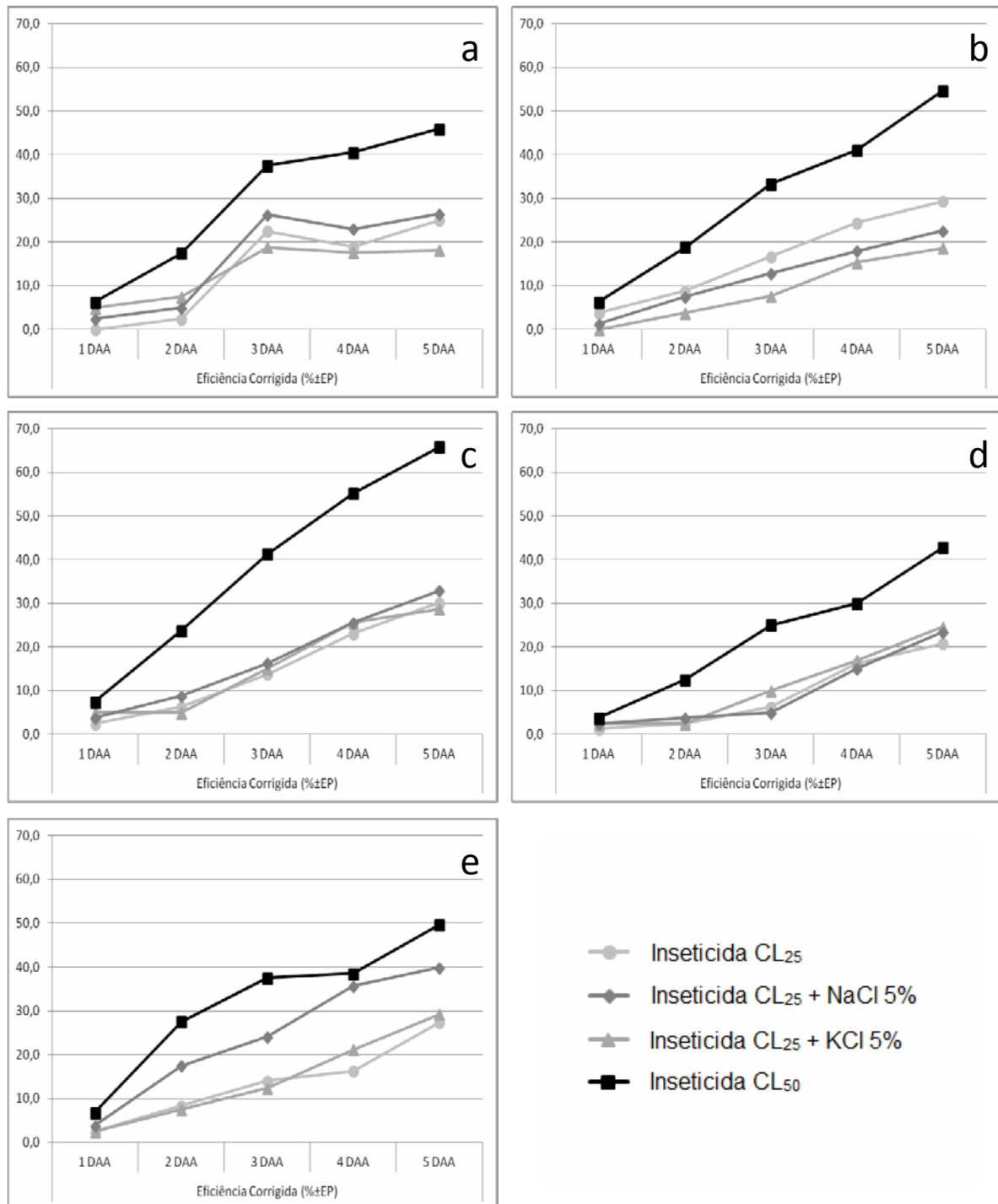


Figura 3. Mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurom; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade. Londrina, PR, 2016.

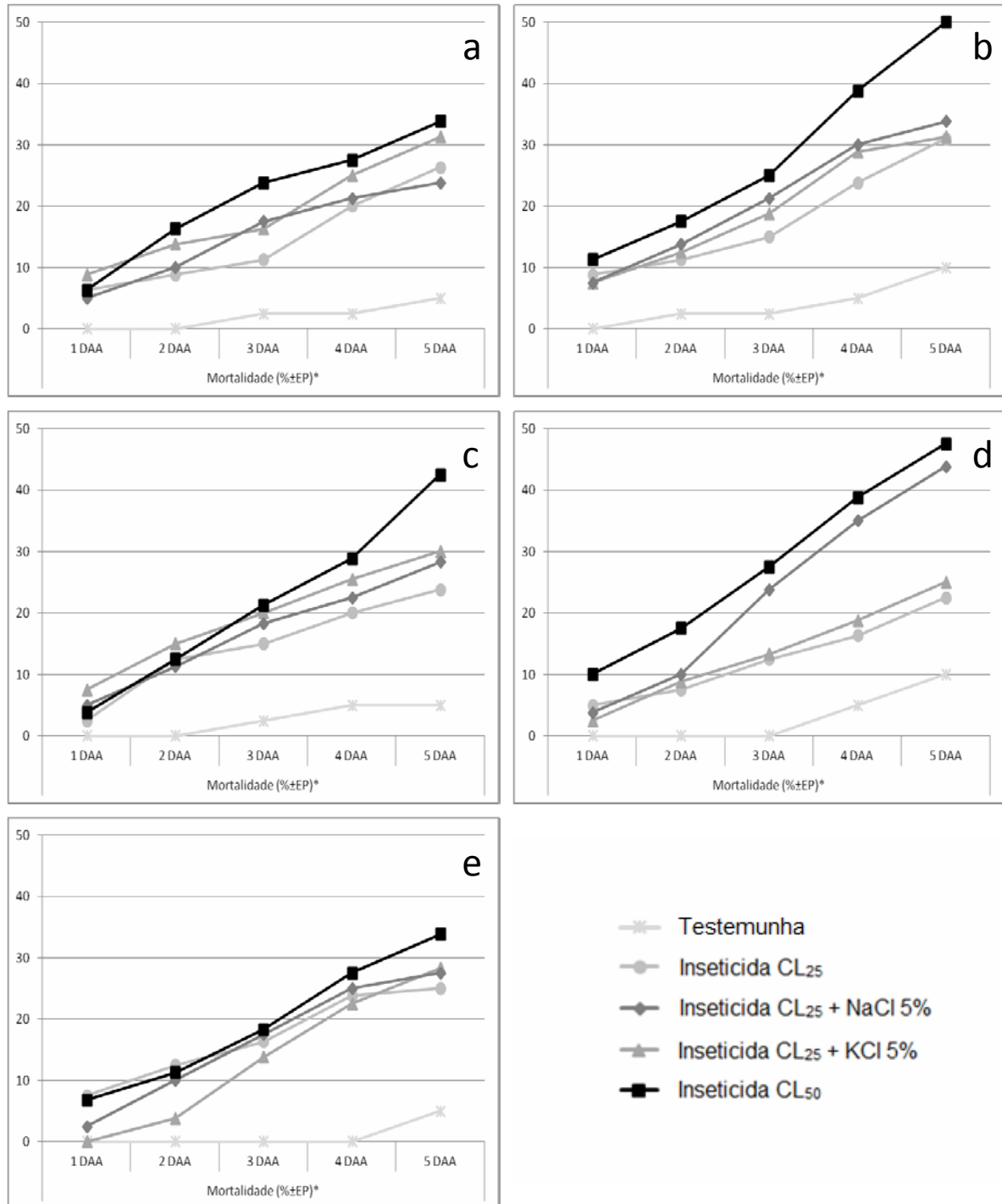


Figura 4. Eficiência corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli de mortalidade acumulada de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl. a) lufenurum; b) buprofezina; c) piriproxifem; d) clorantraniliprole; e) espinosade. Londrina, PR, 2016.

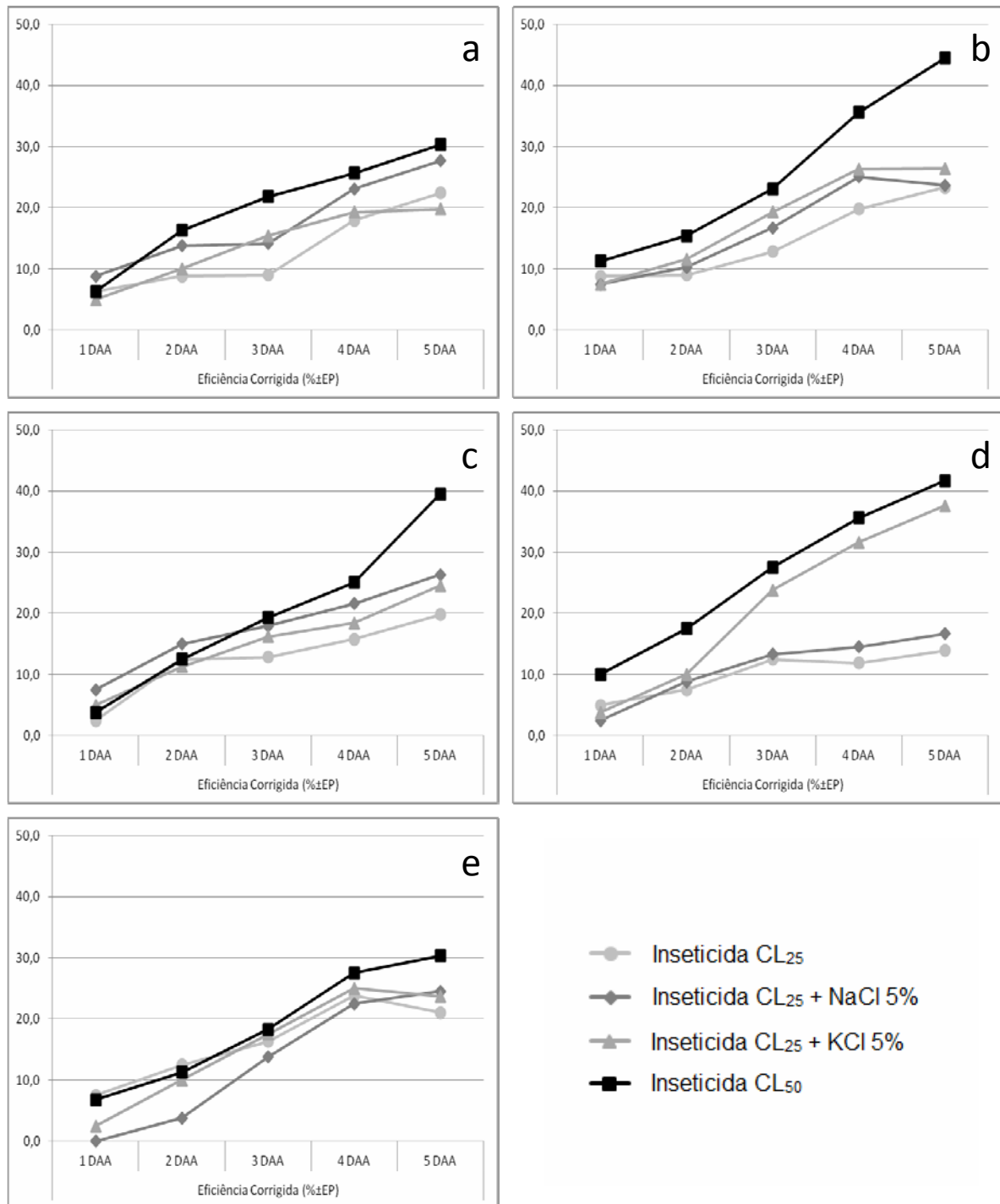


Tabela 3. Mortalidade acumulada no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório (26±1°C, 65±5% UR, 14 h de fotofase). Londrina, PR, 2016.

Tratamentos	Mortalidade (%±EP)*				
	Lufenurom	Buprofezina	Piriproxifem	Clorantraniliprole	Espinosade
Testemunha	9,3±0,6a	6,3±0,9a	8,8±0,3a	3,8±0,3a	8,2±0,6a
Inseticida CL ₂₅	32,5±0,5b	33,8±0,2b	36,3±0,6b	23,8±0,3b	33,3±0,5b
Inseticida CL ₂₅ + KCl 5%	26,3±0,4b	27,5±0,2b	38,8±0,5b	26,3±0,2b	35,0±0,4b
Inseticida CL ₂₅ + NaCl 5%	33,8±0,3b	23,8±0,6b	35,0±0,4b	27,5±0,5b	44,8±0,3c
Inseticida CL ₅₀	51,3±0,2c	57,5±0,7c	68,8±1,1c	45,0±0,4c	53,8±0,3c
C.V. %	29,82	42,47	36,06	31,62	22,80

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Porcentagem ± Erro padrão da média. DAA = dias após aplicação. C.V. = coeficiente de variação. Análise de dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$. n=1000.

Tabela 4. Eficiência de controle no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório (26±1°C, 65±5% UR, 14 h de fotofase). Londrina, PR, 2016.

Tratamentos	Eficiência Corrigida (%±EP)*				
	Lufenurom	Buprofezina	Piriproxifem	Clorantraniliprole	Espinosade
Inseticida CL ₂₅	25,6±0,5b	29,3±0,2b	30,2±0,6b	20,4±0,3b	27,3±0,5b
Inseticida CL ₂₅ + KCl 5%	18,7±0,4b	22,6±0,2b	32,9±0,5b	23,4±0,2b	29,2±0,4b
Inseticida CL ₂₅ + NaCl 5%	27,0±0,3b	18,7±0,6b	28,7±0,4b	24,6±0,5b	39,9±0,3c
Inseticida CL ₅₀	46,3±0,2c	54,6±0,7c	65,8±1,1c	42,8±0,4c	49,7±0,3c
C.V. %	40,26	51,56	44,89	36,53	28,69

Dados de eficiência corrigida pela fórmula de Scheneider-Orelli (PÜNTENER, 1981). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Porcentagem ± Erro padrão da média. DAA = Dias após aplicação. C.V. = coeficiente de variação. Análise de dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$. n=1000.

Tabela 5. Mortalidade acumulada no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório ($26\pm 1^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ UR, 14 h de fotofase), Londrina, PR, 2016.

Tratamentos	Mortalidade (% \pm EP)*				
	Lufenurom	Buprofezina	Piriproxifem	Clorantraniliprole	Espinosade
Testemunha	5,0 \pm 0,4a	10,0 \pm 0,5a	5,0 \pm 0,3 ^a	10,0 \pm 0,0a	5,0 \pm 0,4a
Inseticida CL ₂₅	26,3 \pm 0,4b	31,0 \pm 1,5b	23,8 \pm 0,5b	22,5 \pm 0,4b	25,0 \pm 0,4b
Inseticida CL ₂₅ + KCl 5%	31,3 \pm 0,3b	31,3 \pm 0,4b	30,0 \pm 0,4b	25,0 \pm 0,6b	28,3 \pm 0,4b
Inseticida CL ₂₅ + NaCl 5%	23,8 \pm 0,3b	33,8 \pm 0,3b	28,3 \pm 0,4b	43,8 \pm 0,3c	27,5 \pm 0,3b
Inseticida CL ₅₀	33,8 \pm 0,3b	50,0 \pm 0,3c	42,5 \pm 0,3c	47,5 \pm 0,5c	33,8 \pm 0,3b
C.V. %	15,85	24,83	25,70	36,81	12,95

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Porcentagem \pm Erro padrão da média. DAA = dias após aplicação. C.V. = coeficiente de variação. Análise de dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$. n=1000.

Tabela 6. Eficiência de controle no último dia de avaliação (5 DAA) de ninfas de 5º instar de *Dichelops melacanthus* submetidas a diferentes concentrações letais de inseticidas em associação ou não à NaCl e KCl em laboratório (26±1°C, 65±5% UR, 14 h de fotofase), Londrina, PR, 2016.

Tratamentos	Eficiência Corrigida (%±EP)*				
	Lufenurom	Buprofezina	Piriproxifem	Clorantraniliprole	Espinosade
Inseticida CL ₂₅	22,4±0,4b	23,3±1,5b	19,8±0,5b	13,9±0,4b	21,1±0,4b
Inseticida CL ₂₅ + KCl 5%	27,7±0,3b	23,7±0,4b	26,3±0,4b	16,7±0,6b	24,5±0,4b
Inseticida CL ₂₅ + NaCl 5%	19,8±0,3b	26,4±0,3b	24,5±0,4b	37,6±0,3c	23,7±0,3b
Inseticida CL ₅₀	30,3±0,3b	44,4±0,3c	39,5±0,3c	41,7±0,5c	30,3±0,3b
C.V. %	19,17	34,16	30,66	51,70	15,59

Dados de eficiência corrigida pela fórmula de Scheneider-Orelli (PÜNTENER, 1981). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Porcentagem ± Erro padrão da média. DAA = Dias após aplicação. C.V. = coeficiente de variação. Análise de dados transformados em $\sqrt{(x+1)}$. n=1000.

5. CONCLUSÕES

De forma geral, NaCl e KCl não interferem no número de bainhas no substrato para o comportamento alimentar de *E. heros* e *D. melacanthus*. Entretanto, plântulas de milho com NaCl 5% apresentam menor número de bainhas salivares de *D. melacanthus* que plântulas não tratadas.

A associação clorantraniliprole CL_{25} ($0,63 \text{ mL L}^{-1}$) + NaCl 5% aumenta a mortalidade de ninfas de 5º instar de *D. melacanthus* em relação a mesma concentração de inseticidas com KCl ou sem a utilização de sal e com o tratamento controle.

A associação espinosade CL_{25} ($0,37 \text{ mL L}^{-1}$) + NaCl 5% apresenta maior mortalidade de ninfas de 5º instar de *E. heros* em relação a mesma concentração de inseticidas com KCl ou sem a utilização de sal e com o tratamento controle.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. M. T. A.; ORLANDELLI, R. C.; LOURENÇO, D. A. L.; PAMPFILE, J. A. Toxicity of the insect growth regulator lufenuron on the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin assessed by conidia germination speed parameter. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 47, p. 9661-9667, 2011.
- ARIOLI, C. J.; BOTTON, M.; CARVALHO, G. A. Controle químico da *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1695-1700, 2004.
- BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. GEPAL: Grupo de estudos e pesquisas. v. 1 e 2. São Paulo: Atlas, 2001.
- BAYRAM, A.; SALERNO, G.; ONOFRI, A.; CONTI, E. Sub-lethal effects of two pyrethroids on biological parameters and behavioural responses to host cues in the egg parasitoid *Telenomus busseolae*. **Biological Control**, v. 53, p. 153-160, 2010.
- BIANCO, R. Manejo de pragas do milho em plantio direto. In: Instituto Biológico de São Paulo. (Org.). **Encontro de fitossanidade de grãos**. Campinas: Emopi Editora e Gráfica, 2005, p. 8-17.
- BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **An introduction of the study of insects**. 6. ed. London: Harcourt Brace College Publishers, 1992, 875 p.
- BOWLING, C. C. The stylet sheath as na indicator of feeding activity of the rice stink bug. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, p. 259-260, 1979.
- BOWLING, C. C. The stylet sheath as na indicator of feeding activity of the green stink bug on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.73, p. 1-3, 1980.
- CABRAL, S. B. GARCIA, L. A.; WERLANG, R. C.; SANTOS, J. G.; MACHADO, E. Eficiência do inseticida BF 134 no controle de percevejos migrantes da soja na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, **Anais.**, 2005.
- CASTAÑÉ, C.; ARINO, J.; ARNO, J. Toxicity of some insecticides and acaricides to the predatory bug *Dicyphus tamaninii* (Het.: Miridae). **Entomophaga**, v. 41, n. 2, p. 211-216, 1996.
- CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. 5 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2012, 959 p.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 487-492, 2004.

CHOCOROSQUI, V.R.; PANIZZI A.R. Nymph and Adult Biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) Feeding on Cultivated and Non-Cultivated Host Plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 356-360, 2008.

CHOUDHARI, R. K.; SINGH, S. B. Evaluation of pyriproxyfen 10 EC against sucking pests in cotton. **Journal of Cotton Research and Development**, v. 29, n. 1, p. 99-102, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento**, julho 2012. Brasília, Conab, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, quinto levantamento**, fevereiro 2017. Brasília, Conab, 2017.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALEXANDRE, T. M.; PELLIZZARO, E C. **Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura**. Londrina: Embrapa Soja, Circular Técnica, n. 78, 2010.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa-CNPSO, Circular Técnica, 24, 1999, 45 p.

CORSO, I. C. **Uso de sal de cozinha na redução da dose de inseticida para controle de percevejos da soja**. Comunicado Técnico n. 45, Brasília: Embrapa, 1990, 7 p.

CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L. Sodium chloride: an insecticide enhancer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1563-1571, 1998.

COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 559-568, 1998.

COSTA, N. L.; SANTANA, A. C. Exports and market power of the soybean processing industry in Brazil between 1980 and 2010. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 26. p. 2590-2600, 2015.

CREMONEZ, P. S. G.; PINHEIRO, D. O.; FALLEIROS, A. M. F.; NEVES, P. M. O. J. Performance of reproductive system of *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) submitted to buprofezin and pyriproxyfen: morphological analysis of ovarioles and testis. **Semina Ciências Agrárias**, no prelo.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo de pragas. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008, 523 p.

CUTLER, G. C. et al. Field efficacy of novaluron for control of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on potato. **Crop Prot.**, 26: p. 760-767, 2007.

DAVIS, J. H.; GOLDEBERG, R. **A concept of agribusiness**. Boston: Havard University, 1957, 136 p.

DE CASTRO, A. A.; PODEROSO, J. C. M.; RIBEIRO, R. C.; LEGASPI, J. C.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Demographic parameters of the insecticide-exposed predator *Podisus nigrispinus*: implications for IPM. **BioControl**, v. 60, n. 2, p. 231-239, 2015.

DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 40, n. 2, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo de soja no cerrado de Roraima**. Sistemas de Produção. 1 ed. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/manejopruga.htm>>. Acesso em: 02 set. 2015.

ERICSSON, J. D.; KABALUK, J. T.; GOETTEL, M. S. MYERS, J. H. Spinosad interacts synergistically with the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* against the exotic wireworms *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 1, p. 31-38, 2007.

ESQUIVEL, J. F. Estimating potential stylet penetration of southern green stink bug - a mathematical modeling approach. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 140, n. 2, p. 163-170, 2011.

EVANGELISTA, W. S.; SILVA-TORRES, C. S. A.; TORRES, J. B. Toxicidades de lufenuron para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 319-325, 2002.

FERREIRA-AGÜERO, M. A.; NEVES, P. M. O. J.; CREMONEZ, P. S. G. Efeito do piriproxifem e diflubenzurom na reprodução de *Nezara viridula* (L.) [Hemiptera: Pentatomidae]. **Investigación Agraria**, San Lorenzo, v.16, n.2, p. 99-106, 2014.

FINNEY, D. J. **Probit analysis**. 3. ed. New York: Cambridge University Press, 1971, 333 p.

FIRAKE, D. M.; THUBRU, D. P.; BEHERE, G. T. Eco-toxicological risk and impact of pesticides on important parasitoids of cabbage butterflies in cruciferous ecosystem. **Chemosphere**, v. 168, p. 372-383, 2017.

FONSECA, A. P. P.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B.; SILVA, L. M.; SIQUEIRA, H. A. A. Lethal and sublethal effects of lufenuron on sugarcane borer *Diatraea flavipennella* and its parasitoid *Cotesia flavipes*. **Ecotoxicology**, v. 24, n. 9, p. 1869-1879, 2015.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: FUNEP, 2008, 338 p.

- FURIATTI, R. S. et al. Estudo da seletividade do regulador de crescimento teflubenzuron a *Euschistus heros* (Fabr., 1794). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia - MG. **Anais**. Uberlândia, 2008.
- FURIATTI, R.S.; PINTO Jr., A.R.; WAGNER, F.O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron em *Nezara viridula* (L., 1758). **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v.7, p. 73-78, 2009.
- GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.
- GAMUNDI, J. C.; SOSA, M. A. Caracterización de chinches em soja y criterios para la toma de decisiones de manejo. In: TRUMPER, E. V.; EDELSTEIN, J. D. **Chinches fitófagas en soja**. Revisión e avances en el estudio de su ecología y manejo. INTA, Manfredi. 2007. 19 p.
- GATTI, I. C. A. **Alguns aspectos comportamentais em *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae)**. 2006. 42 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.
- GHASEMI, A.; SENDI, J. J.; GHADAMYARI, M. Physiological and biochemical effect of pyriproxyfen on indian meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 50, n. 4, 2010.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. 5 ed. Wiley-Blackwell, 2014, 624 p.
- HILL, T. A.; FOSTER, R. E. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and to parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Horticultural Entomology**, v; 93, p. 763-768, 2000.
- HUANG, J. et al. RNA interference-mediated silencing of the bursicon gene induces defects in wing expansion of silkworm. **FEBS Lett**. 581 (4), p. 697-701, 2007.
- HUANG, H. J. LIU, C. W.; CAI, Y. F.; ZHANG, M. Z; BAO, Y. Y.; ZHANG, C. X. A salivary sheath protein essential for the interaction of the brown planthopper with rice plants. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 66, p. 77-87, 2015.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS – IFOAM. **The IFOAM norms for organic production and processing**, 2006, 136 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v.23, n.9, p. 1-80, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v.29, n.2, p. 1-83, 2016.
- JOSEPH, S. V.; GRETTEBERGER, I.; GODFREY, L. Insecticides applied to soil of transplant plugs for *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae) management in broccoli. **Crop Protection**, v. 87, p. 68-77, 2016.

KHAN, M.; QUADE, A.; MURRAY, D. Mirid management – effect of salt rate when mixed with reduced rates of chemical. In: **Proceedings of the 13th Australian Cotton Conference**, Australian Cotton Growers Association, Narrabri, p. 537-542, 2006.

KLOWDEN, M. J. **Physiological systems in insects**. 3 ed. Cambridge: Elsevier Academic Press, 2013, 696 p.

KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspective and contemporary developments. **Annual Reviews in Entomology**, v. 43, p. 2043-2070, 1998.

KRAMER, K. J.; MUTHUKRISHNAN, S. Chitin metabolism in insects. **Comprehensive Molecular Insect Science**, Oxford, v. 4, p. 111–144, 2005.

LIU, S. S.; LI, Z. M.; LIU, Y. Q.; FENG, M. G.; TANG, Z. H.; Promoting selection of resistance to spinosad in the parasitoid *Cotesia plutellae* by integrating resistance of hosts to the insecticide into the selection process. **Biological Control**, v. 41, n. 2, p. 246-255, 2007.

LIANG, J.; TANG, S.; CHEKE, R. A. Beverton-Holt discrete pest management models with pulsed chemical control and evolution of pesticide resistance. **Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation**, v. 36, p. 327-341, 2016.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 22)

MAHDIAN, L.; LEEUWEN, T. V.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Susceptibility of the predatory stinkbug *Picromerus bidens* to selected insecticides. **BioControl**, v. 52, p. 765-774, 2007.

MANFREDI-COIMBRA, S.; DA SILVA, J. J.; CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Danos do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, 2005.

MAYES, M. A.; THOMPSON, G. D.; HUSBAND, B.; MILES, M. M. Spinosad toxicity to pollinators and associated risk. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 179, p. 37-71, 2003.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP, Brasília: NEAD, 2010, 569 p.

McPHERSON, J. E.; McPHERSON, R. M. **Stink bugs of economic importance in America North of Mexico**. Boca Raton: CRC Press, 253 p., 2000.

MERZENDORFER, H. Chitin synthesis inhibitors: old molecules and new developments. **Insect Science**, v. 20, n. 2, p. 121-138, 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA.

MAPA em números. 2005. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/2132DF10897FBE12E040A8C075020289>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

MOALLEMZADEGAN, Z.; KAZAZI, M.; HOSSEININAVEH, V. Digestive α -amylase activity in *Aelia acuminata* L. (Hemiptera: Pentatomidae). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 44, n. 16, 2011.

NAKAHIRA, K.; KASHITANI, R.; TOMODA, M.; KODAMA, R.; ITO, K.; YAMANAKA, S.; MOMOSHITA, M.; ARAKAWA, R. Side effects of vegetable pesticides on a predatory mired bug, *Pilophorus typicus* Distant (Heteroptera: Miridae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 45, n. 2, p. 239-243, 2010.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia econômica**. São Paulo: Livrocercos, 1981. 314 p.

NATION, J. L. **Insect physiology and biochemistry**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2015, 690 p.

NETTO, J. C. et al. Damages caused by *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) in conventional and transgenic corn hybrids. **Bioscience Journal**. Uberlândia. v. 31, n. 4, p. 1092-1101, 2015.

NIVA, C. C., PANIZZI, A. R. Efeitos do cloreto de sódio no comportamento de *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) em vagem de Soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 251-257, 1996.

OLIVEIRA, H. N et al. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1267-1274, 2013.

ORTIZ-URQUIZA, A.; KEYHANI, N. O. Action on the surface: entomopathogenic fungi *versus* the insect cuticle. **Insects**, v. 4, n. 3, p. 357-374, 2013.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; DA SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, Embrapa, 2012.

PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, p. 119-127, 2013.

PANIZZI, A.R.; SLANSKY JUNIOR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **The Florida Entomologist**, Lutz, v. 68, p. 184-214, 1985.

PENNER, M. P.; DHADIALLA, T. S. An overview of insect growth disruptors: applied aspects. **Advances in Insect Physiology**, San Diego, v. 43, p. 1-162, 2012.

PORTMAN, S. L. et al. Cascading effects of host plant inbreeding on the larval growth, muscle molecular composition, and flight capacity of an adult herbivorous insect. **Functional Ecology**. 29 (3), p. 328-337, 2015.

PÜNTENER, W. **Manual for field trials in plant protection**. 2 ed. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited, 1981.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. URL: <https://www.R-project.org/>.

RAMIRO, Z. A., BATISTA FILHO, A., CINTRA, E. R. R. Eficiência do inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (Thiametoxam + cipermetrina) no controle de percevejos-praga da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n.2, p.239-247, 2005.

RASDI, M. Z.; SALMAH, C. M. R.; HASSAN, A. A.; HAMADY, D.; HAMASEH, A.; ISMAIL, F. Field evaluation of some insecticides on whitefly (*Traileurodes vaporariorum*) and predator (*Macrolophus caliginosus*) on brinjal and tomato plants. **Asian Journal of Agricultural and Rural Development**, v. 2 n. 3, p. 302-311, 2012.

RAUBENHEIMER, D.; GÄDE, G. Compensatory water intake by locust (*Locusta migratoria*): Implications for mechanics regulating drink size. **Journal of Insect Physiology**, Amsterdam, v. 39, p. 275-281, 1993.

REDOAN, A. C.; CARVALHO, G. A.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. Seletividade de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho para adultos de *Doru luteipes* e *Euborellia annulipes*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, CD-ROM.

RICHMAN, D. B.; MEAD, F. W. **Predatory stink bug, *Alcaeorhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)**. UF/IFAS Extension, 2011. Disponível em: <<https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN32200.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

RITZ, C; STREIBIG, J. C. Bioassay analysis using R. **Journal of Statistical Software**, v. 12, n. 5, 2005.

ROGGIA, S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BUENO, A. F.; ALVES, J. B. Efeito de inseticidas reguladores de crescimento sobre a sobrevivência, desempenho reprodutivo e atividade alimentar do percevejo marrom da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 100-103.

SANFORD, J. L.; SHIELDS, V. D. C.; DICKENS, J. C. Gustatory receptor neurons responds to DEET and other insect repellents in the yellow-fever mosquito, *Aedes aegypti*. **Die Naturwissenschaften**, Berlin, v. 100, n. 3, p. 269-273, 2013.

- SATELLE, D. B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T. R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemical. **Invertebrate Neuroscience**, v. 8, n. 3, p. 107-119, 2008.
- SATOH, Y.; KOBORI, Y.; OIDA, H.; NOMURA, M.; TANAKA, H.; TEZUKA, T.; Effect of agrichemicals on the Polyphagous Predatory Bug, *Geocoris varius* (Uhler) (Heteroptera: Geocoridae). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, v. 56, n. 2, p. 43-48, 2012.
- SERIKAWA, R. H.; SILVA, F. M. A.; LIMA, M. A. Seletividade do inseticida Premio® (Clorantraniliprole) sobre diferentes inimigos naturais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE BIOLÓGICO, 13, 2013, Bonito, **Anais...** Dourados: Embrapa, 2013.
- SILVA, J. J.; VENTURA, M. U.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 42, p. 141-145, 2013.
- SMAGGHE, G.; PINEDA, S.; CARTON, B.; ESTAL, P. D.; BUDIA, F.; VINUELA, E. Toxicity and kinetics of methoxyfenozide in greenhouse-selected *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, n. 59, p. 1203-1209, 2003.
- SMYKAL, V.; BAJGAR, A.; PROVAZNIK, J.; FEXOVA, S.; BURICOVA, M.; TAKAKI, K.; HODKOVA, M.; JINDRA, M.; DOLEZEL, D. Juvenile hormone signaling during reproduction and development of the linden bug, *Pyrrhocoris apterus*. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 45, p. 69-76, 2014.
- SOHRABI, F.; SHISHEHBOR, P.; SABER, M.; MOSADDEGH, M. S. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Crop Protection**. v. 30, p. 1190-1195, 2011.
- SOSA-GOMEZ, D. R. et al. Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 102, p. 1209-1216, 2009.
- SOSA-GOMEZ, D. R.; SILVA DA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 767-769, 2010.
- SOSA-GOMEZ, D. R.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Soja, manejo integrado de pragas**. Curitiba: EMBRAPA, 2010.
- SPARKS, T. C.; NAUEN, R. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 121, p. 122-128, 2015.
- SUN, R.; LIU, C.; ZHANG, H.; WANG, Q. Benzoylurea chitin synthesis inhibitors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 63, p. 6847-6885, 2015.

- TAN, Y. A.; XIAO, L. B.; SUN, Y.; ZHAO, J.; BAI, L. X. Sublethal effects of the chitin synthesis inhibitor, hexaflumuron, in the cotton mirid bug, *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 111, p. 43-50, 2014.
- TERRA, W. R.; FERREIRA, C.; JORDÃO, B. P.; DILLON, R. J. Digestive enzymes. In: LEHANE, M.; BILLINGSLEY, P. (eds.). **Biology of the insect midgut**. 1 ed. Amsterdam: Springer Netherlands, 1996, p. 153-189.
- TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Biochemistry and molecular biology of digestion. In: GILBERT, L. I. (Ed.). **Insect molecular biology and biochemistry**. 1 ed. Londres: Elsevier Academic Press, 2012, p. 365-418.
- TIWARI, S.; CLAYSON, P. J.; KUHNS, E. H.; STELINSKI, L. L. Effects of buprofezin and diflubenzuron on various developmental stages of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. **Pest Management Science**, v. 68, n. 10, p. 1405-1412, 2012.
- TKACZUK, C.; MAJCHROWSKA-SAFARYAN, A.; ZAWADSKA, M. The effect of spinosad and selected synthetic insecticides on the growth of entomopathogenic fungi *in vitro*. **Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering**, v. 55, n. 4, p. 194-198, 2013.
- TODD, J.W.; HERZOG, D.C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D.C. (Eds.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer, p. 438-478, 1980.
- TUELHER, E. S.; SILVA, E. H.; FREITAS, H. L.; NAMORATO, F. A.; SERRÃO, J. E.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E. Chlorantraniliprole-mediated toxicity and changes in sexual fitness of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, p. 1-9, 2016.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **World agricultural supply and demand estimates**. 2016. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.
- VIEIRA, S. S. et al. Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1809-1818, 2012.
- VILLAS BÔAS, G.L. et al. **Efeito de diferentes populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agronômicas e qualidade de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo. Boletim de Pesquisa, 1990. 43p.
- WANG, C.; HENDERSON, G.; GAUTAM, B. K. Lufenuron supresses the resistance of formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) to entomopathogenic bacteria. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 4, p. 1812-1818, 2013.
- WANNER, K. W.; HELSON, B. V.; HARRIS, B. J. Laboratory and field evaluation of spinosad against the gypsy moth, *Lymantria dispar*. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 56, p. 855-860, 2000.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; CRUZ, I. **Cultivo do milho**: pragas. 2006. Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/prmonitoramento.htm>. Acesso em: 26 ago. 2015.

ZANUNCIO, T. V.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C. Permethrin induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). **Crop Protection**, Amsterdam, v. 22, p. 941-947, 2003.

ZENG, F.; COHEN, A. C. Partial characterization of α -amylase in the salivary glands of *Lygus hesperus* and *L. lineolaris*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v. 126, p. 9-16, 2000.

ZERA, A. J.; BOTTSFORD, J. The endocrine-genetic basis of life-history variation: the relationship between the ecdysteroid titer and morph-specific reproduction in the wing-polymorphic cricket *Gryllus firmus*. **Evolution**, Hoboken, v. 55, n. 3, p. 538-549, 2001.

ZELLINGER, A. R.; OLSON, D. M.; RAYGOZA, T.; ANDOW, D. A. Do counts of salivary sheath flanges predict food consumption in herbivorous stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae)? **Annals of the Entomological Society of America**, v. 108, n. 2, p. 109-116, 2015.

ZIBAE, A.; BANDANI, A. R.; MALAGOLI, D. Methoxyfenozide and pyriproxyfen alter the cellular immune reactions of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) against *Beauveria bassiana*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 102, n. 1, p. 30-37, 2012.

ZIBAE, A.; ZIBAE, I.; SENDI, J. J. A juvenile hormone analog, pyriproxyfen, affects some biochemical components in the hemolymph and fat bodies of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 100, n. 3, p. 289-298, 2011.