



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JANAINA FUMIE MATSUMOTO

**PIRIPROXIFEM SOBRE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
HISTOLÓGICOS DOS TESTÍCULOS E FLUTUAÇÃO
POPULACIONAL DE *Euschistus heros* (Hemiptera:
Pentatomidae)**

Londrina
2020

JANAINA FUMIE MATSUMOTO

**PIRIPROXIFEM SOBRE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
HISTOLÓGICOS DOS TESTÍCULOS E FLUTUAÇÃO
POPULACIONAL DE *Euschistus heros* (Hemiptera:
Pentatomidae)**

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

Orientador: Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves

Londrina
2020

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

Matsumoto, Janaina Fumie.

Piriproxifem sobre parâmetros biológicos, histológicos dos testículos e flutuação populacional de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) / Janaina Fumie Matsumoto. - Londrina, 2020.
55 f. : il.

Orientador: Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves.

Coorientador: Samuel Roggia.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Percevejo Marrom - Tese. 2. Controle Químico - Tese. 3. Hormônio Juvenil - Tese. 4. Manejo Integrado de Pragas - Tese. I. Oliveira Janeiro Neves, Pedro Manuel. II. Roggia, Samuel. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

JANAINA FUMIE MATSUMOTO

**PIRIPROXIFEM SOBRE PARÂMETROS BIOLÓGICOS,
HISTOLÓGICOS DOS TESTÍCULOS E FLUTUAÇÃO
POPULACIONAL DE *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**

Dissertação de Mestrado 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

Coorientador: Dr. Samuel Roggia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
Embrapa Soja

Profa. Dra. Sheila Michele Levy
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Bruna Aparecida Guide
Faculdade Pitágoras

Londrina, 20 de fevereiro de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pelas bênçãos em minha vida, colocando pessoas boas no meu caminho e concedendo saúde para que eu pudesse realizar todas as coisas.

Ao meu esposo Alexandre, por todo amor e compreensão nas minhas ausências, pela paciência e pela calma nos momentos mais turbulentos, pelo suporte emocional e físico em tudo o que precisei.

Agradeço aos meus pais Esmeralda e João Matsumoto, meus irmãos Douglas e Guilherme por todo o incentivo e apoio incondicionais; minha irmã Débora, meu cunhado Roberto e meu sobrinho Daniel, que mesmo do outro lado do mundo, deram aporte necessário para minha formação profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Manuel Oliveira Janeiro Neves e co-orientador Dr. Samuel Roggia pela oportunidade concedida, pela paciência e pelos ensinamentos.

À Professora Daniela de Oliveira Pinheiro, pela amizade, carinho e toda a dedicação com que me acompanhou, supervisionando meu trabalho no Departamento de Histologia.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), e à todo o corpo docente do Programa pela dedicação e contribuições para minha formação acadêmica.

À Embrapa Soja, por disponibilizar a estrutura e recursos humanos para a execução dos experimentos.

À todo o Departamento de Histologia, em especial, às Professoras Angela Maria Ferreira Falleiros e Sheila Michele Levy, por toda amizade, carinho e valiosas contribuições durante os trabalhos.

Aos amigos Roberta e Paulo Cremonez, Junior Ribeiro, Gabriel Shimizu, Lara Guanais por todo o apoio, amizade e companheirismo durante esta jornada, tornando a vida acadêmica mais leve e divertida.

Aos amigos que levo para a vida; Heloisa e Thiago, Luiz Fernando e Dieine, Vanessa e Rodrigo, Érica e Rogério, mostrando que não importa quanto o tempo passe, nada muda quando se tem verdadeiros amigos.

À todos os estagiários Rafaela, Matheus P., Jamile, Diuli, Matheus C., Rodrigo, Carol e à todos que ajudaram na realização deste trabalho.

MATSUMOTO, J. F. **Piriproxifem sobre parâmetros biológicos, histológicos dos testículos e flutuação populacional de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

A dificuldade de controle e o número restrito de produtos para o controle de percevejos em soja, cria a necessidade de estudar o potencial de outros inseticidas em seu manejo. O objetivo do trabalho foi avaliar mudanças biológicas, comportamentais e histológicas do testículo de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae), expostos a piriproxifem (Tiger[®] 100 EC). Para isso, foram desenvolvidos bioensaios com ninfas de 2^o e 4^o instar e adultos submetidos às doses de 25, 37,5 e 50 g ha⁻¹ de piriproxifem e posteriormente avaliou-se a biologia. Para os estudos histológicos, ninfas em 4^o instar foram tratadas com o produto nas mesmas concentrações do estudo biológico. Ao atingirem a fase adulta, 15 machos virgens de cada tratamento foram dissecados e os órgãos reprodutivos processados histologicamente para microscopia de luz. Em campo, foi conduzido experimento para avaliar o efeito não-alvo de piriproxifem sobre *E. heros* composto pelos tratamentos: testemunha (sem aplicação de inseticida); 28,2 + 21,2 g ha⁻¹ de tiametoxam + lambda-cialotrina; 100+25 g ha⁻¹ dinotefuran + piriproxifem; 25, 37,5 e 50 g ha⁻¹ piriproxifem; 50 + 25 g ha⁻¹ acetamiprido + piriproxifem. Os tratamentos foram aplicados quando atingido o nível de ação de 2 percevejos m⁻¹. As amostragens foram semanais e a partir destas, foram elaborados gráficos de flutuação populacional da praga e, ao final da safra, foram feitas análises de rendimento da cultura. As análises biológicas mostraram que a maior concentração de piriproxifem estudada (50 g ha⁻¹) retarda a oviposição em adultos, interfere na viabilidade de ovos e reduz 63% da sobrevivência comparado com a testemunha. Isto ocorre principalmente quando aplicada em indivíduos imaturos, porém não influencia na longevidade de machos e fêmeas. Nos estudos histológicos, foi possível observar que as três doses de piriproxifem causaram afastamento dos cistos na região inicial da espermatogênese; alteraram o tecido conjuntivo do testículo de machos virgens adultos e reduziram a quantidade de polissacarídeos neutros nos tecidos. No experimento em campo, piriproxifem isolado não reduziu a infestação de *E. heros*, mas a mistura de dinotefuran e piriproxifem se mostrou recomendável, podendo servir como alternativa ao inseticida padrão, para rotacionar produtos com modos de ação diferentes no controle deste percevejo em soja.

Palavras-chave: Percevejo-marrom. Controle químico. Hormônio juvenil. Desregulador hormonal. Manejo integrado de pragas.

MATSUMOTO, J. F. **Pyriproxyfen on biological, morpho-physiological parameters and population fluctuation of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybeans.** 2020. 54 p. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) - State University of Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

The difficulty of control and the limited number of products for the control of bedbugs in soybean, creates the need to study the potential of other insecticides in their management. In this way, the aim of this study was to evaluate biological, behavioral and histological changes in the testis of *Euschistus heros*, exposed to pyriproxyfen (Tiger™ 100 EC). For this, bioassays were developed with nymphs of 2nd and 4th instar and adults submitted to doses 25, 37.5 and 50 g ha⁻¹ of pyriproxyfen, evaluating the biology. For histological studies, nymphs at the 4th instar were treated with the product in the same concentrations as the biological study. Upon reaching adulthood, 15 virgin males from each treatment were dissected and the reproductive organs processed histologically for light microscopy. In the field, an experiment was carried out to evaluate the non-target effect of pyriproxyfen on *E. heros* composed by the treatments: control without application of insecticide, 28.2 + 21.2g ha⁻¹ thiametoxam + lambda-cyhalothrin, 100 + 25 g ha⁻¹ dinotefuran + pyriproxyfen, 25, 37.5 and 50 g ha⁻¹ pyriproxyfen, 50 + 25g ha⁻¹ acetamiprid + pyriproxyfen. The treatments were applied when the action level of 2 stinkbugs / m⁻¹ was reached. Samples were weekly and based on these, graphs of population fluctuation of the pest were drawn up, as well as at the end of the harvest, crop yield analyzes were made. Biological analyzes showed that the highest concentration of pyriproxyfen studied interferes in the viability of eggs and reduces survival, especially when applied to immature individuals and delays oviposition in adults but does not influence the longevity of males and females. In histological studies, it was possible that the three doses of pyriproxyfen caused the cysts to depart in the initial region of spermatogenesis; it altered the connective tissue of the testis of adult virgin males and reduced the amount of neutral polysaccharides in the tissues. In the field experiment, isolated pyriproxyfen did not reduce the infestation of *E. heros*, but the mixture of neonicotinoid and pyriproxyfen proved to be recommended, and could serve as an alternative to the standard insecticide, to rotate products with different modes of action in the control of stink-bugs on soybean.

Keywords: Neotropical Brown Stink bug. Chemical control. Juvenile hormone. Hormonal disruptor. Integrated pest management.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Fotomicrografia do testículo de *Euschistus heros* adulto, evidenciando a região inicial da espermatogênese. Barra = 100 μ m. 33
- Figura 2** Flutuação populacional de ninfas (3^o, 4^o e 5^o instares) e adultos de *Euschistus heros*, em áreas de soja tratadas com diferentes inseticidas, indicando os momentos de aplicação dos tratamentos. Londrina, PR, Safra 2018/19. 35
- Figura 3** Flutuação populacional de ninfas (3^o, 4^o e 5^o instares) de *Euschistus heros* em soja em áreas de soja tratadas com diferentes inseticidas, indicando os momentos de aplicação dos tratamentos. Londrina, PR, Safra 2018/19. 35
- Figura 4** Flutuação populacional *Euschistus heros* adultos em áreas tratadas com diferentes inseticidas, indicando os momentos de aplicação dos tratamentos. Londrina, PR, Safra 2018/19. 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tratamentos e doses de inseticidas avaliados sobre a flutuação populacional de <i>Euschistus heros</i> em campo. Londrina, PR, Fevereiro de 2019.....	26
Tabela 2	Duração (dias) dos instares de <i>Euschistus heros</i> quando tratados com piriproxifem e xilol em 2° e 4° instares. Médias seguidas do erro padrão (\pm). ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h).....	30
Tabela 3	Longevidade (dias) de machos e fêmeas de <i>Euschistus heros</i> tratados com diferentes doses de piriproxifem e xilol. Médias seguidas do erro padrão (\pm). ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h).....	31
Tabela 4	Parâmetros reprodutivos de <i>Euschistus heros</i> tratados com diferentes doses de piriproxifem e xilol. Médias seguidas do erro padrão (\pm). ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h).....	32
Tabela 5	Percentual de sobrevivência de <i>Euschistus heros</i> tratados com piriproxifem e xilol ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h).....	36
Tabela 6	Massa de grãos bons (GB), grãos bons e médios (GBM), grãos ruins (GR), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD) sob aplicação de diferentes inseticidas utilizados no controle de pragas em soja. Londrina - PR, Safra 2018/19.....	37
Tabela 7	Porcentagem de sementes de soja picadas e inviabilizadas, pelo dano de percevejos em soja tratada para cada tratamento aplicado, safra 2018/2019, Londrina – PR(1).....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	A SOJA NO BRASIL.....	11
2.2	PENTATOMÍDEOS FITÓFAGOS EM SOJA	12
2.3	MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA SOJA	14
2.4	MORFOLOGIA DO APARELHO REPRODUTIVO DE INSETOS	18
3	OBJETIVOS	20
3.1	OBJETIVOS GERAIS	20
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	ASPECTOS BIOLÓGICOS DE EUSCHISTUS HEROS EM CONTATO COM PIRIPROXIFEM.....	21
4.2	ANÁLISES HISTOLÓGICAS DOS TESTÍCULOS DE EUSCHISTUS HEROS	22
4.3	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE EUSCHISTUS HEROS.....	25
4.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
5	RESULTADOS	29
5.1	ASPECTOS BIOLÓGICOS DE EUSCHISTUS HEROS EM CONTATO COM PIRIPROXIFEM.....	29
5.2	ANÁLISES HISTOLÓGICAS E HISTOQUÍMICAS DO TESTÍCULO DE EUSCHISTUS HEROS	32
5.3	FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE EUSCHISTUS HEROS.....	34
6	DISCUSSÃO	39
6.1	PARÂMETROS BIOLÓGICOS	39
6.2	PARÂMETROS HISTOLÓGICOS	40
6.3	PARÂMETROS DE CAMPO	42
7	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

Desde a introdução do cultivo da soja no Brasil, na década de 70, a cultura se destaca como importante produto na balança comercial brasileira. Por meio de inovações tecnológicas no sistema de cultivo, avanço do uso de técnicas de melhoramento genético e manipulação genômica, a cultura é de grande importância agrícola, econômica e industrial (CONAB, 2019).

Mesmo com inúmeras melhorias no sistema produtivo, a soja está sujeita ao ataque de diversas pragas, dentre elas, os percevejos, considerados de maior importância, na atualidade. Dentre eles, destaca-se o percevejo marrom neotropical *Euschistus heros* Fabricius, 1798 (Hemiptera: Pentatomidae) (PANIZZI et al. 2012). Seu hábito alimentar, caracterizado por atacar preferencialmente os grãos, danificando diretamente o produto final, somado ao elevado potencial biótico, acarretam significantes perdas em todas as regiões produtoras de soja, variando conforme as condições climáticas e o grau de infestação durante a safra (CORRÊA-FERREIRA et al., 2011).

Preconiza-se, que o controle desta e de outras pragas da soja seja feito baseando-se em princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP). No entanto, o uso de produtos químicos continua sendo a principal ferramenta de controle de pragas na cultura e na agricultura de maneira geral. Utilizar o controle químico adequadamente dentro do MIP implica em conhecer, entre outros aspectos, o nível de dano que a planta tolera a uma determinada praga. A soja, por exemplo, tolera um índice de desfolha de 30% e 15% nos períodos vegetativo e reprodutivo, respectivamente (BUENO et al., 2010). No caso de percevejos, o nível de ação estimado para controle é de 2 percevejos por metro sem que haja perdas econômicas (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013a).

Atualmente, os inseticidas mais utilizados no controle de percevejos são os neonicotinoides e piretroides concomitantemente. No entanto, o uso indiscriminado e muitas vezes calendarizado das pulverizações, pode causar problemas de resistência de pragas aos inseticidas (ROGGIA et al., 2019). Por isso, a utilização de produtos mais seletivos como os inseticidas desreguladores de crescimento (IDCs), são mais interessantes, pois atuam na atividade de sítios bioquímicos específicos (DHADIALLA et al., 2012).

Tais produtos sintéticos têm se mostrado mais seletivos devido às suas moléculas serem similares à componentes bioquímicos e hormônios de insetos, que podem atuar

em processos fisiológicos, bioquímicos e/ou moleculares, interferindo no crescimento, desenvolvimento e reprodução de artrópodes específicos (ISHAAYA et al., 2009).

Dentre os IDCs, o piriproximifem apresentada efeitos sobre diversos insetos praga, entre eles os pentatomídeos. Estudos apontam má formação, inviabilidade de ovos, além de possíveis distúrbios no aparelho reprodutor desses insetos, em decorrência do uso deste produto (CREMONEZ et al., 2017; SANTOS et al., 2016; 2018). O produto comercial mais utilizado à base de piriproximifem apresenta 80% da formulação composto por Xilol (xileno), que é um potente solvente orgânico e atua como veículo no produto comercial (AGROFIT, 2019).

Recentemente, têm sido proposta a utilização de misturas de neonicotinoides e piriproximifem para o controle de pragas na soja. Esses produtos foram disponibilizados para o controle de insetos sugadores no mercado brasileiro, no entanto, estudos sobre seus efeitos em *E. heros* são inexistentes (AGROFIT, 2019).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo, determinar o efeito de piriproximifem sobre parâmetros biológicos, histológicos dos testículos de adultos, e a flutuação populacional do percevejo marrom, *E. heros* na soja, comparando o desregulador de crescimento com misturas contendo neonicotinoide.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A SOJA NO BRASIL

A soja foi introduzida no Brasil em 1882 por Gustavo Dutra, professor da Escola de Agronomia da Bahia, para uso em cultivos experimentais. A partir de 1901, a Estação Agronômica de Campinas (atual Instituto Agronômico de Campinas) passou a cultivar e distribuir sementes do grão aos produtores paulistas como forma de incentivo ao cultivo (ZOCKUN, 1981).

No Paraná, registros estatísticos apontam o início da produção de soja no ano de 1952, com uma pequena área de 58 hectares, mantendo-se como cultura de baixa importância até 1968, e já a partir de 1974 passando a ocupar a posição de produto de maior geração de renda do Estado (ZOCHUN, 1981).

A soja é a cultura que responde por aproximadamente metade do total de grãos produzidos no Brasil. Na safra 2018/2019 a área plantada do grão cresceu 2,1% em relação à safra anterior, com uma área de 36 milhões de hectares e atingindo uma produção de 115 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Até agosto de 2019, o montante referente ao complexo soja representou mais de 75% do que foi exportado pelo país, tendo a China como principal importador (CONAB, 2019).

Esta *commodity* tem grande importância para a sustentabilidade econômica e social do país, segundo maior produtor mundial, e isto se deve pelo avanço tecnológico alcançado nas últimas décadas, seja pelo resultado da pesquisa e extensão, ou pelo maior investimento em insumos pelos produtores e melhor manejo da lavoura (CONAB, 2019).

O sistema de cultivo de soja no Brasil passou por grandes transformações no decorrer das décadas, como a implantação do sistema de plantio direto, em substituição ao plantio convencional na década de 70 (FIDELIS et al., 2003), a introdução de soja RR, resistente ao glifosato em 1998 (oficialmente em 2004) (VARELLA; FOK, 2014) ou mais recentemente, em 2010, com a implantação soja Bt (BERNADI et al, 2016).

O desenvolvimento da soja Bt, por meio da introdução do gene Cry1Ac, oriundo da bactéria *Bacillus thuringiensis* trouxe um novo recurso no manejo de pragas no Brasil. O gene expresso pela soja Bt faz com que a planta produza proteínas tóxicas à alguns tipos de lepidópteros praga, o que impactou na redução da necessidade do uso de inseticidas químicos, e por consequência, favoreceu o equilíbrio no agroecossistema, e a manutenção das pragas pelo controle de inimigos naturais (BERNARDI et al., 2016).

No entanto, a tecnologia não controla lagartas do gênero *Spodoptera* spp., coleópteros desfolhadores, moscas-brancas, ácaros, e as principais pragas da cultura, os percevejos, devendo-se adotar outros métodos de controle integrado para estas pragas (ROGGIA et al., 2016).

Os defeitos causados por algumas dessas pragas refletem diretamente no lucro obtido pelo produtor, seja ele de sementes ou de grãos. Os grãos produzidos no campo seguem determinados critérios de classificação quanto à sua qualidade no momento da entrega, garantindo assim o reconhecimento de um produto de melhor qualidade e remuneração compatível por isto (LORINI et al., 2017). No Brasil, estes critérios são regidos pela Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007 e Instrução Normativa Nº 37 de 27 de julho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dentre as principais avarias citam-se: grãos ardidos, mofados, fermentados, danificados, imaturos, chochos e os danificados por percevejo, que, por estarem em grande parte das amostras, deverão ser divididos por quatro para serem somados aos demais avariados (BRASIL, 2007a; 2007b).

As sementes são avaliadas por testes de qualidade fisiológica, como o teste de tetrazólio, que tem por objetivo, comprovar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, e fornecer diagnóstico de possíveis causas na perda de sua qualidade: danos mecânicos, deterioração por umidade e danos causados por percevejo (FRANÇA NETO et al., 1998). Tais procedimentos permitem identificar, em cada uma das atividades, problemas durante as etapas do sistema de produção e auxiliar para tomada de medidas para corrigi-las, garantindo eficiência e aperfeiçoamento do setor.

Os grãos, objetivo final da produção, são alvo de importantes pragas durante o ciclo da soja, sendo atualmente os percevejos, os principais causadores de dano na cultura.

2.2 PENTATOMÍDEOS FITÓFAGOS EM SOJA

Pentatomídeos são importantes pragas da soja na região Neotropical há muitas décadas (PANIZZI; SLANSKY, 1985) e no Brasil, *E. heros*, *Nezara viridula* Linnaeus e *Piezodorus guildinii* Westwood (Hemiptera: Pentatomidae) são as espécies que apresentam maior potencial de dano na cultura (KUSS et al., 2012; PANIZZI et al., 2012).

A soja, pode ainda ser atacada por espécies consideradas de importância secundária à cultura, como *Dichelops furcatus* Fabricius, *Dichelops melacanthus* Dallas, *Edessa meditabunda* Fabricius, *Chinavia* spp. e *Thyanta perditor* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae) e *Neomegalotomus parvus* Westwood (Hemiptera: Alydidae) que se mantém através da

leguminosa durante o ciclo, podendo vir a infestar significativamente cultivos subsequentes (PANIZZI et al., 2012).

Quanto a sua morfologia externa, possuem o corpo com tamanho variado, de 4 a 20 mm de forma ovoide ou elipsoide. As antenas são compostas de 4 a 5 segmentos, dependendo da espécie. Apresentam escutelo triangular ou subtriangular, com ante-asas coreáceas e membranosas e asas completamente membranosas. Os tarsos são tri-segmentados e os segmentos finais do abdome são modificados em estruturas genitais (CHAPMAN, 2013; PANIZZI; GRAZIA, 2015).

Os prejuízos causados por *E. heros* em soja podem ser de até 30% (DEGRANDE; VIVAN, 2012), e a maioria dos heterópteros, incluindo os pentatomídeos, prefere se alimentar de sementes imaturas, com maior teor de água e de fácil penetração pelo estilete, do que de sementes maduras (PANIZZI; SILVA, 2012).

2.2.1 *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae)

O percevejo marrom da soja *Euschistus heros*, nativo da América do Sul, é considerado o principal percevejo da cultura, devido à sua preferência alimentar pelas vagens e pelos grãos (PANIZZI et al., 2012). Sua alimentação pode causar um retardo na maturação das folhas, induzindo à retenção foliar e promovendo o desenvolvimento de folhas e vagens anormais próximas do caule principal, distúrbio fisiológico conhecido como ‘soja louca’ (SILVA et al., 2013). É considerado o menos polífago dentre os percevejos que ocorrem em soja (DEGRANDE; VIVAN, 2012) e sua ampla distribuição, principalmente nas regiões de clima quente, é problema em várias partes do Brasil (GODOY et al., 2010).

Os ovos possuem formato de barril, e são ovipositados nas folhas e vagens da planta, em média de 5 a 8 ovos por postura. As ninfas eclodem entre o terceiro e sétimo dia. No 1º instar, medem cerca de 1,3 mm e possuem hábito gregário, permanecendo sobre os ovos até o 2º instar, quando iniciam a alimentação (PANIZZI et al., 2012).

A partir do 3º instar, ocorre a dispersão pela área e o aumento dos danos à planta devido à sua alimentação (GRAZIA et al., 1980). Esta fase é acelerada pelo aumento de temperatura, ótima em 25° C (BORTOLOTTI et al., 2012). As fêmeas produzem uma média de 108 a 130 ovos durante seu ciclo e a longevidade média do adulto é de 116 dias (SCHAEFER; PANIZZI, 2000; PANIZZI et al., 2012).

Durante a safra de soja, *E. heros* completa três gerações. Uma quarta geração é completada em plantas hospedeiras, e após, os adultos entram em dormência (diapausa) na

palhada da cultura anterior ou nas suas proximidades, onde se protegem da ação de parasitoides e predadores. Nesse período, não se alimentam e conseguem sobreviver graças às reservas de lipídios (gorduras) que foram armazenadas antes da diapausa (DEGRANDE; VIVAN, 2012; PANIZZI et al., 2012).

A praga, que é de difícil controle, devido principalmente à distribuição a nível nacional e alto risco de danos, deve ser manejada com a utilização integrada de diversas táticas de controle como preconizado no MIP soja (CORRÊA-FERREIRA, 2013a).

2.3 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS DA SOJA

O MIP surgiu da necessidade de reverter o desequilíbrio causado pelo homem durante décadas por meio da atividade agrícola extensiva. O conceito do MIP é o controle de pragas com a utilização de regras baseadas em princípios ecológicos, econômicos e sociais para a tomada de decisão mais adequada (GALLO et al., 2002).

Os fundamentos do MIP também têm como base a exploração do controle natural, dos níveis de tolerância das plantas aos danos das pragas, no monitoramento das populações para tomadas de decisão e na biologia e ecologia da cultura e de suas pragas (WAQUIL, 2002).

No Brasil, o MIP foi introduzido nos anos 70 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja, juntamente com o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, Emater, em Londrina, Paraná, com o objetivo de estabelecer um programa de manejo de pragas que pudesse se estender às demais grandes culturas (KOGAN, 1998).

O MIP instalado pela Embrapa Soja neste período obteve grande sucesso, auxiliado pela disseminação do programa por extensionistas aos produtores, reduzindo pela metade a quantidade de inseticidas utilizados no controle de pragas (MOSCARDI, 1983; GAZZONI, 1994).

O programa se manteve bem sucedido até os anos 90, quando mudanças no sistema de plantio convencional para o sistema de plantio direto causaram mudanças na incidência e dispersão de pragas (PANIZZI, 2013). A redução do custo de inseticidas químicos, associado ao declínio dos programas de extensionismo público no país e o abandono do monitoramento, tornaram os princípios do MIP pouco adotados, assim o manejo químico tornou-se a principal ferramenta no controle de pragas (CONTE et al., 2018).

2.3.1 Manejo Químico

A aplicação de produtos químicos continua sendo a principal tática de controle de pragas. Esta estratégia deve estar associada à outras práticas culturais, como a escolha de cultivares resistentes à pragas, manejo cultural, uso de feromônios, plantas armadilhas e agentes biológicos (GALLO, 2002).

Posicionar o controle químico adequadamente dentro do MIP implica em conhecer o nível de dano que a planta tolera a uma determinada praga. A soja, por exemplo, tolera um índice de desfolha de 30% e 15% nos períodos vegetativo e reprodutivo, respectivamente (BUENO et al., 2010). O desconhecimento deste tipo de informação fez com que, por muito tempo, o controle de pragas se baseasse apenas no uso de produtos químicos.

O uso indiscriminado destes produtos gera efeitos indesejados, como o surgimento de tolerância de pragas (LIMA et al., 2012). Assim, surgiram populações de *E. heros* resistentes aos principais grupos químicos utilizados para seu controle, como organofosforados, neonicotinoides e piretroides (SOSA-GOMÉZ et al., 2019).

Possivelmente, os inseticidas mais utilizados são os que agem sobre o sistema nervoso estão classificados como inibidores físicos, protoplasmáticos, metabólicos, neurotoxinas e agonistas hormonais (MATSUMURA, 1985). Há pelo menos uma década, propõe-se que o uso de inseticidas químicos seja feito de forma ‘biorracional’, direcionando o uso de produtos seletivos atuantes na atividade de sítios bioquímicos específicos, como os inseticidas reguladores de crescimento (PALLI, 2009).

Ferramentas de fisiologia, toxicologia e biotecnologia podem projetar olhares mais holísticos sobre os controles químicos e biológicos, e as bases biorracionais tendem a se tornar importantes estratégias de MIP para enfrentar os desafios sociais futuros (ISHAAYA et al., 2009).

Dentre os controles químicos biorracionais estão os inseticidas reguladores de crescimento, tratados neste trabalho como desreguladores de crescimento (DHADIALLA et al., 2012).

2.3.1.1 Inseticidas desreguladores de crescimento

Inseticidas desreguladores de crescimento (IDCs) são definidos como produtos sintéticos com base em moléculas similares a componentes bioquímicos e hormônios de insetos, que podem atuar em processos fisiológicos, bioquímicos e/ou moleculares, interferindo sobre o crescimento, desenvolvimento e reprodução de artrópodes específicos (DHADIALLA et al.,

2012). Este tipo de inseticida é amplamente estudado para controle de insetos vetores de doenças desde 1970 (SACHER, 1971; SCHAEFER; WILDER, 1972; SLÁMA et al., 1974).

Os IDCs são divididos em agonistas de ecdisteroides, inibidores da biossíntese de quitina e análogos do hormônio juvenil (IRAC, 2018).

Inseticidas agonistas de ecdisteroide recebem essa terminologia por atuarem conforme o hormônio ecdisteroide, desencadeando processo de ecdise imatura. Por muito tempo considerou-se que a síntese de ecdisteroides era produzida pelas glândulas protorácicas sob o controle do hormônio protorácico neuroproteico secretado pelo cérebro (CHAPMAN, 2013). O mesmo estaria envolvido no controle de muda e metamorfose, presente apenas em larvas, sendo esta sua única função (DELBECQUE et al., 1990). No entanto, descobriu-se que a síntese de ecdisteroides pode ser realizada em outros tecidos, como nos ovários de fêmeas adultas e em testículos de machos imaturos de algumas espécies de insetos (VAN DE VELDE et al., 2009).

O crescimento e desenvolvimento dos insetos é altamente dependente do hormônio juvenil e por isso, inseticidas agonistas do hormônio juvenil têm sido bastante utilizados. O hormônio juvenil atua no crescimento, muda, metamorfose e na reprodução de insetos, desempenhando também, papel na regulação da biossíntese de ecdisteroides (VAN DE VELDE et al., 2009).

O período em que os insetos estão mais suscetíveis aos inseticidas análogos ao hormônio juvenil é durante os estágios imaturos. Nessa fase ocorre o crescimento e diferenciação no qual o produto impedirá o desenvolvimento normal (RAMASESHADRI et al., 2012).

2.3.1.2 Piriproxifem

De acordo com os órgãos regulatórios para o uso de agroquímicos, o piriproxifem é um inseticida de contato e translaminar, e pertence ao grupo químico Éter piridiloxipropílico. É registrado tanto para uso em grandes culturas, como algodão, café, citros e soja, quanto para hortaliças e flores. Seu uso é indicado principalmente para o controle de insetos de hábito sugador e fases jovens de lepidópteros como a mariposa-oriental *Grapholita molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae) e o bicho-mineiro-do-café *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville (Lepidoptera: Lyonetiidae) (ADAPAR, 2018).

O piriproxifem foi registrado em 1991 no Japão para controle de dípteros (MIYAMOTO et al., 1993). Desde então foi utilizado para o manejo de insetos de importância agrícola como a mosca-branca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) (HOROWITZ, 1999), o pulgão da soja *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae)

(RICHARDSON; LAGOS, 2007), o psílídeo *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (BOINA et al., 2010) e a broca do arroz *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae) (MIRHAGHPARAST; ZIBAE, 2013).

Acredita-se que o piriproxifem pode inibir a embriogênese no início do desenvolvimento do embrião, o que pode inviabilizar as posturas colocadas pelas fêmeas. Quando testado em *N. viridula*, o produto reduziu a fertilidade das fêmeas adultas em 52,39% e em 47% a eclosão de ninfas (FERREIRA-AGÜERO et al., 2014).

Quando aplicado sobre o 1º instar da fase ninfal de *E. heros*, foi observada reduções nas populações de 1º e 2º instar, o que pode ser útil para a redução populacional da praga nas gerações subsequentes (SANTOS et al., 2016).

Cremones et al. (2017) verificaram um efeito ovicida, visto que a eclodibilidade dos ovos de *D. melacanthus* quando tratados com CL₃₀ do produto foi influenciada. Além disso, as análises morfológicas indicaram atuação de piriproxifem na desorganização do tecido conjuntivo presente no testículo de *D. melacanthus*.

2.3.1.3 Neonicotinoides

A classe dos inseticidas neonicotinoides foi desenvolvida nos anos 80 como alternativa mais eficiente e menos nociva comparado com outros produtos comumente utilizados até então, como os organofosforados e carbamatos. Dentre suas vantagens, destaca-se o menor tempo de ação e a eficiência em doses baixas, contra insetos sugadores, quando comparado com os anteriores (KOLLMEYER et al., 1999).

Os neonicotinoides atuam na transmissão sináptica dos impulsos nervosos e pertencem ao grupo dos agonistas de receptores nicotínicos de acetilcolina (IRAC, 2018). Estas substâncias mimetizam a ação do neurotransmissor acetilcolina e desta forma, a enzima, acetilcolinesterase, é incapaz de hidrolisá-las, o que mantém os receptores nicotínicos das células nervosas pós-sinápticas sob excitação contínua, levando o inseto à morte por paralisia ou superestimulação (TOMIZAWA; CASIDA, 2005).

Atualmente para o controle de percevejos, misturas de inseticidas, principalmente neonicotinoides e piretroides são as mais utilizadas (SOMAVILLA et al., 2019; MARQUES et al., 2019) e apresentam índices de controle próximos de 80% (ROGGIA et al., 2018). Por outro lado, a mistura de neonicotinoides à inseticidas desreguladores de crescimento de insetos são pouco conhecidas, por se tratarem de produtos ainda recentes.

2.4 MORFOLOGIA DO APARELHO REPRODUTIVO DE INSETOS

2.4.1 Testículos

De um modo geral, internamente, o aparelho genital masculino dos insetos é composto por um par de testículos, um vaso deferente com vesículas seminais e glândulas acessórias e um ducto ejaculatório não pareado (ENGELMANN, 1970; SNODGRASS, 1993; CHAPMAN, 2013) normalmente localizado a partir do nono esternito do inseto (ENGELMANN, 1970; RICHARDS et al., 1977).

Cada testículo é formado por determinado número de folículos testiculares, o que varia de acordo com o inseto. Em *E. heros* cada testículo possui seis folículos, que apresentam diferenças morfológicas entre si e dão origem a três tipos distintos de espermatozoides denominados de tipo I, II e III (COSSOLIN et al., 2013).

Os folículos são sub-divididos funcionalmente nas seguintes zonas de crescimento e diferenciação celular: germário, que contém as espermatogônias em mutiplicação; a zona de crescimento, onde as espermatogônias ampliam de tamanho, transformando-se por mitose em espermatócitos; a zona de divisão e redução onde os espermatócitos sofrem meiose e dão origem às espermatídes; e por último, a zona de transformação onde as espermatídes se transformam em espermatozoides (RICHARDS et al., 1977; CHAPMAN, 2013).

A espermatogênese é o processo no qual ocorre a formação dos espermatozoides pela multiplicação celular da linhagem germinativa, seu crescimento e maturação. A última etapa denominada de espermiogênese, é responsável pela diferenciação das células da espermatíde (CHAPMAN, 2013; PEREIRA; SANTOS, 2015). Estudos com *E. heros* envolvendo o uso de inibidores da biossíntese de quitina, deram enfoque às células nutridoradas da linhagem espermatogênica, que dentre outras funções, medeiam a passagem de substâncias necessárias para o processo de formação do espermatozoide; os autores constataram uma alteração morfométrica das células císticas indicativas de possíveis alterações nutricionais para a formação dos espermatozoides (CREMONEZ et al., 2019).

Sabe-se que os testículos são revestidos externamente por uma cápsula de tecido conjuntivo propriamente dito, que se projeta para o interior do órgão, separando cada folículo (FERREIRA et al., 2006; WU, 2017). Este revestimento tem sido comumente descrito em vertebrados como túnica albugínea, mas em insetos é comum a terminologia túnica externa e, suas projeções para o interior do testículo como sendo túnicas internas (PEREIRA; SANTOS, 2015) ou tecido peritoneal compostas por tecido conjuntivo (SOUZA; ITOYAMA, 2010; ALEVI et al., 2014).

Estudos sobre a importância do tecido conjuntivo e possíveis alterações desse tecido tem sido relacionadas a diversas doenças em vertebrados (HALPER, 2014; KUSMIREK; KANNE, 2019) entretanto, em insetos, poucos são os trabalhos que estudam a importância de alterações nesse tecido e, nenhum trabalho menciona alterações morfométricas em decorrência do uso de inseticidas.

Dada a importância do percevejo marrom *E. heros* na cultura da soja, aos desafios atuais em administrar os produtos já existentes para a praga de forma assertiva dentro do MIP, objetivou-se estudar a ação do desregulador de crescimento piriproxifem, sobre parâmetros biológicos, histológicos dos testículos de machos adultos, além de estudar os efeitos na flutuação populacional de *E. heros* na cultura da soja em campo, comparando o desregulador de crescimento com misturas contendo neonicotinóide.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Determinar o efeito de piriproxifem sobre parâmetros biológicos, histológicos dos testículos, além dos efeitos na flutuação populacional do percevejo-marrom, *E. heros*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar o efeito de piriproxifem sobre o desenvolvimento, comportamento, mortalidade e reprodução de *E. heros* em laboratório.

Determinar o efeito de piriproxifem sobre parâmetros histológicos do testículo de *E. heros* virgens adultos.

Estudar o efeito de piriproxifem em campo sobre a flutuação populacional de *E. heros* e parâmetros de produtividade da cultura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *EUSCHISTUS HEROS* EM CONTATO COM PIRIPROXIFEM

Os insetos utilizados no bioensaio foram obtidos da criação de percevejos da Embrapa Soja e mantidos em câmara climatizada sob condições controladas de temperatura, umidade relativa e luminosidade ($26 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h) e como alimentação foram oferecidos, *ad libitum*, os itens da dieta natural: vagem de feijão, grãos de soja e amendoim. Foi realizada a troca de alimento sempre que necessário para evitar contaminação por fungos saprofitos.

4.1.1 Ninfas de 2° e 4° instar de *Euschistus heros* tratadas com piriproxifem

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos de piriproxifem (Tiger[®] 100 EC), baseando-se na dose recomendada para mosca-branca em soja (25 g ha^{-1}), uma dose intermediária ($37,5 \text{ g ha}^{-1}$) e o dobro da dose inicial (50 g ha^{-1}) uma testemunha positiva (Xilol P.A.) proporcional a maior dosagem do produto diluída em suspensão de Tween 80 (0,05%) e uma testemunha negativa (água destilada) e 30 repetições, utilizando ninfas de 2° ou 4° instares e adultos.

Para pulverização, foi utilizada a Torre de Potter (Burkard Manufacturing) regulada para pressão de 82.73 kPa (12lb/pol²) o que resultou em uma deposição média de 4,66 mg/cm², empregando 2 mL de calda por placa de Petri de vidro de 9 cm de diâmetro, forradas com papel filtro contendo grupos de 10 insetos. Após a aplicação, as ninfas de 2° e 4° instares foram individualizadas em placas contendo alimento. A troca de alimentos e do papel filtro ocorreu a cada 48h a fim de evitar contaminações.

Após a emergência dos adultos, realizou-se a individualização, separação por sexo e a formação de casais para avaliar os parâmetros reprodutivos das fêmeas descritos no tópico 3.1.3. Cada casal foi disposto em uma placa de Petri idêntica à utilizada para as ninfas e com os mesmos alimentos. A manutenção dos casais (troca de alimento e substrato de papel) seguiu o mesmo procedimento usado anteriormente para as ninfas.

4.1.2 *Euschistus heros* adultos tratados com piriproxifem

Os efeitos letais e subletais de piriproxifem foram avaliados sobre adultos de *E. heros*. Para isso, 60 adultos com até 48 h horas foram pulverizados seguindo a mesma metodologia para as ninfas, com as mesmas concentrações. O tratamento com xilol não foi empregado sobre adultos. Os adultos foram separados por sexo, montados casais e transferidos para caixa plástica de poliestireno cristal transparente (11 x 11 x 3,5 cm) forrada com papel filtro, alimentados *ad lib.*, com dieta natural e mantidos em câmara climatizada sob as mesmas condições de temperatura e umidade descritas na criação. A avaliações foram realizadas como descrito no tópico abaixo.

4.1.3 Avaliações

Ninfas: Foram avaliadas diariamente a mortalidade e a mudança de instar para calcular a sobrevivência (%) e duração da fase ninfal (dias) em cada tratamento. Foram avaliados os parâmetros: Total de ovos/fêmea até a morte do inseto, fecundidade (número de ovos em 15 dias), viabilidade (número de ninfas em 15 dias), percentual de ovos viáveis (%), longevidade de machos e fêmeas e mortalidade adaptado de Bortolotto et al. (2016). Para calcular a viabilidade, os ovos foram coletados, quantificados e acondicionados em placas de Petri (5 cm Ø) com papel filtro que foram mantidas em câmara climatizada ($26 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h) para averiguar a eclosão de ninfas e calcular a viabilidade (%) dos ovos.

Adultos: Foram avaliadas diariamente a mortalidade, fecundidade das fêmeas e viabilidade dos ovos, além da longevidade de machos e fêmeas. A viabilidade dos ovos foi determinada com base no número de ninfas eclodidas/ovos coletados. Para isso, os ovos foram removidos do local de postura e acondicionados em placa de Petri (5 cm Ø) com papel filtro e mantidos em câmara climatizada nas mesmas condições já mencionadas. O número de ninfas eclodidas em cada placa foi avaliado seis dias após a transferência dos ovos.

4.2 ANÁLISES HISTOLÓGICAS DOS TESTÍCULOS DE *EUSCHISTUS HEROS*

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos de piriproxifem empregando as mesmas concentrações utilizadas: 25, 37,5

e 50 g ha⁻¹ diluídas em água destilada e uma testemunha com água destilada. Foram utilizadas cinco repetições e 10 ninfas de 4^o instar de *E. heros* por repetição.

Os insetos receberam a aplicação da calda por meio de torre de Potter, regulada com pressão de 82.73 kPa (12lb/pol²) e volume de 2 mL de solução por repetição, sendo mantidas em câmara climatizada com 25 ± 1 ° C; 65 ± 5% de UR e fotofase de 14 h com dieta a base de vagens de feijão, amendoim e soja, até a emergência dos adultos, quando os mesmos foram identificados quanto ao sexo e individualizados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo alimento, com o propósito de evitar o contato sexual.

Transcorrido o período de 48h de emergência dos adultos, 20 insetos machos de cada tratamento foram submetidos à insensibilização por resfriamento e tiveram os testículos coletados em solução salina para insetos (1,8 g de NaCl; 1,88g de KCl; 0,16g de CaCl; 0,004g de NaHCO₃ e água destilada - q.s.p. 100 mL). Os materiais foram imediatamente fixados em solução fixadora de Bouin aquoso (75 mL de solução saturada de ácido pícrico; 25 mL de formaldeído 40% e 5 mL de ácido acético glacial) por 48 h, incluídos em Paraplast e submetidos a microtomia de 7 µm utilizando micrótomo rotativo Leica RM 2145 seguindo o protocolo de rotina do Laboratório de Insetos do Departamento de Histologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

4.2.1 Análises morfológicas gerais (Coloração por HE)

Para análise morfológica geral adotou-se o protocolo de coloração de Hematoxilina-Eosina, como descrito no protocolo abaixo:

- Desparaplastização em Xilol - 10 minutos (2 vezes)
- Hidratação em séries decrescentes de álcool (100%, 95% e 70%) - 5 minutos
- Hidratação em água destilada - (1 banho)
- Coloração em Hematoxilina - 20 segundos
- Água corrente (viragem da Hematoxilina) - 5 minutos
- Coloração em Eosina aquosa - 30 segundos
- Água destilada - passar rapidamente (5 banhos)
- Desidratação em álcool 70 % - passar rapidamente (1 banho)
- Desidratação em álcool 95 % - 5 minutos
- Desidratação em álcool 100% - 10 minutos (2 vezes)

- Desidratação em álcool + Xilol (1:1) - 10 minutos
- Diafanização em xilol - 10 minutos (2 vezes)

4.2.2 Análises histoquímicas (Coloração por ácido periódico-Schiff (PAS) e Tricrômico de Mallory)

Para as análises histoquímicas, foi utilizado o método PAS para detecção de polissacarídeos neutros conforme o protocolo descrito a seguir:

- Desparaplastização em Xilol - 10 minutos (2 vezes)
- Hidratação em álcool 100% - 2 minutos
- Hidratação em álcool 100% - 10 minutos
- Hidratação em séries decrescentes de álcool (95% e 70%) - 5 minutos
- Hidratação em água destilada - 5 minutos
- Solução de ácido periódico (0,1%) - 15 minutos
- Lavagem em água destilada - (1 banho)
- Reativo de Schiff - 15 minutos
- Lavagem em água corrente - 5 minutos
- Contra coloração em hematoxilina - 10 segundos
- Água corrente (viragem da Hematoxilina) - 5 minutos
- Água destilada - passar rapidamente (1 banho)
- Desidratação em séries crescentes de álcool (70%, 95% e 100%) - 5 minutos
- Desidratação em álcool 100% - 10 minutos
- Desidratação em álcool + Xilol (1:1) - 5 minutos
- Diafanização em xilol - 10 minutos (2 vezes)

Para detecção de fibras colágenas do tecido conjuntivo adotou-se o método do Tricrômico de Mallory, como descrito no protocolo abaixo:

- Desparaplastização em Xilol - 10 minutos (2 vezes)
- Hidratação em álcool 100% - 2 minutos
- Hidratação em álcool 100% - 10 minutos
- Hidratação em séries decrescentes de álcool (95% e 70%) - 5 minutos
- Hidratação em água destilada - 5 minutos

- Coloração na solução A de Mallory - 6 minutos
- Coloração na solução B de Mallory - 60 minutos
- Lavagem em álcool 70% - banho rápido
- Desidratação em álcool 100% - 5 minutos
- Desidratação em álcool + Xilol (1:1) - 5 minutos
- Diafanização em xilol - 10 minutos (2 vezes)

Em seguida, as lâminas contendo os cortes foram montadas com Bálsamo do Canadá e lamínula de vidro, e secas em estufa a 37° C até completa secagem (5 dias). Após o período de secagem as lâminas foram analisadas e fotografadas em fotomicroscópio óptico modelo axiophot (Zeiss II) com auxílio do programa Motic Live.

4.3 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *EUSCHISTUS HEROS*

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Soja, no Distrito de Maravilha, município de Londrina, Paraná, localizado nas coordenadas 23° 28' 44" S; 50° 59' 03" O, e altitude média de 465 m.

A lavoura foi semeada em 09/11/2018 com a cultivar M6410 IPRO, de crescimento indeterminado, com adubação de base de 130 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 0-28-0 e 120 kg ha⁻¹ da fórmula 0-0-60 na linha de semadura, densidade de 12 sementes/m e espaçamento de 50 cm entre linhas.

O tratamento de sementes foi realizado previamente a semeadura, com 5 g de piraclostrobina (fungicida) + 45 g de tiofanato metílico (fungicida) e 50 g de fipronil (inseticida) (Standak[®] Top) por 100 kg de sementes. As sementes foram inoculadas com 5,0x10⁹ UFC de *Bradyrhizobium japonicum* (BIAGRO[®] NG) das estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e com 2,0x10⁸ UFC de *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6 por 100kg de sementes.

Como manejo fitossanitário da área foram realizadas três pulverizações: a primeira com herbicida na dose de 1.550g ha⁻¹ de glifosato potássico (Xeque Mate[®]) na fase vegetativa da soja. A segunda com fungicida na dose de 70 + 60 g ha⁻¹ de protioconazol + trifloxistrobina (Fox[®]) na fase vegetativa. E a terceira no estágio R 5.4 (enchimento de grãos) com fungicida na dose de 40 + 40 + 64,8 g ha⁻¹ de epoxiconazol + fluxapirroxade + piraclostrobina, (Ativum[®]). Não foi utilizado nenhum inseticida para o controle de pragas além dos tratamentos em estudo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram realizados sete tratamentos (Tabela 1): três dosagens (25, 37,5 e 50g ha⁻¹) de piriproxifem (Tiger[®]), avaliado comparativamente a 28,2 + 21,2 g ha⁻¹ de tiametoxam + lambda-cialotrina (Platinum Neo[®]) considerado inseticida padrão para o controle de percevejos, 50 + 25 g ha⁻¹ de acetamiprido + piriproxifem (Privilege[®]), 100 + 25 g ha⁻¹ de dinotefuran + piriproxifem (Maxsan[®]), e uma testemunha sem aplicação de inseticida (Tabela 1). Cada parcela foi constituída de 36 linhas de soja com 20 metros de comprimento cada.

Tabela 1. Tratamentos e doses de inseticidas avaliados sobre a flutuação populacional de *Euschistus heros* em campo. Londrina, PR. Safra agrícola 2018/ 2019.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Concentração (g i.a./ha)	Dose (p.c. mL/ha)
<i>Testemunha</i>			
1. Testemunha negativa (sem inseticida)	-	-	-
2. Testemunha positiva (Platinum Neo [®])	tiametoxam + lambda-cialotrina	28,2 + 21,2	200
<i>Desregulador de crescimento</i>			
3. Tiger [®] 100 EC	piriproxifem	25	250
4. Tiger [®] 100 EC	piriproxifem	37,5	375
5. Tiger [®] 100 EC	piriproxifem	50	500
<i>DC + neonicotinoide (misturas)</i>			
6. Maxsan [®]	dinotefuran+piriproxifem	100 +25	1000
7. Privilege [®]	acetamiprido+piriproxifem	50 + 25	250

Nota: DC= Desregulador de crescimento; EC= concentrado emulsionável; i.a.= ingrediente ativo; p.c.= produto comercial.

Os inseticidas foram aplicados com pulverizador costal motorizado (modelo Kawashima PCG 2625 25L 25,4cc) com volume de calda de 150 L ha⁻¹ utilizando como decisão o momento em que o nível de infestação pelo percevejo atingiu a média de 2 insetos por pano de batida. Foram feitas duas aplicações: em 07/02 aos 90 dias após a semeadura (no estágio R5.4 – enchimento de grãos) e em 21/02/2019 aos 104 dias (no estágio R6 – maturação fisiológica). Foi realizada uma amostragem prévia no dia anterior à cada aplicação.

As amostragens foram realizadas aos 4, 7 e 11 dias após as aplicações com quatro batidas de pano por parcela, na parte central de cada parcela, excluindo-se dois metros de bordadura. Nessa amostragem foram contabilizadas as ninfas grandes (3^o, 4^o e 5^o instares) e adultos de percevejos.

Durante o período experimental, entre enchimento de grão (06/02/19) e a maturação fisiológica (04/03/19), a precipitação pluvial acumulada foi de 221 mm e a

temperatura média do ar de 24,7° C, conforme registros da estação meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR, 2019) distante 23 Km do local do experimento.

Ao final do ciclo da soja foi realizada colheita manual de duas linhas centrais de 3 m de cada parcela, desprezando 1 metro nas extremidades (bordadura) sendo a soja trilhada, limpa e pesada. Avaliou-se o rendimento médio de grãos de soja, padronizado para 13% de umidade, massa de 1000 grãos e qualidade de grãos. Na análise da qualidade das sementes, foram avaliadas amostras de 50 g de grãos, categorizados em bons (grãos aparentemente sem danos visuais, com cor e formatos normais); médios (grãos com picadas, alguma deformação ou enrugados); ruins (grãos totalmente deformados, escuros, chochos e mal formados) segundo Corrêa-Ferreira et al. (2011).

Utilizou-se também o teste de tetrazólio, avaliando em duas subamostras de 50 sementes cada. Estas amostras foram acondicionadas em substrato de papel umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, durante 16 horas a 25° C, em câmara com temperatura controlada. Após isto, as sementes foram mergulhadas em solução com concentração de 0,075% de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio, no escuro e em estufa por 2,5 horas a 40° C. Passado este período, as sementes foram lavadas em água corrente e individualmente inspecionadas avaliando-se o dano total e letal causados pelo ataque de percevejos, conforme metodologia descrita por França-Neto et al. (1998).

A metodologia estabelecida para classificação comercial de grãos teve por base o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007a). As avaliações das amostras foram realizadas no Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras foram divididas em duas partes iguais em equipamento homogeneizador/quarteador. Uma subamostra, de aproximadamente 1,5 kg, foi submetida à classificação comercial pela análise dos defeitos: queimado, ardidados, mofados, fermentados, germinados, imaturos, danificado por percevejos, fermentado e danificado por percevejo, danificado por outras pragas e chochos (BRASIL, 2007a; 2007b). Este procedimento regulamenta e padroniza os descontos aplicados ao produtor no momento da comercialização dos grãos.

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando significativo ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os pressupostos de normalidade dos erros, homogeneidade das variâncias e independência dos erros foram testados por Shapiro-Wilk, Bartlett e Durbin-Watson, respectivamente. Quando alguma das pressuposições não foi atendida, os dados foram transformados de acordo com a metodologia proposta por Box-Cox (1964). Todas as análises foram processadas com o auxílio do software R (R Development Core Team, 2019).

5. RESULTADOS

5.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *EUSCHISTUS HEROS* EM CONTATO COM PIRIPROXIFEM

Os tratamentos não afetaram a duração de cada instar dos insetos até a fase adulta (Tabela 2), assim como não influenciaram na longevidade de machos e fêmeas independentemente da fase em que foram expostos ao produto (2° instar, 4° instar ou adulto) (Tabela 3). O inseticida piriproxifem (500) quando aplicado sobre ninfas de 2° instar reduziu o percentual de ovos viáveis gerados pelas fêmeas (Tabela 4) e a sobrevivência foi significativamente reduzida nos indivíduos submetidos a esta dosagem quando comparados à testemunha. A sobrevivência na maior dose foi mais prejudicada em ninfas de 2° instar (63%) e menos para ninfas de 4° instar (83%) e adultos (80%) (Tabela 5). Foram observadas alterações morfológicas: deformidades nas pernas, rostro e asas em indivíduos que acabaram morrendo, entretanto, estes dados não foram quantificados.

Adicionalmente foi constatado que sobre insetos adultos, a aplicação do produto nas três doses retardou o início da oviposição das fêmeas comparado à testemunha (Tabela 4). As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas em seus resultados nas fases de 2° instar, 4° instar e adultos submetidos ao piriproxifem.

Foi possível observar que as ninfas sofreram alterações na biologia pela exposição ao tratamento com Xilol, com aumento da duração da fase ninfal (Tabela 2). Não houveram diferenças significativas na sobrevivência até os 10 DAA, no entanto, aos 15 e 20 DAA o uso do Xilol, em insetos de 4° instar, ocasionou na redução no percentual de sobreviventes (60%) em relação a testemunha (87%). Não foi observada influência de nenhum dos tratamentos sobre a longevidade de machos e fêmeas, nas diferentes fases de desenvolvimento em que foram tratados (Tabela 3).

Tabela 2. Duração (dias) dos instares de *Euschistus heros* quando tratados com piriproxifem e xilol em 2° e 4° instares. Médias seguidas do erro padrão (\pm). ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h)

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	2° instar				4° instar	
		Segundo instar	Terceiro instar	Quarto instar	Quinto instar	Quarto instar	Quinto instar
1. Testemunha	-	5,00 \pm 1,16 a	5,93 \pm 1,12 a	5,11 \pm 0,85 a	5,89 \pm 2,01 a	3,70 \pm 0,39 b	8,12 \pm 0,25 a
2. Xilol	40	5,46 \pm 1,07 a	5,14 \pm 1,11 a	5,60 \pm 1,85 a	6,40 \pm 2,14 a	4,95 \pm 0,36 a	9,00 \pm 0,25 a
3. Piriproxifem	25	5,48 \pm 1,62 a	5,55 \pm 1,36 a	5,22 \pm 1,31 a	6,35 \pm 3,33 a	4,18 \pm 0,21 ab	8,65 \pm 0,20 a
4. Piriproxifem	37,5	5,73 \pm 1,51 a	5,31 \pm 1,01 a	5,22 \pm 0,85 a	8,40 \pm 2,98 a	4,50 \pm 0,27 ab	8,95 \pm 0,19 a
5. Piriproxifem	50	5,41 \pm 2,04 a	5,29 \pm 0,85 a	5,56 \pm 2,10 a	6,53 \pm 3,83 a	4,52 \pm 0,33 ab	8,65 \pm 0,18 a
CV (%)		27,57(p=0,48)	20,04(p=0,09)	26,36(p=0,72)	39,20(p=0,05)	3,92(p=0,04)	13,96(p=0,11)

¹ Médias seguidas do erro padrão; ² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 2. Longevidade (dias) de machos e fêmeas de *Euschistus heros* tratados com diferentes doses de piriproxifem e xilol. Médias seguidas do erro padrão (\pm). ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h)

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	2° instar		4° instar		Adulto	
		Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
1. Testemunha	-	52,20 \pm 08,31	36,80 \pm 11,84 a	44,13 \pm 9,03 a	54,75 \pm 11,79 a	38,43 \pm 3,52 a	45,70 \pm 3,75 a
2. Xilol	40	73,75 \pm 13,68	83,00 \pm 19,10 a	44,50 \pm 7,70 a	26,67 \pm 07,49 a	**	**
3. Piriproxifem	25	66,80 \pm 19,19	63,20 \pm 22,18 a	46,11 \pm 2,86 a	27,67 \pm 05,43 a	34,07 \pm 4,49 a	35,03 \pm 4,76 a
4. Piriproxifem	37,5	38,60 \pm 03,57	47,25 \pm 10,25 a	46,56 \pm 6,93 a	30,33 \pm 09,90 a	39,00 \pm 4,26 a	38,83 \pm 4,85 a
5. Piriproxifem	50	*	23,67 \pm 05,75 a	35,22 \pm 6,87 a	25,89 \pm 04,52 a	36,57 \pm 4,25 a	42,37 \pm 4,89 a
CV (%)		-	71,95(p=0,21)	22,55(p=0,52)	35,34(p=0,12)	73,01(p=0,87)	74,41(p=0,48)

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; dados transformados. *Tratamento retirado da análise devido ao número de insetos sobreviventes (n=1). ** Tratamento não aplicado sobre adultos.

Tabela 3. Parâmetros reprodutivos de *Euschistus heros* tratados com diferentes doses de piriproxifem e xilol. Médias seguidas do erro padrão (\pm). ($26 \pm 2^\circ$ C; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h)

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	N	Pré oviposição	Ovos/Fêmea ^{2,3}	Fecundidade ⁴	Viabilidade ⁵	Viabilidade de ovos (%)
Pulverização sobre ninfas de 2º instar							
1. Testemunha	-	9	3,22 \pm 0,36 a	383,78 \pm 68,53 a	113,67 \pm 13,96 a	107,22 \pm 13,77 a	94,33 \pm 01,71 a
2. Xilol	40	8	3,57 \pm 0,92 a	573,0 \pm 104,70 a	160,71 \pm 23,05 a	131,86 \pm 25,18 a	82,04 \pm 07,64 a
3. Piriproxifem	25	5	5,00 \pm 0,77 a	337,0 \pm 107,18 a	107,60 \pm 25,44 a	73,60 \pm 25,79 a	68,40 \pm 12,57 a
4. Piriproxifem	37,5	8	4,14 \pm 0,96 a	318,14 \pm 88,36 a	125,43 \pm 28,36 a	99,00 \pm 30,84 a	78,93 \pm 12,70 a
5. Piriproxifem	50	2	2,50 \pm 0,35 a	363,50 \pm 06,72 a	90,00 \pm 03,54 a	19,00 \pm 05,66 b	21,11 \pm 05,47 b
CV (%)			22,71 (p=0,35)	57,73 (p=0,30)	46,20 (p=0,39)	61,47 (p=0,20)	29,56 (p=0,00058)
Pulverização sobre ninfas de 4º instar							
1. Testemunha	-	8	4,88 \pm 1,10 a	142,00 \pm 31,29 a	84,38 \pm 15,45 a	67,00 \pm 14,37 a	79,41 \pm 6,13 a
2. Xilol	40	6	7,00 \pm 1,37 a	160,83 \pm 49,28 a	78,33 \pm 17,05 a	60,67 \pm 12,83 a	77,45 \pm 2,64 a
3. Piriproxifem	25	9	4,89 \pm 0,35 a	218,22 \pm 39,49 a	100,0 \pm 15,30 a	75,33 \pm 14,54 a	75,33 \pm 6,77 a
4. Piriproxifem	37,5	9	7,44 \pm 0,80 a	161,44 \pm 56,98 a	65,78 \pm 13,19 a	43,78 \pm 14,77 a	66,55 \pm 11,74 a
5. Piriproxifem	50	9	9,86 \pm 3,22 a	206,14 \pm 57,90 a	63,29 \pm 15,15 a	54,00 \pm 13,35 a	85,33 \pm 11,12 a
CV (%)			69,09(p=0,21)	77,75(p=0,77)	54,88(p=0,42)	67,98(p=0,55)	47,09(p=0,41)
Pulverização sobre adultos							
1. Testemunha	-	30	7,76 \pm 0,33 b	159,92 \pm 20,59 a	-	109,96 \pm 18,45 a	68,73 \pm 5,71 a
2. Xilol	40	-	**	**	-	**	**
3. Piriproxifem	25	30	9,71 \pm 0,30 a	164,71 \pm 22,62 a	-	107,19 \pm 20,40 a	65,08 \pm 4,27 a
4. Piriproxifem	37,5	30	10,41 \pm 0,26 a	174,45 \pm 17,00 a	-	105,00 \pm 15,98 a	60,19 \pm 5,11 a
5. Piriproxifem	50	30	10,13 \pm 0,45 a	209,83 \pm 25,95 a	-	119,58 \pm 22,82 a	56,99 \pm 5,88 a
CV (%)			2,91(p=9,33.10 ⁻⁷)	36,52(p=0,49)		61,20(p=0,99)	56,23(p=0,40)

¹ Médias seguidas do erro padrão; ² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ³ Média total de ovos/fêmea acompanhada até a morte do inseto; ⁴ Fecundidade média acompanhada durante período de 15 dias à partir da 3ª postura de cada fêmea; ⁵ Viabilidade avaliada sobre período de 15 dias em insetos tratados em 2º e 4º instares e em adultos sobre número de ovos total; **Tratamento não aplicado sobre adultos.

Tabela 4. Percentual de sobrevivência de *Euschistus heros* tratados com piriproxifem e xilol ($26 \pm 2^\circ \text{C}$; $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 h)

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	Sobrevivência (%)				
		0 DAA	5 DAA	10 DAA	15 DAA	20 DAA
<i>Ninfas 2° instar</i>						
1. Testemunha	-	100	100	93	93	93
2. Xilol	40	100	93	70	67	67
3. Piriproxifem	25	100	90	73	67	63
4. Piriproxifem	37,5	100	96	87	83	77
5. Piriproxifem	50	100	83	70	63	57
<i>Ninfas 4° instar</i>						
1. Testemunha	-	100	100	90	87	87
2. Xilol	40	100	73	70	60	60
3. Piriproxifem	25	100	90	80	77	77
4. Piriproxifem	37,5	100	87	80	77	77
5. Piriproxifem	50	100	90	87	83	77
<i>Adultos</i>						
1. Testemunha	-	100	92	87	85	
2. Piriproxifem	25	100	80	78	77	
3. Piriproxifem	37,5	100	85	82	82	
4. Piriproxifem	50	100	87	83	80	

5.2 ANÁLISES HISTOLÓGICAS E HISTOQUÍMICAS DO TESTÍCULO DE *EUSCHISTUS HEROS*

Os testículos de *E. heros* adultos controle são órgãos pares, com 6 folículos e células da linhagem espermatogênica em cada folículo (Figura 1 A-D). Uma túnica de tecido conjuntivo reveste externamente (E) e emite septos denominados de túnica interna que divide os folículos (Ti).

Após a aplicação dos tratamentos, foi constatado afastamento dos cistos na região inicial da espermatogênese, conforme o aumento das dosagens.

Com a reação por Tricrômico de Mallory, observou-se a presença de colágeno mais fortemente marcado na testemunha comparado aos demais tratamentos, indicando possível alteração do tecido conjuntivo, possivelmente em decorrência do contato com piriproxifem e/ou xilol (Fig. E-H).

Detectou-se reação PAS positiva na túnica externa, túnica interna e entre os cistos mais intensa na testemunha que nos demais tratamentos, indicando possível ação sobre polissacarídeos neutros (Fig. I-L).

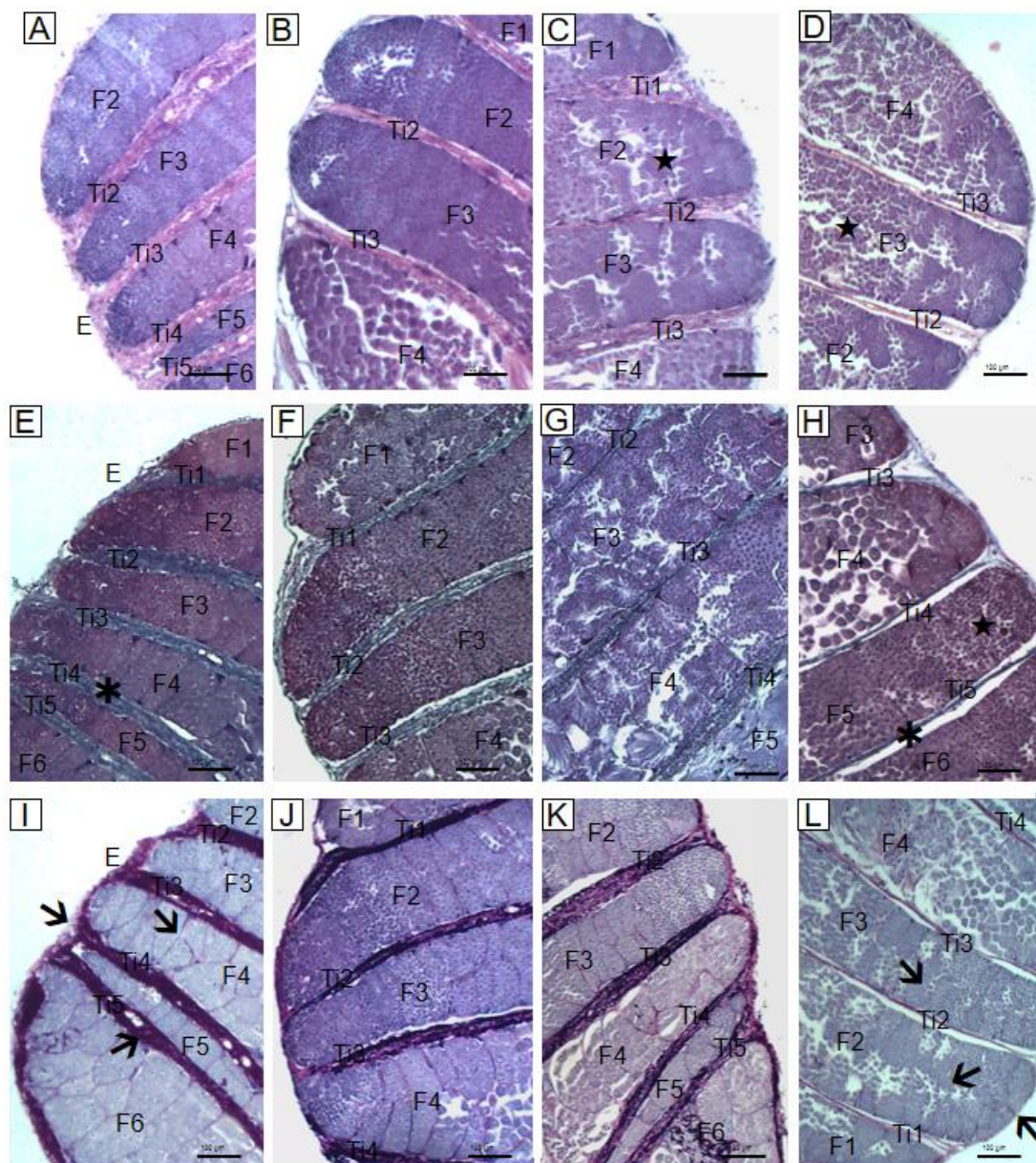


Figura 1. Figura 1. Fotomicrografia do testículo de *Euschistus heros* adulto. Barra = 100 μ m. **Fig. A, E e D)** Testemunha. **Fig. B, F e J).** Inseto tratado na dose de 250 mL/ha. **Fig. C, G e K).** Inseto tratado com dose de 375 mL/ha. **Fig. D, H e L).** Inseto tratado com dose de 500 mL/ha. **Fig. A, E I).** Notar túnica celular externa (E) revestindo externamente o testículo. **Fig. A-L)** Folículos testiculares enumerados de F1-F6 com espermatozoides em formação e cistos de células da linhagem espermatogênica em seu interior. **Fig. A-L).** Túnica celular interna entre folículos também enumerada de Ti1-Ti5. **Fig. A-D).** Coloração por HE (Hematoxilina-Eosina). Notar em todas as técnicas: Afastamento dos cistos (★) na região inicial da espermatogênese, conforme o aumento das doses. **Fig. E-H);** Coloração por Tricrômico de Mallory; Presença de colágeno (★) mais fortemente marcado (azul) na testemunha comparado aos demais tratamentos. **Fig. I-L)** Reação por Ácido Periódico de Schiff. Reação PAS positiva na túnica externa, túnica interna e entre cistos (→), mais intensa na testemunha que nos demais tratamentos, indicando ação sobre polissacarídeos neutros.

5.3 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *EUSCHISTUS HEROS*

O número de *E. heros* nas primeiras amostragens (R5) foram predominantemente de ninfas grandes (3^o, 4^o e 5^o instares) sendo que em determinados pontos, principalmente bordadura da lavoura próximas à mata, ultrapassou a média de 2 percevejos/m (Figura 2). Nas avaliações seguintes houve redução na quantidade de adultos, em relação às ninfas grandes, muito provavelmente devido a mortalidade natural destes, que possivelmente foram insetos colonizadores originários da mata do entorno.

Nas três avaliações após a primeira aplicação, os tratamentos tiametoxam+lambda-cialotrina e dinotefuran+piriproxifem mantiveram o número de insetos abaixo do nível de controle quando somadas as médias de ninfas grandes + adultos. Nos tratamentos com piriproxifem (250, 375 e 500 mL/ha) a densidade de percevejos não sofreu redução em relação a testemunha sem inseticida, apresentando médias 3 a 4 vezes acima dos tratamentos de maior controle (Figura 2). As médias obtidas no tratamento acetamiprido+piriproxifem (2,25 a 3 insetos/m) foram semelhantes aos tratamentos com piriproxifem 250 (2,81 a 3,63 insetos/m), 375 (3,19 a 4,56 insetos/m) e 500 (3,63 a 4,63 insetos/m) apresentando níveis sempre acima do limite de controle tolerado tanto em ninfas grandes quanto em adultos.

Quando avaliada a densidade somente de ninfas grandes (Figura 3), além dos tratamentos tiametoxam+lambda-cialotrina e dinotefuran+piriproxifem, o tratamento piriproxifem 250 (mL/ha) manteve o nível populacional em média abaixo do nível de controle em todas as amostragens. Os tratamentos piriproxifem (375 e 500 mL/ha) e acetamiprido+piriproxifem ficaram abaixo do nível de controle em alguns momentos durante as avaliações (11, 14 e 18/02/2019), o que pode corroborar com o observado no estudo biológico sobre a ação do piriproxifem principalmente sobre essa fase de desenvolvimento (Figura 3).

Duas semanas após a primeira pulverização da área, a população de percevejos em todos os tratamentos, exceto o considerado padrão, havia ultrapassado o nível de ação de 2 percevejos em média, sendo necessária a segunda aplicação. Nas amostragens seguintes os únicos tratamentos que contiveram a praga foram tiametoxam+lambda-cialotrina e dinotefuran+piriproxifem. As médias observadas nos demais tratamentos estiveram sempre acima do tolerado; na testemunha (3,81 a 5,56 insetos/m), piriproxifem (2,88 a 7,44 insetos/m) e acetamiprido+piriproxifem (3,69 a 5 insetos/m) (Figura 2).

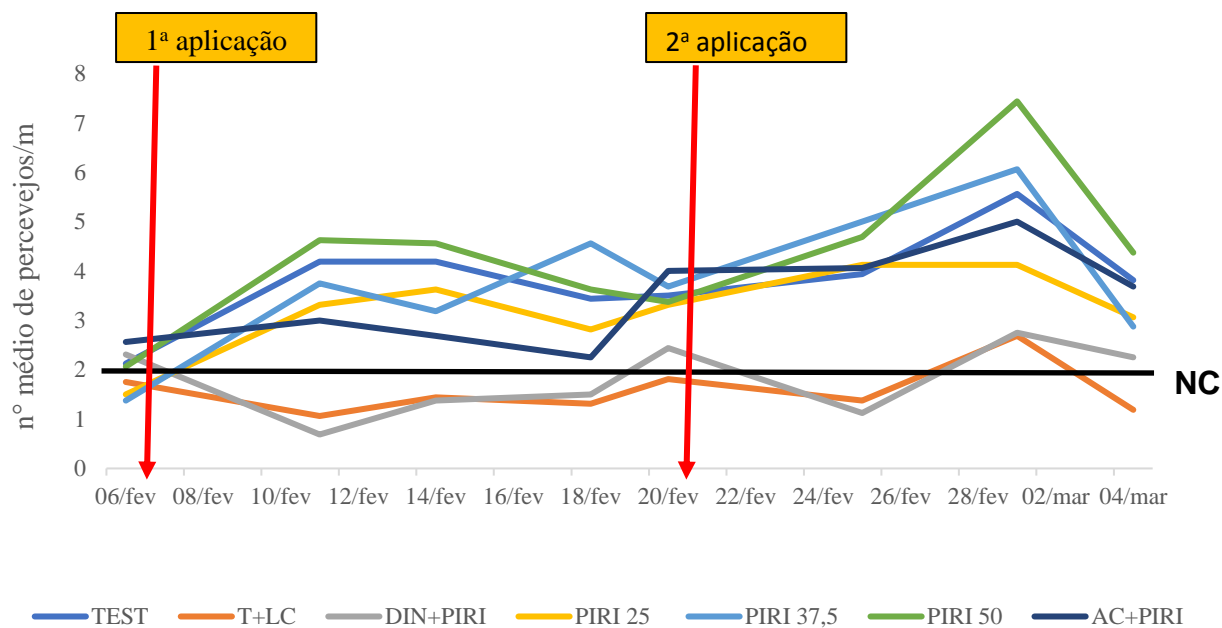


Figura 2. Flutuação populacional de ninfas (3^o, 4^o e 5^o instares) e adultos de *Euschistus heros*, em áreas de soja tratadas com diferentes inseticidas, indicando os momentos de aplicação dos tratamentos. Londrina, PR, Safra agrícola 2018/2019. (T+LC= 28,2+21,2 g ha⁻¹ tiametoxam+ lambda-cialotrina; DIN+PIRI= 100+25 g ha⁻¹ dinotefuran+piriproxifem; PIRI=piriproxifem g ha⁻¹; AC+PIRI= 50+25 g ha⁻¹ acetamiprido+piriproxifem).

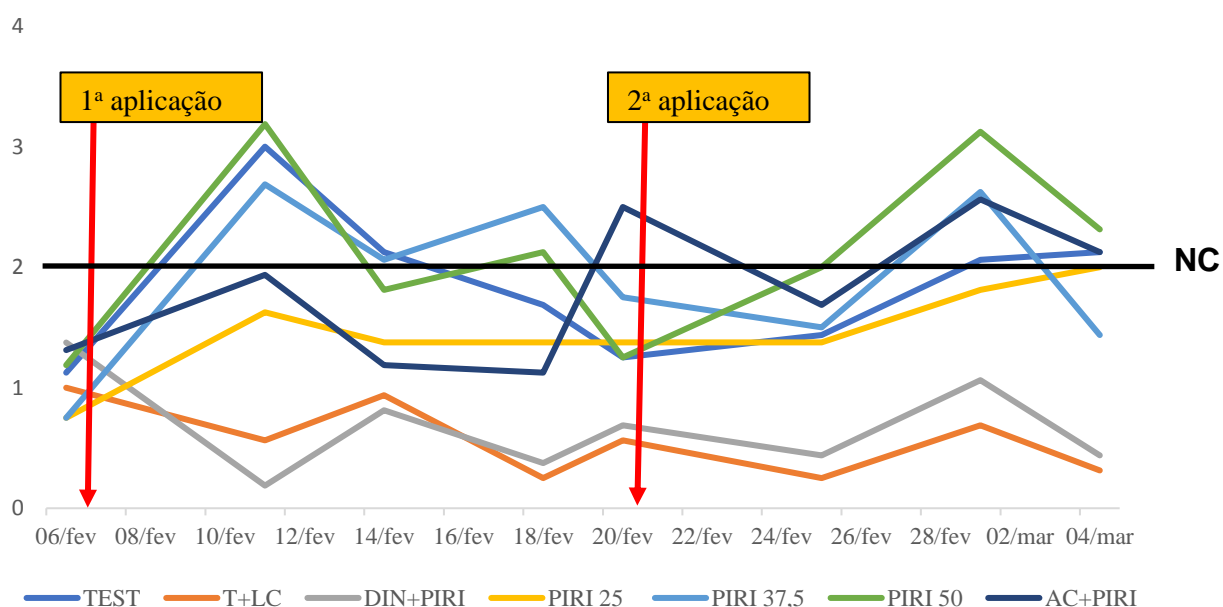


Figura 3. Flutuação populacional de ninfas (3^o, 4^o e 5^o instares) de *Euschistus heros* em soja em áreas de soja tratadas com diferentes inseticidas, indicando os momentos de aplicação dos tratamentos. Londrina, PR, Safra agrícola 2018/2019. (T+LC= 28,2+21,2 g ha⁻¹ tiametoxam+ lambda-cialotrina; DIN+PIRI= 100+25 g ha⁻¹ dinotefuran+piriproxifem; PIRI=piriproxifem g ha⁻¹; AC+PIRI= 50+25 g ha⁻¹ acetamiprido+piriproxifem).

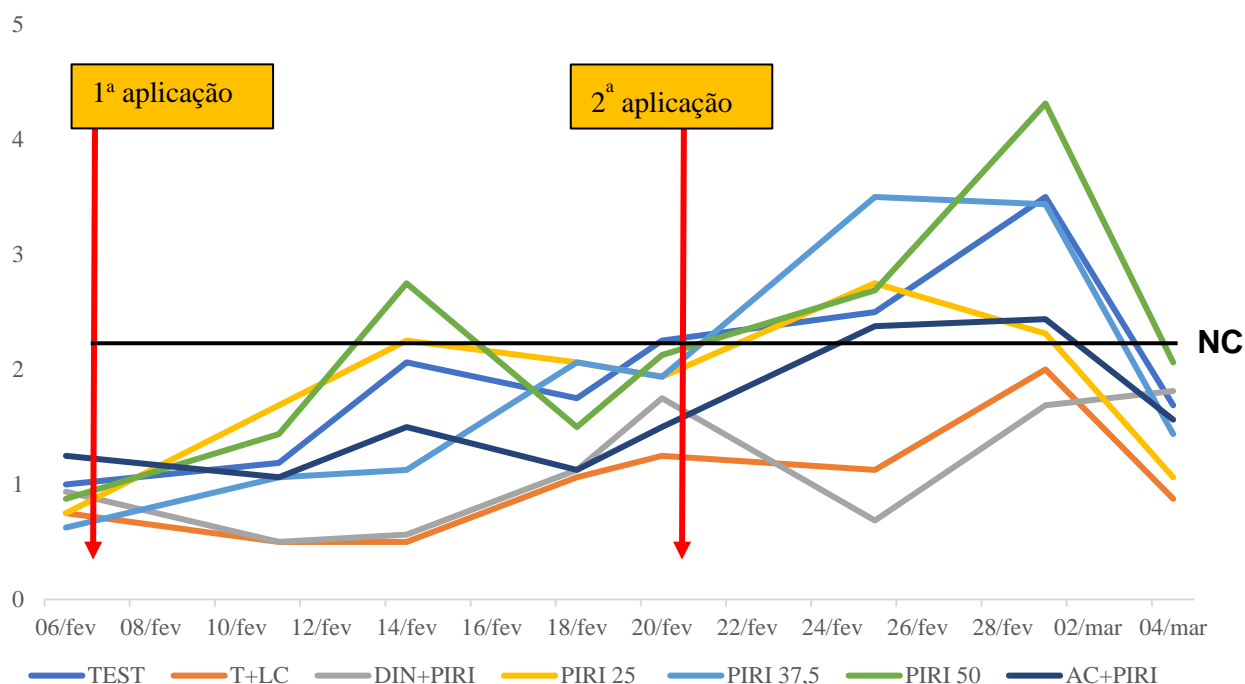


Figura 4. Flutuação populacional *Euschistus heros* adultos em áreas tratadas com diferentes inseticidas, indicando os momentos de aplicação dos tratamentos. Londrina, PR, Safra agrícola 2018/2019. (T+LC= 28,2+21,2 g ha⁻¹ tiametoxam+ lambda-cialotrina; DIN+PIRI= 100+25 g ha⁻¹ dinotefuran+piriproxifem; PIRI=piriproxifem g ha⁻¹; AC+PIRI= 50+25 g ha⁻¹ acetamiprido+piriproxifem.

Para os parâmetros de colheita, análise visual dos grãos, massa de grãos bons e médios somadas (GBM), massa de mil grãos (M1000) e produtividade estimada em Kg/ha não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, quando avaliada separadamente a variável massa de grãos bons e visualmente sem danos (GB), os tratamentos tiametoxam+lambda-cialotrina e dinotefuran+piriproxifem, anteriormente descritos como os que promoveram menor infestação, apresentam as maiores médias neste quesito (Tabela 6).

Tabela 5. Massa de grãos bons (GB), grãos bons e médios (GBM), grãos ruins (GR), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD) resultantes de diferentes sistemas de manejo de percevejo em campo. Londrina - PR, Safra agrícola 2018/2019

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	GB (g)	GBM (g)	GR (g)	M1000 (g)	PROD (Kg ha ⁻¹)
1. Testemunha	-	15,50 abc	48,64	1,35	127,50	3705,25
2. Tiametoxam+lambda-cialotrina	28,2+21,2	24,50 a	48,96	1,03	133,00	3833,75
3. Piriproxifem	25	13,50 bc	48,35	1,64	126,00	3343,50
4. Piriproxifem	37,5	15,25 abc	48,24	1,75	123,75	3640,00
5. Piriproxifem	50	11,25 c	48,39	1,60	134,25	3789,75
6. Dinotefuran+piriproxifem	100+25	21,50 ab	48,88	1,12	130,75	3729,75
7. Acetamiprido+piriproxifem	50+25	15,25 abc	48,68	1,31	125,75	3482,25
Coeficiente de variação (%)		25,16*	0,54 ^{ns}	37 ^{ns}	4,08 ^{ns}	13,76 ^{ns}

¹ Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ns não significativo pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F.

O percentual de sementes picadas (TZ 1-8) e sementes inviabilizadas por percevejos (TZ 6-8) foi menor nos tratamentos com tiametoxam+lambd-cialotrina e dinotefuran+piriproxifem, respectivamente, em consequência da menor infestação nestes tratamentos, constatada pelas amostragens (Tabela 7). O percentual de sementes picadas foi significativamente superior na testemunha e nos demais tratamentos com piriproxifem (250, 375 e 500) e acetamiprido+piriproxifem, exceto com dinotefuran+piriproxifem, quanto ao número de picadas. Não foi observada diferença significativa dos tratamentos em relação a testemunha quanto ao parâmetro grãos inviabilizados, porém os tratamentos tiametoxam+lambd-cialotrina e dinotefuran+piriproxifem foram significativamente melhores do que a menor dose de piriproxifem

Tabela 6. Porcentagem de sementes de soja picadas e inviabilizadas, resultantes de diferentes sistemas de manejo de percevejo em Londrina – PR, safra agrícola 2018/2019¹

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	TZ (1-8) ²	TZ (6-8) ³
1. Testemunha	-	57,75 Ab	11,75 ab
2. Tiametoxam+lambd-cialotrina	28,2+21,2	32,50 C	04,75 b
3. Piriproxifem	25	68,50 A	14,25 a
4. Piriproxifem	37,5	64,00 A	08,25 ab
5. Piriproxifem	50	72,00 A	11,75 ab
6. Dinotefuran+piriproxifem	100+25	42,75 Bc	06,25 b
7. Acetamiprido+piriproxifem	50+25	60,00 Ab	09,50 ab
CV (%)		15,74	36,02

¹ Teste de tetrazólio; ² TZ (1–8): porcentagem de sementes picadas; ³ TZ(6–8): porcentagem de sementes inviabilizadas; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; dados não transformados.

Para os defeitos de grãos fermentados verificou-se que o tratamento com tiametoxam+lambd-cialotrina proporcionou a menor porcentagem de grãos fermentados diferindo significativamente das amostras do tratamento de maior dose de piriproxifem, ao longo de 180 dias de armazenamento da soja (Tabela 8). Os grãos de soja dos demais tratamentos quando comparados com estes, e entre si, não diferiram estatisticamente. Quando avaliado o total de fermentados somados aos grãos danificados por percevejos, a menor porcentagem foi encontrada no tratamento tiametoxam+lambd-cialotrina. O mesmo diferiu significativamente dos tratamentos com diferentes doses de piriproxifem e de acetamiprido+piriproxifem exceto à testemunha e ao tratamento com dinotefuran+piriproxifem.

Tabela 7. Porcentagem de grãos de soja fermentados, danificados por percevejos, fermentados + danificados, após 180 dias de armazenamento e desconto ao produtor segundo a Classificação Comercial de grãos de soja resultante de diferentes sistemas de manejo de percevejo em campo. Londrina – PR, safra agrícola 2018/2019

Tratamento	Concentração (g i.a./ha)	Fermentado ¹	Danificado	Ferm+dan	Desconto
1. Testemunha	-	16,00 ab	16,06	32,06 abc	8,01 abc
2. Tiametoxam+lambda-cialotrina	28,2+21,2	7,84 b	8,21	16,05 c	4,01 c
3. Piriproxifem	25	18,19 ab	17,24	35,43 ab	8,86 ab
4. Piriproxifem	37,5	19,31 ab	18,78	38,09 a	9,52 a
5. Piriproxifem	50	22,67 a	16,53	39,20 a	9,80 a
6. Dinotefuran+piriproxifem	100+25	9,43 ab	11,54	20,97 bc	5,24 bc
7. Acetamiprido+piriproxifem	50+25	18,17 ab	16,3	34,47 ab	8,62 ab
CV (%)		36,8	44,59 ^{ns}	23,46	23,46

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; dados não transformados. ^{ns} Diferença não significativa.

6. DISCUSSÃO

6.1 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

O piriproxifem promoveu diferentes alterações na biologia de *E. heros* de acordo com a fase de desenvolvimento em que entrou em contato com o inseto. O tratamento com a maior dose em 2º instar provocou redução na viabilidade de ovos, embora o número de fêmeas observadas tenha sido baixo (n=2) devido à baixa sobrevivência neste tratamento.

O mesmo produto tem a capacidade de induzir o desenvolvimento dos oócitos de *Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em diapausa, mas os ovos resultantes dessas fêmeas tiveram 70% de redução na viabilidade comparado com fêmeas submetidas ao tratamento controle com acetona (PENCA; HODGES, 2017).

A aplicação de piriproxifem sobre ninfas de quinto instar e adultos de cinco dias de *Brachynema germari* Kol. (Hemiptera: Pentatomidae) resultou em maior mortalidade de ninfas recém emergidas comparadas às mais próximas da fase adulta, e resultou em significativa redução na viabilidade dos ovos nos adultos, ao utilizar concentrações entre 20 e 500 mg L⁻¹ do produto (BAGHERI et al., 2010). Estudos demonstraram ainda, efeitos latentes na oviposição e fecundidade de *Tetranychus Urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) diminuindo o número de ovos postos por fêmeas e a viabilidade destes na concentração de 10 mg L⁻¹ utilizada (ABDEL-HAFEZ et al., 2014). Assim, podemos inferir que piriproxifem interfere na viabilidade de ovos, principalmente quando aplicado em indivíduos com órgãos reprodutores imaturos.

Estudos anteriores mostraram que a vitelogenese em hemípteros é regulada pelo hormônio juvenil (TUFAIL, 2014) e desequilíbrios neste hormônio podem inibir a síntese da proteína vitelogenina, a maturação de oócitos, e por consequência, inviabilizar os ovos (LU et al., 2016). No entanto, o hormônio juvenil em estágios imaturos de machos de *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera: Acrididae) resultou em glândulas acessórias e vesículas seminais subdesenvolvidas e ausência de esperma na vesícula seminal do inseto comparado com insetos controle (HIROYOSHI et al., 2019).

Propõe-se, que a inviabilidade dos ovos por piriproxifem pode estar relacionada com a interferência deste na deposição de reservas proteicas e/ou lipídicas no vitelo, originando ambiente insuficiente em nutrientes para o desenvolvimento do embrião, ou também pela inviabilidade do espermatozoide de machos que receberam o produto.

A aplicação do produto em adultos nas três concentrações retardou o início da oviposição em comparação com a testemunha, e, embora os efeitos de piriproxifem sejam mais evidentes quando o contato se dá nas fases ninfais, este resultado pode ser em decorrência da aplicação ter ocorrido em adultos jovens (até 48h) e a ação do piriproxifem, possa ter retardado a maturação do sistema reprodutor do adulto. Estes resultados discordam com estudos anteriores de Iftikhar et al. (2020) no qual, o período de pré-oviposição de *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae), diminuiu conforme o aumento das concentrações do inseticida.

Nossos resultados mostraram que o xilol aumentou a duração da fase ninfal e teve efeito de mortalidade sobre ninfas de 4º instar. O aumento do estágio ninfal de *E. heros* expostos ao xilol pode ter ocorrido em função de um estresse oxidativo, envolvido em diversos processos metabólicos, incluindo a regulação do crescimento, como já estudado anteriormente em *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) (SINGH et al. 2010). A sobrevivência dos insetos a este tratamento também foi reduzida, e isso provavelmente ocorreu devido a toxicidade desse hidrocarboneto. Estudos apontam a alta toxicidade do xilol ao artrópode marinho *Mysidopsis juniae* Silva (Crustacea: Misida) (NASCIMENTO, 2017) e a pragas de grão armazenados como *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) comparado a outros solventes (PAJARO-CASTRO et al., 2019),

A associação do xilol como excipiente de formulações inseticidas e os efeitos sobre o inseto-alvo que não são derivados do modo de ação primário do ingrediente ativo ainda são muito escassos, sendo apenas discutidos em trabalhos com toxicologia de vertebrados (HOOD; OTTLEY, 1985; WOLANSKY; TORNERO-VELEZ, 2013). Estudos mais aprofundados com o uso de xilol sobre *E. heros* poderão ser realizados futuramente.

6.2 PARÂMETROS HISTOLÓGICOS

Neste estudo foi possível observar, morfológicamente, que ambos os testículos de adultos de *E. heros* são compostos de 6 folículos e todas as células da linhagem espermatogênica no interior cada folículo (Fig. A-D), conforme descrito por Cossolin (2013). A ação de inseticidas sobre o processo espermatogênico de *E. heros* tem sido estudada tanto com inseticidas neurotóxicos, quanto com IDCs como o piriproxifem. O inseticida tiametoxam + lambda-cialotrina não altera o processo de espermatogênese, nem a estrutura dos testículos de *E. heros* ainda que selecionados pela exposição à substância por 15 gerações (AGUIAR et al., 2017). Diferentemente, foram relatadas alterações em órgãos reprodutores de *D. melacanthus*,

em ambos os sexos com uso de piriproxifem, mais especificamente na espermiogênese (CREMONEZ et al., 2017).

A alteração do tecido conjuntivo em decorrência do uso do produto indica possível interferência na biossíntese de colágeno, impedindo a agregação de fibrilas para formação de fibras, ou mesmo na desestruturação de fibras de colágeno. Cremonez et al. (2017) relatou alterações no tecido conjuntivo de *D. melacanthus* em seus resultados com buprofezina e piriproxifem. As mesmas alterações já foram constatadas sobre *E. heros* em estudo ainda não publicado utilizando concentração subletal (0,668 mL i. a. L⁻¹) de piriproxifem.

Observou-se também uma redução significativa na espessura do tecido conjuntivo que subdivide internamente cada folículo e reveste externamente os testículos de *E. heros* (Matsumoto et al. - dados não publicados). Esse tipo de tecido contém importantes células fixas e transitórias que incluem células produtoras de fibras, como fibroblastos e fibrócitos, e células de defesa (ALBERTS, 2017). Estudos sobre a importância do tecido conjuntivo e suas possíveis alterações têm sido relacionados a diversas doenças em vertebrados (HALPER, 2014; KUSMIREK; KANNE, 2019). Portanto uma possível disfunção nessa estrutura poderia acarretar problemas fisiológicos, nutricionais e estruturais, nas células reprodutivas do inseto e conseqüentemente afetar o potencial biótico da praga.

A reação PAS positiva detectada em insetos tratados com piriproxifem, indica marcação em polissacarídeos neutros. A quitina, principal componente estrutural no exoesqueleto dos artrópodes e o tecido conjuntivo presente nos testículos, são tipos de polissacarídeos. Estudos mostraram que ao testar o inibidor da biossíntese de quitina lufenuron, sobre pentatomídeos e coleóptera, regiões e atividades específicas do sistema reprodutivo, como no processo de gametogênese, tanto de machos quanto de fêmeas (COSTA et al., 2017; CREMONEZ et al., 2017; 2019). Entretanto, a ação desse tipo de inseticida pode afetar de maneira semelhante organismos benéficos ao agroecossistema, como inimigos naturais (BARBOSA et al., 2018) e polinizadores. Nestes, o inseticida induziu a emergência antecipada das abelhas *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae), causando má formações e conflitos decorrentes do não reconhecimento do indivíduo pelos companheiros da colônia, devido a alterações no perfil de hidrocarboneto cuticular dos insetos (FOURRIER et al., 2015). Os efeitos subletais do piriproxifem sobre *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) prolongaram a duração do desenvolvimento imaturo, reduziram a reprodução e os parâmetros de crescimento populacional (IFTIKHAR et al., 2020)

Embora alguns autores considerem piriproxifem não tóxico contra agentes de controle biológico, polinizadores e mamíferos (SINGH; CHANDI; 2019) o uso de piriproxifem

bem como de outros IDCs deve ser estudado cautelosamente para que a interação dentro do manejo integrado de pragas seja a mais assertiva possível.

6.3 PARÂMETROS DE CAMPO

Os inseticidas utilizados no início do cultivo da soja contra pragas iniciais como lagartas e moscas-brancas podem interagir posteriormente com percevejos presentes na mesma área e que irão afetar a cultura no período final da safra. Piriproximifem é direcionado para o controle de insetos sugadores, principalmente moscas-brancas em soja, e seu uso pode implicar em efeitos não alvos sobre outros sugadores, como os percevejos (HATAKOSHI, 2013). Estudos sobre o efeito não alvo de piriproximifem e outros inseticidas no desempenho sexual de *E. heros* demonstraram ação no atraso do acasalamento, mas não efeitos sobre os parâmetros da tabela de fertilidade do inseto, como a taxa intrínseca de crescimento populacional (SANTOS et al., 2018). Por outro lado, em outro estudo conduzido pelo mesmo grupo de trabalho, concluíram que o piriproximifem, na dose recomendada a nível de campo (250 mL ha⁻¹) para mosca-branca, afetou o desenvolvimento dos primeiros estádios ninfais de *E. heros* (SANTOS et al., 2016).

A predominância de ninfas grandes (3^o, 4^o e 5^o instares) de *E. heros* nas primeiras amostragens deste estudo coincidiu com o estágio de enchimento do grão (R.5) e portanto, infestações que já ocasionam danos às sementes e perdas na produtividade (PANIZZI et al., 2012). A quantidade de adultos apresentou redução em relação às ninfas grandes nas avaliações seguintes, muito provavelmente, devido a mortalidade natural destes, que possivelmente foram insetos colonizadores saídos da diapausa e originários da mata do entorno (CORRÊA-FERREIRA; ROGGIA, 2013).

Após a aplicação dos tratamentos em campo, a menor dose de piriproximifem manteve o nível populacional médio de ninfas abaixo do nível de controle em todas as amostragens. Embora o aumento da dose desse produto não tenha proporcionado redução populacional em relação a menor dose, os resultados corroboram estudos que indicam que a ação do piriproximifem afeta principalmente a fase imatura do percevejo (BAGHERI et al., 2010) ou impede o desenvolvimento a longo prazo de ninfas de *Diaspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae) em maçãs na Argentina (SAZO et al., 2016).

De maneira geral, os tratamentos contendo os neonicotinoides tiametoxam e dinotefuran, foram os que melhor mantiveram os níveis populacionais de percevejos abaixo do nível de controle. Os produtos com melhor desempenho no controle de *E. heros* são compostos pela combinação de inseticidas de classes diferentes, como os neonicotinoides e piretroides

(ROGGIA et al., 2019). O tiametoxam e a lambda-cialotrina tem demonstrado maior eficiência no controle de *E. heros* em soja (TUELHER, 2018; MARQUES et al., 2019).

O rendimento dos grãos ao final do ciclo costuma ser um parâmetro muito variável, que pode estar ligado a fatores ambientais e do solo e não apenas ao ataque de percevejos. Embora não tenham ocorrido diferenças significativas entre os parâmetros gerais de produtividade no presente estudo, os tratamentos com menor infestação foram os que apresentaram maior percentual de grãos bons e sem danos. Este fato já foi demonstrado anteriormente em campo quando comparou-se tiametoxam+lambda-cialotrina e o desregulador hormonal diflubenzurom em *E. heros*, no qual, o tratamento com o inibidor da biossíntese de quitina, apresentou níveis de infestação 13% menores em relação à testemunha durante o período de enchimento de grãos e apesar, não foi observada variação na produtividade da soja (CORRÊA-FERREIRA et al., 2011).

O uso de misturas de produtos pode ser uma saída para os problemas de resistência de pragas a inseticidas, uma vez que o uso consecutivo dos mesmos produtos tornam as pragas tolerantes (SOSA-GOMÉZ et al., 2010; 2012; TUELHER, 2018; MARQUES et al., 2019). A mistura do neonicotinoide dinotefuran com piriproxifem se mostrou uma alternativa interessante para manejo de percevejos, uma vez que a substituição do inseticida piretroide por um desregulador hormonal (mímico do hormônio juvenil) proporciona uma combinação mais diversificada com dois inseticidas que atuam de forma diferente, quando comparado a combinação de neonicotinoide com piretroide, ambos neurotóxicos.

A qualidade de grãos, avaliada pelo teste de tetrazólio, costuma ser o melhor indicador da eficiência do sistema de manejo de percevejos do que o rendimento, pois quantifica com maior confiabilidade a injúria causada pelo ataque de percevejos em soja (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013b). Por proporcionarem menores níveis populacionais, os tratamentos com tiametoxam + lambda-cialotrina e dinotefuran + piriproxifem apresentaram menores percentuais de sementes picadas e inviabilizadas no teste de tetrazólio. A inserção do estilete durante a alimentação do percevejo abre porta para entrada de micro-organismos, como a levedura *Nematospora coryli* Peglion, resultando na fermentação encontrada e consequentemente, em perdas de germinação e de vigor (FRANÇA-NETO et al., 2018)

Os defeitos no grão determinados pela classificação comercial, foram maiores onde ocorreram as maiores infestações de percevejos em campo. Este resultado se apresentou igualmente ao encontrado por Boccatti et al. (2014) que ao avaliarem diferentes tipos de manejo de pragas na soja, concluíram que o MIP, utilizando aplicações químicas apenas quando necessárias, reduziram o percentual de descontos que seriam aplicados ao produtor, caso as

amostras fossem classificadas de acordo com parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Agricultura.

7. CONCLUSÕES

A maior dose de piriproxifem testada interfere na viabilidade de ovos e reduz a sobrevivência, principalmente quando aplicada em *E. heros* imaturos. Também concluímos que retarda a oviposição em adultos, mas não influencia a longevidade de machos e fêmeas.

Piriproxifem altera o tecido conjuntivo do testículo de machos virgens adultos, o que pode comprometer a formação dos espermatozoides e por conseguinte, o potencial biótico da praga.

Em campo, o uso isolado de piriproxifem não reduz a infestação de *E. heros*. Por outro lado, a mistura do neonicotinoide dinotefuram com piriproxifem constitui-se em uma alternativa eficiente para o controle do percevejo-marrom, comparado ao inseticida padrão, com a vantagem de ser composto por dois produtos com modos de ação diferentes.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAFEZ, H.; KHALIL, U.; EL-NENAEY, H. Toxicological and Biological Effects of Juvenile Hormone Mimic (JHM) Pyriproxyfen Against the Two Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Acarines**, v. 8, n. 1, p. 49-53, 2014.
- ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Pesquisa de Agrotóxicos. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br>. Acesso em: 11 jun. 2018.
- AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 20 mai. 2019.
- AGUIAR, R. C. M., HUSCH, P. E., GALLO, R. B., LEVY, S. M., VILAS-BÔAS, L. A., SILVA, C. R. M.,... ROSA, R. Effects of thiamethoxam and lambda-cyhalothrin on spermatogenesis of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Entomological Science**, v.20, n.1, p. 279-287, 2017.
- BAGHERI, F.; TALEBI, K.; HOSSEININAVEH, V. Cellular energy allocation of pistachio green stink bug, *Brachynema germari* Kol. (Hemiptera.: Pentatomidae) in relation to juvenoid pyriproxyfen. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n.35, p. 5746-5753, 2010.
- BARBOSA, P. R. R., OLIVEIRA, M. D., BARROS, E. M., MICHAUD, J. P., & TORRES, J. B. Differential impacts of six insecticides on a mealybug and its coccinellid predator. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, n. 147, p. 963–971, 2018.
- BERNARDI, O.; BERNARDI, D.; HORIKOSHI, R. J.; OMOTO, C. Manejo da resistência de insetos a plantas Bt. Engenheiro Coelho: Promip, 2016. 45p.
- BOCATTI, C. R.; LORINI, I.; QUIRINO, J. R.; ROSA, E. E.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, M. A. de. Defeitos da classificação comercial da soja devido a infestação de percevejos na lavoura e sua evolução no armazenamento. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 6., 2014, Maringá. Anais... Londrina: ABRAMOS, p. 162-169, 2014.
- BOINA, D. R.; ROGERS, M. E.; STELINSKI, L. L. Effect of pyriproxyfen, a juvenile hormone mimic, on egg hatch, nymph development, adult emergence and reproduction of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, p. 349–357, 2010.
- BORTOLOTTO, O. C.; BUENO, A. F.; FRUGERY, A.P.; BARBOSA, G.; SILVA, G. V.; POMARI, A. F. Aspectos biológicos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) e *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas: possíveis impactos do aquecimento global. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 6 p., 2012.
- BORTOLOTTO, O. C.; MIKAMI, A. Y.; BUENO, A. F.; SILVA, G. V.; QUEIROZ, A. P. Aspectos biológicos de *Dichelops melacanthus* em três temperaturas, alimentados com grãos imaturos de milho 2B688Hx e 2B688. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n.2, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotulagem. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007a. Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortaIMapa&chave=1194426968>> Acesso em: 05 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do anexo da Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007, que redação às alíneas “b” e “g” e acrescentando- -se a alínea “h”. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 145, p. 9, 30 jul. 2007b. Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortaIMapa&chave=703515752>> Acesso em: 05 ago. 2019.

BUENO, A. de F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. de F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. Embrapa Soja. Circular Técnica, 79. Londrina, 11p, 2010.

CHAPMAN, R.F. The insects: structure and function. 5 Ed. Cambridge: University Press, 2013, 929p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 6 (safra 2018/19), n. 12 (Décimo segundo levantamento - setembro 2019). Brasília: Conab, 2019.

CONTE et al. Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/18 no Paraná. Documentos 402. Londrina: Embrapa Soja, 2018, 66p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. et al. MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja. Documentos 341. Embrapa Soja, 2013a, 30p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ROGGIA, S. Atividade Alimentar do Percevejo Marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) na Safra e Entressafra da Soja. Embrapa Soja, Londrina, PR. Abr. 2013b.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. ; ROGGIA, S. ; BUENO, A.F. ; ALVES, J.B. Flutuação populacional e danos de percevejos em soja submetida à aplicação do inseticida regulador de crescimento diflubenzurom. In: **Resumos da XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil** - São Pedro, SP, 2011.

COSSOLIN, J. F. S.; BARCELLOS, M. S.; REIS, A. B.; PEREIRA, M. J. B.; LINO-NETO, J. Dimorfismo em espermatozoides de *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). In: **Caderno de Resumos do IV Simpósio de Entomologia**, Viçosa, MG, 2013.

COSTA, H.N.; CUNHA, F.M.; CRUZ, G.S.; D’ASSUNÇÃO, C.G.; ROLIM, G.G.; BARROS, M.E.G.; BREDÁ, M.O.; TEIXEIRA, A.A.C.; TEIXEIRA, V.W. Lufenuron impact upon

Anthonomus grandis Boheman (Coleoptera: Curculionidae) midgut and its reflection in gametogenesis. **Pesticide Biochemistry & Physiology**, v.137, p. 71–80, 2017.

CREMONEZ, P. S. G.; GOUVEA, S. P.; PINHEIRO, D. O.; FALLEIROS, A. M. F.; LEVY, S. M.; MENEGHIN, A. M.; FONSECA, I. C. B.; NEVES, P. M. O. J. Chitin Biosynthesis Inhibitors in *Euschistus heros* Fabr. (Hemiptera: Pentatomidae): morphometric alterations in testes and nuclei of testicular accessory cells of adults. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 11, n. 1, p. 411-417, 2019.

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) subjected to buprofezin and pyriproxyfen: morphological analysis of ovarioles and testes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2279–2292, 2017.

DHADIALLA, T. S. **Advances in insect physiology: insect growth disruptors**. 1 Ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 564p.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. **Pragas da soja tecnologia e produção: soja e milho 2011/2012**. Maracaju: Fundação MS, 2012. 296p.

DELBECQUE, J. P., WEIDNER, K., HOFFMANN, K. H. Alternative sites for ecdysteroid production in insects. **Invertebrate Reproduction Development**, Rehovot, v. 18, p. 29–42, 1990.

ENGELMANN, F. **The Physiology of Insect Reproduction**. Pergamon Press, Oxford, New York, 1970, 307 p.

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.

FERREIRA, A.V.S.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V; SANTOS, F.A.B.; VEIGA, A.F.S.L; TEIXEIRA, A.A.C. Histologia do aparelho reprodutor masculino e morfometria da população celular dos folículos testiculares de *Chromacris speciosa* (Thunberg, 1824) (Orthoptera: Romaleidae) submetido a três fotoperíodos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.3, p.349-355, 2006.

FIDELIS, R.R.; ROCHA, R.N.C.; LEITE, U.T. & TANCREDI, F.D. Alguns aspectos para do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, p. 23-31, 2003.

FOURRIER, J.; DESCHAMPS, M.; DROIN, L.; ALAUX, C.; FORTINI, D.; BESLAY, D.; LE CONTE, Y.; DEVILLERS, J.; AUPINEL, P.; DECOURTYE, A. Larval exposure to the juvenile hormone analog pyriproxyfen disrupts acceptance of and social behavior performance in adult honey bees. **PLOS ONE**. San francisco, v.10, 16p, 2015.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PADUA, G. P. de; LORINI, I. Características fisiológicas da semente: vigor, viabilidade, germinação, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio, dano por percevejo tetrazólio e sementes verdes.

In: LORINI, I. (Ed.). Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2016/17. Londrina: Embrapa Soja, p. 31-59, 2018.

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

GAZZONI, D. L. **Manejo de pragas da soja: uma abordagem histórica**. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Embrapa, Londrina, PR, Documentos 78, 72p, 1994.

GODOY, K. B.; ÁVILA, C. J.; DUARTE, M. M.; ARCE, C. C. M. Parasitism and diapause sites of brown stink bug adults, *Euschistus heros* in the Great Dourados Region, MS, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 40, v. 5, p. 1199-1202, 2010.

GRAZIA, J.; DEL VECCHIO, M.C.; BALESTIERI, F.M.P.; RAMIRO, Z.A. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p. 39-51, 1980.

HALPER, J. Connective Tissue Disorders in Domestic Animals. Progress in Heritable Soft Connective Tissue Diseases. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, 231–240, 2014.

HATAKOSHI, M., Pyriproxyfen: a new juvenoid. In: KRAMER, W., SCHIRMER, JESCHKE, P., WITSCHEL (Eds.), Modern Crop Protection Compounds, vol. 3. Wiley VCH, Weinheim, Germany, pp. 983-999, 2013.

HIROYOSHI, S.; KOKWARO, E.; METTUPALLI, S; MITSUNAGA, T.; YAGI, S.; REDDY, G.V.P. Effects of the juvenile hormone mimic NC-184 on the development of the reproductive organs and mating behaviour of nymphs of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae). **European Journal of Entomology**, V. 116, p. 477–485, 2019.

HOOD, R. D.; OTTLEY, M. S. Developmental effects associated with exposure to xylene: a review. **Drug and chemical toxicology**, v. 8, n. 4, p. 281-297, 1985.

HOROWITZ, A. R.; MENDELSON, Z.; CAHILL, M.; DENHOLM I.; ISHAAYA, I. Managing resistance to the insect growth regulator, pyriproxyfen, in *Bemisia tabaci*. **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 55, p. 272–276, 1999.

IAPAR. Agrometeorologia. Dados Diários de Londrina. Londrina. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2603>>. Acesso em 19 mai. 2019.

IFTIKHAR, A.; HAFEEZ, F.; HAFEEZ, M. et al. Sublethal effects of a juvenile hormone analog, Pyriproxyfen on demographic parameters of non-target predator, *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae). **Ecotoxicology**, 2020.

IRAC – Insecticide Resistance Action Committee. IRAC Mode of Action Classification Scheme. IRAC MoA Classification. 26 p. 2018.

ISHAAYA, I., ELLSWORTH, P.C., HOROWITZ, A.R. Biorational Pest Control – An Overview. In: ISHAAYA, I; HOROWITZ, A.R. **Biorational control of arthropods pests**. Springer, Dordrecht, 2009, 408p.

KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary development. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243–270, 1998.

KOLLMEYER W.D., FLATTUM R.F., FOSTER J.P., POWELL J.E., SCHROEDER M.E., SOLOWAY S.B. Discovery of the Nitromethylene Heterocycle Insecticides. In: Yamamoto I., Casida J.E. (eds) **Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor**. Springer, Tokyo, 1999, p.71-89.

KUSMIREK, J. E., & KANNE, J. P. Thoracic Manifestations of Connective Tissue Diseases. **Seminars in Ultrasound, CT and MRI**, Philadelphia, v. 40, n. 3, p. 239-254, 2019.

KUSS, C.C.; TOALDO, V.D.B.; BERGHETTI, J.; PIAS, O.H.C.; KUSS-ROGGIA, R.C.R.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L.; ROGGIA, S. Percentagem de espécies de percevejos pentatomídeos ao longo do ciclo da soja no Norte do Paraná. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 7., 2012, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2012, p. 30-34. (Embrapa Soja. Documentos, 333).

LIMA, E.A.B; GODOY, W.A.C.; FERREIRA, C.P. **Integrated pest management and spatial structure**. In: Perveen, F., (Edit). *Insecticides-advances in integrated pest management*. In Tech; p 3–16, 2012.

LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYKANOWSKI, F.C.; HENNING, F.A.; OLIVEIRA, M.A.; MANDARINO, J.M.G.; HIRAKURI, M.H.; BENASSI, V.T. Determinação dos principais defeitos dos grãos de soja na safra 2015/16 pela classificação comercial. In: **Resumos expandidos da XXXVI Reunião de Pesquisa de Soja**, junho de 2017, Londrina/PR. Embrapa Soja, 2017. p. 227-229.

Lu, K.; Chen, X.; Liu, W.-T.; Zhang, X.-Y.; Chen, M.-X.; Zhou, Q. Nutritional signaling regulates vitellogenin synthesis and egg development through juvenile hormone in *Nilaparvata lugens* (Stål). **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n.3, p.269, 2016.

MARQUES, R. P.; FILHO, A. C.; MELO, A. A.; GUEDES, J. V. C., CARLI, C.; ROHRIG, A.; POZEBON, H.; PERINI, C. R.; FERREIRA, D. R.; BEVILAQUA, J. G. et al. Managing stink bugs on soybean fields: insights on chemical management. **Journal of Agricultural Science**. v.11, n. 6, p. 225–234, 2019.

MATSUMURA, F. **Toxicology of Insecticides**, Plenum Press, New York, NY, 1985, 598p.

MIRHAGHPARAST, S. K.; ZIBAEI, A. Effects of Hexaflumuron and Pyriproxyfen on the purified Phenoloxidase of *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 46, n. 15, p. 1775-1784, 2013.

MIYAMOTO, J.; HIRANO, M.; TAKIMOTO, Y.; HATAKOSHI, M. Insect growth regulators for pest control, with emphasis on juvenile hormone analogs – present status and future prospects. In: **Pest Control with Enhanced Environmental Safety**, ed. by Duke S.O, Menn J.J and Plimmer J.R. ACS Symposium Series 524, American Chemical Society, Washington, DC, p. 144–168, 1993.

- MOSCARDI, F. **Utilização de *Baculovirus anticarsia* no controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis***. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Embrapa, Londrina, PR, Com. Téc. 23, 21p, 1983.
- NASCIMENTO, M. K. S. **Avaliação da toxicidade dos hidrocarbonetos monoaromáticos BTX no microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae***. 2017. 45f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Sergipe, 2017.
- PAJARO-CASTRO, N.; CABALLERO-GALLARDO, K.; OLIVERO-VERBEL, J. Toxicity and expression of oxidative stress genes in *Tribolium castaneum* induced by toluene, xylene, and thinner, **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v.82,n. 1, p. 28-36, 2019.
- PALLI, S.R. Recent advances in the mode of action of juvenile hormones and their analogs. In: Ishaaya, I., Horowitz, A.R. (Eds.), **Biorational Control of Arthropod Pests**. Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 111–129, 2009.
- PANIZZI, A.R.; SLANSKY, F.J. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.68, n.1, p. 184-203, 1985.
- PANIZZI, A.R.; SILVA, F.A.C. Seed-Sucking Bugs (Heteroptera). In: **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Edited by A.R. Panizzi and J.R.P. Parra. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2012. p. 369–395.
- PANIZZI, A.R.; GRAZIA, J. **True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics**. Entomology in Focus, Vol. 2., 2015, 901 p.
- PANIZZI, A.R.; McPHERSON, J.E.; JAMES, D.G.; JAVAHERY, M.; McPHERSON. R.M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI A.R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC, 2000. p 421-474.
- 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.; BUENO, A.F.; SILVA, F.A.C. da. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA-FERREIRA, B.S., MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, p. 335-420, 2012.
- PENCA, C., HODGES, A. C. Pyriproxyfen treatment terminates *Halyomorpha halys* reproductive diapause, with an indirect mortality effect on its egg parasitoid *Trissolcus japonicus*. **Journal of Pest Science**, v. 90, p. 1269–1276, 2017.
- PEREIRA, M. C; SANTOS, D. C. Testis Morphology and Dichotomic Spermatogenesis in the Sugarcane Borer *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Crambidae), **Neotropical entomology**, Londrina, v. 44, n. 5, p. 481-488, 2015.
- RAMASESHADRI, P.; FARKAŠ, R.; PALLI, S.R. Recent progress in juvenile hormone analogs (JHA) research. In: **Advances of Insect Physiology**. v.43, p. 353–436, 2012.
- RICHARDS, O. W.; DAVIES, R. G. **IMMS' General Textbook of Entomology - Volume I: Structure, Physiology and Development**. Springer Netherlands, 1977. 418p.

RICHARDSON, M. L.; LAGOS, D. M. Effects of a juvenile hormone analogue, pyriproxyfen, on the apterous form of soybean aphid (*Aphis glycines*). **Journal of Applied Entomology**, v. 131, n. 5. p. 297–302, 2007.

ROGGIA, S. et al. **Refúgio**: preservar a eficiência da soja Bt está em suas mãos. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 2p. (Embrapa Soja. Folder, 3).

ROGGIA, S.; UTIAMADA, C. M.; HIROSE, E.; STOETZER, A.; ÁVILA, C. J.; KISCHEL, E.; MARZAROTTO, F. O. DE; TOMQUELSKI, G. V.; GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; GRIGOLLI, J.F.J.; FARIAS, J. R.; VIVAN, L. M.; SATO, L. N.; PEIXOTO, M. F.; GOUSSAIN JÚNIOR, M. M.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, M. C. N. de; MARTINS, M. C.; BELLETTINI, S.; BORATTO, V. N. M.; NASCIMENTO, V. L. do; VENANCIO, W. S. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2013/14: resultados sumarizados de ensaios cooperativo. (**Embrapa Soja, circular técnica 154**), 2018.

ROGGIA, S.; UTIAMADA, C. M.; HIROSE, E.; ROY, J. M. T.; TOMQUELSKI, G. V.; JAKOBY, G. L.; GUEDES, J. V. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; RATTES, J. F.; VIVAN, L. M.; MARCHIORO, L.; CURIOLETTI, L. E.; SATO, L. N.; PEIXOTO, M. F.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; TAMAI, M. A.; GRIGOLLI, M. M. K.; MARTINS, M. C.; MADALOSSO, T. Eficiência de inseticidas no controle do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) em soja, na safra 2018/19: resultados sumarizados de ensaios cooperativos. (**Embrapa Soja, circular técnica 154**), 2019.

SACHER, R.M.: A mosquito larvicide with favorable environmental properties. **Mosquito News**, v.31, p. 513-516, 1971.

SANTOS, M.F.; CAMPOS, M.R.; BRAVIM, J.N.; OLIVEIRA, E.E.; GUEDES, R.N.C. Non-targeted insecticidal stress on the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Crop Protection**, v.82, p. 10–16, 2016.

SANTOS, M.F.; KRÜGER, A.P.; TURCHEN, L.M.; CUTLER, G.C.; OLIVEIRA, E.E.; GUEDES, R.N.C. Non-targeted insecticidal stress in a pest species: insecticides, sexual fitness and hormesis in the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Annals of Applied Biology**, v. 172, n. 3, 2018.

SAZO, L.; SANHUEZA, V., SEPULVEDA, H., & PRIETO, M. Efficacy of acetamiprid, phosmet, chlorpyrifos and pyriproxyfen on the fixing and development of nymphs of *Diaspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae) on apple fruits. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 75, p. 1-2, 2016.

SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. **Heteroptera of Economic Importance**. CRC Press, Boca Raton, FL, 828 p, 2000.

SCHAEFER, C.H.; WILDER, W.H.: Insect developmental inhibitors: a practical evaluation as mosquito control agents. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 65, p.1066-1071, 1972.

SILVA, A. J.; CANTERI, M. G.; SILVA, A. L. Haste verde e retenção foliar na cultura da soja. **Summa phytopathology**, Botucatu, v. 39, n.3, p.151-156, 2013.

SINGH, M.P.; RAM, K.R.; MISHRA, M.; SHRIVASTAVA, M.; SAXENA, D.K.; CHOWDHURI, D.K. Effects of co-exposure of benzene, toluene and xylene to *Drosophila*

melanogaster: alteration in hsp70, hsp60, hsp83, hsp26, ROS generation and oxidative stress markers. **Chemosphere**, v.79, n. 5, p. 577-587, 2010.

SINGH, S.; CHANDI, A. K. Physiological influences of pyriproxyfen, a juvenile hormone analogue, on *Bemisia tabaci* (Gennadius). **Agricultural Research Journal**, v. 56, n.3, p. 444-454, 2019.

SLÁMA, K.; ROMAUK, M.; SORM, F. **Insect hormones and bioanalogs**. Wien, New York: Springer-Verlag, 477 p. 1974.

SNODGRASS, R. E. **Principles of insect morphology**. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1993, 513p.

SOMAVILLA, J. C.; REIS, A. C.; GUBIANI, P. DA S., GODOY, D. N. STÜRMER, G. R.; BERNARDI, O. Susceptibility of *Euschistus heros* and *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Pentatomidae) to Selected Insecticides in Brazil, **Journal of Economic Entomology**, p.1-8, 2019.

SOSA-GÓMEZ, D. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S., KRAEMER, B., PASINI, A., HUSCH, P. E., DELFINO VIEIRA, C. E., ... & NEGRÃO LOPES, I. O. Prevalence, damage, management and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. **Agricultural and Forest Entomology**, 2019.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; SILVA, J.J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to metamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 767-769, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, p.673-723, 2012.

SOUZA, H. V.; ITOYAMA, M. M. Comparative Study of Spermatogenesis and Nucleolar Behavior in Testicular Lobes of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae). **Psyche**, v. 2010, p. 1-10, 2014.

TOMIZAWA M., CASIDA, J. E. Neonicotinoid insecticidetoxicology: mechanisms of Selective Action. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**. 2005; 45:247-268.

TUELHER, E. S.; DA SILVA, E.H.; RODRIGUES, H.S. et al. Area-wide spatial survey of the likelihood of insecticide control failure in the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science**, n. 91, p. 849–859, 2018.

TUFAIL, M.; NAGABA, Y.; ELGENDY, A. M.; TAKEDA, M. Regulation of vitellogenin genes in insects. **Entomological Science**, v.17, n.3, p. 269–282, 2014.

VAN DE VELDE, S. et al. Diversity in factors regulating ecdysteroidogenesis in insects. In: SMAGGHE, Guy. **Ecdysone: structures and functions**, 1. Ed. Dordrecht, Springer Netherlands, 2009. p. 283–315.

VARELLA, M.D.; FOK, M. Evolução das regras de utilização da soja transgênica no Brasil – análise por meio de uma abordagem sistêmica da governança. **Revista de informação legislativa**, Brasília, v. 51, n. 201, p. 29-52, 2014.

WAQUIL, J. M. Manejo integrado de pragas: revisão história e perspectivas. Embrapa Milho e Sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo: [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002.

WOLANSKY, M. J.; TORNERO-VELEZ, R. Critical consideration of the multiplicity of experimental and organismic determinants of pyrethroid neurotoxicity: a proof of concept. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B**, v. 16, n. 8, p. 453-490, 2013.

WU, Y.F.; WEI, L.S.; TORRES, M.A.; ZHANG, X.; WU, S. P.; CHEN, H. Morphology of the male reproductive system and spermiogenesis of *Dendroctonus armandi* Tsai and Li (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) **Journal of Insect Science**, Oxford, v.17, n. 1, p. 1–9, 2017.

ZOCKUN, M. H. G. P. Aspectos econômicos. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 1034-1045.o