

COMPORTAMENTO DO *Euschistus heros* À EXPOSIÇÃO DO INSETICIDA IMIDACLOPRID

Cáliton José Ferreira da Silva¹
Isabela Lima Ribeiro Chaves¹
Fabrício Rainha Ribeiro²

fabriciorainharibeiro@yahoo.com.br

ÁREA DE CONHECIMENTO: Ciências Agrárias

RESUMO

Um dos maiores desafios para a produção de soja é o ataque de insetos pragas, sendo o *Euschistus heros* a espécie de maior importância entre as pragas sugadoras. Para o controle deste, utiliza-se o inseticida do grupo dos neonicotinoides. Porém, doses subletais desse produto pode causar hormese, ou seja, aumentar a reprodução de alguns artrópodes. Diante disso, o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento reprodutivo e alimentar de *E. heros* exposto a 1 % da dose de campo do inseticida imidacloprid. Os tratamentos foram: i) *E. heros* exposto a imidacloprid; ii) *E. heros* exposto a água destilada, sendo avaliado o comportamento alimentar e reprodutivo do inseto. Os resultados mostram que percevejos expostos ao imidacloprid, inicialmente, priorizam a cópula em detrimento a alimentação. Isso resultada em maior número de cópulas refletindo em uma maior oviposição. A alteração no comportamento reprodutivo pode estar associada a uma estratégia do inseto para eliminar resíduos do agrotóxico na massa de ovos, bem como uma tentativa de garantir a perpetuação da espécie. Assim, os resultados evidenciam que a aplicação inadequada do inseticida imidacloprid pode estar associada a surtos populacionais do *E. heros* em lavouras de soja.

PALAVRA- CHAVE: *Glycine max* (L.); *Euschistus heros*; comportamento; hormese; oviposição.

1. INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L.) é a cultura de maior representatividade mundial, tanto em produção quanto em consumo. Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, perdendo somente para os Estado Unidos, tendo um amplo mercado de exportação de grãos e derivados (FERNANDES e ÁVILA, 2017). A safra

¹ Acadêmicos do Curso de Agronomia da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX – Matipó

² Engenheiro Agrônomo. Doutor em Bioquímica Agrícola – UFV. Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX - Matipó

brasileira de soja 2017/2018 teve um aumento estimado em 3,5% em relação à safra passada, atingindo 35,1 milhões de hectares com produção de 115,7 milhões de toneladas, representando a segunda maior safra da história brasileira (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2018). Além disso, a soja tem expressiva importância na economia brasileira devido aos fatores de um sólido mercado internacional aliado ao complexo agroindustrial e por ser uma grande fonte de proteína vegetal na alimentação animal (EMBRAPA, 2014).

Dentre as principais causas de perdas econômicas e aumento nos custos de produção na cultura da soja, destaca-se o ataque de insetos pragas (RAMOS, 2017). Estes danificam a planta durante todo seu ciclo de desenvolvimento. Sabe-se que na fase vegetativa, as lagartas são as principais pragas, e na fase reprodutiva, os percevejos (GOMES *et al.*, 2017). Os mesmos podem inviabilizar o sucesso produtivo da cultura, afetando a qualidade final do produto causando depreciação e redução no valor nutricional e agregado do mesmo.

Os percevejos fitófagos são considerados pragas de maior importância (CORRÊA-FERREIRA e AZEVEDO, 2002) nas áreas produtoras de soja, principalmente os da família Pentatomidae, como por exemplo, *Euschistus heros* (Fabricius), *Nezara viridula* (Linnaeus) e *Piezodorus guildinii* (Westwood), se destacando pelo dano causado, interferindo na qualidade do grão ou das sementes em produção (PANIZZI e SLANSKY, 1985). Os danos causados às sementes podem estar relacionados ao comportamento alimentar do inseto, a morfologia do aparelho bucal e à produção de enzimas salivares (SILVA *et al.*, 2012).

O percevejo marrom, *Euschistus heros*, é a espécie de percevejo fitófago de maior representatividade nos campos brasileiros de soja (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI, 1999; PANIZZI *et al.*, 2012; FARIAS *et al.*, 2014), principalmente na região Centro-oeste, na qual as temperaturas mais elevadas contribuem para seu desenvolvimento (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI, 1999). O *E. heros* ataca as sementes, deixando-as com baixo vigor, elevando os custos na produção e causando diminuição de qualidade e rendimento produtivo, limitando a produção em até 30% (VIVAN e DEGRANDE, 2011; FERNANDES, 2017). O estágio de maior severidade de ataque deste inseto, é do início da fase reprodutiva até o preenchimento e maturação das vagens (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI, 1999).

Atualmente o uso de inseticidas é de suma importância para a produção agrícola, uma vez que visa diminuir a densidade populacional dos insetos pragas da área de cultivo e possibilita maior rendimento produtivo (MACFADYEN *et al.*, 2014). Porém o uso indevido dos mesmos, inviabilizam o sucesso de seus resultados, podendo levar a um reaparecimento ou surtos de pragas secundárias, seleção de populações resistentes e comprometimento de indivíduos não alvo (SZCZEPANIEC e RAUPP 2013; GUEDES e CUTLER 2014; MACFADYEN *et al.* 2014; QUARCOO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*; 2015), e ainda causar a morte de inimigos naturais e a hormese induzida por inseticida (DESNEUX *et al.*, 2007). A hormese é um comportamento de resposta bifásico à dose do inseticida, desenvolvido pelo inseto quando exposto, ou seja, uma determinada característica biológica do inseto é estimulada em baixas doses e inibida em altas doses do inseticida (JUSSELINO-FILHO, 2002).

O inseticida imidacloprid do grupo dos neonicotinóides é o mais utilizado no controle de percevejos fitófagos, principalmente do *E. heros*. Este inseticida veio para substituir os organofosfatos e o endosulfan, proibidos em campos de soja no controle de ataque de *E. heros* (JAMES e PRICE 2002; WANG *et al.*, 2008; YIN *et al.*, 2008; CUTLER *et al.*, 2009; YU *et al.*, 2010; SZCZEPANIEC e RAUPP 2013; SANTOS *et al.*; 2015). Mas estudos recentes mostram que após o início do uso deste inseticida em lavouras de soja para redução de progênies e da sobrevivência de *E. heros*, a população natural deste inseto tem se elevado consideravelmente (PANIZZI *et al.*; 2012; SZCZEPANIEC e RAUPP 2013; GUEDES e CUTLER 2014; MACFADYEN *et al.*, 2014; QUARCOO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*; 2015).

Dessa forma a exposição do inseto a uma dose subletal do inseticida provavelmente faz com que a praga aprimore seus resultados reprodutivos (SANTOS *et al.*, 2015).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento reprodutivo e alimentar de *E. heros*, exposto a 1% da dose de campo do inseticida neonicotinoide imidacloprid.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A CULTURA DA SOJA

Pertencente à família Fabaceae, a soja é uma planta de porte ereto e herbácea originária da China. De crescimento determinado ou indeterminado, com ciclo anual de 90 a 160 dias, podendo atingir até 1,20 m de altura (CARVALHO, 2014). Possui dois estádios fenológicos de desenvolvimento, um vegetativo (V_E , V_C , V_1 , V_2 ... V_n) e outro reprodutivos (R_1 , R_2 ... R_8) (CARVALHO, 2014). É uma cultura com alto potencial produtivo, boa estabilidade de produção e uma ampla aceitação no mercado.

A soja é uma das culturas de maior representatividade no agronegócio brasileiro, sendo expressivo seu mercado de exportação de grãos e derivados (SILVA *et al.*, 2010; ANTUNES *et al.*, 2012; NEVES *et al.*, 2013), além de ser usada também como adubo verde em plantios diretos e produção de feno, forragens e pastagens para animal (PAIVA, ALVES e HELENO, 2006; SEDIYAMA, 2009).

Nos últimos anos a soja se tornou a atividade econômica mais expressiva no mercado internacional, devido à estruturação do mercado aliados ao comércio de produtos do complexo da soja e a demanda da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal. O Brasil tem mostrado significativa participação na oferta e demanda de produtos oriundos da soja e se tornado também produtor de complexos agroindustriais (DALL'AGNOL, 2010).

Os estados de maior produção de soja no Brasil são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do sul e Goiás, os quatro representam 67% da safra nacional, sendo Mato Grosso responsável por 58 % (CONAB, 2018).

2.2. PERCEVEJOS DA SOJA

Percevejos são insetos sugadores de seiva que se alimentam das partes vegetativas das plantas, especialmente de vagens e grãos, afetando a qualidade e o rendimento da produção, uma vez que danificam os tecidos da semente, deixando-as chochas e enrugadas, além de reduzirem o óleo da semente, causam murchamento da planta, abortamento dos frutos e das sementes (PANIZZI e SLANSKY JUNIOR, 1985).

Os percevejos estão entre as principais pragas que atacam a soja, uma vez que causam danos direto ao produto comercializado (grão ou semente) (PANIZZI *et*

al., 2012), sendo assim classificado como praga primária ou praga chave. Dentre os de maior predominância na produção da soja no Brasil, estão os fitófagos, que se alimentam pela inserção de seus estiletes no tecido da planta e liberam enzimas digestivas que fracionam as células para posteriormente seccionarem os nutrientes do tecido vegetal, levando a grandes perdas do produto comercial (CARVALHO, 2014).

As espécies *Euschistus heros*, *Piezodorus guildinii* e *Nezara viridula*, estão entre as mais importantes pragas desse grupo, pois causam danos diretos e irreversíveis à cultura (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000; SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2010).

Dentre este complexo, o *E. heros* é o que mais se destaca devido ao dano causado e por ter a incidência mais alta do país (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000; SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2010). Pertencente a ordem hemíptera, a família Pentatomidae, possui ciclo incompleto, sendo ovo, ninfa e adulto. Os ovos são postos em massa de fileira dupla, apresentando coloração alaranjada com uma mancha rósea próxima onde às ninfas eclodem. As ninfas passam por cinco instar antes de chegarem à fase adulta. Os adultos são de cor marrom escuro, medindo aproximadamente 11 mm com longevidade média de 116 dias. As fêmeas ovipositam em torno de 61 a 99 ovos durante todo estágio reprodutivo (CARVALHO, 2014).

2.3. CONTROLE DE *E. heros* E HORMESE

Os inseticidas químicos estão sendo os mais utilizados como forma de controle do *E. heros* desde a fase vegetativa até a reprodutiva da soja, mas os resultados nem sempre são os esperados (CORRÊA-FERREIRA, 2005; SOSA-GÓMEZ e SILVA 2010). Um exemplo é o aumento na densidade populacional do percevejo na cultura da soja, evidenciado nos últimos tempos em virtude da exposição às doses subletais de inseticidas (PANIZZI *et al.*, 2014).

O controle desses insetos é feito a partir do estágio R3, a base principalmente de inseticidas do grupo dos neonicotinóides (CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI, 1999). Eles são hoje a classe de inseticida mais aceita no mercado para o controle de insetos sugadores de seiva, com modo de ação agindo seletivamente no sistema nervoso central do inseto interrompendo suas funções, além de apresentarem

baixos índices de resistência cruzada comparado às classes existentes no mercado há mais tempo (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2009; SOSA-GÓMEZ e SILVA, 2010; HADDI *et al.*, 2016). O imidacloprid é o exemplo mais significativo desta classe, embora tenha diversos estudos que mostram o aumento da população de insetos artrópodes quando expostos a dose subletal de inseticidas, com resultado reprodutivos satisfatórios (JAMES e PRICE, 2002; WANG *et al.*, 2008; YIN *et al.*, 2008; CUTLER *et al.*, 2009; YU *et al.*, 2010; SZCZEPANIEC e RAUPP 2013; SANTOS *et al.*, 2015).

A exposição dos insetos às doses subletais de inseticida não os levam à morte de imediato, mas causa interferência em sua reprodução, o que pode explicar o aumento na densidade populacional do percevejo *E. heros* na cultura da soja, evidenciado recentemente (PANIZZI *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2015).

A resposta estimulatória do inseto, em relação à exposição à dose subletal, é definida como hormese induzida por inseticidas (DESNEUX *et al.*, 2007; GUEDES e CUTLER, 2014; HADDI *et al.*, 2016). A hormese é uma característica que o inseto desenvolve como forma de se adaptar as novas condições de estresse em que ele está exposto (CALABRESE e BALDWIN, 2002) na qual sua biologia é estimulada por doses baixas e inibida por doses alta de um mesmo composto (BUKOWSKI e LEWIS, 2000; CALABRESE e BALDWIN, 2000; CALABRESE e BALDWIN, 2001; TURTURRO *et al.*, 2001; CALABRESE e BALDWIN, 2002).

O termo hormese é do grego *hormaein*, que quer dizer “exitar” (CALABRESE e BALDWIN, 2001). Ela acontece quando o inseto é exposto a agentes estressantes e responde positivamente a uma dose subletal de determinado composto. Há a estimulação da performance do organismo que pode influenciar na taxa de crescimento, no número de colônias, no comportamento e em respostas fisiológicas do inseto (CALABRESE e BALDWIN, 2000).

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Campo Experimental da Faculdade Vértice – Univértix, localizado na cidade de Matipó, região da Zona da Mata Mineira, Latitude: 20° 18' 40.6"S e Longitude: 42° 19' 16.4"W.

As sementes de soja (TEC 7849 IPRO) variedade tardio, com ciclo de 140 a 150 dias, foram doadas pela Universidade Federal de Viçosa, semeadas em vasos com volume de 5L, com substrato preparado na proporção 2:1 v/v, sendo terra de

barranco e substrato comercial topstrato[®] adquirido em comércio local. A adubação foi realizada com NPK no plantio e adubações de cobertura com nitrogênio, segundo recomendações Ribeiro *et al.* (1999) uma vez que as sementes não foram inoculadas previamente ao semeio. Após trinta dias realizou adubação foliar com B, Co e Mo. As plantas foram irrigadas diariamente de acordo com sua necessidade, até atingirem a maturação fisiológica.

Foram selecionados aleatoriamente quarenta casais de *E. heros* da colônia de insetos do laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa. Sendo que vinte foram expostos ao resíduo seco de Imidacloprid na concentração de 1% (0,042 µg i.a./cm²) da dose de campo, recomendado para controle de *E. heros* em soja. As concentrações do inseticida neonicotinóide Imidacloprid foram preparadas com a utilização da formulação comercial (grânulos dispersíveis em água a 700 g de ingrediente ativo (i.a.)/L; Bayer CropScience, São Paulo, Brasil) contendo o ingrediente ativo de interesse e diluído em água destilada, e os demais foram exposto somente a água destilada. Nestes testes, frascos de vidro cilíndricos com capacidade volumétrica de 250 mL foram tratados com 2 mL da solução de inseticida diluído em água destilada. Essa quantidade de solução foi suficiente para cobrir uniformemente toda a parede interna do frasco. Os mesmos foram alocados horizontalmente em um suporte acoplado ao eixo de um motor de baixa rotação (Roto-Torque) para que o princípio ativo do inseticida tivesse distribuição uniforme por toda a superfície interna, até a completa evaporação da água destilada.

Posteriormente, os insetos foram transportados para o Campus Experimental da Faculdade Univértix. Foi utilizada uma pequena gaiola de plástico feita manualmente de copo de polietileno de 200 ml, recortado ao fundo e recoberto com tecido organza. Em cada planta foi selecionada duas vagens em estágio R5 (enchimento de vagem) nas quais inseriu a gaiola com um casal de insetos de acordo com seu tratamento.

Os vasos com planta de soja foram distribuídos em Delineamento Inteiramente Casualizados (DIC), com três tratamentos e vinte repetições. O experimento foi conduzido com os seguintes tratamentos: i) *E. heros* exposto a imidacloprid; ii) *E. heros* exposto a água destilada.

O estudo consistiu em avaliar o comportamento do *E. heros*, alimentação e cópula diariamente, durante sete dias às 09:00 da manhã, pois essa praga possui o

hábito de se esconder nos períodos mais quentes do dia e procurar alimento nos períodos mais frescos, ao amanhecer ou entardecer. Foi considerado inseto alimentando aqueles que estavam sobre as vagens, e na avaliação de cópula insetos cópulando na hora da avaliação (RAMOS, 2017). Após a avaliação do sétimo dia foi quantificada a oviposição. Logo após do termino da avaliação, os insetos juntamente com as gaiolas foram retirados das plantas. Para o estudo das variáveis alimentação e cópula, foi utilizado análise de regressão, de forma que as equações foram ajustadas com o objetivo de se verificar as tendências de variação dos parâmetros ao longo dos dias de experimento, e a média dos resultados de oviposição foram submetidas a análise de variância e ao teste *Tukey* para comparação das medias, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, realizado no programa estatístico do software Sigma Plot.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de insetos alimentando nos tratamentos diminuiu ao longo do tempo (Figura 1). Para insetos não expostos ao inseticida o valor inicial foi de 1,4 e final de 0,3, o que representa um decréscimo de 78,6 %. Já para o tratamento exposto, foi observado valor inicial de 0,85 e final de 0,18, isso significa um decréscimo de 78,8 %. As equações foram ajustadas variando exponencialmente ao passar dos dias.

Para os insetos expostos ao imidacloprid a 1% da dose comercial, do primeiro ao terceiro dia de avaliação, apresentaram taxa de alimentação menor que os insetos não expostos (Figura 1). Em contrapartida foi observado um aumento no número de cópulas dos insetos tratados (Figura 2). Isso acontece porque a partir do contato com o inseticida, os insetos começam a sofrer um estresse. Estresse esse causado em função do mecanismo de ação do inseticida que atua no sistema nervoso do inseto, no qual a molécula do inseticida compete com o neurotransmissor excitatório (acetilcolina) pelos seus receptores nicotinérgicos localizados no neurônio pós-sináptico (GALLO, 2002). Ao contrário da ligação natural da acetilcolina com o seu receptor, os neonicotinóides são insensíveis à ação da enzima acetilcolinesterase que degrada a acetilcolina, mas não as moléculas dos neonicotinóides, com isso a ativação dos receptores de acetilcolina é prolongada de modo anormal, causando irritabilidade do sistema nervoso central devido à

transmissão contínua e descontrolada de impulsos (TOMIZAWA e CASIDA, 2003; RENZO *et al.*, 1997) o que resulta em uma alteração no hábito alimentar do inseto .

Essas alterações mostram que quando os insetos estão sob efeito do inseticida, sua tendência é não alimentar, eles são induzidos a priorizarem a cópula. Percevejos não expostos à dose subletal do inseticida passam mais tempo alimentando, pois não estavam sob influência do inseticida.

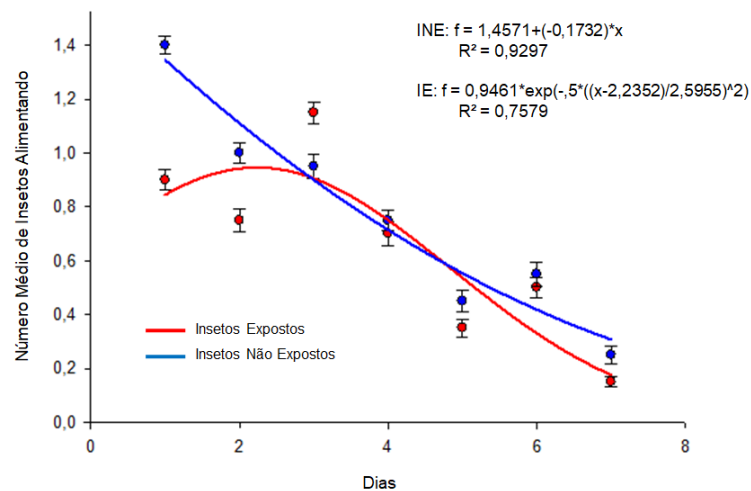


Figura 1: Número médio de Insetos Alimentando. (INE: Insetos não expostos; IE: Insetos expostos).
Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar o comportamento dos insetos não exposto, atentando para o fato que eles apresentaram uma maior taxa de alimentação ao se comparar com os insetos que foram expostos. Kmecl e Jerman, (2000), Jusselino-Filho (2002), Haddi (2016), afirmam em seus trabalhos que insetos ao sofrerem com estresse causado pelo inseticida se desfazem da alimentação e já entram no processo de cópula, aumentando sua taxa de reprodução e alcançando sucesso sexual.

Esse comportamento de alimentação é invertido aproximadamente do terceiro ao quinto dia de avaliação. Os insetos expostos mostram-se com maiores taxas de alimentação em comparação aos não expostos ao inseticida. Isso acontece devido ao gasto inicial de energia no processo de cópula, então com o passar dos dias eles voltam a priorizar a busca por alimento (VAHED 2007; HARANO, 2015; DROGE-YOUNG, BELOTE, EESWARA e PITNICK, 2015 citado por HADDI, 2016).

Posteriormente o gráfico volta a se inverter do quinto ao sétimo dia, quando o número de insetos expostos alimentando é maior nos insetos não expostos.

O número médio de cópulas em cada tratamento durante os sete dias de avaliação, mostra uma tendência inicial crescente dos insetos exposto maior em relação aos não expostos (Figura 2). Os insetos expostos ao inseticida apresentaram valor médio inicial de 0,35 cópulas, sendo no segundo dia uma média de 0,58; no terceiro 0,66; obtendo um pico de 0,8 no quarto dia e fechando o último dia com 0,4 (Figura 2). Insetos que não foram expostos apresentaram 0,2 de média de cópula no primeiro dia; no segundo dia 0,35; terceiro dia 0,35; quarto 0,64; um pico no 0,75 e no último dia 0,37. Em contrapartida, para todos os dias de avaliação os insetos não tratados mostraram médias inferiores aos tratados, exceto no quinto dia, tendo pico de 0,78 e 0,8 respectivamente. Posteriormente a esse pico, ambos os números de cópulas voltam a decrescer.

Observou-se que o comportamento alimentar e sexual do *E. heros* é afetada pelo imidacloprid com intuito de assegurar o sucesso reprodutivo. Resultados similares foram encontrado por Santos (2015), demonstrando que esse comportamento é alterado pelo estresse que o inseto sofre em consequência da exposição subletal da dose do inseticida. Essas mudanças comportamentais são explicadas por Charpentier *et al.*, 2014, como alteração no estado hormonal do inseto.

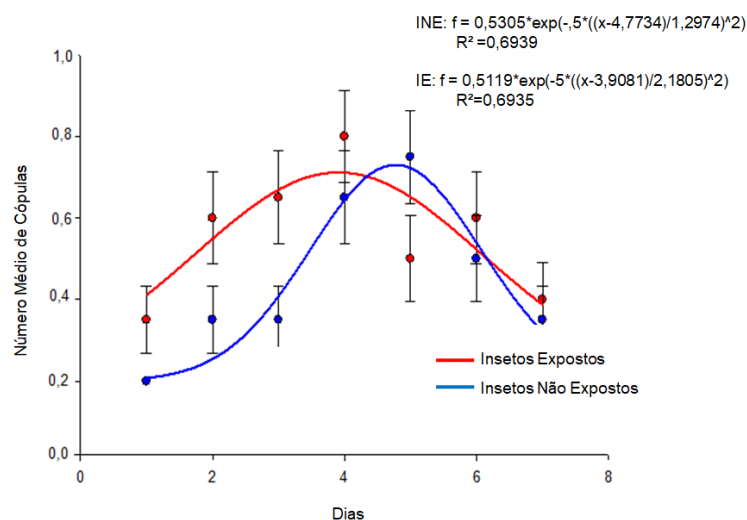


Figura 2: Número Médio de Cópulas dos insetos. (INE: Insetos não expostos; IE: Insetos expostos).
Fonte: Elaborado pelos autores.

Insetos machos quando expostos a inseticidas, sofrem alterações em suas habilidades sexuais, de modo a seduzirem ou coagirem as fêmeas para múltiplos acasalamentos, aumentando assim a frequência reprodutivas em fêmeas, que por sua vez aumentam o número de seus descendentes (HADDI, 2016). Eles usam de vários mecanismos para atraírem as fêmeas para acasalar, tais como armazenamento e mobilidade de espermatozoide, estimulação de ovulação em fêmeas para aumentar as chances de gerar descendentes e manipulação de glândulas acessórias para aumentarem a aptidão sexual, além deles sofrerem também interferência em sua locomotividade levando assim o inseto macho a obter um maior número de encontro e posteriormente mais acasalamento com as fêmeas (HARANO, 2015; DROGE-YOUNG, BELOTE, EESWARA e PITNICK 2015; HADDI, 2016).

Fêmeas de *E. heros* quando expostas a dose subletal do inseticida imidacloprid tem seu comportamento alterado, e suas taxas de fecundidade e fertilidade aumentam como forma de superar o estresse induzido pelo inseticida, com isso sua longevidade pode ser reduzida. Contudo, isso pode ser a explicação para a elevação da população de *E. heros* em campos de soja no Brasil, pois com aumento do número de cópulas e conseqüentemente da oviposição, há uma maior incidência da praga (SANTOS *et al.*, 2015).

Conseqüentemente, após o período de cópula, as fêmeas passam para o processo de oviposição. As que foram expostas ao inseticida obtiveram uma média de 33,8 ovos por fêmea e as que não foram expostas tiveram média de 26,12 ovos, quantificadas ao final do experimento (Figura 3).

Os insetos expostos ao imidacloprid passavam a maior parte do tempo copulando, assim conseguiram obter maior número de ovos devido a maior frequência de acasalamento. Alternativamente, o maior número de ovos pode ser o resultado das fêmeas realizarem a excreção do inseticida na oviposição, como estratégia de superação do estresse causado pelo inseticida (SANTOS, 2015). Já em machos, a exposição ao inseticida tem o intuito de aumentar a aptidão de acasalamento para deixarem maior número de descendentes (HADDI, 2016).

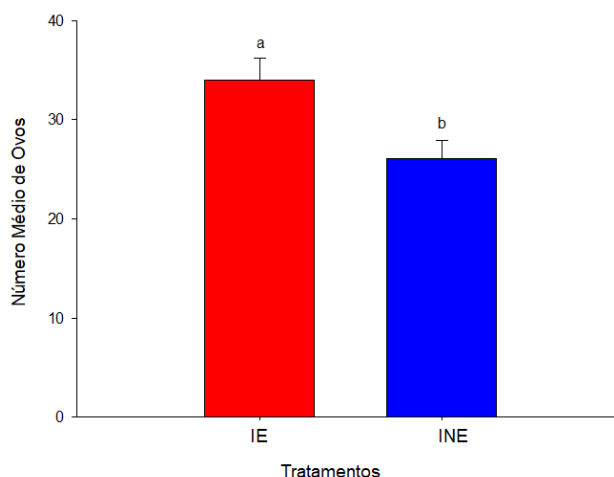


Figura 3: Número Médio de Ovos. (IE: Insetos expostos; INE: Insetos não expostos).
Fonte: Elaborado pelos autores.

Outra possibilidade para explicar o aumento da oviposição, seria a ação deletéria do inseticida pelo aparelho reprodutor, mais especificamente nos ovários, uma vez que a partir da postura a fêmea libera parte dos resíduos de inseticida que está em seu corpo (JUSSELINO-FILHO, 2002).

Na quantificação dos ovos houve percepção que as fêmeas ovipositavam em fileiras duplas isoladamente, tanto no fundo da gaiola, ou nas vagens. Os ovos tinham coloração alaranjada e outros de coloração branca. Panizzi (2004) relata que ovos de coloração alaranjada são possíveis de serem férteis e os de coloração branca são inférteis, portanto quanto maior número de ovos na coloração alaranjada maior possibilidade de haver o crescimento da população do *E. heros*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, concluímos que quando o percevejo *E. heros* está sob efeito de doses subletais do inseticida imidacloprid, há uma mudança no seu comportamento alimentar e reprodutivo. Onde sua alimentação é reduzida inicialmente, em detrimento a uma busca maior pela cópula. Estudos adicionais precisam ser realizados para comprovar que este comportamento está ligado a uma estratégia de diminuir os efeitos deletérios causados pelo inseticida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, J. F. G., MERCANTE, E.; ESQUERDO, J. C. D. M., LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. Estimativa de área de soja por classificação de imagens

normalizada pela matriz de erros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47, 9. ed., p. 1288-1294, 2012.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. Observatório Agrícola. **Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos**, v.7 Safra 2017/18 - Sétimo levantamento, p. 1-144. Brasília – DF, 2018.

BUKOWSKI, J.A. e LEWIS, R.J. Hormesis and health: A little of what you fancy may be good for you. **Southern Medical Journal**. v. 93, p. 371-374, 2000.

CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. History of chemical hormesis. **Human and Experimental Toxicology**. v.19, p. 2-31, 2000.

CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. Hormesis: U-shaped dose responses and their centrality in toxicology. **Trends in Pharmacological Science**. v. 22, p. 285-291, 2001.

CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. **Defining hormesis**. Belle Newsletter 11 (in press), 2002.

CARVALHO, J. H. S.; BARBOSA, J. C. **Distribuição espacial do percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja, utilizando geoestatística**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 44 p. Jaboticabal, 2014

CHARPENTIER, G; LOUAT, F; BONMATIN, J-M; MARCHAND, P.A; VANIER, F; LOCKER, D et al Lethal and sublethal effects of imidacloprid, after chronic exposure, on the insect model *Drosophila melanogaster* **Environmental Science & Technology** v. 48, p. 4096–4102, 2014.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. Susceptibilidade da soja aos percevejos *Euschistus heros* (F.) e *Piezodorus guildinii* (West.) na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40. ed. 11, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A.R. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 45p. (**Circular Técnica 24**). Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circTec24_000g4vbbaaq02wx5ok0dkla0s1m9l51b.pdf. Acesso em: 06 de Jun. 2018.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agriculture and Forest Entomology**, v.4, p.145-150, 2002.

CUTLER, G.; RAMANAIDU, K.; ASTATKIE, T.; ISMAN, M. B. Green peach aphid, *Myzuspersicae* (Hemiptera: Aphididae), reproduction during exposure to sublethal concentrations of imidacloprid and azadirachtin **Pest Management Science** v.65, p. 205–209, 2009 .

DALL´AGNOL, A.; LAZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Circular técnica 74: Desenvolvimento, Mercado e Rentabilidade da Soja Brasileira**. Londrina, PR Abr., 2010.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J.M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology** . v. 52, p.81–106, 2007.

DROGE-YOUNG E. M.; BELOTE, J. M.; EESWAR.; PITNICK, S. Extreme ecology and mating system: discriminating among direct benefits models in red flour beetles. **Behav Ecol.** p. 1–9, 2015.

BRASIL. **Embrapa soja**. Soja em números (safra 2017/2018). Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 25. Maio. 2018.

FARIAS, L. R., PAULA, D. P.; ZHOU, J. J.; LIU R., PAPPAS-JÚNIOR, G. J.; MORAES, M. C. B. et al. Identification and expression profile of two putative odorant-binding proteins from the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) **Neotropical Entomology** . v. 43, p. 106–114, 2014

FERNANDES, P. H. R.; ÁVILA, CRÉBIO JOSÉ. **Danos e controle do percevejo marrom (*Euschistus heros*) em soja e do percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) em milho**. Tese/doutorado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade - Universidade Federal da Grande Dourados Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais. Dourados-MS, 2017.

FORBES, V.E. Is hormesis an evolutionary expectation? **Functional Ecology**. v.14, p. 12-24, 2000.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. v.10. Piracicaba, São Paulo Brasil. Fealq, 2002.

GOMES, G. D. C. S.; SILVA, E. J.; GIONGO, P. R.; GIONGO, A. M. M. **Levantamento de inimigos naturais de pragas da soja**. IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG. Santa Helena do Goiás – GO. 9 p. 2017.

GUEDES, R. N. C.; CUTLER, C. Insecticide-induced hormesis and arthropod pest management. **Pest Management Science**. v.70, p. 690–697, 2014.

HADDI, K. ; MENDES, M. V.; BARCELLOS, M. S.; LINO-NETO, J.; FREITAS, H. L.; GUEDES, R. N. C. ; OLIVEIRA, E. E. Sexual Success after Stress? Imidacloprid-Induced Hormesis in Males of the Neotropical Stink Bug *Euschistus heros*. **PLOS ONE**. FRANCE. p. 1-18. Jun., 2016.

HARANO, T. Receptive females mitigate costs of sexual conflict. **Journal of Evolutionary Biology**. v. 28, p. 320–327, 2015.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Embrapa soja. Documento 349 online. Londrina – PR, 2014.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Circular Técnica 30. Embrapa Soja, 70 p. Londrina, 2000.

JAMES, D. G.; PRICE, T. S. Fecundity in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. **Journal of Economic Entomology**. v. 95, p. 729–732, 2002.

JUSSELINO-FILHO, P. **Hormese: Um pouco de algo perigoso pode ser bom!?** Viçosa. Tese/Pós-Graduação/ Doctor Scientiae. Entomologia. Universidade Federal de Viçosa – UFV. 71 p, 2002

KMECL, P.; JERMAN, I. Biological effects of low-level environmental agents. **Medical Hypothesis**. v.54, p. 685-688, 2000.

MACFADYEN, S., HARDIE, D. C.; FAGAN, L., STEFANOVA, K., PERRY, K. D., DEGRAAF, H. E. et al. Reducing insecticide use in broad-acre grains production: an Australian study. **PLOS | Public Library of Science**. v. 9. p 89-119. 2014.

MAGALHÃES, L. C.; GUEDES, R. N.C.; OLIVEIRA, E. E.; TUELHER, E. S. Desenvolvimento e Reprodução do Predador *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) Frente a Doses Subletais de Permetrina. **Neotropical Entomology**. p. 445- 448. Jul. 2002.

NEVES, J. A.; SILVA, J. A. L.; BARBOSA, D. R. S.; SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. C., ROCHA, R. S. Agronomic performance of soybean genotypes in low latitude in Teresina-PI, Brazil. **Journal of Agricultural Science**. v.5, 3. ed., p. 243-253, 2013.

PAIVA, B. M.; ALVES, R. M.; HELENO, N. M.. Aspectos socioeconômicos da soja. In: **Soja na alimentação humana**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte: EPAMIG. p. 7-14, 2006.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMAN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga**. Embrapa. p. 420. Brasília- DF, 2012.

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

PANIZZI, A. R. Percevejo marrom neotropical, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), p. 1544-1545. Em JL Capinera (ed.). **Enciclopédia de Entomologia**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda (2004).

QUARCOO, F.; BONSI, C.; FRANKLIN, T. N.; QUARCOO, C. B. T. Pesticides, the environment, and human health. In: Larramendy ML, Soloneski S (eds) *Agricultural and Biological Sciences: "Pesticides—Toxic Aspects"*. In **Tech Europe Rijeka**, p. 81–103, 2014.

RAMOS, G. S.; OLIVEIRA, E. E.; PAULO, P. D; RODRIGUES, H. S. **Seletividade Do IMIDACLOPRID Associado Ao Sal De Cozinha (NaCl) Ao Percevejo Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)**. Monografia/Graduação. Entomologia – Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Viçosa - UFV. 24 p. Viçosa, 2017

SANTOS, M. F.; SANTOS, R. L.; TOME, H. V. V.; BARBOSA, W. F.; MARTINS, G. F.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E. Imidacloprid-mediated effects on survival and fertility of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros*. **Journal of Pest Science Springer** -Verlag Berlin Heidelberg. v. 89, p 231–240. Abril, 2015.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Editora Mecenasa. 419 p., 2009.

SIBLY, R. M.; CALOW P. **Physiological ecology of animals** - an evolutionary approach. Blackwell, Scientific Publications, Oxford. 179 p. 1986

SILVA, C. O.; ANDRADE, G. F.; DANTAS M. I. S.; COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G.; MARTINO, H. S. D. Influência do Processamento na Qualidade Proteica de

Novos Cultivares de Soja destinados à Alimentação Humana. **Revista de Nutrição**. 2010.

SILVA, F. A. C.; SILVA, J. J.; DEPIERI, R. A.; PANIZZI, A. R. Feeding Activity, Salivary Amylase Activity, and Superficial Damage to Soybean Seed by Adult *Edessa mediatubunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). Sociedade Entomológica do Brasil **Neotropical Entomology**. v. 41. p. 386–390. Jun., 2012.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 45, 7. ed., p. 767-769, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; DA SILVA, J. J.; DE OLIVEIRA, N. L. I.; CORSO, I. C.; ALMEIDA, A. M. R.; DE MORAES, G. C. P. et al Insecticide susceptibility of *Euschistus heros* (Heteroptera: Pentatomidae) in Brazil. **Journal of Economic Entomology**. v. 102. p. 1209–1216. 2009.

SZCZEPANIEC, A.; RAUPP, M. Direct and indirect effects of imidacloprid on fecundity and abundance of *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) on boxwoods. **Experimental and Applied Acarology**. v.59, p. 307–318. 2013

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. Selective Toxicity of Neonicotinoids Attributable to Specificity of Insect and Mammalian Nicotinic Receptors. **Annual Review of Entomology**. Berkeley - Estados Unidos. v.48, p. 339-364, 2003.

TURTURRO, A.; HASS, B.; HART, R. W. Does caloric restriction induce hormesis? **Nutrition**. v.17. p. 78-82. 2001.

VAHED, K. All that glitters is not gold: Sensory bias, sexual conflict and nuptial feeding in insects and spiders. **Ethology**. v. 113, p. 105–127, 2007.

VIVAN, L. M.; DEGRANDE, P. E. Pragas da soja. In: **Boletim de pesquisa de soja**. Fundação MT. (Boletim, 15). p. 297. Rondonópolis, 2011.

WANG, X. Y.; YANG, Z. Q.; SHEN, Z. R.; LU, J.; XU, W. B. Sublethal effects of selected insecticides on fecundity and wing dimorphism of green peach aphid (*Hom., Aphididae*). **Journal of Applied Entomology**. v. 132. p. 135–142. 2008.

YIN, J. L.; XU, W.; WU, J. C.; HU, J. H.; YANG, G. Q. Cultivar and insecticide applications affect the physiological development of the brown planthopper, *Nilaparvatalugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae). **Environmental Entomology**. v. 37. p. 206–212. 2008.

YU, Y.; SHEN, G.; ZHU, H.; LU, Y. Imidacloprid-induced hormesis on the fecundity and juvenile hormone levels of the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer). **Pesticide Biochemistry and Physiology**. v. 98. p. 238–242. 2010.