

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Efeito do tratamento de sementes de sorgo sacarino sobre o predador
Podisus nigrispinus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)

Denner Manthay Potin

Dourados-MS
Março de 2017

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Denner Manthay Potin

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SORGO SACARINO
SOBRE O PREDADOR *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Entomologia

Orientador: Harley Nonato de Oliveira
Co-Orientador: Gilberto Santos Andrade

Dourados-MS
Março de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P863e	<p>Potin, Denner Manthay. Efeito do tratamento de sementes de sorgo sacarino sobre <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). / Denner Manthay Potin. – Dourados, MS : UFGD, 2017. 49f.</p> <p>Orientador: Harley Nonato de Oliveira. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Controle biológico. 2. Inseticidas sistêmicos. 3. MIP. I. Título.</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**“EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SORGO SACARINO SOBRE O
PREDADOR *Podisus Nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)”**

Por

DENNER MANTHAY POTIN


Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Harley Nonato de Oliveira
Orientador/Presidente - Embrapa



Dr.ª Alexa Gabriela Santana
Membro titular



Dr.ª Daniele Fabiana Glaeser
Membro titular

Aprovada em: 03 de março de 2017

Biografia do Acadêmico

Denner Manthay Potin, nascido na cidade de Cacoal, Rondônia, no dia 21 de fevereiro de 1992, filho de Darci Potin e Izaura Manthay Potin.

Cursou todo o ensino fundamental e médio em rede pública, sendo o ensino fundamental na E. E. E. F. M. Aurélio Buarque de Holanda Ferreira – Cacoal-RO e o ensino médio na E. E. E. M. Josino Brito – Cacoal-RO.

Iniciou a vida acadêmica em agosto de 2010 na Universidade Federal de Rondônia, no curso de Agronomia, Campus de Rolim de Moura, apresentando em dezembro de 2014 seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “ Identificação e flutuação populacional de inseto-praga antófago e polinífero em plantios de maracujá”, obtendo o título de bacharel em Agronomia.

Realizou seu estágio obrigatório no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste - Dourados-MS (agosto de 2014 até novembro de 2014) sob orientação do pesquisador Dr. Harley Nonato de Oliveira.

Atualmente, é aluno de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, oferecido pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) no período de 2015-2017.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por tudo que tem feito em minha vida, o qual sem Ele não seria nada.

A minha família, meu pai Darci, a minha mãe Izaura e as minhas irmãs Dariza e Daienne por todo o amor, carinho e apoio incondicional.

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de estudo.

A Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio e auxílio para realização dos experimentos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio e disponibilidade de espaço para a realização dos experimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao meu orientador Dr. Harley Nonato de Oliveira pela oportunidade, pelo apoio e incentivo na orientação. Pelos ensinamentos, amizade e conselhos os quais foram de suma importância para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade, meu co-orientador, pela orientação, auxílio na escrita, amizade e os ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Jorge Braz Torres, pelos ensinamentos, orientação e supervisão no tempo em que passei na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ao Prof. Dr. Fabrício Fagundes Pereira pelos ensinamentos, amizade, apoio e principalmente aos conselhos que levarei para toda a vida.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica.

Aos companheiros e amigos do Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste.

Aos companheiros e amigos do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ao Marcelo Cardoso Oliveira, ex-secretário e ao Vítor Cunha Gomes Sfeir atual secretário da Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela eficiência e dedicação nos serviços prestados.

Aos colegas da Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela convivência e ensinamentos.

A todos que direta ou indiretamente contribuirão para o meu crescimento pessoal e profissional.

Dedicatória

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais Darci e Izaura.

E a todos que direto ou indiretamente me auxiliaram nessa caminhada.

Eu dedico.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SORGO SACARINO SOBRE O PREDADOR *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REVISÃO DE LITERATURA	5
Sorgo.....	5
Sorgo sacarino.....	6
Tratamento de sementes.....	8
<i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae).....	10
OBJETIVO GERAL.....	12
HIPÓTESES.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

CAPÍTULO II

EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SORGO SACARINO SOBRE O PREDADOR *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) E EXPOSIÇÃO COMPARADA DO PREDADOR COM *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) A INSETICIDAS

RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
Criações de insetos.....	28

<i>Tenebrio molitor</i>	28
<i>Podisus nigrispinus</i>	28
<i>Spodoptera frugiperda</i>	29
Plantio de sementes de sorgo sacarino tratadas e não tratadas com inseticidas.....	29
Efeito do tratamento de sementes sobre <i>P. nigrispinus</i>	30
Experimento 1: exposição de ninfas de <i>P. nigrispinus</i>	30
Experimento 2: exposição de adultos de <i>P. nigrispinus</i>	31
Experimento 3: exposição de adultos de <i>P. nigrispinus</i> e lagartas de <i>S. frugiperda</i>	32
Análise estatística.....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
Exposição de ninfas de <i>P. nigrispinus</i>	34
Exposição de adultos de <i>P. nigrispinus</i>	37
Exposição de adultos de <i>P. nigrispinus</i> e lagartas de <i>S. frugiperda</i>	40
CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

POTIN, D. M. **EFEITO DO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SORGO SACARINO SOBRE O PREDADOR *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)** 2017. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

RESUMO GERAL

O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma alternativa promissora como matéria-prima complementar para a indústria sucroenergética, porém uma série de insetos-praga causam danos a essa cultura, na qual uso do tratamento de sementes com inseticidas tem sido amplamente utilizado no controle de pragas iniciais. O uso de inimigos naturais como *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) tem se demonstrado uma alternativa ao controle químico, entretanto *P. nigrispinus* usualmente pode-se alimentar de plantas para complementar sua dieta, onde estudos têm demonstrado efeitos negativos de inseticidas usados no tratamento de sementes sobre inimigos naturais quando usam planta como complemento alimentar. O objetivo foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de sorgo sacarino sobre o predador *P. nigrispinus*, quando o mesmo se alimenta de plantas cultivada a partir de sementes tratadas e a exposição comparada do predador com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas. Não houve diferença entre os tratamentos na sobrevivência dentro de cada instar, peso de fêmeas e período de incubação dos ovos. Por outro lado, a sobrevivência do período ninfal, número de ovos por fêmea e número de posturas por fêmea foram afetados pelos tratamentos bifentrina + pirimifós-metílico e fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico. O número de ovos por postura reduziu no tratamento com bifentrina + pirimifós-metílico, e esse tratamento juntamente com o tratamento imidaclopride + tiodicarbe reduziram a viabilidade dos ovos. A razão sexual foi menor nos tratamentos com imidaclopride + tiodicarbe e fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico. Adultos mantidos em plantas de sorgo com coleto imergido em solução inseticida só foram afetados no tratamento com imidaclopride + tiodicarbe, para *S. frugiperda* todos os tratamentos diferiram da testemunha, ressaltando que os inseticidas foram mais nocivos a praga do que ao predador. Efeitos letais e subletais foram observados no predador *P. nigrispinus*, quando o mesmo se alimentou de plantas de sorgo sacarino oriundas de sementes tratadas com inseticidas.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, Inseticidas sistêmicos, MIP

POTIN, D. M. **EFFECT OF SWEET SORGHUM SEEDS TREATMENT ON THE PREDATOR *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)** 2017. (Dissertation - Masters in Entomology and Conservation of Biodiversity) - Federal University of Grande Dourados, Dourados, 2017.

ABSTRACT

Sorghum bicolor (L.) Moench is a promising alternative for supplementation of raw material for the sugarcane industry, but a series of insect pest damage to this crop, with seed treatment with insecticides have been widely used in the control of early season insect pests. Natural enemies such as *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) has been shown an alternative to chemical control, although *P. nigrispinus* can usually feed on plants to supplement its diet, where studies have suggested side effects of insecticides used in seed treatment on natural enemies when using plant as a food supplement. The objective was to evaluate the effect of sorghum seeds treatment on the predator *P. nigrispinus*, when it feeds on plants grown from treated seeds and comparative exposure of the predator with *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to insecticides. There was no difference between the treatments on survival within each instar, females weight and egg incubation period, however the survival of the nymphal period, number of eggs per female and number of postures per female were affected by bifenthrin + pirimiphos-methyl treatments and fipronil + pyraclostrobin + thiophanate-methyl. Number of eggs per posture was reduced in treatment with bifenthrin + pirimiphos-methyl, and this treatment together with the treatment imidacloprid + thiodicarb reduced egg viability. The sex ratio was lower in the treatments with imidacloprid + thiodicarb and fipronil + pyraclostrobin + thiophanate-methyl. Adults kept in sorghum plants with collection immersed in insecticide solution were only affected in the treatment with imidacloprid + thiodicarb, for *S. frugiperda* all the treatments differed from the control, emphasizing that the insecticides were more harmful to the pest than to the predator. Lethal and sublethal effects were observed in the predator *P. nigrispinus*, when it fed on sorghum plants from seeds treated with insecticides.

KEY WORDS: Biological control, Systemic insecticides, IPM

INTRODUÇÃO GERAL

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cujo centro de origem e diversidade se encontra no continente (PURCINO, 2011) se destaca como o quinto cereal mais produzido no mundo. No Brasil, estimativas de produção da indicam uma safra de 1.378.700 toneladas em uma área de 594.600 hectares com uma produtividade de 2.318 kg/ha (CONAB, 2016b).

O sorgo sacarino tem se destacado como uma matéria-prima de alta qualidade para a entressafra da cana-de-açúcar por apresentar colmos suculentos com alto teores de açúcares fermentescíveis, rapidez no ciclo de aproximadamente quatro meses e manejo totalmente mecanizado (DURÃES, 2011).

Entretanto a cultura do sorgo sacarino pode ter sua produção comprometida pela incidência de pragas (BORTOLI et al., 2005), desde a semeadura até o seu estabelecimento, uma série de espécies de insetos-praga pode estar aliados a cultura causando danos (WAQUIL et al., 2003).

Nas fases iniciais da cultura do sorgo, as sementes e plântulas estão sujeitas ao ataque de larva-aramé (*Conoderus scalaris*), corós (*Phyllophaga*, *Stenocrates*, *Cyclocephala*, *Diloboderus*), lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), larva-angorá (*Astylus variegatus*) e os percevejos barriga-verde (*Dichelops furcatus* e *Dichelops melacanthus*). Na fase vegetativa da cultura, insetos como pulgões (*Rhopalosiphum maidis*, *Schizaphis graminum*), broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) e lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) causando sérios danos a cultura (WAQUIL et al., 2003; MAY et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016).

Dentre as formas de controle de pragas, o químico é o mais visado e utilizado. No tratamento de sementes o uso de defensivos agrícolas atribui à planta condições de defesa (CASTRO et al., 2008), evitando possíveis perdas decorrentes da ação de pragas, que danificam as sementes e as plântulas jovens (MARTINS et al., 2009). Comparado com as aplicações de inseticidas via aérea, o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos diminui a contaminação ambiental (XAVIER, 2011), reduz a exposição ao aplicador e comumente reduz impactos a organismos não-alvos devido à seletividade ecológica, que é o uso seletivo de inseticidas (HULL; BEERS, 1985).

Uma mistura pronta contendo os inseticidas fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico e a mistura dos princípios ativos imidaclopride + tiodicarbe são os principais produtos utilizados no tratamento de sementes de sorgo sacarino para controle de pragas iniciais (VANIN et al., 2011). Para o armazenamento da semente, o principal tratamento é feito utilizando-se pirimifós-metílico e bifentrina, sendo muito eficaz no controle das pragas (MACHADO et al., 2006).

A seletividade de produtos fitossanitários é importante para o controle biológico de insetos-praga no contexto do manejo integrado, assim como para a conservação dos inimigos naturais (YAMAMOTO e BASSANEZI, 2003). O controle biológico de pragas na agricultura é uma alternativa para diminuir a quantidade de pesticidas utilizados. Inimigos naturais como parasitoides, predadores e entomopatógenos mantêm a densidade populacional de outros organismos, tais como os insetos-praga, em uma média mais baixa que ocorreria em sua ausência (OLIVEIRA et al., 2006).

Dentre os inimigos naturais, destacam-se os predadores que são organismos de vida livre, usualmente maiores que a presa e necessitam de mais de um indivíduo para completar o seu desenvolvimento (MESQUITA et al., 2009). Várias espécies de percevejos da subfamília Asopinae são predadores de grande utilidade no controle biológico. Aquelas do gênero *Podisus* apresenta hábito generalista, sendo encontrado em várias culturas alimentando-se preferencialmente de larvas de lepidópteros (OLIVEIRA et al., 1999).

Percevejos predadores como o *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) podem ocasionalmente, alimentar-se diretamente nas plantas ou complementar sua dieta com produtos vegetais (TORRES et al., 2010). Esse comportamento é importante para sobrevivência desses predadores em situação de escassez de presas. A adição de plantas à dieta tem melhorado as características biológicas de *P. nigrispinus* (EVANGELISTA-JÚNIOR, 2007).

Oliveira et al. (2002) avaliando o efeito de plantas como complemento alimentar no desenvolvimento e na reprodução de *P. nigrispinus* observaram um aumento na sobrevivência, no peso de adultos, na produção de ovos e longevidade, como também maior taxa de oviposição, concluindo-se que com planta disponível o crescimento populacional de *P. nigrispinus* pode ser melhorado.

O tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos vem sendo muito utilizado e considerado seguro para os inimigos naturais. Entretanto, pesquisas revelam que inseticidas podem causar efeitos letais ou subletais sobre inimigos naturais. Estudos feitos

com os inseticidas tiametoxam e clorantraniliprole demonstraram que os dois princípios ativos afetaram a biologia de inimigos naturais, como *Orius insidiosus* (GONTIJO et al., 2014a), *Chrysoperla carnea* (GONTIJO et al., 2014b), *Lysiphlebus testaceipes* (MOSCARDINI et al., 2014), *Hippodamia convergens* e *Coleomegilla maculata* (MOSCARDINI et al., 2015) sendo tiametoxam mais tóxico que clorantraniliprole.

O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de sorgo sacarino sobre o predador *Podisus nigrispinus*, quando o mesmo se alimenta de plantas cultivada a partir de sementes tratadas e a exposição comparada do predador com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas.

REVISÃO DE LITERATURA

SORGO

Se destacando como o quinto cereal mais produzido no mundo, logo após a arroz, trigo, milho e cevada, o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] foi introduzido no Brasil na década de 50, vindo da África, seu centro de origem (PURCINO, 2011). É uma planta pertencente à família Poaceae de rápido crescimento e fotossíntese C⁴, considerada uma cultura de baixo custo de implantação e pode ser toda mecanizado o que facilita sua colheita e logística da cultura (CARRILLO et al., 2014). A maior produção localiza-se na América do Norte, sendo EUA o maior produtor e a maior área produzida na África (CONAB, 2015).

A produção de sorgo no Brasil durante a safra 2015/2016 foi de 1.378.700 toneladas em uma área de 594.600 hectares com uma produtividade de 2.318 kg/ha. O Centro-Oeste se destaca como a região com maior produção, sendo Goiás o principal produtor do país, com uma produção de 552.000 toneladas em uma área de 201.400 hectares. O Estado do Mato Grosso do Sul é o sétimo maior produtor, tendo uma produção de 29.300 toneladas em uma área de 9.800 hectares, com uma produtividade acima da média nacional de 2.990 kg/ha CONAB (2016b).

Com uma versatilidade que abrange várias partes do mercado agrícola mundial, existem cinco tipos de sorgo: sorgo granífero, sorgo forrageiro, sorgo biomassa, sorgo vassoura e o sorgo sacarino (MAY et al., 2013).

O sorgo granífero possui porte baixo com grãos grandes, utilizado em substituição ao milho em rações de animais proporcionando redução no custo de produção (WALL e ROSS, 1975; COELHO et al., 2002). O sorgo forrageiro apresenta alto teor nutritivo e alto rendimento de massa seca por área sendo muito utilizado na alimentação de bovinos (OLIVEIRA et al., 2005; MAY et al., 2013). O sorgo biomassa é caracterizado por apresentar porte alto, caule fibroso e grande quantidade de massa verde sendo o foco de sua produção a biomassa lignocelulósica (MAY et al., 2013; EMBRAPA, 2014). O sorgo vassoura utilizado na fabricação artesanal de vassouras se caracteriza por ter porte alto e grãos pequenos com colmos finos (VON PINHO e VASCONCELOS 2002; MAY et al., 2013) e o sorgo sacarino caracterizado por apresentar caules suculentos, doces e longos (WALL e ROSS, 1975) sendo utilizados para produção do bioetanol (MAY et al., 2013), característica essa que passou a colocar o sorgo sacarino em lugar de destaque dentre os outros tipos de sorgo.

SORGO SACARINO

Na década de 1970, na crise do petróleo, se descobriu que esse recurso natural não era renovável, acarretando em uma busca por recursos de origem vegetal em substituição aos de origem fóssil. A nível nacional a cana-de-açúcar se destacou como a principal alternativa para a produção do bioetanol (SILVA et al., 2014).

Segundo dados da CONAB (2016a) a produção estimada de cana-de-açúcar para safra 2016/17 será de 690.978.000 toneladas em uma área de 9.073.700 hectares. No entanto, a procura por novas opções de fontes renováveis com capacidade bioenergética passou a incluir novas culturas agrícolas com potencial energético (SILVA et al., 2014).

O sorgo sacarino tem se destacado em todo o mundo como uma fonte viável para a produção de energia limpa (ZHANG et al., 2010; DAVILA-GOMEZ et al., 2011; CUTZ et al., 2013; WANG et al., 2015). Como uma matéria-prima de alta qualidade para a entressafra da cana-de-açúcar o sorgo sacarino tem tomado um lugar de destaque como cultura agrícola com potencial energético (PURCINO, 2011). Trata-se de uma cultura rica em açúcares fermentescíveis, com alta produtividade de biomassa verde, de ciclo rápido (quatro meses), sendo totalmente mecanizada, podendo utilizar as mesmas instalações utilizadas pela cana-de-açúcar, o que viabiliza toda sua produção, tendo altos rendimentos

de etanol (3.000 a 6.000 litros / ha⁻¹) (DURÃES, 2011; GIACOMINI et al., 2013), podendo ainda ser cultivada em regiões onde a cana não produz, por ter característica de ser uma cultura tolerante a seca e ao alumínio tóxico (PURCINO, 2011).

Entretanto o sorgo sacarino durante o seu ciclo tem-se mostrado uma cultura sensível ao ataque de insetos-pragas (MENDES et al., 2012) que vem causando danos a cultura e sua produção (WAQUIL et al., 2003; BORTOLI et al., 2005). Devido o colmo ser a parte da planta de interesse econômico pois é de onde se extrai o caldo, espécies-pragas que atacam a cultura durante sua instalação e seu desenvolvimento vegetativo tem ameaçado o sucesso da cultura (MENDES et al., 2012; MAY et al., 2013).

As pragas que atacam o sorgo sacarino podem ser divididas em pragas iniciais e pragas da parte vegetativa. As pragas iniciais atacam desde a semente até a plântula, causando danos com redução do estande, vigor e o sistema radicular da planta. Dentre as espécies-pragas subterrâneas, as principais são: *Astylus variegatus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Dasytidae) conhecido como peludinho, *Conoderus scalaris* (Germar, 1824) (Coleoptera: Elateridae) chamado de larva-aramé e os corós dos gêneros *Phyllophaga*, *Stenocrates*, *Cyclocephala*, *Diloboderus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Na fase de plântula as pragas que mais atacam são: lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) reconhecida pelo sintoma de coração-morto e os percevejos barrigas-verde *Dichelops furcatus* e *Dichelops melacanthus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Pentatomidae) onde o ataque desses percevejos deforma a planta e causa o perfilhamento (WAQUIL et al., 2003; MAY et al., 2013).

Na fase vegetativa, a cultura sofre ataque de pragas como os pulgões *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) que causam danos devido a sucção da seiva e transmissão de vírus (WAQUIL et al., 2003; MAY et al., 2013), pela broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae) o qual seu dano pode ser direto, por abrir galerias no colmo impedindo o fluxo da seiva ou indireto quando o orifício favorece a penetração de microrganismos (GALLO et al., 2002; BORTOLI et al., 2005) e pela lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) que causa danos por raspar o limbo foliar e migrar para o cartucho da planta. Dentro do cartucho da planta as folhas novas são danificadas e apresentam lesões simétricas nos dois lados do limbo foliar, sendo os dois últimos instares, os quais a lagarta tem a maior voracidade consumindo grande quantidade de folhas e causando os maiores danos, o que torna a praga mais nociva

para a cultura do sorgo sacarino (WAQUIL et al., 2003; MAY et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016).

Para o controle das pragas do sorgo sacarino a forma mais utilizada ainda é o controle químico, e entre as formas de empregar o controle químico, o tratamento de sementes tem tomado destaque como uma medida de profilaxia para proteção da cultura (BRADSHAW et al., 2008).

Diversos inimigos naturais auxiliam no controle natural das pragas do sorgo sacarino, dentre eles ressalta-se os percevejos predadores como o *Podisus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae), *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridae), a tesourinha *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae), o bixo-lixeiro *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), as joaninhas *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Eriopis connexa* e *Coleomegilla quadrifasciata* (Coleoptera: Coccinellidae) e o carabídeo *Calosoma* spp. (Coleoptera: Carabidae) (WAQUIL et al., 2003).

TRATAMENTO DE SEMENTES

Dentro do controle de pragas, um dos principais componentes do controle químico é o tratamento de sementes (XAVIER, 2011), no qual defensivos agrícolas atribuem à planta condições de defesa (CASTRO et al., 2008), contra pragas que atacam sementes e as plântulas, diminuindo as perdas causadas pela ação dessas pragas (MARTINS et al., 2009).

Amplamente empregado, o tratamento de semente provou ser efetivo na prevenção de danos causados pelo ataque de pragas, protegendo diversas culturas de importância econômica (STRAUSBAUGH et al., 2010; NUYTENS et al., 2013).

O tratamento de sementes é um processo em que a semente recebe um revestimento protetor de pesticida, criando assim uma zona do ingrediente ativo que atua contra patógenos e insetos no solo, ou quando o tratamento é feito com pesticidas sistêmicos, o controle também é feito no início da cultura (NUYTENS et al., 2013).

Cada ingrediente ativo tem suas características diferenciadas de modo de ação e eficácia no controle de grupos diferentes de pragas (XAVIER, 2011). No tratamento de sementes de sorgo sacarino alguns produtos com misturas de ingredientes ativos são mais utilizados, como a mistura de fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico e a mistura de

imidaclopride + tiodicarbe (VANIN et al., 2011). No tratamento de sementes para armazenagem os inseticidas utilizados são pirimifós-metílico e bifentrina sendo muito eficaz no controle das pragas (MACHADO et al., 2006).

Fipronil é um inseticida de contato e ingestão (grupo dos pirazóis), que atua nos receptores/canais GABA, bloqueando esses canais e levando o inseto a morte por hiperexcitação (HAINZL e CASIDA 1996). A piraclostrobina é um fungicida do grupo das estrobilurinas, atua inibindo a ação mitocondrial respiratória através do bloqueio da transferência de elétrons (AMMERMANN et al., 2000). Tiofanato-metílico, do grupo dos benzimidazois, atua sobre os fungos pela inibição de proteínas específicas, chamadas de α e β tubulinas (DAVIDSE, 1988).

Imidaclopride é um inseticida sistêmico do grupo dos neonicotinoides que tem como alvo receptores nicotínicos de acetilcolina no sistema nervoso central de insetos (TOMIZAWA e CASIDA, 2005). A ativação dos receptores de acetilcolina é prolongada de modo anormal, causando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos (WARE, 2003). Tiodicarbe é um inseticida de contato de ingestão do grupo dos metilcarbamato de oxima que atua na inibição da enzima acetilcolinesterase nas sinapses nervosas que leva o inseto à fadiga e em seguida à morte (CESSA et al., 2013).

Pirimifós-metílico pertence ao grupo dos organofosforados que inibe a colinesterase, resultando na acumulação de acetilcolina, causando espasmos rápidos de músculos voluntários e, finalmente, paralisia. Bifentrina é um piretroide que atua estimulando as células nervosas para produzir descargas repetitivas e, eventualmente, causar paralisia. Tais efeitos são causados por sua ação no canal do sódio, um minúsculo orifício através do qual os íons de sódio são permitidos entrar no axônio para causar excitação (WARE, 2003).

Comparado com as aplicações de inseticidas via aérea, o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos diminui a contaminação ambiental (XAVIER, 2011), reduz a exposição ao aplicador e comumente impactos a organismos não-alvos devido à seletividade ecológica (HULL e BEERS, 1985).

O tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos apresenta muitas vantagens, porém diversos estudos têm demonstrado que inimigos naturais podem ser afetados por esses inseticidas, tanto parasitoides como predadores têm sofrido efeitos letais e subletais quando em contato com plantas cultivadas a partir de sementes tratadas com inseticidas,

fazendo com que esses inimigos naturais diminuam nos campos onde se tem essas plantas (ALBAJES et al., 2003; LAURENT e RATHAHAO, 2003; SEAGRAVES e LUNDGREN, 2012; FUNDERBURK et al., 2013; NUYTTENS et al., 2013).

Esses inimigos naturais, parasitoides e predadores, podem ser afetados negativamente pelos inseticidas por três vias, (1) quando se alimentam do pólen, néctar ou tecido vegetal contaminado, (2) quando consomem o ingrediente ativo com a ingestão de fluidos vegetais ou ainda (3) quando se alimentam de presas contaminadas com o inseticida (CLOYD e BETHKE, 2010).

Podisus nigrispinus (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Várias espécies de percevejos apresentam um amplo potencial de regulação biótica de insetos pragas dentro de Pentatomidae, sub-família Asopinae (MAGISTRALI et al., 2014).

Espécies do gênero *Podisus* são reconhecidas por apresentar hábito generalistas, sendo encontradas em várias culturas alimentando-se preferencialmente de larvas de lepidópteros (OLIVEIRA et al., 1999).

No Brasil duas espécies de *Podisus* ocorrem com maior frequência, *Podisus sculptus* (Distant), que ocorre frequentemente na região Norte, sendo um importante agente de controle biológico das florestas amazônicas e *Podisus nigrispinus* que ocorre em praticamente todas as regiões do Brasil, não sendo relatado apenas na região Norte (TORRES et al., 2006).

O percevejo predador *P. nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) ocorre naturalmente em vários agroecossistemas sendo a espécie de Asopinae mais comum no Brasil, citado predando insetos de diversas famílias, dentre elas pragas da família Psyllidae, Pentatomidae, Chrysomelidae, Arctiidae, Apatelodidae, Geometridae, Heliconidae, Notodontidae, Nymphalidae, Pieridae, Plutellidae, Riodinidae, Saturniidae, Sphingidae (TORRES et al., 2010) predando preferencialmente pragas da família Noctuidae (OLIVEIRA et al., 1999).

Uma característica importante em predadores como o *P. nigrispinus* é a zoofitofagia, o que lhes confere a capacidade de se alimentar de presas, plantas e produtos

vegetais (TORRES et al., 2010). A zoofitofagia beneficia o metabolismo do inseto, o comportamento de predação, assim como a obtenção de umidade e o seu crescimento populacional (GILLESPIE e MCGREGOR 2000; OLIVEIRA et al., 2002). *P. nigrispinus* quando complementou sua dieta utilizando a zoofitofagia, obteve aumento na sobrevivência, no peso dos adultos, na produção e longevidade assim como a taxa de oviposição foi maior, sendo a planta um fator que melhorou o crescimento populacional (OLIVEIRA et al., 2002; HOLTZ et al., 2011).

A zoofitofagia que é uma vantagem para esse predador, pode ser também uma via de contaminação com inseticidas sistêmicos, *P. nigrispinus* se alimenta na planta extraíndo produtos vegetais do xilema, onde maioria dos inseticidas sistêmicos são translocados podendo causar efeitos negativos no predador (TORRES et al., 2010).

OBJETIVO GERAL

- Avaliar o efeito do tratamento de sementes de sorgo sacarino sobre o predador *Podisus nigrispinus*, quando o mesmo se alimenta de plantas cultivadas a partir de sementes tratadas e a exposição comparada do predador com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas.

HIPÓTESES

1. O tratamento de sementes de sorgo sacarino com inseticidas afeta negativamente o desenvolvimento do predador *P. nigrispinus*.
2. Os inseticidas pela mesma forma de exposição, são mais tóxicos a praga *S. frugiperda* do que ao predador *P. nigrispinus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAJES, R.; LOPEZ, C.; PONS, X. Predatory fauna in cornfield sand response to imidacloprid seed treatment. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 96, p. 1805–1813, 2003.

AMMERMANN, E.; LORENZ, G.; SCHELBERGER, K.; MUELLER, B.; KIRSTGEN, R.; SAUTER, H. The new broad-spectrum fungicide with a new mode of action. In: BCPC Conference, **Pests & Diseases**, Australia, p. 541–548, 2000.

BORTOLI, S. A. de; DÓRIA, H. O. S.; ALBERGARIA, N. M. M. S.; BOTTI, M. V. Aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharalis* (fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 267–273, 2005.

BRADSHAW, J. D.; RICE, M. E.; HILL, J. H. Evaluation of management strategies for bean leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) and bean pod mottle virus (Comoviridae) in soybean. **Journal of Economic Entomology**, Washington, v. 101, p. 1211–1227, 2008.

CARRILLO, M. A.; STAGGENBORG, S. A.; PINEDA, J. A. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. **Fuel**, U.S.A., v. 116, p. 427–431, 2014.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G. da; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A., Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311–1318, 2008.

CESSA, R. M. A.; MELO, E. P. de; LIMA JUNIOR, I. dos S. de; Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em soluções contendo inseticidas. **Revista Agrogeambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 85–92, 2013.

CLOYD, R. A.; BETHKE, J. A. Impact of neonicotinoid insecticides on natural enemies in greenhouse and interior scape environments. **Pest Management Science**, England, v. 67, p. 3–9, 2010.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n. 100, p. 1–24, 2002.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 3 - Safra 2015/16, n.10 - Décimo Levantamento, Brasília, p. 1–184, julho de 2016b. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>>. Acessado em: 21 de janeiro de 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária**, Ano XXV, n. 6, - Observatório Agrícola, Brasília, p. 1–100, junho de 2016a. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>>. Acessado em: 03 de julho de 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**, v. 3 - Safra 2015/16, - Produtos de Verão, Brasília, p. 1–130, setembro de 2015. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/>>. Acessado em: 25 de julho de 2016.

CUTZ, L, S.; SANCHEZ-DELGADO, S.; RUIZ-RIVAS, U.; SANTANA, D. Bioenergy production in Central America: Integration of sweet sorghum into sugar Mills. **Renewable and Sustainable. Energy Reviews**, v. 25, p. 529–542, 2013.

DAVIDSE, L. C. Benzimidazole fungicides: mechanism and mode so faction. In: DELF, C.J. **Fungicide resistance in North America**. Saint Paul: American Phytopathological Society, Minesota, 1988.

DAVILA-GOMEZ, F. J.; CHUCK-HERNANDEZ, C.; PEREZ-CARRILLO, E.; ROONEY, W. L., SERNA-SALDIVAR, S. O. Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums [*Sorghum bicolor* (L) Moench]. **Industrial Crops and Products**, v. 33, p. 611–616, 2011.

DURÃES, F. O. M.; Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônômica. In Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. **Embrapa Agroenergia**, ano II, n. 3, 7p., 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA MILHO E SORGO. **Cultivo do sorgo**. Brasília, 2014.

EVANGELISTA-JÚNIOR, W.S. **Compatibilidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com gossipol**. 2007 93p., Dissertação (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa.

FUNDERBURK, J.; SRIVASTAVA, M.; FUNDERBURK, C.; MCMANUS, S. Evaluation of imidacloprid and cyantraniliprole for suitability in conservation biological control program for *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) in field pepper. **Florida Entomologist**, Washington, v. 96, n. 1, p. 229–231, 2013.

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

GIACOMINI, I.; PEDROZA, M. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental** / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, v. 5, n. 3, 2013.

GILLESPIE, D. R.; MCGREGOR, R. R. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 380–386, 2000.

GONTIJO, P. C.; MOSCARDINI, V. F.; MICHAUD, J.P.; CARVALHO, G. A. Non-target effects of two sunflower seed treatments on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Pest Management Science**, v. 71, n. 4, p. 515–522, 2014a.

GONTIJO, P. C.; MOSCARDINI, V. F.; MICHAUD, J.P.; CARVALHO, G. A. Non-target effects of chlorantraniliprole and thiamethoxam on *Chrysoperla carnea* when employed as sunflower seed treatments. **Journal of Pest Science**, v. 87, n. 4 p. 711–719, 2014b.

HAINZL, D.; CASIDA, J. E. **Fipronil insecticide: Novel photochemical desulfinylation with retention of neurotoxicity**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 93, p. 12764–12767, 1996.

HOLTZ, A. M.; ALMEIDA, G. D.; FADINI, M. A. M.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO-JÚNIOR, J. S.; ANDRADE, G. S. Phytophagy on eucalyptus plants increases the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 231–235, 2011.

HULL, L.A.; BEERS, E.H., Ecological selectivity: modifying chemical control practices to preserve natural enemies, in Biological Control in Agricultural IPM Systems, (ed.) by Hoy MA and Herzog DC. **Academic Press**, New York, p. 103–122, 1985.

LAURENT, F. M.; RATHAHAO, E. Distribution of C-14 imidacloprid in sunflowers (*Helianthus annuus* L.) following seed treatment. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Germany, v. 51, n. 27, p.8005–8010, 2003.

MACHADO, J.C.; WAQUIL, J. M.; SANTOS, J. P.; REICHENBACH, J. W. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. In Informe Agropecuário, Sementes: inovações tecnológicas no cenário nacional. **EPAMIG**, Belo Horizonte-MG, v. 27, n. 232, p. 76–86, 2006.

MAGISTRALI, I. C.; COSTA, E. C.; MACHADO, L. M.; NADAI, J. Novos registros de Asopinae (Pentatomidae) predadores de lagartas *Nystalea nyseus* (Cramer, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae). **Revista Biotemas**, Santa Catarina, v. 27, n. 2, p. 209–212, 2014.

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 170–174, 2009.

MAY, A.; MENDES, S. M.; SILVA, D. D. da; PARRELLA, R. A. da C.; MIRANDA, R. A. de; SILVA, A. F. da; PACHECO, T. F.; AQUINO, L. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; KARAM, D.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. Cultivo de Sorgo Sacarino em Áreas de Reforma de Canaviais. **Embrapa**, Sete Lagoas, MG, 2013. (Comunicado Técnico 186)

MENDES, S. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I. E.; WAQUIL, J. M.; Controle de pragas. In MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A. P.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G – Tecnologia qualidade Embrapa. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 139, p. 57–68, 2012.

MESQUITA, A. L.; FANCELLI, M.; SOBRINHO, R. B. Ocorrência e Importância de Inimigos Naturais de Pragas em Cultivo de Cajueiro Orgânico. **Embrapa**, Fortaleza, CE, 2009. (Comunicado Técnico 155)

MOSCARDINI, V. F.; GONTIJO, P. C.; MICHAUD, J. P.; CARVALHO, G. A. Sublethal effects of chorantraniliprole and thiamethoxam seed treatments when *Lysiphlebus testaceipes* feed on sunflower extrafloral nectar, **International Organization for Biological Control (IOBC)**, v. 59, n. 5, p. 503–511, 2014.

MOSCARDINI, V. F.; GONTIJO, P. C.; MICHAUD, J. P.; CARVALHO, G. A. Sublethal effects of insecticide seed treatments on two nearctic lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae), **Ecotoxicology**, v. 24, n. 5, p. 1152–1161, 2015.

NUYTTENS, D.; DEVARREWAERE, W.; VERBOVENB, P.; FOQUE, D. Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review. **Pest Management Science**, England, v. 69, n. 5, p. 564–575, 2013.

OLIVEIRA, A. M.; MARACAJA, P. B.; DINIZ FILHO, E. T.; LINHARES, P. C. F. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 1–9, 2006.

OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C.; SOSSAI, M. F.; PRATISSOLI, D. Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). **Brenesia**, v. 51, p.77–83, 1999.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; BARROS, R. Efeitos das plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 101–108, 2002.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E. R. de; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Características agronômicas de cultivares de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 45–53, 2005.

OLIVEIRA, H. N.; MOTA, T. A.; GLAESER, D. F.; POTIN, D. M. Plano de amostragem sequencial *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em sorgo-sacarino. Mato Grosso do Sul, Dourados. **Embrapa**, 4p., 2016. (Comunicado Técnico 213)

PURCINO, A. Á. C.; Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. In Sorgo sacarino: tecnologia agronômica e industrial para alimentos e energia. **Embrapa Agroenergia**, ano II, n. 3, 6p., 2011.

SEAGRAVES, M. P.; LUNDGREN, J. G. Effects of neonicotinoid seed treatments on soybean aphid and its natural enemies. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 1, p. 125–132, 2012.

SILVA, C.; SILVA, A. F de; VALE, W. G. do; GALON, L.; PETTER, F. A.; MAY, A.; KARAM, D. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo sacarino. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 438–445, 2014.

STRAUSBAUGH, C. A.; EUJAYL, I. A.; FOOTE, P. Seed treatments for the control of insects and diseases in sugarbeet. **Journal of Sugar Beet Research**, U.S.A, v. 47, n. 3 e 4, p. 105–125, 2010.

TOMIZAWA, M.; CASIDA, J. E. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v. 45, p. 247–268, 2005.

TORRES, J. B.; BARROS, E. M.; COELHO, R. R.; PIMENTEL, R. M. M. Zoophytophagous pentatomids feeding on plants and implications for biological control. **Arthropod Plant Interactions**, v. 4, n. 4, p. 219–227, 2010.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; MOURA, M. A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in Eucalyptus forests in Brazil. In **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, United Kingdom, v. 1, n. 15, p. 1–18, 2006.

VANIN, A.; SILVA, A. G.; FERNANDES, C. P. C.; FERREIRA, W. S.; RATTES, J. F. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 299–309, 2011.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. **Cultura do sorgo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 76p., 2002.

WALL, J. S.; ROSS, W. M. **Produccion y usos Del sorgo**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1975.

WANG, M.; PAN, X.; XIA, X.; XI, B.; WANG, L. Environmental sustainability of bioethanol produced from sweet sorghum stem on saline–alkali land. **Bioresource Technology**, Punjab, India, v. 187, p. 113–119, 2015.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I. Manejo de Pragas na Cultura do Sorgo. **Embrapa**, Sete Lagoas, MG, 25p., 2003. (Circular Técnica 27)

WARE, G. W. **An introduction to insecticides**. Department of Entomology, University of Arizona, Tucson, Arizona. 2003. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/ware.htm>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2017.

XAVIER, F. R. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas**. 2011. 24p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pelotas, 2011.

YAMAMOTO, P. T.; BASSANEZI, R. B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **REVISTA LARANJA**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p.353–382, 2003.

ZHANG, C.; XIE, G.; LI, S.; GE, L.; HE, T. The productive potentials of sweet sorghum ethanol in China. **Applied Energy**, Amsterdam, v. 87, n. 7, p. 2360–2368, 2010.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

Efeito do Tratamento de Sementes de Sorgo Sacarino Sobre o
Predador *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) e
Exposição Comparada do Predador com *Spodoptera frugiperda*
(Lepidoptera: Noctuidae) a Inseticidas

**Artigo sob as normas da Revista Neotropical Entomology, ISSN 1678-8062 versão
online-Qualis para biodiversidade B2.**

28 **Resumo** - O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes de sorgo
29 sacarino sobre o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851)
30 (Hemiptera: Pentatomidae) e a exposição comparada do predador com *Spodoptera*
31 *frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas. Não houve diferença entre os
32 tratamentos na sobrevivência dentro de cada instar, peso de fêmeas e período de incubação
33 dos ovos, porém a sobrevivência do período ninfal, número de ovos por fêmea e número de
34 posturas por fêmea foram afetados pelos tratamentos bifentrina + pirimifós-metílico e
35 fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico. O número de ovos por postura reduziu no
36 tratamento com bifentrina + pirimifós-metílico, esse mesmo tratamento juntamente com
37 tratamento imidaclopride + tiodicarbe reduziram a viabilidade dos ovos. A razão sexual foi
38 menor nos tratamentos com imidaclopride + tiodicarbe e fipronil + piraclostrobina +
39 tiofanato-metílico. Quando os adultos de *Podisus nigrispinus* foram mantidos em plantas de
40 sorgo com coleto imergido em solução inseticida, apenas o tratamento com imidaclopride
41 + tiodicarbe reduziu a sobrevivência, para lagartas de segundo instar de *Spodoptera*
42 *frugiperda*, todos os tratamentos diferiram da testemunha, ressaltando que os inseticidas
43 foram mais nocivos a praga do que ao predador. Efeitos letais e subletais foram observados
44 no predador *Podisus nigrispinus*, quando o mesmo se alimentou de plantas de sorgo
45 sacarino oriundas de sementes tratadas com inseticidas. Mais pesquisas são necessárias para
46 esclarecer os possíveis efeitos de inseticidas via tratamento de sementes sobre inimigos
47 naturais.

48

49 **Palavras-chave:** Controle biológico, Inseticidas sistêmicos, MIP

50

51 **Abstract** - The objective of this work was to evaluate the effect of sorghum seed treatment
52 on the development of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera:

53 Pentatomidae) and comparative predator exposure with *Spodoptera frugiperda*
54 (Lepidoptera: Noctuidae) to insecticides. There was no difference between the treatments
55 on survival within each instar, females weight and egg incubation period, however the
56 survival of the nymphal period, number of eggs per female and number of postures per
57 female were affected by bifenthrin + pirimiphos-methyl treatments and fipronil +
58 pyraclostrobin + thiophanate-methyl. The number of eggs per posture decreased in
59 bifenthrin + pirimiphos-methyl treatment, this same treatment together with imidacloprid +
60 thiodicarb treatment reduced egg viability. The sex ratio was lower in the treatments with
61 imidacloprid + thiodicarb and fipronil + pyraclostrobin + thiophanate-methyl. When the
62 adults of *Podisus nigrispinus* were kept in sorghum plants with collection immersed in
63 insecticide solution, only treatment with imidacloprid + thiodicarb reduced survival for
64 *Spodoptera frugiperda* second instar caterpillars, all treatments differed from the control,
65 noting that insecticides The plague was more harmful than the predator. Lethal and
66 sublethal effects were observed in the predator *Podisus nigrispinus*, when it fed on sorghum
67 sorghum plants from seeds treated with insecticides. More research is needed to clarify the
68 possible effects of insecticides via seed treatment on natural enemies.

69

70 **Key words:** Biological control, IPM, Systemic insecticides

71

72 **Introdução**

73

74

75 A cultura do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresenta colmos
76 suculentos com altos teores de açúcares fermentescíveis, ciclo curto e manejo totalmente

77 mecanizado, se destacando no setor sucroalcooleiro como matéria-prima de alta qualidade
78 (Purcino 2011).

79 Durante todo ciclo do sorgo sacarino, desde a semeadura até a colheita, insetos-
80 praga estão associados, causando danos e afetando a produção da cultura (Waquil *et al.*
81 2003, Bortoli *et al.* 2005), dentre eles, podem ser citadas as pragas que atacam as fases
82 iniciais, sementes e plântulas, como a larva-aramé *Conoderus scalaris* (Germar)
83 (Coleoptera: Elateridae), corós *Phyllophaga*, *Stenocrates*, *Cyclocephala*, *Diloboderus*
84 (Coleoptera: Scarabaeidae), lagarta-elasma *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera:
85 Pyralidae), larva-angorá *Astylus variegatus* (Germar) (Coleoptera: Dasytidae) e os
86 percevejos barriga-verde *Dichelops furcatus* (Fabricius) e *Dichelops melacanthus* (Dallas)
87 (Hemiptera: Pentatomidae) (Waquil *et al.* 2003, May *et al.* 2013).

88 Na fase vegetativa da cultura, ressalta-se insetos como os pulgões *Rhopalosiphum*
89 *maidis* (Fitch), *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae), a broca-da-cana
90 *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) e a lagarta-do-cartucho *Spodoptera*
91 *frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Waquil *et al.* 2003, May *et al.* 2013)
92 sendo essa, citada com uma das mais nocivas para a cultura do sorgo sacarino no Brasil
93 (Mendes *et al.* 2012) e com pesquisas voltadas para o seu controle (Oliveira *et al.* 2016).

94 O uso de inseticidas via tratamento de sementes atribui a plantas condições de
95 defesa contra perdas decorrentes da ação de pragas (Castro *et al.* 2008, Martins *et al.* 2009),
96 sendo uma prática amplamente empregada em várias culturas (Strausbaugh *et al.* 2010,
97 Gontijo *et al.* 2014a). O tratamento de sementes, comparado as aplicações via aérea, reduz a
98 contaminação ambiental, exposição ao aplicador e comumente os impactos a organismos
99 não-alvos devido à seletividade ecológica (Hull & Beers 1985).

100 Dentre os produtos utilizados no tratamento de sementes de sorgo sacarino pode-se
101 citar uma mistura pronta contendo o inseticida fipronil do grupo pirazol, e os fungicidas

102 piraclostrobina do grupo das estrubilurinas e tiofanato metílico do grupo dos benzimidazois
103 (Agrofit 2017), onde Fipronil é um inseticida de contato e ingestão, que atua nos
104 receptores/canais GABA, bloqueando esses canais e levando o inseto a morte por
105 hiperexcitação (Hainzl & Casida 1996).

106 O tratamento de sementes, tendo o imidaclopride + tiodicarbe como princípios
107 ativos, tem se mostrado efetivo para controle de pragas sugadoras, mastigadoras (lagartas)
108 (Vanin *et al.* 2011). Imidaclopride é um inseticida sistêmico do grupo dos neonicotinóides
109 que tem como alvo receptores nicotínicos de acetilcolina no sistema nervoso central de
110 insetos (Tomizawa & Casida 2005) e tiodicarbe é um inseticida de contato de ingestão do
111 grupo dos metilcarbamato de oxima que atua na inibição da enzima acetilcolinesterase nas
112 sinapses nervosas que leva o inseto à fadiga e em seguida à morte (Cessa *et al.* 2013).

113 A utilização do tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos é considerada
114 segura para os inimigos naturais. Contudo, estudos revelaram que inseticidas podem causar
115 efeitos letais ou subletais sobre inimigos naturais. Estudos feitos com os inseticidas
116 tiametoxam e clorantraniliprole demonstraram que os dois princípios ativos afetaram a
117 biologia de inimigos naturais, como *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae)
118 (Gontijo *et al.* 2014a), *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) (Gontijo
119 *et al.* 2014b), *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) (Moscardini *et*
120 *al.* 2014), *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville) e *Coleomegilla maculata* (DeGeer)
121 (Coleoptera: Coccinellidae) (Moscardini *et al.* 2015) sendo o tiametoxam mais tóxico que
122 clorantraniliprole.

123 O sorgo sacarino é naturalmente visitado por um grande número de inimigos
124 naturais que auxiliam no controle de pragas, dentre os quais destaca-se os predadores como:
125 os percevejos predadores do gênero *Podisus* (Hemiptera: Pentatomidae), *Orius* spp.
126 (Hemiptera: Anthocoridae), *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridae), a tesourinha *Doru*

127 *luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), o bixo-lixeiro *C. carnea* (Neuroptera:
128 Chrysopidae), as joaninhas *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus), *H. convergens*, *Eriopis*
129 *connexa* (Germar) e *Coleomegilla quadrifasciata* (Schöenherr) (Coleoptera: Coccinellidae),
130 , carabídeo *Calosoma* spp. (Coleoptera: Carabidae) (Waquil *et al.* 2003).

131 Esses predadores podem ser afetados negativamente pelos inseticidas sistêmicos
132 quando se alimentam do pólen, néctar ou tecido vegetal contaminado, quando consomem o
133 ingrediente ativo com a ingestão de fluidos vegetais ou ainda quando se alimentam de
134 presas contaminadas com o inseticida (Cloyd & Bethke 2010).

135 Predadores do gênero *Podisus*, como o *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera:
136 Pentatomidae) têm destacado-se por apresenta hábito generalista predando pragas de
137 diversas famílias (Torres *et al.* 2010), sendo encontrado em várias culturas, alimentando-se
138 preferencialmente de larvas de lepidópteros (Oliveira *et al.* 1999).

139 *Podisus nigrispinus* é um predador zoofitófago, se alimenta de presas, porém
140 complementa sua dieta se alimentando de produtos vegetais da planta (Torres *et al.* 2010).
141 Em percevejos predadores a zoofitofagia beneficia o metabolismo do inseto, o
142 comportamento de predação, assim como a obtenção de umidade e o crescimento
143 populacional (Gillespie & McGregor 2000, Oliveira *et al.* 2002).

144 A utilização de inseticidas sistêmicos para o tratamento de sementes é uma forma
145 eficaz de controle de pragas, porém pode causar efeitos negativos em predadores devido a
146 sua zoofitofagia (Torres *et al.* 2010). Logo, o objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito
147 do tratamento de sementes de sorgo sacarino sobre o predador *P. nigrispinus*, quando o
148 mesmo se alimenta de plantas cultivada a partir de sementes tratadas e a exposição
149 comparada do predador com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas.

150

151

152 **Material e métodos**

153

154

155 Os bioensaios foram conduzidos usando o Laboratório de Controle Biológico de
156 Insetos e a casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em
157 Recife-PE. Para isso, foi necessária a manutenção das criações do predador *P. nigrispinus*,
158 da sua presa natural *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e sua presa alternativa
159 *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) em laboratório.

160

161 **Criações de insetos**

162

163

164 As criações dos insetos foram mantidas em sala climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de
165 UR e 12h de fotofase).

166 *Tenebrio molitor*: Larvas foram mantidas em bandejas plásticas (29 cm x 23 cm x
167 11 cm) e alimentadas com farinha de trigo integral (97%), levedo de cerveja (3%) e fatias
168 de chuchu para fornecer a umidade necessária (Zamperline et al. 1992). Parte das larvas
169 foram utilizada para a manutenção da criação de *P. nigrispinus*, e parte permaneceu nas
170 bandejas até a fase adulta. Os adultos foram transferidos para novas bandejas de plástico
171 contendo a mesma dieta mencionada para as larvas, onde então fizeram a postura dos ovos,
172 iniciando um novo ciclo de desenvolvimento.

173 *Podisus nigrispinus*: *P. nigrispinus* foram mantidos em tubos de PVC alimentados
174 com larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), conforme descrito por
175 Zanuncio et al. (2001).

176 *Spodoptera frugiperda*: Lagartas recém-eclodidas foram transferidas para potes de
177 plástico transparentes (25 cm x 25 cm), forradas com papel toalha. Sobre o mesmo foi
178 acondicionado uma tira de dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976). As lagartas
179 permaneceram nestes potes até atingirem a fase de pupa. As pupas foram coletadas e
180 transferidas para potes com papel toalha umedecidos. Os adultos recém-emergidos foram
181 acondicionados em gaiolas de tubos de PVC (20 cm x 25 cm) revestidos com papel sulfite,
182 dispostas sobre pratos plásticos (25 cm x 25 cm), forrados com papel toalha. A parte
183 superior foi fechada com filme plástico de PVC. Os adultos foram alimentados com solução
184 de mel a 10% (v/v) ofertada em tubos de plástico com capacidade para 10 mL, contendo
185 chumaço de algodão embebido. As posturas foram coletadas diariamente por meio da troca
186 do papel que revestia a gaiola e acondicionadas em potes de plástico transparentes (16 cm x
187 10 cm), forrado com papel toalha, por aproximadamente três dias e mantidas até a eclosão
188 das lagartas, quando então foram distribuídas sobre a dieta.

189

190 **Plantio de sementes de sorgo tratadas e não tratadas com inseticidas**

191

192

193 Em casa de vegetação sementes de sorgo sacarino da cultivar BRS 506 tratadas e
194 não tratadas com inseticidas foram semeadas a 2,0 cm de profundidade em vasos de
195 polietileno com capacidade de 3 L de solo, contendo uma mistura de solo e substrato (2:1),
196 sendo regadas diariamente, porém minimamente para que não ocorresse a lixiviação do
197 inseticida na semente. O desbastadas ocorreu ao quinto dia após a emergência (DAE),
198 mantendo-se cinco plantas de sorgo por vaso. As sementes de sorgo sacarino foram tratadas
199 com três tratamentos diferentes além do T1 - testemunha que não recebeu tratamento
200 algum. Os tratamentos com os produtos foram: T2 - mistura de pirimifós-metílico (8g

201 i.a./t) + bifentrina [0,4g i.a./ tonelada (t)], sendo que as sementes foram adquiridas da
202 Embrapa Milho e Sorgo já com o tratamento, T3 - mistura de fipronil (156, 25g i.a. / 100
203 kg⁻¹) + piraclostrobina (15,6g i.a./ 100 kg⁻¹) + tiofanato-metílico (140,6g i.a. / 100 kg⁻¹) e T4
204 - mistura de imidaclopride (22,5g i.a./ 100 kg⁻¹) + tiodicarbe (67,5g i.a./ 100 kg⁻¹), sendo o
205 T3 e T4 tratados de forma “ *on farm*”. Aos nove DAE os vasos com as plantas de sorgo
206 sacarino foram levados ao laboratório para aclimação e posteriormente a montagem do
207 experimento.

208

209 **Efeito do tratamento de sementes sobre *P. nigrispinus***

210 **Experimento 1: Exposição de ninfas de *P. nigrispinus***

211

212

213 Ninfas de *P. nigrispinus* no início do segundo ínstar foram individualizadas em
214 folhas de sorgo sacarino da cultivar BRS 506 10 dias após a emergência (DAE)
215 provenientes de sementes tratadas (inseticidas) e não tratadas (testemunha), confinadas em
216 gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, com 1,5 cm de altura e 4 cm de diâmetro, que
217 apresentava o fundo fechado com tecido tipo "voil" e a outra extremidade circundada com
218 espuma, para evitar injúrias nas folhas. Para dar sustentação e evitar a saída dos insetos, a
219 gaiola foi fechada com um quadrado de papelão (5 cm²), de acordo com a metodologia
220 adaptada por Costa *et al.* (2009) (Fig. 1). Cada parcela, foi composta por uma gaiola de
221 tubo de PVC com três ninfa cada. As ninfas foram alimentadas com pupas de *Tenebrio*
222 *molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) repostas conforme eram predadas. Não foi fornecido
223 água para as ninfas, forçando-as a buscar umidade na planta.



224

225 **Fig 1** Gaiola cilíndrica de tubo de PVC. Adaptada de Costa *et al.* (2009).

226

227 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro
228 tratamentos (T1- Testemunha; T2- Pirimifós-Metílico + Bifentrina; T3- Fipronil +
229 Piraclostrobina + Tiofanato-Metílico e T4- Imidaclopride + Tiodicarbe.) e 15 repetições.
230 Foram avaliados a sobrevivência em cada ínstar (II, III, IV e V) e a sobrevivência do
231 período ninfal.

232

233 **Experimento 2: Exposição de adultos de *P. nigrispinus***

234

235

236 Fêmeas de *P. nigrispinus* com menos de 24 horas de idade, provenientes das ninfas
237 do experimento 1, foram pesadas em balança de precisão de 0.1mg e após 3 dias, período
238 necessário para a maturação sexual (Carvalho *et al.* 1994), foram acasalados com machos
239 de mesma idade.

240

241 Os casais foram mantidos em gaiolas cilíndricas de tubo de PVC, com 1,5 cm de
242 altura e 4 cm de diâmetro, confinados em uma folha de sorgo conforme o experimento 1,
243 sendo um casal por gaiola, e cada gaiola representando uma parcela. Os ovos produzidos
foram recolhidos a cada 48 horas, onde foram contados e transferidos com auxílio de um

244 pincel de ponta fina para placas de Petri (9 cm x 1,5 cm) contendo algodão embebido em
245 água destilada. As ninfas foram contadas 24 horas após a eclosão da primeira ninfa.

246 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro
247 tratamentos (T1 - Testemunha; T2 - Pirimifós-Metílico + Bifentrina; T3- Fipronil +
248 Piraclostrobina + Tiofanato-Metílico e T4- Imidaclopride + Tiodicarbe.) e 10 repetições. As
249 avaliações foram feitas por 20 dias após o acasalamento, justificado pelo fato de fêmeas de
250 *P. nigrispinus* atingirem os picos de oviposição na segunda e terceira semana após o
251 acasalamento (Torres *et al.* 2006). Foram avaliados o peso de fêmeas, número de ovos por
252 fêmea, número de ovos por postura (considerando cada massa de ovos como uma postura),
253 número de posturas por fêmea, período de incubação dos ovos, viabilidade dos ovos (%) e
254 razão sexual ($\sum \text{♀} / \sum (\text{♀} + \text{♂})$).

255

256 **Experimento 3: Exposição de adultos de *Podisus nigrispinus* e lagartas de *Spodoptera***
257 *frugiperda*

258

259

260 Sementes de sorgo sacarino da cultivar BRS 506 sem tratamento com inseticidas
261 foram plantadas a 2,0 cm de profundidade em vasos de polietileno com capacidade de 3 L
262 de solo, contendo uma mistura de solo e substrato (2:1) em casa de vegetação. Aos 10 DAE
263 os vasos com as plantas foram levados para laboratório nas primeiras horas do dia, quando
264 a taxa metabólica das plantas estava baixa. As plantas de sorgo sacarino foram cortadas
265 próximo ao coleto e imediatamente se fez a imersão do coleto em uma solução inseticida ou
266 água (Fig 2).



267

268 **Fig 2** Plantas de sorgo sacarino com o coleto imergido em solução inseticida e água.

269

270 Os tratamentos e as soluções inseticidas foram: Testemunha com apenas água (T1),
 271 solução com a mistura de fipronil [156, 25g i.a. / 250 litros (L)] + piraclostrobina (15,6g
 272 i.a./ 250L) + tiofanato-metílico (140,6g i.a. / 250L) (T2) e uma solução de Imidaclopride
 273 (22,5g i.a./ 250L) + tiodicarbe (67,5g i.a./ 250L) (T3). Ressalta-se que nesse experimento
 274 em específico a mistura de bifentrina + pirimifós metílico não foi utilizada por se tratar de
 275 tratamento de sementes feito industrialmente.

276 • *Podisus nigrispinus*

277

278 Após 24 horas da imersão do coleto das plantas na solução inseticida, adultos de *P.*
 279 *nigrispinus* de até 5 dias de idade foram confinados em pares nas folhas de sorgo sacarino
 280 em gaiolas cilíndricas conforme descrito no primeiro experimento, e as avaliações de
 281 sobrevivência foram feitas em 24, 48 e 72 horas após o confinamento dos adultos, utilizou-
 282 se 10 repetições com dois adultos por repetição para cada tratamento (Fig 2). Foi avaliado a
 283 sobrevivência de machos e fêmeas separadamente, porém não houve diferença entre eles e
 284 então foram agrupados.

285 • *Spodoptera frugiperda*

286

287 Para o bioensaio com *S. frugiperda*, lagartas de segundo ínstar foram
288 individualizadas em placas de Petri (9 cm x 1,5 cm) contendo algodão embebido em água
289 destilada e após 24 horas da imersão das plantas conforme descrito acima, pedaços das
290 folhas foram oferecidos para as lagartas, sendo a reposição desses pedaços feita
291 diariamente, e as avaliações de sobrevivência feitas em 24, 48 e 72 horas após o contato da
292 lagarta com a folha.

293

294 **Análise estatística**

295

296

297 Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e
298 homogeneidade (teste de Bartlett) (SAS Institute 2002). A sobrevivência dos ínstars (II, III,
299 IV e V) foram comparadas em pares pelo teste do qui-quadrado ($P = 0,05$). As curvas de
300 sobrevivência foram calculadas utilizando o método de Kaplan-Meier, e as média
301 comparadas em pares pelo teste log-rank ($P = 0,05$) usando PROC LIFETEST em SAS
302 (SAS Institute 2002). Os dados das características reprodutivas foram submetidos à análise
303 de variância (ANOVA) e as médias separadas pelo teste de Tukey HSD ($P = 0,05$).

304

305 **Resultados e discussão**

306 **Exposição de ninfas de *P. nigrispinus***

307

308

309 Os resultados obtidos para a avaliação da sobrevivência das ninfas de *P. nigrispinus*
310 confinadas em plantas de sorgo sacarino oriundas de sementes tratadas demonstraram que não
311 houve diferenças significativas entre os tratamentos dentro de cada ínstar, porém em todos os

312 tratamentos o segundo ínstar obteve uma menor sobrevivência quando comparado com o
 313 terceiro, quarto e quinto ínstar (Tabela 1). Resultado este que pode ser explicado pelo fato de
 314 ninfas de segundo ínstar de *P. nigrispinus* serem menores e estarem passando por um processo
 315 de adaptação a dieta (Evangelista Jr. *et al.* 2003) sendo mais susceptíveis aos efeitos deletérios
 316 dos inseticidas quando comparadas com ninfas de quinto ínstar.

317

318 **Tabela 1** Sobrevivência (média \pm EP) de ninfas de *Podisus nigrispinus* confinadas em
 319 plantas de sorgo sacarino oriundas de sementes tratadas. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: 70% e
 320 fotofase: 12h.

Ínstares	Tratamentos ⁽¹⁾				χ^2	P
	T1	T2	T3	T4		
Segundo ^{ns}	80,0 \pm 5,96 b	62,2 \pm 7,23 b	57,7 \pm 7,36 b	60,0 \pm 7, 30 b	6,09	0,1071
Terceiro ^{ns}	97,2 \pm 2,74 a	85,7 \pm 6,61 a	92,3 \pm 5,23 a	100 \pm 0,00 a	5,89	0,117
Quarto ^{ns}	97,14 \pm 2,82 a	87,5 \pm 6,75 a	95,8 \pm 4,08 a	96,3 \pm 3,63 a	2,97	0,395
Quinto ^{ns}	100 \pm 0,00 a	100 \pm 0,00 a	95,6 \pm 4,35 a	96,1 \pm 3,77 a	3,42	0,3309
χ^2	15,3436	15,2215	23,8725	30,0811		
P	0,0015	0,0016	<0,0001	<0,0001		

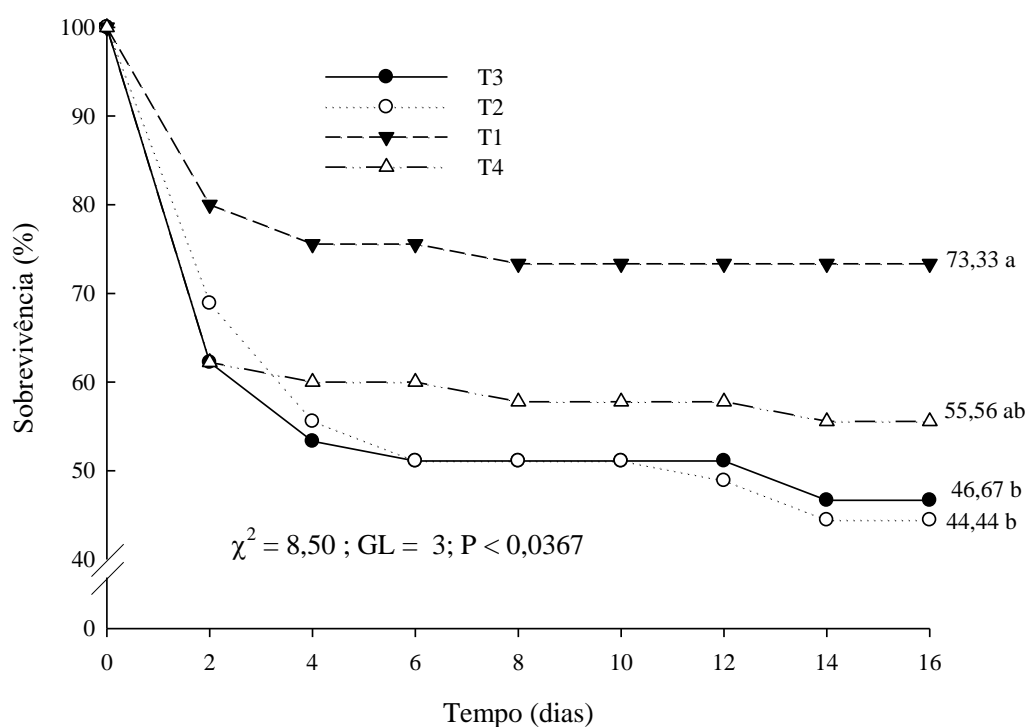
321 Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pela comparação em pares com o teste de Qui-
 322 quadrado a 5 % de probabilidade. ^{ns} - não significativo. ⁽¹⁾ Tratamentos: T1 - Testemunha; T2 - Pirimifós-
 323 Metílico + Bifentrina; T3 - Fipronil + Piraclostrobinina + Tiofanato-Metílico; T4 - Imidaclopride + Tiodicarbe.

324

325 As curvas de sobrevivência da fase ninfal de *P. nigrispinus* confinadas em plantas
 326 de sorgo sacarino oriundas de sementes tratadas com pirimifós-metílico + bifentrina (T2) e
 327 com fipronil + piraclostrobinina + tiofanato metílico (T3) diferiram significativamente
 328 quando comparadas com a testemunha (T1), sendo que apenas 44,4% e 46,6% das ninfas
 329 passaram para fase adulta respectivamente, enquanto o tratamento com imidaclopride +
 330 tiodicarbe (T4) não diferiu da testemunha, com 55,5% das ninfas atingindo a fase adulta
 331 enquanto a testemunha obteve 73,3% (Fig 3).

332 Não foram encontrados relatos na literatura da mistura pirimifós-metílico +
 333 bifentrina afetando organismos não-alvo via translocação na planta através de sementes
 334 tratadas, fato este que pode ser justificado por ser uma mistura recomendada para controle
 335 de pragas de grãos armazenados (Machado *et al.* 2006), onde os trabalhos de seletividade
 336 para inimigos naturais (IN) com esses inseticidas foram feitos por meio de contato residual
 337 (Gonçalves *et al.* 2004, Ail-Catzim *et al.* 2015), diferindo da forma de exposição avaliada
 338 no presente trabalho.

339 Castro *et al.* (2013) observou que deltametrina, um piretróide sintético assim como
 340 bifentrina, causou 100% de mortalidade para ninfas de *P. nigrispinus* por meio de contato
 341 com superfície tratada, demonstrando a alta toxicidade de inseticidas desse grupo químico
 342 para esse predador.



343

344 **Fig 3** Sobrevivência da fase ninfal de *Podisus nigrispinus* confinados em folhas de sorgo
 345 sacarino cultivadas a partir de sementes tratadas. Curvas de sobrevivência calculadas
 346 utilizando o método de Kaplan-Meier. Porcentagens seguidas de mesma letra não diferem

347 entre si pela comparação em pares com o teste log-rank ($P = 0,05$). T1 - Testemunha; T2 -
348 Pirimifós-Metílico + Bifentrina; T3 - Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-Metílico; T4 -
349 Imidaclopride + Tiodicarbe.

350

351 Elzen (2001) observou uma sobrevivência de 46,1% para fêmeas de *Orius*
352 *insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) expostas a ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie)
353 (Lepidoptera: Noctuidae) tratados com fipronil, resultado este próximo do encontrado no
354 presente trabalho, demonstrando que mesmo com espécies e modos de exposição
355 diferentes, fipronil reduziu a sobrevivência desses predadores.

356

357 **Exposição de adultos de *P. nigrispinus***

358

359

360 Observou-se que os inseticidas causaram efeitos subletais em quase todos os
361 parâmetros avaliados, sendo apenas o peso de fêmeas e o período de incubação dos ovos
362 semelhantes em todos os tratamentos. O peso de fêmeas de *P. nigrispinus* ficou entre 61 e
363 70 mg, valores próximos dos encontrados por Espíndula *et al.* (2006), já o período de
364 incubação dos ovos desse predador apresentou valores entre 4,59 a 4,86 dias, semelhante a
365 valores encontrados por Zanuncio *et al.* (2012) que avaliando cultivares de soja resistente e
366 não resistente a insetos obteve 4,71 e 4,75 dias de incubação dos ovos de *P. nigrispinus*
367 (Tabela 2). Gontijo *et al.* (2014a) trabalhando com cultura, inseticidas e espécie de predador
368 diferente do presente trabalho, porém pelo mesmo modo de exposição, observou que
369 tiametoxam, inseticida do mesmo grupo do imidaclopride, e clorantraniliprole não afetaram
370 o período de incubação de ovos de *O. insidiosus* quando os mesmos foram expostos as
371 hastes de plantas de girassol oriundas de sementes tratadas.

372 Constatou-se que o número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* e número de
 373 posturas por fêmeas dos tratamentos T2 e T3 foram menores quando comparados com a
 374 testemunha, sendo que a testemunha obteve 1,9 vezes mais ovos que o tratamento T3 que
 375 apresentou o menor número de ovos (Tabela 2). Resultados obtidos no presente estudo
 376 agrega com trabalhos já realizados com outros inseticidas, culturas e espécies, onde Gontijo
 377 *et al.* (2014b) observou que tiametoxam e clorantraniliprole reduziram o número de ovos
 378 por fêmea de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) quando adultos
 379 foram expostos as hastes de plantas de girassol cultivadas a partir de sementes tratadas.

380

381 **Tabela 2** Parâmetros reprodutivos (média \pm EP) de *Podisus nigrispinus* confinados em
 382 plantas de sorgo sacarino oriundos de sementes tratadas. Peso de fêmeas (mg) (PF), número
 383 de ovos por fêmea (NOF), número de ovos por postura (NOP), número de posturas por
 384 fêmea (NPF), período de incubação dos ovos (dias) (PIO), viabilidade dos ovos (%) (VO) e
 385 razão sexual (RS) Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: 70% e fotofase: 12h

Tratamentos ⁽¹⁾	T1	T2	T3	T4	F	P
PF ^{ns}	63,57 \pm 3,60	66,74 \pm 2,80	61,05 \pm 4,49	70,76 \pm 5,14	1,00	0,4067
NOF	202,1 \pm 21,32 a	110,6 \pm 23,63 b	103,2 \pm 18,92 b	162,3 \pm 25,89 ab	4,26	0,0113
NOP	20,57 \pm 1,24 a	15,21 \pm 1,23 b	17,38 \pm 1,45 ab	18,29 \pm 1,04 ab	3,11	0,0384
NPF	10,5 \pm 0,71 a	6,5 \pm 0,84 b	6,3 \pm 1,06 b	8,7 \pm 1,02 ab	4,64	0,0076
PIO ^{ns}	4,86 \pm 0,13	4,83 \pm 0,11	4,59 \pm 0,14	4,83 \pm 0,12	0,03	0,9999
VO	87,52 \pm 1,40 a	76,01 \pm 2,35 b	78,94 \pm 3,56 ab	74,51 \pm 3,47 b	4,12	0,0133
RS	0,53 a	0,5 ab	0,48 b	0,48 b	3,42	0,0273

386 Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.^{ns} -

387 não significativo. ⁽¹⁾ Tratamentos: T1 - Testemunha; T2 - Pirimifós-Metílico + Bifentrina; T3 - Fipronil +

388 Piraclostrobina + Tiofanato-Metílico; T4 - Imidaclopride + Tiodicarbe.

389

390 O número de ovos por postura apenas do tratamento T2 (15,21) diferiu da
 391 testemunha (20,57), sendo que nos demais tratamentos não houveram diferenças
 392 significativas (Tabela 2). Observou-se que apesar do tratamento T2 diferir da testemunha

393 no número de ovos por postura, o mesmo ficou próximo de valores encontrados por Holtz
394 *et al.* (2006) que obtiveram 16,32 ovos por postura quando adultos de *P. nigrispinus* foram
395 alimentados com lagartas *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae).

396 Para a viabilidade dos ovos, os tratamentos T2 (76%) e T4 (74,5%) diferiram da
397 testemunha (87,5%) (Tabela 2). Resultado este que corrobora com o encontrado por Gontijo
398 *et al.* (2014a), que trabalhando com tiametoxam, um inseticida do mesmo grupo químico do
399 imidaclopride, observaram que a viabilidade dos ovos de *O. insidiosus* reduziu quando foram
400 expostos as hastes de plantas de girassol oriundas de sementes tratadas.

401 A razão sexual observada para a progênie de fêmeas de *P. nigrispinus* foi de 0,48
402 para os tratamentos T3 e T4, diferindo da testemunha que obteve 0,53. A redução da razão
403 sexual em função do tratamento de sementes com inseticidas também foi encontrada por
404 Gontijo *et al.* (2014b), que trabalhando com *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera:
405 Chrysopidae) observaram uma menor razão sexual quando as larvas foram expostas as
406 hastes de plantas de girassol oriundas de sementes tratadas com tiametoxam. Já para
407 *Hippodamia convergens* (Guérin-Ménéville) (Coleoptera: Coccinellidae) a razão sexual
408 aumentou quando as larvas foram expostas as hastes de girassol cultivadas a partir de
409 sementes tratadas com tiametoxam (Morcardini *et al.* 2015). Resultados estes que
410 demonstram o potencial de inseticidas em concentrações subletais afetarem a razão sexual
411 da progênie, onde os efeitos podem variar conforme a susceptibilidade larval dos diferentes
412 grupos de insetos (Gontijo *et al.* 2014b, Morcardini *et al.* 2015).

413

414

415

416

417

418 **Exposição de adultos de *Podisus nigrispinus* e lagartas de *Spodoptera frugiperda***

419

420

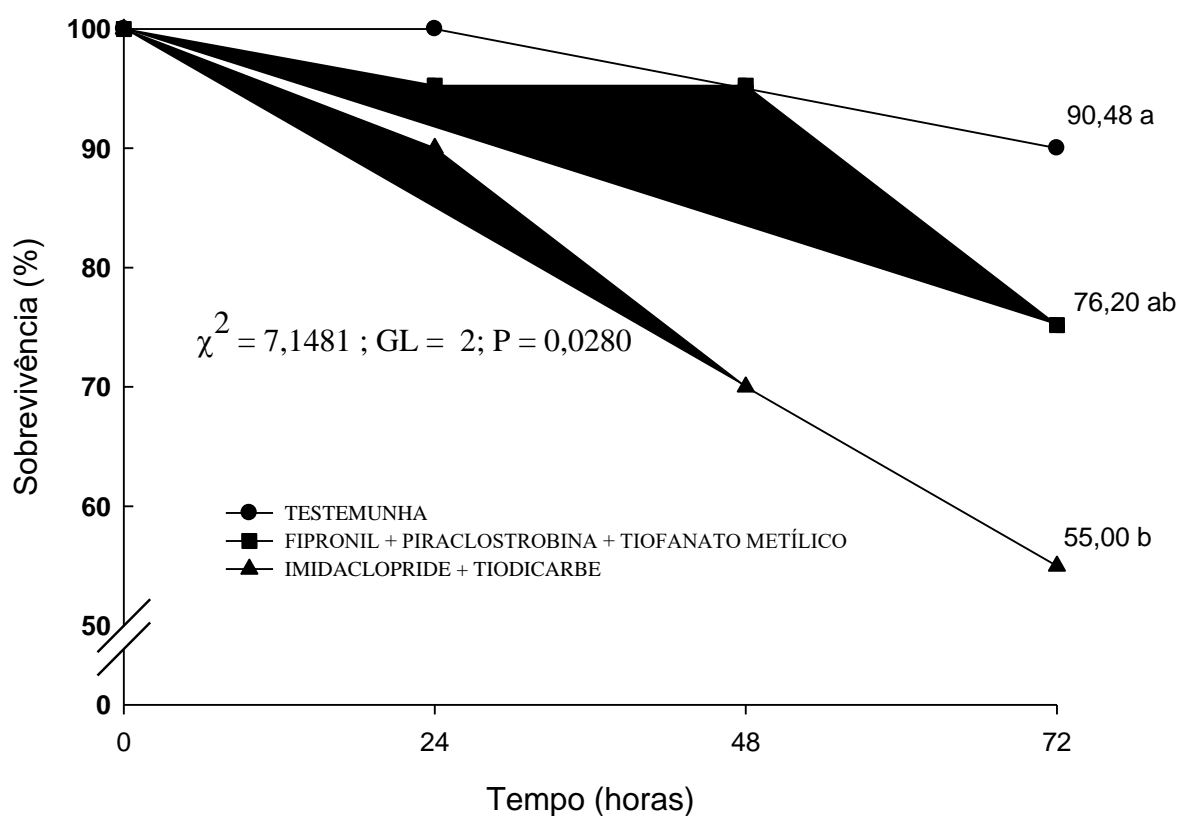
421 Adultos de *Podisus nigrispinus* confinados por três dias em plantas de sorgo

422 sacarino com o coleto imergido na solução com imidaclopride + tiodicarbe tiveram uma

423 sobrevivência de 55%, diferindo estatisticamente da testemunha que obteve 90,4%. (Fig 4).

424 Resultado este que pode ser explicado pela característica de lipofilicidade desses

425 inseticidas.



426

427 **Fig 4** Sobrevivência de adultos de *Podisus nigrispinus* confinados em plantas de sorgo

428 sacarino com coleto imergidas em solução inseticida. Curvas de sobrevivência calculadas

429 utilizando o método de Kaplan-Meier. Porcentagens seguidas de mesma letra não diferem

430 entre si pela comparação em pares com o teste log-rank ($P = 0,05$).

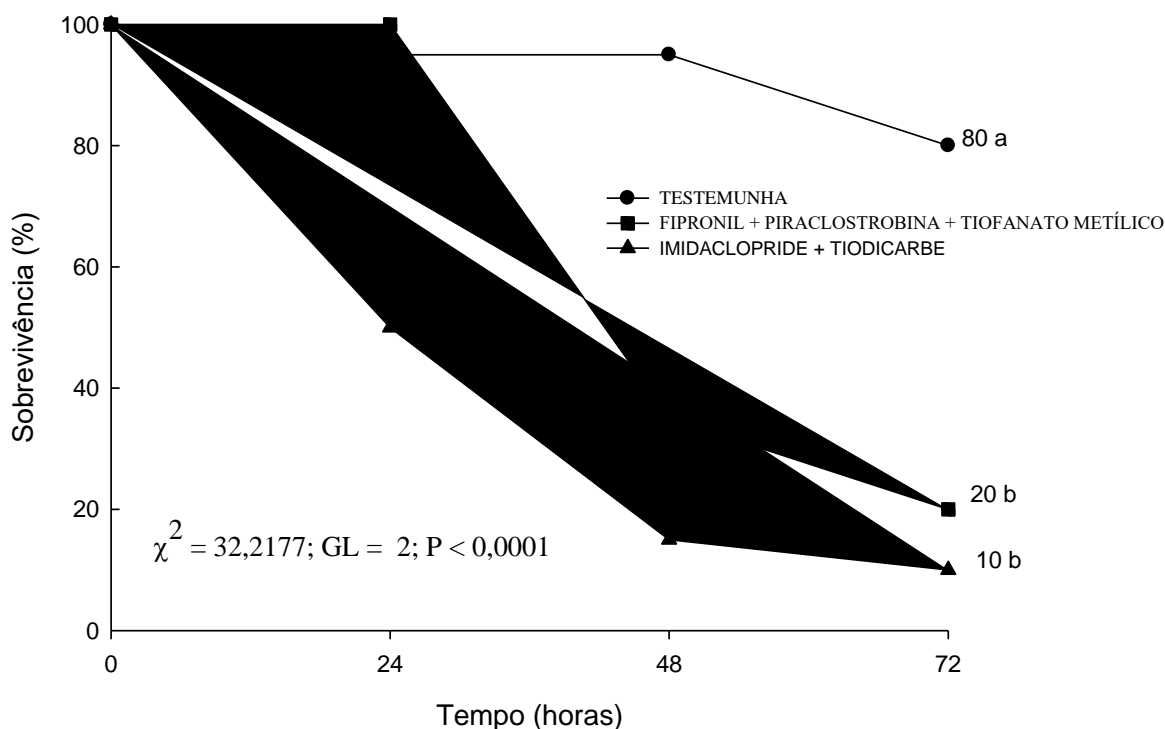
431

432 A lipofilicidade caracteriza-se pela capacidade de um composto se dissolver em
433 gorduras, óleos e lípidos, apresentando um coeficiente de partição octanol-água ($\log K_{ow}$)
434 menor que 4,0. Inseticidas sistêmicos tem baixa lipofilicidade o que lhes garante alta
435 solubilidade em água e assim sua translocação nos tecidos vasculares (floema e xilema)
436 (Cloyd & Bethke 2010).

437 Bromilow *et al.* (1987) estudando a translocação de compostos químicos em
438 mamoeira observou que os compostos que apresentaram $\log K_{ow} < 0$ (aldoxicarbe e oxamil)
439 ficaram mais retidos no floema. Já os inseticidas sistêmicos que apresentam $\log K_{ow} > 0$ são
440 transportados geralmente via xilema (Briggs *et al.* 1982). Imidaclopride apresenta um \log
441 K_{ow} de 0,57 (Cloyd & Bethke 2010) e tiodicarbe $\log K_{ow}$ de 1,65 (Fao 1985), sendo
442 translocados facilmente na planta, o que pode explicar a redução na sobrevivência de *P.*
443 *nigrispinus* no presente experimento.

444 A sobrevivência das lagartas de segundo ínstar de *S. frugiperda* foi reduzida para
445 20% e 10% quando alimentadas com folhas de sorgo sacarino com colete imergido em
446 solução com fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico e imidaclopride + tiodicarbe
447 respectivamente (Fig 5). A diferença na sobrevivência de *P. nigrispinus* e *S. frugiperda*
448 pode ser explicada pela forma de alimentação, já que o predador se alimenta por sucção da
449 seiva e a lagarta com seu aparelho mastigador tritura toda a folha, entrando assim mais
450 facilmente em contato com o inseticida.

451 O experimento 3 demonstra que os inseticidas testados quando expostos da mesma
452 forma para a principal praga do sorgo sacarino, *S. frugiperda*, e para o predador *P.*
453 *nigrispinus*, são mais tóxicos para a praga do que para o predador, resultado este desejável
454 para um manejo integrado de pragas (MIP) de sucesso.



455

456 **Fig 5** Sobrevivência de lagartas (2º ínstar) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com
 457 folhas provenientes de plantas de sorgo sacarino com coleto imergido em solução
 458 inseticida. Curvas de sobrevivência calculadas utilizando o método de Kaplan-Meier.
 459 Porcentagens seguidas de mesma letra não diferem entre si pela comparação em pares com
 460 o teste log-rank (P = 0,05).

461

462 No atual estudo foram utilizadas as doses máximas recomendadas para o tratamento de
 463 sementes da cultura, o que pode justificar os possíveis efeitos no predador *P. nigrispinus*,
 464 mais pesquisas com doses menores dos inseticidas testados se fazem necessárias para
 465 confirmar se os efeitos deletérios seriam realmente menores.

466

467 Ressalta-se ainda que o estudo foi desenvolvido em laboratório com iluminação
 468 artificial onde a atividade metabólica e o crescimento da planta são menores do que em
 469 campo, podendo justificar os efeitos deletérios dos inseticidas sobre o predador, já que os
 inseticidas se mantiveram mais concentrados na planta. Sorri *et al.* (2007) destaca que em

470 condições normais de campo, a planta tem atividade metabólica alta, logo as concentrações
471 dos inseticidas tendem a ser reduzidas com o passar do tempo, podendo não causar mais
472 efeitos negativos ao predador. Recomenda-se para trabalhos futuros testar o efeito do
473 tratamento de sementes em condições de semi-campo e campo.

474 Pesquisas com esses inseticidas e seus efeitos sobre organismos não-alvos via
475 tratamento de sementes para sorgo sacarino e outras culturas são necessárias para que o
476 sucesso do manejo integrado de pragas seja alcançado.

477

478 **Conclusão**

479

480

481 O tratamento de sementes de sorgo sacarino em condições de laboratório pode afetar
482 o percevejo predador *P. nigrispinus* quando o mesmo se alimenta de extratos vegetais da
483 planta.

484 Comparando o *P nigrispinus* com *S. frugiperda* na mesma forma de exposição
485 testada, os inseticidas foram mais tóxicos para a praga do que para o predador.

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495 **REFERÊNCIAS**

496

497 AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (2003) Ministério da Agricultura,
498 Pecuária e Abastecimento, 2003. Brasília, DF. Disponível em:
499 <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 jan.
500 2017.

501 Ail-Catzim CE, Cerna-Chávez E, Landeros-Flores J, Ochoa-Fuentes Y, García-López AM,
502 González RER (2015) Efecto de Insecticidas sobre la Mortalidad y Depredación de
503 *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *SouthwestEntomol* 40: 565-574.

504 Bortoli SA, Dória HOS, Albergaria NMMS, Botti MV (2005) Aspectos biológicos e dano
505 de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob
506 diferentes doses de nitrogênio e potássio. *CiêncAgrotec* 29: 267-273.

507 Briggs GG, Bromilow RH, Evans AA (1982) Relationships between lipophilicity and room
508 uptake and translocation of non-ionised chemicals by barley. *PestSci* 13: 495-504.

509 Bromilow RH, Rigitano RLO, Briggs GG, Chamberlain K (1987) Phloem translocation of
510 non-ionised chemicals in *Ricinus communis*. *PestSci* 19: 85-99.

511 Carvalho RS, Vilela EF, Borges M, Zanuncio JC (1994) Caracterização morfológica da
512 glândula do feromônio sexual do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas).
513 *AnSocEntomolBras* 23: 143-147.

514 Castro AA, Corrêa AS, Legaspi JC, Guedes RNC, Serrão JE, Zanuncio JC (2013) Survival
515 and behavior of the insecticide-exposed predators *Podisus nigrispinus* and *Supputius*
516 *cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). *Chemosphere* 93: 1043-1050.

- 517 Castro GSA, Bogiani JC, Silva MG, Gazola E, Rosolem CA (2008) Tratamento de
518 sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *PesquiAgropecBras* 43: 1311-1318.
- 519 Cessa RMA, Melo EP, Lima Junior IS (2013) Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E.
520 Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em
521 soluções contendo inseticidas. *RevAgrogeoambiental* 5: 85-92.
- 522 Cloyd RA, Bethke JA (2010) Impact of neonicotinoid insecticides on natural enemies in
523 greenhouse and interiorscape environments. *PestManagSci* 67: 3-9.
- 524 Costa RR, Moraes JC, Costa RR (2009) Interação silício-imidacloprid no comportamento
525 biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas
526 de trigo. *CiencAgrotec* 33: 455-460.
- 527 Elzen GW (2001) Lethal and Sublethal Effects of Insecticide Residues on *Orius insidiosus*
528 (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *JEconEntomol*
529 94: 55-59.
- 530 Espindula MC, Oliveira HN, Campanharo M, Pastori PL, Magevski GC (2006) Influência
531 da massa corporal sobre características reprodutivas e longevidade de fêmeas de *Podisus*
532 *nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Idesia (Chile)* 24: 19-25.
- 533 Evangelista Jr. WS, Manoel G.C. Gondim Jr. MGC, Torres JB, Marques EJ (2003) Efeito
534 de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para
535 oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *NeotropEntomol*
536 32: 677-684.
- 537 FAO- Food Agriculture Organization of The United Nations (1985) Pesticide residues in
538 food evaluations part II – toxicology. 217p.

- 539 Gillespie DR, McGregor RR (2000) The functions of plant feeding in the omnivorous
540 predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. *EcolEntomol* 25: 380-386.
- 541 Gonçalves JR, Faroni LRD'A, Guedes RNC, Oliveira CRF (2004) Insecticide Selectivity to
542 the Parasitic Mite *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata:
543 Acarophenacidae) on *Rhyzopertha Dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae).
544 *NeotropEntomol* 33: 243-248.
- 545 Gontijo PC, Moscardini VF, Michaud JP, Carvalho GA (2014a) Non-target effects of two
546 sunflower seed treatments on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *JPestManagSci*
547 71: 515-522.
- 548 Gontijo PC, Moscardini VF, Michaud JP, Carvalho GA (2014b) Non-target effects of
549 chlorantraniliprole and thiamethoxam on *Chrysoperla carnea* when employed as sunflower
550 seed treatments. *PestManagSci* 87: 711-719.
- 551 Greene GL, Leppla NC, Dickerson WA (1976) Velvetbean catterpillar: a rearing procedure
552 and artificial medium. *JEconEntomol* 69: 487-488.
- 553 Hainzl D, Casida JE (1996) Fipronil insecticide: Novel photochemical desulfinylation with
554 retention of neurotoxicity. *ProcNatlAcadSci USA* 93: 12764-12767.
- 555 Holtz AM, Zanuncio JC, Marinho JS, Pratisoli D, Pallini Â, Pereira CJ (2006)
556 Características biológicas de adultos de *Podisus nigrispinus* e *Supputius cincticeps*
557 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com *Thyrintaina arnobia* (Lepidoptera:
558 Geometridae). *Idesia (Chile)* 24: 41-48.

- 559 Hull LA, Beers EH (1985) Ecological selectivity: modifying chemical control practices to
560 preserve natural enemies. In *Biological Control in Agricultural IPM Systems*, ed. by Hoy
561 MA and Herzog DC. Academic Press, New York, USA, 103-122.
- 562 Machado JC, Waquil JM, Santos JP, Reichenbach JW (2006) Tratamento de sementes no
563 controle de fitopatógenos e pragas. In *Informe Agropecuário, Sementes: inovações*
564 *tecnológicas no cenário nacional*. EPAMIG 27: 76-86.
- 565 Martins GM, Toscano LC, Tomquelski GV, Maruyama WI (2009) Inseticidas químicos e
566 microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho.
567 *RevCaatinga* 22: 170-174.
- 568 May A. et al (2013) Cultivo de Sorgo Sacarino em Áreas de Reforma de Canaviais. Minas
569 Gerais, Sete Lagoas. Embrapa Comunicado Técnico 186: 36p.
- 570 Mendes SM, Viana PA, Cruz I, Waquil JM (2012) Controle de pragas. In May A, Durães
571 FOM, Pereira Filho IAP, Schaffert RE, Parrella RAC (2012) Sistema Embrapa de produção
572 agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G – tecnologia qualidade
573 Embrapa. Embrapa Milho e Sorgo 139: 57-68.
- 574 Moscardini VF, Gontijo PC, Michaud JP, Carvalho GA (2014) Sublethal effects of
575 choranthraniliprole and thiamethoxam seed treatments when *Lysiphlebus testaceipes* feed on
576 sunflower extrafloral nectar. *International Organization for Biological Control (IOBC)* 59:
577 503-511.
- 578 Moscardini VF, Gontijo PC, Michaud JP, Carvalho GA (2015) Sublethal effects of
579 insecticide seed treatments on two nearctic lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae),
580 *Ecotoxicology* 24: 1152-1161.

- 581 Oliveira HN, Mota TA, Glaeser DF, Potin DM (2016) Plano de amostragem sequencial
582 *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em sorgo-sacarino. Mato Grosso do Sul,
583 Dourados. Embrapa Comunicado Técnico 213: 4p.
- 584 Oliveira HN, Zanuncio JC, Sossai MF, Pratissoli D (1999) Body weight increment of
585 *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L.
586 (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Brenesia 51: 77-
587 83.
- 588 Oliveira JEM, Torres JB, Carrano-Moreira AF, Barros R (2002) Efeitos das plantas do
589 algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na
590 reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae).
591 NeotropEntomol 31: 101-108.
- 592 Purcino AAC (2011) Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. In Sorgo
593 sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. Embrapa
594 Agroenergia 3: 6p.
- 595 SAS Institute (2002) SAS/STAT user's guide, release 9.0. Cary: SAS Institute.
- 596 Soria MF, Thomazoni D, Fortunato RP, Fonseca PRB, Degrande PE (2007) Ação residual
597 de tiametoxam e Imidaclopride usados em tratamento de sementes de algodoeiro no
598 controle de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) sob condições de casa-de-
599 vegetação. In: VI Congresso Brasileiro de Algodão, 2007, Uberlândia. Anais do VI
600 Congresso Brasileiro de Algodão 6: 1-5.
- 601 Strausbaugh CA, Eujayl IA, Foote P (2010) Seed treatments for the control of insects and
602 diseases in sugarbeet. JSugarBeetRes 47: 105-125.

- 603 Tomizawa M, Casida JE (2005) Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of
604 selective action. *AnnuRePharmacol* 45: 247-268.
- 605 Torres JB, Barros EM, Coelho RR, Pimentel RMM (2010) Zoophytophagous pentatomids
606 feeding on plants and implications for biological control. *ArthropodPlant Interact* 4: 219-
607 227.
- 608 Vanin A, Silva AG, Fernandes CPC, Ferreira WS, Rattes JF (2011) Tratamento de
609 sementes de sorgo com inseticidas. *RevBrasSementes* 33: 299-309.
- 610 Waquil JM, Viana PA, Cruz I (2003) Manejo de Pragas na Cultura do Sorgo. Minas Gerais,
611 Sete Lagoas. *Embrapa Circular Técnica* 27: 25p.
- 612 Zamperline B, Zanuncio JC, Leite JEM, Bragança MAL (1992) Influência da alimentação
613 de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de
614 *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). *RevÁrvore* 16: 224-230.
- 615 Zanuncio JC, Freitas FA, Tavares WS, Lourenção AL, Zanuncio TV, Serrão JE (2012) No
616 direct effects of resistant soybean cultivar IAC-24 on *Podisus nigrispinus* (Heteroptera:
617 Pentatomidae). *ChilJAgrRes* 72: 528-534.
- 618 Zanuncio JC, Molina-rugama AJ, Serrão JE, Pratisoli, D (2001) Nymphal development
619 and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations
620 of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera:
621 Muscidae) larvae. *BiocontrolSciTechn* 11: 331-337.