

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo será disponibilizado somente a partir de 18/02/2027

At the author's request, the full text will not be available online until February 18, 2027

**LENNIS AFRAIRE RODRIGUES**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE *Diceraeus melacanthus*  
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) SOB APLICAÇÃO DE DOSES LETAIS E  
SUBLETAIS DE INSETICIDAS**

**Botucatu**

**2025**



**LENNIS AFRAIRE RODRIGUES**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE *Diceraeus melacanthus*  
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) SOB APLICAÇÃO DE DOSES LETAIS E  
SUBLETAIS DE INSETICIDAS**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Proteção de Plantas.

Orientador: Dra. Regiane Cristina de Oliveira

**Botucatu**

**2025**

R696a

Rodrigues, Lennis Afraire

Aspectos biológicos e comportamentais de *Diceraeus melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) sob aplicação de doses letais e subletais de inseticidas / Lennis Afraire Rodrigues. -- Botucatu, 2025

91 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu

Orientador: Regiane Cristina de Oliveira

1. Sistema milho-soja. 2. Percevejo-barriga-verde. 3. Inseticidas. I.  
Título.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ASPECTOS BIOLÓGICOS E COMPORTAMENTAIS DE *Diceraeus melacanthus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) SOB APLICAÇÃO DE DOSES LETAIS E SUBLETAIS DE INSETICIDAS

**AUTORA: LENNIS AFRAIRE RODRIGUES**


**ORIENTADORA: REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA**

**COORIENTADORA: REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA**


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Proteção de Plantas), pela Comissão Examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA (Participação Virtual)

Departamento de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas UNESP


Documento assinado digitalmente  
 REGIANE CRISTINA DE OLIVEIRA  
Data: 18/02/2025 11:46:53-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Pesquisadora Dr.<sup>a</sup> LÚCIA MADALENA VIVAN (Participação Virtual)  
Entomologia Agrícola / Fundação Mato Grosso


Documento assinado digitalmente  
 LUCIA MADALENA VIVAN  
Data: 19/02/2025 21:18:09-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. IVAIR VALMORBIDA (Participação Virtual)


College of Agriculture, Food and Natural Resources / University of Missouri

Documento assinado digitalmente  
 IVAIR VALMORBIDA  
Data: 19/02/2025 19:34:13-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. VINÍCIUS FERNANDES CANASSA (Participação Virtual) /  
Faculdade Eduvale Avaré

Documento assinado digitalmente  
 VINICIUS FERNANDES CANASSA  
Data: 22/02/2025 09:11:04-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Pesquisador Dr. JULIANO RICARDO FARIAS (Participação Virtual)  
Entomologia / Instituto Phytus

Documento assinado digitalmente  
 JULIANO RICARDO FARIAS  
Data: 22/02/2025 11:50:05-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Botucatu, 18 de fevereiro de 2025



*Aos meus pais, Sônia e Sélis, e aos meus irmãos,*

*Lilian (in memoriam) e Lenner, dedico.*



## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por me sustentar com perseverança nas mais difíceis tempestades e por sempre me conceder um novo dia para recomeçar. Através de Seu agir em minha vida, Ele tem me mantido constantemente cercada de pessoas excepcionais, que me ensinam e inspiram a ser uma pessoa melhor a cada dia.

Aos meus queridos pais, Antonio Sélis Rodrigues e Sônia Dolores dos Santos Rodrigues, minha eterna gratidão pelo amor incondicional, pelo exemplo de força e dedicação, e por serem meu alicerce e minha maior inspiração ao longo de toda esta jornada.

Aos meus irmãos, Lilian Sélis Rodrigues (*in memoriam*) e Lenner Santos Rodrigues, que sempre me encorajaram, apoiaram e compartilharam comigo o sonho que hoje se realiza.

Ao Prof. Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto, meu mentor, por acreditar no meu potencial e por despertar em mim o amor pela pesquisa, influenciando profundamente minha trajetória acadêmica e profissional.

Às pesquisadoras Dras. Rosângela Silva e Lúcia Vivan, referências inspiradoras de mulheres na pesquisa agrícola, por seu incentivo constante e por me impulsionarem a enfrentar este desafio com coragem e determinação.

Ao Prof. Dr. Edson Baldin (*in memoriam*), cuja orientação, acolhimento e empatia foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, e por ser um exemplo de excelência como profissional e como ser humano.

À Profa. Dra. Regiane de Oliveira, por me acolher durante um momento desafiador de transição de orientação e por seu apoio incondicional na condução destas pesquisas, sempre acreditando em mim e me incentivando a perseverar.

Agradeço a todos os professores e funcionários da FCA, que contribuíram diretamente ou indiretamente para minha formação, e aos colegas doutorandos que compartilharam comigo momentos de aprendizado, desafios e conquistas. Um agradecimento especial aos amigos Deucleiton Amorim, Felipe Barreto, Jessica Bonamichi, Claudia Toledo e Ana Carolina Petronilio, pela amizade genuína e apoio inestimável.

Aos membros do grupo Larespi (Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas), em especial ao Dr. Vinícius Canassa, Isabela Cabral e Rodrigo

Faria, por todo o suporte diário e por contribuírem significativamente para esta trajetória.

À Ourofino Agrociência, em especial ao Gilberto Velho e Leonardo Araújo, pela confiança depositada em meu trabalho, pela disponibilização de recursos e estrutura para a execução dos experimentos para este processo de qualificação.

Aos colegas de trabalho da Ourofino Agrociência, que foram fundamentais na realização dos experimentos: Lívia Horto, Júlia Siqueira, Gabriel Erler, Luíz Felipe da Cruz, Luís Carlos Amorim e Bruno Frangiotti, meu muito obrigado.

Ao Dr. Rodolfo Bianco, Iapar (Instituto Agronômico do Paraná), pela disponibilidade, atenção e pela concessão de insetos indispensáveis para a condução de parte das pesquisas.

Aos membros do Agrimip (Grupo de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas na Agricultura), Gabriel Lopes e Daniella Araújo, pela ajuda nas avaliações e pelo fornecimento de espécimes.

Ao Prof. Dr. Ivair Valmorbida, por me acolher e acreditar no meu trabalho, e ter me suportado em uma transição de carreira significativa, que mudou o curso da minha vida. Sou profundamente grata por sua receptibilidade, presença constante e por contribuir de forma decisiva para esta etapa da minha formação profissional, além de me ensinar algo novo todos os dias.

Aos meus amigos do IPM Lab (Integrated Pest Management) na Universidade de Missouri, Jeová da Silva e Lucas Bonumá, que se tornaram ouvido e ombro amigo em terras estrangeiras, minha mais sincera gratidão.

Por fim, aos meus amigos, aquelas pessoas que escolhemos para compartilhar a vida, que tantas vezes reforçaram minha capacidade e estiveram ao meu lado nos dias bons e, principalmente, nos mais difíceis: Lélia Vanessa Milane, Thalia Vendite, Larissa Rossini, Vanessa Salvador, Ana Geller, Jessica e Cintia Amici. Minha eterna gratidão por cada palavra, gesto e presença ao longo desta jornada.

“Depois do medo, vem o mundo.”

LISPECTOR, C. A Descoberta do Mundo. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.



## RESUMO

A principal e mais eficaz ferramenta para o controle de *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851), no sistema de cultivo de soja-milho (Heteroptera: Pentatomidae), é o uso de inseticidas. Estes produtos podem afetar aspectos biológicos e comportamentais de *D. melacanthus* quando expostos a doses subletais. O controle também é desconhecido quando são utilizados inseticidas não específicos. Para sanar dúvidas nestes aspectos, esta tese possuiu três conjuntos de experimentos: (1) estudos com tratamento de sementes (TS) de milho com tiametoxam e imidacloprido, com diferentes momentos de infestação e disponibilidades hídricas, nestes, analisou-se a efetividade de controle, danos e capacidade reprodutiva dos insetos sobreviventes; (2) determinou-se as doses letais (DLs) de tiametoxam e imidacloprido, e analisou-se o comportamento alimentar e de caminhamento de insetos expostos às DL<sub>10</sub> e DL<sub>25</sub>; e (3) analisou-se o efeito de inseticidas reguladores de crescimento (IGRs) no desenvolvimento de ninfas de *D. melacanthus*. Nos resultados de TS, tiametoxam e imidacloprido controlaram eficientemente *D. melacanthus* e evitaram danos até 7 DAE. Houve uma relação positiva entre o uso de TS com imidacloprido e o número de oviposições, número de ovos e número de insetos eclodidos. Nos estudos de determinação de doses subletais, a DL<sub>10</sub> de *D. melacanthus* foi de 1,1 e 2,6 ppm e a DL<sub>25</sub> foi de 1,8 e 3,8 ppm, de tiametoxam e imidacloprido, respectivamente. As fêmeas tiveram incremento no tempo de alimentação na exposição a DL<sub>25</sub> de imidacloprido e no número de puncturas na DL<sub>10</sub> de imidacloprido. No caminhamento, houve diferença na distância total percorrida e velocidade média quando exposta a DL<sub>10</sub> de tiametoxam, em ambos os sexos. Nos estudos de exposição a IGRs, os resultados demonstraram que não houve diferença na mortalidade do inseto em três dias após a aplicação, no entanto, observou-se que a mortalidade foi significativa e houve atraso do ciclo dos insetos até resultar na morte total dos percevejos antes e/ou ao chegar a fase adulta. De modo geral, conclui-se que as doses subletais de neonicotinoides afetaram o comportamento de *D. melacanthus*, e que este aspecto contribui positivamente no aumento da complexidade de controle deste percevejo. Os IGRs podem ser adotados como ferramenta adicional no manejo de *D. melacanthus* no sistema de produção de soja-milho.

**Palavras-chave:** barriga-verde; neonicotinoides; subletal; percevejo; milho.



## ABSTRACT

The main and most effective tool for controlling *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) in the soybean–corn cropping system (Heteroptera: Pentatomidae) is the use of insecticides. These products can affect the biological and behavioral aspects of *D. melacanthus* when individuals are exposed to sublethal doses. Additionally, control efficacy is uncertain when non-selective insecticides are used. To address these gaps, this thesis comprises three sets of experiments: (1) studies involving corn seed treatment (ST) with thiamethoxam and imidacloprid under different infestation timings and water availability; these assessed control efficacy, injury, and reproductive capacity of surviving insects; (2) determination of lethal doses (LDs) of thiamethoxam and imidacloprid, along with analysis of feeding and locomotion behavior in insects exposed to LD<sub>10</sub> and LD<sub>25</sub>; and (3) evaluation of the effects of insect growth regulators (IGRs) on the development of *D. melacanthus* nymphs. In the ST results, both thiamethoxam and imidacloprid effectively controlled *D. melacanthus* and prevented damage up to 7 days after emergence (DAE). A positive correlation was observed between seed treatment with imidacloprid and the number of oviposition, eggs laid, and emerged nymphs. In the sublethal dose determination studies, the LD<sub>10</sub> of *D. melacanthus* was 1.1 and 2.6 ppm, and the LD<sub>25</sub> was 1.8 and 3.8 ppm, for thiamethoxam and imidacloprid, respectively. Females exposed to LD<sub>25</sub> of imidacloprid showed increased feeding time, and those exposed to LD<sub>10</sub> of imidacloprid exhibited a higher number of stylet punctures. In locomotion studies, both sexes showed differences in total distance traveled and average walking speed when exposed to LD<sub>10</sub> of thiamethoxam. In the IGR exposure experiments, no significant differences in mortality were observed within three days after application. However, a significant increase in mortality was noted over time, along with delayed development, ultimately resulting in the death of all insects before and/or upon reaching adulthood. Overall, it is concluded that sublethal doses of neonicotinoids affect the behavior of *D. melacanthus*, and this contributes to increased complexity in managing this pest. IGRs may be adopted as an additional tool for managing *D. melacanthus* in the soybean–corn production system.

**Keywords:** green-belly, neonicotinoids, sublethal effects, stink bug, corn.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	17
<b>CAPÍTULO 1 – NEONICOTINOID SEED TREATMENT AGAINST <i>Diceraeus melacanthus</i> (Hemiptera: Pentatomidae): EFFICACY AND RESIDUAL INFLUENCE ON FECUNDITY OF SURVIVING FEMALES .....</b>	<b>21</b>
1.1 INTRODUCTION.....	22
1.2 MATERIAL AND METHODS.....	23
1.2.1 Insect rearing.....	24
1.2.2 Seed treatments and corn planting.....	25
1.2.3 Seed treatment experiment without irrigation.....	25
1.2.4 Seed treatment experiment with irrigation.....	26
1.2.5 Fertility of surviving of <i>D. melacanthus</i> .....	26
1.2.6 Statistical analysis.....	27
1.3 RESULTS.....	27
1.3.1 Efficacy of neonicotinoid seed treatment at different infestation times against <i>D. melacanthus</i> in the pot experiment without irrigation.....	27
1.3.2 Efficacy of neonicotinoid seed treatment at different infestation times against <i>D. melacanthus</i> in the pot experiment with irrigation.....	28
1.3.3 Fertility of surviving <i>D. melacanthus</i> .....	29
1.4 DISCUSSION.....	30
1.5 REFERENCES.....	33
<b>CAPÍTULO 2 – LETHAL AND SUBLETHAL EFFECTS OF NEONICOTINOIDS ON <i>Diceraeus melacanthus</i> (Hemiptera: Pentatomidae).....</b>	<b>42</b>
2.1 INTRODUCTION.....	43
2.2 MATERIAL AND METHODS.....	45
2.2.1 Insects rearing and insecticides.....	45
2.2.2 Estimation of lethal dose curves of neonicotinoids for <i>D. melacanthus</i> .....	45
2.2.3 Sublethal dose effects on feeding behavior of <i>D. melacanthus</i> .....	46
2.2.4 Sublethal dose effects on walking behavior of <i>D. melacanthus</i> .....	47
2.2.5 Statistical analysis.....	48
2.3 RESULTS.....	48
2.3.1 Estimation of lethal dose curves of neonicotinoids for <i>D. melacanthus</i> .....	48
2.3.2 Sublethal dose effects on feeding behavior of <i>D. melacanthus</i> .....	49
2.3.3 Sublethal dose effects on walking behavior of <i>D. melacanthus</i> .....	52
2.4 DISCUSSION.....	53
2.5 REFERENCES.....	56

	<b>CAPÍTULO 3 – EFFECT OF INSECT GROWTH REGULATORS ON THE DEVELOPMENT AND FECUNDITY OF <i>Diceraeus melacanthus</i> (Hemiptera: Pentatomidae)</b> .....	60
3.1	<b>INTRODUCTION</b> .....	63
3.2	<b>MATERIAL AND METHODS</b> .....	64
3.2.1	<b>Rearing of <i>Diceraeus melacanthus</i></b> .....	64
3.2.2	<b>Insecticides</b> .....	65
3.2.3	<b>Development of <i>D. melacanthus</i> nymphs subjected to the application of insect growth regulators</b> .....	66
3.2.4	<b>Fecundity of <i>D. melacanthus</i> adults</b> .....	66
3.2.5	<b>Statistical analysis</b> .....	67
3.3	<b>RESULTS</b> .....	67
3.3.1	<b>Development of <i>D. melacanthus</i> nymphs subjected to the application of insect growth regulators</b> .....	67
3.3.2	<b>Fecundity of <i>D. melacanthus</i> adults</b> .....	68
3.4	<b>DISCUSSION</b> .....	69
3.5	<b>REFERENCES</b> .....	70
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	85
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	87

## INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as opções de segunda safra para o Brasil, o milho apresenta a maior participação no agronegócio do país, sendo preferencialmente cultivado em áreas subsequentes à cultura da soja. Esse cenário é decorrente da elevada disponibilidade de híbridos super-precoces, e, também por ser uma cultura que oferece produtividades expressivas com menores exigências, nutricionais, edáficas e fitossanitárias, quando comparado a culturas como a algodão, trigo e feijão (Pereira; Tonello; Salvadori, 2007; Cruz *et al.*, 2011). No Brasil, a área cultivada de milho segunda safra, foi estimada em aproximadamente 16.437,4 mil hectares, com produção de 90,25 milhões de toneladas, o que representa mais de 80% da área e produção de milho do Brasil (CONAB, 2024). Destes, quase 40% das lavouras de milho precedem o cultivo de soja (Jacob *et al.*, 2022).

Apesar do aumento expressivo da produção do milho no país, os desafios fitossanitários, principalmente àqueles relacionados à incidência de insetos-praga podem reduzir a produtividade. As pragas iniciais merecem grande atenção devido à capacidade de redução de estande, comprometer o desenvolvimento normal das plantas e conseqüentemente o potencial produtivo, visto que a cultura do milho tem por característica a determinação da sua produtividade ainda nos estádios vegetativos de desenvolvimento (Cruz *et al.*, 2011; Toledo *et al.*, 2021).

Entre as espécies de insetos que afetam o milho no início do ciclo, se destaca o percevejo barriga-verde, das espécies *Diceraeus melacanthus* (Dallas, 1851) e *D. furcatus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). Ambas as espécies de percevejo barriga-verde se assemelham morfológicamente entre si, e ambos possuem o abdômen de coloração verde em sua face ventral, além da cabeça típica do gênero, terminando em duas projeções pontiagudas. Contudo, existem algumas características que as diferenciam, como a presença de pronoto e extremidade dos espinhos escurecidos no *D. melacanthus*, e o adulto ser sutilmente menor do que o *D. furcatus*, com 7 mm contra 10 mm (Chocorosqui; Panizzi, 2004). Enquanto *D. melacanthus* é mais abundante na parte norte do estado do Paraná, e nos estados acima do Trópico de Capricórnio incluindo importantes estados produtores na região Centro-Oeste do Brasil, o que indica a sua adaptação a climas mais quentes, *D. furcatus* é mais abundante na região Sul do país, onde comumente ocorre associado

a culturas de inverno (trigo, triticale, cevada, centeio e aveia) (Chocorosqui, Panizzi, 2008; Panizzi; Bueno; Silva, 2012; Smaniotto; Panizzi, 2015).

Estes percevejos são comumente encontrados em plantas da família Poaceae (Grazia, 1978; Pereira; Salvadori; Lau, 2010). Comumente, estas pragas se concentram em grandes culturas, principalmente àquelas de importância econômica para o país, como soja (Panizzi, 1997), milho, trigo, (Chocorosqui, 2001; Panizzi *et al.*, 2015) e arroz (Panizzi *et al.*, 2000). Juntamente com outros fatores ambientais, essas pragas são responsáveis por grandes perdas, que podem ocorrer desde a emergência das plântulas até a colheita dos grãos (Degrande; Vivan, 2012).

Em Fabaceae, como a soja, a infestação de *D. melacanthus* é concentrada na fase reprodutiva (Silva *et al.*, 2013), onde sugam vagens e principalmente os grãos, causando perdas diretas na produtividade. Contudo, em milho, as formas jovens e adultas, deste inseto, direcionam seu ataque ao caulículo das plantas, onde realizam-se secreções salivares que causam necrose no tecido foliar (Panizzi *et al.*, 2015). Estas perfurações provocam a deformação da planta, causando danos expressivos, como encharutamento do cartucho, nanismo, perfilhamento, podendo até mesmo levar a planta à morte (Chocorosqui; Panizzi, 2008; Bianco, 2004; Grigolli *et al.*, 2016; Duarte *et al.*, 2015; Cruz *et al.*, 2016).

Alguns fatores vêm favorecendo o aumento populacional do *D. melacanthus* no sistema soja-milho e a adoção de plantio direto é um deles (Chocorosqui; Panizzi, 2004; Carvalho; 2007; Panizzi *et al.*, 2012). O não revolvimento mecânico do solo e a manutenção da palhada espessa no sistema, favoreceu o aumento de algumas espécies-praga, pois além da manutenção de alimento durante períodos mais críticos, o sistema oferece abrigo aos artrópodes, principalmente no período de pousio das áreas (Toledo *et al.*, 2021). Em geral, a sobrevivência dessa praga no agroecossistema tem permitido que os percevejos migrem de um sistema produtivo para outro em busca de alimento com maior qualidade nutricional, permitindo sua multiplicação até a ocorrência da primeira geração de insetos originados sobre a cultura do milho (Jacobi *et al.*, 2022).

Na prática, o controle químico de *D. melacanthus* em milho é feito por meio de tratamento de sementes (Brustolin; BIANCO; NEVES, 2011; Panizzi *et al.*, 2015; Chiesa *et al.*, 2016), aplicação durante a dessecação da cultura antecessora (Bianco, 2004; Barros, 2009), e em aplicação foliar de inseticidas sobre a cultura infestada em pré e pós-emergência do milho (Gomez, 1998; Martins *et al.*, 2009; Brustolin; *et al.*,

2011; Grigolli; Grigolli, 2016; Ribeiro *et al.*, 2016; Corrêa-Ferreira; Sosa-Gómez, 2017).

A limitação de inseticidas para o controle de percevejos-praga, faz com que os produtores utilizem os mesmos ingredientes ativos em diferentes momentos do manejo. Dos produtos registrados atualmente para esta praga, os mais usados e que apresentam melhores índices de controle são basicamente neonicotinoides associados ou não com piretróides (Ribeiro *et al.*, 2016), representando 51,85% dos produtos disponíveis comercialmente (Agrofit, 2024). O restante são produtos de ação de contato, porém com baixo residual, conhecidos pela ação de “choque” (IRAC-BR, 2024).

Ainda existem outros aspectos que podem comprometer a performance de controle de inseticidas aplicados via foliar, para controle de *D. melacanthus*, tais como: condições climáticas, tecnologia de aplicação (Azevedo; Freire, 2006; Baesso *et al.*, 2014), nível de pressão da praga, estágio da cultura (Martins *et al.*, 2009), presença de plantas daninhas (Smaniotto; Panizzi, 2015) e palhada existente (Brustolin; Bianco; Neves, 2011; Grigolli; Grigolli, 2019).

Todos estes fatores contribuem com a exposição do inseto em distintas circunstâncias à possíveis doses subletais de inseticidas, fenômeno que pode influenciar em alterações biológicas e comportamentais destes insetos, como já verificado em algumas espécies de pentatomídeos (Cutler, 2013; Guedes; Cutler, 2014; Roubos; Rodriguez-Saona; Isaacs, 2014). Este fenômeno é conhecido como hormese, cuja induzida por inseticida refere-se a um fenômeno bifásico de resposta à dose que é caracterizado por uma estimulação de baixa dose e efeitos negativos com doses letais (Guedes; Cutler, 2014), e já foi descrito em alguns artrópodes-praga (Yu *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2016, Cordeiro *et al.*, 2013).

Outro aspecto do controle químico utilizado no sistema de produção soja-milho, ainda não explorado, é a ampla e massiva adoção de inseticidas lagarticidas nos momentos concomitantes à ocorrência de *D. melacanthus*. Estes inseticidas podem ocorrer nos primeiros estádios de desenvolvimento do milho, para controle de lagartas, ou no momento reprodutivo da cultura da soja. Esta exposição do inseto não alvo a inseticidas do grupo das benzoilureias (IGRs), conhecidas como inseticidas reguladores de crescimento, podem provocar efeitos em outros artrópodes, influenciando o desenvolvimento de insetos e a reprodução de diversas ordens (Nakano *et al.*, 2018; Ghazawy, 2012; Djeghader *et al.*, 2014). Além disso, pesquisas

envolvendo percevejos-praga da cultura da soja, indicaram resultados promissores para o controle desses insetos (Silva *et al.*, 2023; Furiatti; Pinto Júnior; Wagner, 2009; Zantedeschi *et al.*, 2017).

Por conta das dúvidas que envolvem diversos aspectos descritos no controle químico de *D. melacanthus* no atual sistema de cultivo soja-milho, investigou-se nesta tese a efetividade do tratamento de sementes de milho com tiametoxam e imidacloprido no controle de *D. melacanthus* e proteção contra danos, ao longo do tempo, e a capacidade reprodutiva dos insetos sobreviventes. Outro ponto estudado foi relacionado aos aspectos de biologia e comportamento da praga, associado ao contato direto do inseto a doses subletais destas moléculas inseticidas, para identificar potencial estímulos em alimentação, caminhamento e reflexo reprodutivo. Além dos efeitos dos inseticidas nicotínicos sobre *D. melacanthus*, investigou-se o controle e efeitos de IGRs no desenvolvimento de ninfas deste percevejo.

Sendo assim, esta tese foi dividida em três capítulos. Capítulo 1: “NEONICOTINOID CORN SEEDS TREATMENT AGAINST *Diceraeus melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) AND INFLUENCE ON FECUNDITY”, redigido em inglês nas normas da revista *Pest Management Science*, fator de impacto 3.8. O Capítulo 2: “SUBLETHAL EFFECT OF NEONICOTINOIDS ON THE BEHAVIOR OF *Diceraeus melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae)” foi redigido em inglês nas normas da revista *Neotropical Entomology* na sessão de *Pest Management*, com fator de impacto 1.5. E, por fim, o Capítulo 3: “DEVELOPMENT OF *Diceraeus melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) SUBJECTED TO GROWTH REGULATOR INSECTICIDES” redigido nas normas do *Journal Environmental Entomology*, de fator de impacto de 1.8.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Diceraeus melacanthus* apresentou diversas respostas nos experimentos nos quais esta tese o submeteu. Primeiramente houve eficácia dos tratamentos de sementes com neonicotinoides (thiamethoxam e imidacloprido) no controle de *D. melacanthus*, e esta foi influenciada pelo momento da infestação e pelas condições de irrigação. Ambos os inseticidas foram eficazes na redução da mortalidade de *D. melacanthus*, mas o thiamethoxam teve desempenho superior ao imidacloprido. Esses resultados destacam a necessidade de estratégias de manejo integrado de pragas para garantir o controle sustentável e de longo prazo.

Quanto às respostas comportamentais às doses subletais, houve interferência destes inseticidas no comportamento alimentar e de caminhamento dos insetos, que podem justificar a sua maior adaptação no sistema de cultivo soja-milho. E por fim, os inseticidas reguladores de crescimento de insetos utilizados neste estudo mostraram-se eficazes no controle de *D. melacanthus*, com efeito no ciclo de vida e redução de adultos férteis. O uso adequado desses produtos pode ser uma ferramenta poderosa no controle de pragas, mas deve ser integrado a uma estratégia de manejo mais ampla para evitar problemas de resistência e impacto ambiental.



## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 18 de Agosto de 2024.
- AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. das C. O. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Embrapa Agroindústria Tropical: Fortaleza, 2006, 47 p. (Documentos, 102).
- BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Engenharia Agrícola**, v. 61, 2014.
- BARROS, R. Pragas do milho. **Tecnologia e Produção: Milho e Sorgo 2008/2009**. Maracajú: Fundação MS, 2009. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br>>. Acesso em: 05 de Julho de 2021.
- BIANCO, R. Manejo do percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) em condições de alta densidade populacional. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia**, n. 20, 2004, Anais... Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004, p. 335.
- BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P. M. O. J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (DALLAS) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 215-223, 2011.
- CARVALHO, E. S. M. ***Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema de plantio direto no sul do Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiro, hospedeiros e parasitismo**. 2007. 57 p. (Dissertação Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.
- CHIESA, A. C. M.; SISMEIRO, M. N. dos S.; PASINI, A.; ROGGIA, S. Tratamento de sementes para manejo do percevejo barriga verde na cultura de soja e milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, p. 301-308, 2016.
- CHOCOROSQUI, V. R. **Bioecologia de *Dichelops (Diceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no Norte do Paraná**. 2001. 158 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) populations and damage and chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v.33, p.487-492, 2004.
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 353-360, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento da safra brasileira Grãos, agosto 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 02 de Setembro de 2024.

CORDEIRO, E. M. G.; MOURA, I. L. T.; FADINI, M. A. M.; GUEDES, R. N. C. Beyond selectivity: are behavioral avoidance and hormesis likely causes of pyrethroid-induced outbreaks of the southern red mite *Oligonychus ilicis*? **Chemosphere**, v. 93, p. 1111-1116, 2013.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; SÓSA-GOMEZ, D. R. **Percevejos e o sistema de produção soja-milho**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 99 p. (Documentos 397).

CRUZ, I.; BIANCO, R.; REDOAN, A. C. Potential risk of losses in maize caused by *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, p. 386–397. 2016.

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, C. P.; PEREIRA FILHO, A. I.; MOREIRA, J. A. A. (Ed.). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

CUTLER, G. C. Insects, Insecticides and Hormesis: Evidence and Considerations for Study. Dose-Response, **Formerly Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine**, Massachusetts, v. 11, p. 154-177, 2013.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. Pragas da Soja. In: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**. Maracaju: Fundação MS, 2012, p. 175-178.

DJEGHADER, N. E. H.; AÏSSAOUI, L.; AMIRA, K.; BOUDJELIDA, H. Impact of a chitin synthesis inhibitor, Novaluron, on the development and the reproductive performance of mosquito *Culex pipiens*. **World Applied Sciences Journal**, v. 29, p. 954-960. 2014.

DUARTE, M. M.; ÁVILA, C. J.; SANTOS, V. Danos e nível de dano econômico do percevejo barriga-verde na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, p. 291-299, 2015.

FURIATTI, R. S.; PINTO JUNIOR, A. R.; WAGNER, F. O. Efeito do regulador de crescimento lufenuron em *Nezara viridula* (L., 1758). **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 7, p. 73-78, 2009.

GHAZAWY, N. Ultrastructural observations on the gonads and neurosecretory cells of *Schistocerca gregaria* after treatment with Lufenuron (CGA-184699). **Journal of Orthoptera Research**, v. 21, p. 141-148, 2012.

GOMEZ, S.A. Controle químico do percevejo *Dichelops* (Neodichelops) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura do milho safrinha. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 5p. (**Comunicado Técnico, 44**).

GRAZIA, J. Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Iheringia**, v. 53, p. 3-119, 1978.

GRIGOLLI, J. F. J.; GRIGOLLI, M. M. K.; LOURENÇÃO, A. L. F.; GITTI, D. C. Estratégias de controle químico do percevejo barriga verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema de sucessão soja e milho safrinha. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 31., 2016. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa, p. 240-245.

GRIGOLLI, J. F. J.; GRIGOLLI, M. M. K. Manejo e controle de pragas do milho safrinha. **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha Fundação**. 2019. Disponível em: [https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/354/354/5ebc46562b3e23b8b4cbb5fa16275a971d474ae699160\\_03-pragas-do-milho-safrinha-2019-somente-leitura-.pdf](https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/354/354/5ebc46562b3e23b8b4cbb5fa16275a971d474ae699160_03-pragas-do-milho-safrinha-2019-somente-leitura-.pdf) > Acessado em: 05 de Maio de 2021.

GUEDES, R. N. C.; CUTLER, C. Insecticide-induced hormesis and arthropod pest management. **Pest Management Science**, v. 70, n. 5, p. 690-697, 2014.

IRAC-BR. Comitê de Ação à Resistência a Inseticidas. Classificação do Modo de Ação de Inseticidas. In: **Folders**. 11.1, 2024. Link: <[https://www.irac-br.org/\\_files/ugd/6c1e70\\_aeaf3a9147fe43b18dea638949330118.pdf](https://www.irac-br.org/_files/ugd/6c1e70_aeaf3a9147fe43b18dea638949330118.pdf)>. Acess: 02 de agosto de 2024.

JACOBI, V.; FERNÁNDEZ, P.; ZAVALA, J. The stink bug *Dichelops furcatus*: a new pest of corn that emerges from soybean stubble. **Pest Management Science**, v.78, n. 6, p. 2113-2120, 2022.

MARTINS, G. L. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Controle químico do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) na cultura do milho. **Arquivo do Instituto Biológico de São Paulo**, São Paulo, v. 76, n.3, p. 475-478, 2009.

NAKANO, O; BARROS, L. S.; MORANDI, V. Sterilization of *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1834) (Coleoptera: Curculionidae) Eggs with Physiologic Insecticides as Integrated Pest Management Strategy. **Open Access Journal of Agricultural Research**, v.3, 190 p, 2018.

PANIZZI, A. R. Wild hosts of Pentatomids: ecological significance and role in their pest status of crops. **Annual Review of Entomology**, n. 42, p. 99-122. 1997.

PANIZZI, A. R.; AGOSTINETTO, A.; LUCINI, T.; SMANIOTTO, L. F.; PEREIRA, P. R. V. S. **Manejo integrado dos percevejos barriga-verde, *Dichelops* spp. em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. 40 p. (Documento, 114).

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; SILVA, F. A. C. da. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (eds.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 335-420.

- PANIZZI, A. R.; MCPHERSON, J. E.; JAMES, D. G.; JAVAHERY, M.; MCPHERSON, R. M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (eds.) **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 421-474.
- PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R.; LAU, D. Cereais de inverno: Principais insetos-pragas. In: SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; SPERA, S. T. (eds) **Sistemas de produção para cereais de inverno sob plantio direto no Sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. p. 225-253.
- PEREIRA, P. R. V. da S.; TONELLO, L. S.; SALVADORI, J. R. **Caracterização das fases de desenvolvimento e aspectos da biologia do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 10 p. (Comunicado Técnico Online, 214).
- RIBEIRO, F. C.; ROCHA, F. S.; ERASMO, E. A. L.; MATOS, E. P.; COSTA, S. J. Management with insecticides targeting the brown stink bug control in intact soybean crop. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, p. 48–53, 2016.
- ROUBOS, C. R.; RODRIGUEZ-SAONA, C.; ISAACS, R. Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. **Biological Control**. v. 75, p. 28–38, 2014.
- SANTOS, M. F. O.; SANTOS, R. L.; TOMÉ, 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**, v. 89, p. 231–240, 2016.
- SILVA, J. J.; VENTURA, M. U.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Population Dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera:Pentatomidae) on Host Plants. **Neotropical Entomology**, n. 42, p. 141–145, 2013.
- SILVA, P. G.; VIEIRA, M. C. S.; VIEIRA, E. C. S.; SILVA, I. F.; ÁVILA, C. J. Effect of Insect Growth Regulator Insecticides Novaluron, Teflubenzuron and Lufenuron on the Morphology and Physiology of *Euschistus heros*. **Journal of Agricultural Science**; v.15, n.7; 2023.
- SMANIOTTO, L. F.; PANIZZI, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from Leguminous crops with plants in the neotropics. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 1, p. 7-17, 2015.
- TOLEDO, T. L.; MADALÓZ, J. C.; RIBEIRO, L. P. Subsídios para o manejo de percevejos na fase inicial da cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, v.34, n.1, p. 20-23, 2021.
- 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, n. 2, p. 238-242, 2010.

ZANTEDESCHI, R.; RAKES, M.; PAZINI, J.; PASINI, R. A.; BUENO, F. A.; ARMAS, F. S.; GRÜTZMACHER, A. D. Efeito letal e subletal de lagartidas registrados para a cultura da soja ao percevejo *Euschistus heros*. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, v.14, p.1437-1450, 2017.