



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SUSCETIBILIDADE DO MILHO AO PERCEVEJO BARRIGA VERDE,
TOMADA DE DECISÃO E CONTROLE QUÍMICO**

PAULO ROBERTO DA SILVA

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
NOVEMBRO/2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SUSCETIBILIDADE DO MILHO AO PERCEVEJO BARRIGA VERDE,
TOMADA DE DECISÃO E CONTROLE QUÍMICO**

PAULO ROBERTO DA SILVA

ORIENTADORA: CRISTINA SCHETINO BASTOS

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 000X/2019

BRASÍLIA/DF
NOVEMBRO/2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SUSCETIBILIDADE DO MILHO AO PERCEVEJO BARRIGA VERDE,
TOMADA DE DECISÃO E CONTROLE QUÍMICO**

PAULO ROBERTO DA SILVA

Tese de doutorado submetida ao programa de pós-graduação em agronomia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de doutor em Agronomia.

APROVADA POR:

**CRISTINA SCHETINO BASTOS, DSc. Fitotecnia – Entomologia Agrícola/
Universidade de Brasília/ cshetino@unb.br**

**ERNANDES RODRIGUES ALENCAR, DSc. Engenharia Agrícola/ Universidade
de Brasília/ ernandesalencar@unb.br**

**FLÁVIO LEMES FERNANDES, DSc. Entomologia/ Universidade Federal de
Viçosa/ flavioeg403915fernandes@gmail.com**

**JORGE BRAZ TORRES, PhD. Entomologia/ Universidade Federal Rural de
Pernambuco/ jorge.torres@ufrpe.br**

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Paulo Roberto da

“SUSCETIBILIDADE DO MILHO AO PERCEVEJO BARRIGA VERDE, TOMADA DE DECISÃO E CONTROLE QUÍMICO”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília, 2019. 71 páginas.

Tese de Doutorado em Agronomia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. *Zea mays* 2. Escala de dano 3. Tratamento de semente 4. Pulverização foliar 5. Nível de controle 6. Nível de dano econômico.

I. Bastos, C.S. II. Doutora.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, P. R. **Suscetibilidade do milho ao percevejo barriga verde, tomada de decisão e controle químico.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2019. 71 páginas. Tese de Doutorado.

CESSÃO DE DIREITOS:

AUTOR: PAULO ROBERTO DA SILVA

TÍTULO DA TESE: SUSCETIBILIDADE DO MILHO AO PERCEVEJO BARRIGA VERDE, TOMADA DE DECISÃO E CONTROLE QUÍMICO.

GRAU: DOUTOR. ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado única e exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Paulo Roberto da Silva

Email: silva.pauloroberto@gmail.com ou paulor.silva@corteva.com

À minha filha

Lorena Paiva da Silva

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela saúde.

Aos meus pais Vilma da Silva da Silva e Nelson Boff da Silva, pelo amor, carinho, apoio, princípios e ensinamentos.

À minha esposa Kleise da Silva Paiva, pelo amor, carinho, apoio a realização desse curso e compreensão da ausência em alguns momentos.

À Dra. Cristina Schetino Bastos, Professora da Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), pela orientação, amizade, confiança e contribuição para minha formação intelectual e científica.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação e, pelo conhecimento a mim transferido.

À Universidade de Brasília, pela oportunidade da realização do curso de doutorado.

Ao meu Líder na empresa, Josemar Foresti, por ter permitido, contribuído com ideias, e incentivado meu ingresso no curso de doutorado.

Ao colega de trabalho Ademar Novais Istchuk pela ajuda na condução dos experimentos em Toledo-PR.

À Empresa Corteva, pelo espaço físico disponibilizado para a realização de parte dos trabalhos.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu crescimento, seja ele acadêmico ou pessoal, e não estão nominalmente citados, meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL	2
2.1 Objetivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 Importância econômica do milho	3
3.2 Fisiologia da produção do milho	4
3.3 Artrópodes-praga da cultura do milho	5
3.4 Principais percevejos-praga da cultura do milho	7
3.5 Distribuição de espécies de <i>Dichelops</i> spp. no Brasil	8
3.6 Hospedeiros de <i>Dichelops furcatus</i> e <i>Dichelops melacanthus</i>	9
3.7 Prejuízos de <i>Dichelops</i> spp. ao milho	10
3.8 Controle de percevejos na cultura do milho	12
3.9 Referências Bibliográficas	12
4. CAPÍTULO I - Suscetibilidade do milho ao percevejo barriga-verde (<i>Dichelops melacanthus</i>) e seu manejo por meio do tratamento de sementes	20
4.1 Resumo	20
4.2 Introdução	21
4.3 Material e Métodos	22
4.3.1 Determinação da suscetibilidade nos estádios vegetativos	22
4.3.2 Tratamento de sementes contra o percevejo barriga-verde	25
4.4 Resultados e Discussão	27
4.4.1 Suscetibilidade nos estádios vegetativos	27
4.4.2 Tratamento de sementes com clotianidina e prevenção de dano de <i>D. melacanthus</i> durante diferentes estádios vegetativos do milho	30
4.5 Conclusão	36
4.6 Agradecimentos	36
4.7 Referências Bibliográficas	36
5. CAPÍTULO II – Níveis de dano econômico e controle de <i>Dichelops melacanthus</i> (Hemiptera: Pentatomidae) para tomada de decisão e manejo em milho	41
5.1 Resumo	41
5.2 Introdução	42
5.3 Material e Métodos	43
5.3.1 Estimativa do nível de dano econômico e do nível de controle	44

5.3.1.1 Avaliação do ataque de <i>D. melacanthus</i> e do rendimento de grãos das plantas ..	44
5.3.1.2 Nível de dano econômico (NDE).....	46
5.3.1.3 Custo de controle (CC)	47
5.3.1.4 Valor da produção (VP).....	47
5.3.1.5 Modelos de regressão	48
5.3.1.6 Cálculo do nível de dano econômico (NDE) e estimativa do nível de controle (NC)	48
5.3.2 Ensaio com controle químico.....	49
5.3.2.1 Tratamento de sementes e pulverização foliar	49
5.3.2.2 Análise do residual de inseticidas empregados para o tratamento de sementes no tecido vegetal.....	52
5.3.3 Análise dos dados	54
5.4 Resultados	55
5.5 Discussão	63
5.6 Conclusão	67
5.7 Referências Bibliográficas	67

RESUMO

O percevejo *Dichelops melacanthus*, considerado praga secundária do milho, tem ocasionado perdas significativas à cultura em estágio vegetativo. Este trabalho determinou as fases de desenvolvimento vegetativo do milho mais suscetíveis ao ataque de *D. melacanthus*, a eficácia do tratamento de sementes (TS) e pulverizações foliares na redução das perdas, e estimou o nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) para o milho em desenvolvimento vegetativo. Para testar a suscetibilidade, plantas de milho foram infestadas artificialmente com casais de *D. melacanthus* (0,5 a 1,0 planta⁻¹) nos estádios V1-V3, V1-V5, V1-V7, V3-V5, V3-V7 e V5-V7 e, em outro experimento foram submetidas a infestação nestes estádios utilizando sementes tratadas com: (i) carbendazim + thiram (150 g ia L⁻¹ e 350 g ia L⁻¹) + clotianidina (600 g ia L⁻¹) ou (ii) apenas carbendazim + thiram. Visando obter o NDE e o NC, foi realizado um experimento com infestação artificial nos estádios VE-V2, VE-V4 e VE-V6 utilizando 0, 3, 6, 12 e 24 insetos por parcela e outros três experimentos com infestação natural avaliando se inseticidas registrados para o TS e pulverização foliar evitam o prejuízo econômico causado pela praga. Em todos os experimentos aplicou-se a escala de dano e determinou-se o rendimento de grãos. O TS com clotianidina na dose de 3,5 mL kg⁻¹ de sementes evitou a perda de rendimento de grãos em 37,8% e 61% em relação às plantas não tratadas durante os períodos mais suscetíveis de V1-V5 e V1-V7, causando 40% e 50% de mortalidade de adultos de *D. melacanthus*, respectivamente. A escala de dano empregada para tomada de decisão de controle de *D. melacanthus* em milho requer a percepção de sinais pouco evidentes que surgem tardiamente e podem levar a erros na tomada de decisão, não sendo indicada para essa finalidade. A densidade de *D. melacanthus* nas plantas de milho para tomada de decisão de controle varia entre dois a 28 insetos por 100 plantas, dependendo do estágio de desenvolvimento das plantas e valor de comercialização da produção, sendo maior no estágio VE-V2 e menor no estágio VE-V6. Em condição de infestação natural, os inseticidas utilizados em pulverizações foliares e TS não evitaram o atingimento do nível de controle de *D. melacanthus* infestando o milho em fase vegetativa.

Palavras-Chave: *Zea mays*, escala de dano, tratamento de semente, pulverização foliar, nível de controle, nível de dano econômico.

ABSTRACT

The stink bug *Dichelops melacanthus*, considered as a secondary pest in corn, has been causing significant losses to corn in vegetative stage. This study has determined the phases of corn vegetative development that are more susceptible to *D. melacanthus*' infestation, the efficacy of seed treatment and foliar sprays in the reduction of losses, as well as, has determined the Economic Injury Level (EIL) and the Economic Threshold (ET) for the insect infesting corn in vegetative stage. In order to test the susceptibility of corn, plants were artificially infested with couples of *D. melacanthus* (0,5 to 1,0 plant⁻¹) in the stages V1-V3, V1-V5, V1-V7, V3-V5, V3-V7 and V5-V7 and in another experiment seeds were treated with (i) carbendazim + thiram (150 g ai L⁻¹ and 350 g ai L⁻¹) + clothianidin (600 g ai L⁻¹) or (ii) only carbendazim + thiram and were subjected to the infestation in the same stages. Besides, other trials were performed with corn in vegetative stages (VE-V2, VE-V4 and VE-V6) and infested with 0, 3, 6, 12 and 24 insects per plot, aiming at obtaining EIL and ET; and others to evaluate if the insecticides registered to control the insect in seed treatment and foliar spray avoid economic losses. In all the experiments the damage score was used and the grain yield was obtained. The seed treatment with clothianidin at the rate of 3.5 mL kg⁻¹ of seed avoided yield loss of 37.8% and 61% compared to non-treated plants during the most susceptible stages V1-V5 and V1-V7, and caused 40% and 50% of *D. melacanthus* mortality, respectively. Damage score used for decision making to control *D. melacanthus* in corn demands the recognition of poorly evident signs, can lead to mistakes in decision making and is not recommended for this purpose. The density of *D. melacanthus* in corn plants for decision making varies from two to 28 insects per 100 plants depending on the stage of the plants and value of commercialization of production, being higher in VE-V2 and lower at VE-V6. Under natural infestation and using the tested concentrations, the insecticides used in foliar spray and seed treatments did not avoid that *D. melacanthus* infesting corn in vegetative stage reached ET.

Keywords: *Zea mays*, damage score, seed treatment, foliar spray, economic injury level, economic threshold.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem papel fundamental na agricultura brasileira, abrangendo uma área estimada de 17,5 milhões de hectares e uma produção nacional de 100 milhões de toneladas de grãos obtidos na safra 2018/19 (Brasil, 2019). As diversas formas de utilização dessa cultura perfazem desde o consumo de subsistência à matéria prima para alimentos industrializados, além do seu maior uso, na alimentação animal. Devido à ampla utilização e distribuição territorial, o cultivo do milho é realizado em diferentes níveis tecnológicos, bem como em diversos tamanhos de área (Ageitec, 2019).

Com relação aos aspectos fitossanitários, a cultura do milho fica exposta ao ataque de diversas pragas, necessitando medidas de controle para a obtenção de rendimentos satisfatórios. Dentre as espécies de insetos que provocam prejuízos à cultura do milho na fase inicial de desenvolvimento, destacam-se os percevejos barriga-verde *Dichelops furcatus* (F., 1775) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). Nas principais regiões produtoras de milho, essa praga tem aumentado em importância durante os últimos anos, devido sua recorrente ocorrência em altas densidades populacionais. Uma das hipóteses para esse fato consiste no aumento da área com sistema de semeadura direta na palha, que propicia ambiente favorável à manutenção ou até mesmo o desenvolvimento desse inseto (Chocorosqui e Panizzi, 2004). Além disso, o sistema de cultivo de primeira e segunda safras, que foi adotado nas grandes regiões produtoras de milho no Brasil, muito provavelmente tem sua parcela de contribuição.

Os percevejos são considerados pragas iniciais da cultura do milho (Bianco e Nishimura, 1998; Chocorosqui, 2001) e sua ocorrência tem sido relatada desde a década de 1970 (Panizzi et al., 1977), sem muita notoriedade. Porém, em 1993, *Dichelops* spp. ocasionou severos prejuízos em áreas de produção de milho do Mato Grosso do Sul (Ávila e Panizzi, 1995), e a partir do ano de 2000 em cultivos situados em diferentes cidades do Paraná (Chocorosqui, 2001). Em relação à sua distribuição pelo Brasil, *D. furcatus* apresenta maior ocorrência nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, enquanto *D. melacanthus* é predominante nos Estados do Centro Oeste, além do Paraná (Grazia, 1978). Não existem trabalhos mais recentes sobre dispersão e ocorrência das espécies do gênero *Dichelops* no território brasileiro.

Os danos da praga decorrem da sucção de seiva na base do colmo da planta, causando o seu enfraquecimento, com prejuízos variados e perdas significativas de produção. Dentre os diversos métodos de controle dessa praga, o controle químico tem sido estudado como uma forma de minimizar as perdas em rendimento de grãos (Cruz et al., 1999). Apesar desses esforços, é escassa a literatura referente ao controle dessa praga através do tratamento de sementes ou pulverização foliar (Martins e Weber, 1998; Ceccon et al., 2004; Bianco, 2005; Albuquerque et al., 2006; Martins et al., 2006; Brustolin et al., 2011; Ávila e Duarte, 2012; Chiesa et al., 2016). Além disso, observa-se a carência de informações relativas à amostragem e ao nível de dano econômico da praga na cultura do milho, bem como a época ideal de controle do inseto (Martins et al., 2009).

Alguns trabalhos visando determinar o NDE, utilizaram, pelo menos em parte, infestações em plantas confinadas em vasos, condição essa que altera bastante a fisiologia e o desenvolvimento das plantas (Duarte et al., 2015). Outros autores ainda, utilizaram insetos provenientes de criação em laboratório, que podem apresentar comportamento e capacidade de dano diferente daqueles insetos coletados diretamente do campo e utilizados para infestação das plantas nos experimentos (Cruz et al., 2016; Chiaradia et al., 2016).

Neste contexto, considerando a atual ocorrência desses percevejos em áreas de produção de milho no Brasil, torna-se necessária a definição elementos que favoreçam a tomada de decisão de controle acurada, bem como a época e a forma de aplicação de inseticidas visando o controle racional dos percevejos barriga-verde.

2. OBJETIVO GERAL

Determinar as fases de desenvolvimento vegetativo do milho mais suscetíveis ao ataque de *Dichelops melacanthus*, níveis de dano econômico e de controle, e a eficácia da adoção de diferentes modalidades de controle químico.

2.1 Objetivos específicos

- 1) Determinar o estágio inicial do milho mais suscetível ao ataque de *D. melacanthus*;
- 2) Quantificar o controle de *D. melacanthus* nas fases mais suscetíveis do milho, mediante tratamento de sementes;
- 3) Estimar o nível de dano econômico e o nível de controle para *D. melacanthus* infestando o milho em estágio vegetativo;
- 4) Avaliar a efetividade da combinação do tratamento de sementes e de pulverizações foliares no controle de *D. melacanthus*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância econômica do milho

O milho, no âmbito mundial, é considerado uma das espécies mais importantes para a alimentação humana, cultivado entre as latitudes 58° Norte e 40° Sul e em diversas altitudes, desde o nível do mar até regiões com mais de 2.500 m de altitude (Fancelli e Dourado Neto, 1996), sendo o cereal mais produzido no mundo (FAO, 2019). A área de cultivo com milho só é superada pelo trigo, e cerca de 70% da produção mundial é utilizada na alimentação animal (Fancelli e Dourado Neto, 2004). Os principais produtores de milho no mundo são os Estados Unidos, a China e o Brasil, que respectivamente, produziram 366, 257, e 100 milhões de toneladas do grão na safra agrícola 2018/19 (Usda, 2019; Brasil, 2019). É importante salientar que houve um significativo crescimento de aproximadamente 100% na produção brasileira de milho nos últimos 10 anos, desde a safra 2009/10 até a safra 2018/19, um incremento médio próximo a 10% ao ano neste período (Brasil, 2019).

Esses patamares de crescimento de produção só foram possíveis de serem obtidos pelo Brasil quando o país passou a cultivar o milho em duas épocas de semeadura: primeira safra (ou safra de verão) e segunda safra (ou safrinha). As

semeaduras de verão (primeira safra) são realizadas em todos os estados, na época tradicional, durante o período chuvoso, ocorrendo na região Sul no final de agosto e setembro, no Sudeste e Centro-Oeste nos meses de outubro e novembro, e na região Nordeste, predominam nos meses de março a maio. Com relação à segunda safra, o milho é plantado em fevereiro ou março, geralmente em substituição à soja, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Conab, 2019).

Os principais estados brasileiros produtores de milho na safra 2018/19, em ordem decrescente, foram Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul, e Minas Gerais, sendo juntos responsáveis por cerca de 80% do total produzido de milho no país, na safra 2018/19 (Brasil, 2019). Embora o potencial produtivo da cultura seja superior a 16 toneladas ha^{-1} (Cruz et al., 2006), o rendimento médio de grãos na safra 2018/19, foi de 5,7 toneladas ha^{-1} , com especial destaque para Santa Catarina, Distrito Federal e Rio Grande do Sul, todos com resultados acima de sete toneladas ha^{-1} , tomando por base a média das últimas três safras agrícolas: 2016/17, 2017/18 e 2018/19 (Brasil, 2019).

3.2 Fisiologia da produção do milho

O milho *Zea mays* L. é originário da América Central e pertencente à família Poaceae. Além disso, é uma planta de metabolismo C4, apresentando características fisiológicas favoráveis, de acordo com a eficiência na conversão do gás carbônico da atmosfera em compostos orgânicos como carboidratos (Demétrio, 2008). Isso ocorre porque no processo fotossintético destas plantas, o gás carbônico (CO_2) é continuamente concentrado nas células da bainha vascular das folhas (fonte) sendo redistribuído para locais onde será estocado ou metabolizado (dreno). Essa relação fonte-dreno pode ser alterada pelas condições de solo, clima, estágio fenológico e nível de estresse da cultura. Próximo à antese, geralmente a produção de fotoassimilados do milho é maior que aquela demandada pelos órgãos reprodutivos (Duncan, 1975), sendo o seu excesso armazenado como reserva, principalmente nos colmos e bainhas.

Posteriormente, durante o período de enchimento de grãos, se a produção de fotoassimilados for insuficiente para atender a demanda dos grãos, as reservas podem ser mobilizadas como fonte suplementar (Machado et al., 1982; Tollenaar, 1977). Desta

forma, o colmo é uma importante estrutura de armazenamento temporário de açúcares nas primeiras semanas após a fertilização dos grãos, quando a capacidade fotossintética da planta é máxima e a demanda da espiga por fotoassimilados é pequena (Ruget, 1993; Tollenaar, 1977).

Neste contexto, o rendimento de grãos do milho é um complexo que depende de fatores genéticos, ambientais e de manejo (Machado et al., 1982; Tollenaar, 1977). Dessa forma, o potencial produtivo do milho pode ser melhor explorado pela adoção e implementação criteriosa de aspectos técnicos como a escolha de genótipos adaptados às condições de cultivo, a época de semeadura preferencial para a região, o emprego de espaçamento e densidade de semeadura que proporcionem populações de plantas compatíveis com a tecnologia empregada, o manejo adequado do solo (Palhares, 2003), e o controle eficiente de plantas daninhas, artrópodes-praga e doenças que prejudicam a cultura.

3.3 Artrópodes-praga da cultura do milho

A cultura do milho está sujeita ao ataque de insetos-praga durante todo o seu ciclo, sendo que esse ataque contribui para a redução no rendimento de grãos da cultura (Fernandes et al., 2003). Os principais insetos-praga que ocorrem no milho pertencem às ordens Lepidoptera e Hemiptera. Na ordem Lepidoptera destacam-se: a lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)], a lagarta-elasmó [*Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae)], a lagarta-rosca [*Agrotis ipsilon* (Hunfnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae)], a broca-da-cana-de-açúcar [*Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae)], a lagarta-da-espiga [*Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae)] e a *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae). Com relação à ordem Hemiptera, ressaltam-se a importância dos percevejos barriga-verde, [*Dichelops furcatus* (Fabricius, 1775) e *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)] (Pinto et al., 2004; Bianco, 2005); da cigarrinha-do-milho [*Dalbulus maidis* (Delong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae)] e do pulgão-do-milho [*Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae)].

O percevejo barriga-verde *D. melacanthus* é considerado praga-chave na cultura do trigo (Chocorosqui e Panizzi, 2004), secundária na cultura da soja (Chocorosqui e Panizzi, 2008), e vem aumentando sua importância na cultura do milho. Ele ataca a planta na fase inicial de desenvolvimento, ocasionando danos na região do colo e no meristema apical da planta. À medida que a planta se desenvolve, as lesões aumentam de tamanho juntamente com o crescimento da folha, formando grandes regiões necrosadas com consequente enrolamento foliar, promovendo o perfilhamento da planta, e ocasionando a diminuição no estande (Ávila e Panizzi, 1995; Panizzi, 2000).

No Brasil, o ataque do percevejo barriga-verde, *D. melacanthus*, em plântulas de milho foi registrado pela primeira vez em 1993, no Município de Rio Brillante, MS (Ávila e Panizzi, 1995). Nessa localidade foram observadas plântulas de milho com murchamento foliar e pontuações escuras nas folhas novas do interior do cartucho das plantas. No mesmo ano, os mesmos sinais foram observados em cultivos de milho da região Norte do Paraná. Segundo Ávila e Panizzi (1995) o desequilíbrio ambiental provocado pela eliminação de plantas hospedeiras nativas fizeram com que *D. melacanthus* infestasse as áreas recentes de cultivo de milho localizadas no Estado do Mato Grosso do Sul. Desde então, os relatos da presença dessa praga têm aumentado no Brasil, estando ela distribuída por toda a região Sul, Centro Oeste, além da região sudeste do Estado de São Paulo (Chocorosqui, 2001). À medida que as culturas de milho e soja são implementadas nas novas áreas de produção agrícola, é provável que haja aumento na abrangência geográfica de ocorrência dos percevejos do gênero *Dichelops*.

A expansão do sistema de semeadura direta na palha e da segunda safra de milho (safrinha) nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, desencadearam o crescimento populacional de algumas espécies de percevejos, consideradas anteriormente pragas secundárias (Panizzi, 1997). Tomando como exemplo os Estados do Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, a safrinha de milho é semeada em sua grande parte após a colheita da soja, aproveitando desta forma a área com uma segunda cultura. Essas áreas cultivadas durante grande parte do ano fornecem condições ideais para a sobrevivência de insetos polífagos, cuja população pode aumentar a ponto de causar danos significativos em diversas culturas. Já em áreas cultivadas com trigo no Sul do Brasil, Chocorosqui e Panizzi (2000) observaram que o percevejo barriga-verde está

associado com o sistema de semeadura direta, o qual fornece abrigo e alimento (sementes, vagens secas, etc.), resultando no crescimento populacional. Ninfas e adultos foram encontrados sobre o solo, próximos à base das plantas ou sob os restos culturais de soja ou de milho.

Assim, as espécies de percevejos barriga-verde, consideradas pragas secundárias na cultura da soja, vêm despontando como pragas importantes no estabelecimento da cultura do milho (Bianco e Nishimura, 1998), e demandando maior atenção dos agricultores, causando preocupação com relação ao manejo, devido principalmente aos prejuízos ocasionados e à dificuldade de serem combatidas (Cruz et al., 1999), em parte pela difícil visualização do inseto no campo, que fica escondido embaixo da palhada da cultura anterior.

3.4 Principais percevejos-praga da cultura do milho

Várias espécies de percevejos (Heteroptera: Pentatomidae) são consideradas pragas de plantas cultivadas no Brasil, como a soja, *Glycine max* (L.) Merrill, o milho, *Zea mays* L., e o trigo, *Triticum aestivum* L. Os percevejos fitófagos compartilham características comuns tais como: forma arredondada ou ovoide do corpo, cinco segmentos nas antenas, tarsos com três segmentos, escutelo curto, reduzido posteriormente e de formato triangular (Panizzi et al., 2000). Os percevejos são insetos sugadores, que para se alimentarem, introduzem os estiletes no substrato, que pode ser as diferentes estruturas das plantas, como caule e folhas; porém as sementes e os frutos são os locais preferenciais para sua alimentação (Schuh e Slater, 1995).

Os pentatomídeos do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 são exclusivamente neotropicais, e encontram-se distribuídos por diversos países da América do Sul. As características das espécies de *Dichelops* (Diceraeus) são: tamanho variando de 9 a 12 mm, cabeça com jugas agudas, ângulos umerais na forma de espinhos, podendo ser longos ou arredondados, margens ântero-laterais do pronoto serrilhadas, rostró alcançando as coxas posteriores e abdômen de coloração predominante verde.

Os ovos de *Dichelops* spp. são de coloração verde claro, ovoides, dispostos em grupos de número variável, os quais são formados por três ou mais fileiras mais ou menos definidas, à semelhança das posturas de *Euschistus heros* (Fabr., 1798)

(Heteroptera: Pentatomidae) (Saini, 1984). As ninfas apresentam geralmente coloração marrom-acinzentada na região dorsal e verde na abdominal. São confundidas no campo com as ninfas de *E. heros*, mas podem ser diferenciadas pelas jugas bifurcadas e agudas, e pela coloração do abdômen. Percevejos barriga-verde coletados no Estado do Rio Grande do Sul apresentaram características semelhantes às observadas em outros pentatomídeos durante o inverno, como é o caso de *E. heros*, que segundo Panizzi e Niva (1994), apresenta diapausa reprodutiva e, durante meses, refugia-se em grupos sob folhas secas, com as pernas voltadas para cima como se estivessem mortos.

Dentre o grupo de percevejos que atacam o milho, atualmente os mais importantes são *D. furcatus* e *D. melacanthus*, comumente chamados de percevejos barriga-verde, por estarem amplamente distribuídos pelo Brasil, e pela elevada capacidade de causarem perdas significativas na produção de milho (Crossariol Neto et al., 2015).

3.5 Distribuição de espécies de *Dichelops* spp. no Brasil

As espécies de percevejos barriga-verde encontradas em plantas cultivadas no Brasil são *D. furcatus*, *D. melacanthus* e *D. phoenix* (Galileo et al., 1977). Contudo, existem poucos registros desta última espécie, onde a maior parte dos insetos foi encontrada nos estados localizados na região Tropical, não sendo observado no Rio Grande do Sul ou Santa Catarina (Chocorosqui, 2001).

Dentre as espécies de percevejo barriga-verde que ocorrem no milho, *D. melacanthus* é a mais frequentemente observada no Brasil. Esta espécie é muito semelhante às espécies *D. furcatus* (Fabr., 1775) e *D. phoenix*. A espécie *D. furcatus* tem sido observada em regiões brasileiras produtoras de soja desde a década de 1970 (Panizzi et al., 1977). Alguns anos depois, *D. melacanthus* foi também observado em soja (Corso, 1984; Panizzi e Slansky, 1985). Há poucos registros da espécie *D. phoenix* no Brasil (Grazia, 1978).

O percevejo *D. furcatus* é a espécie cuja maior parte da população se concentra na região subtropical do País, em áreas com temperaturas amenas. Há registros mais antigos (décadas de 30 a 70) da ocorrência de *D. furcatus* no Norte do Paraná e nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Grazia, 1978). Porém, em coletas

mais recentes na região de Londrina-PR e interior de São Paulo, essa espécie não foi observada (Chocorosqui, 2001). No Rio Grande do Sul e na região Centro-Sul do Paraná (Ponta Grossa e Curitiba), quase 100% dos insetos coletados foram identificados como *D. furcatus*, confirmando a predominância e a adaptação desta espécie a regiões mais frias (Chocorosqui, 2001).

D. melacanthus possui ocorrência mais ampla, sendo encontrado em diversos países da América do Sul, como Venezuela, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, *D. melacanthus* possui relato de ocorrência nos estados de Amapá, Ceará, Rio Grande do Norte, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná (Ávila e Panizzi, 1995; Chocorosqui, 2001). No entanto, *D. melacanthus* é mais frequente em áreas agrícolas com temperaturas mais elevadas, com médias anuais variando de 20 a 24° C, em especial em áreas com milho safrinha, e em áreas em pousio onde existem restos de outras culturas, como sementes de soja, milho e trigo, que são utilizadas como fonte alimentar (Chocorosqui, 2001). O aumento na frequência de *D. melacanthus* pode ter ocorrido devido à implantação do sistema de semeadura direto, onde em períodos de entressafra, os percevejos encontram alimentos como restos de sementes e de vagens (Ávila e Panizzi, 1995; Bianco e Nishimura, 1998).

Considerando o que já se conhece sobre esses insetos, é provável que os percevejos do gênero *Dichelops* tenham uma distribuição mais ampla daquela aqui apresentada, e estejam seguindo a expansão das culturas de soja e milho nas novas áreas, à medida que estas vão sendo incorporadas à produção agrícola, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil (Ávila e Panizzi, 1995; Bianco e Nishimura, 1998).

3.6 Hospedeiros de *Dichelops furcatus* e *Dichelops melacanthus*

Segundo Smaniotto e Panizzi (2015), existem muitas plantas hospedeiras para a maioria dos percevejos pentatomídeos devido à multiplicidade de espécies de plantas e de percevejos. Esses autores realizaram levantamento bibliográfico onde são listadas as plantas hospedeiras dos principais percevejos-praga de grandes culturas presentes na Região Neotropical. De forma específica, a espécie *D. furcatus* foi observada em 32

espécies de plantas pertencentes a 13 famílias botânicas, sendo sete consideradas plantas hospedeiras, ou seja, onde ocorre a reprodução da espécie. De forma análoga, *D. melacanthus* foi encontrado em 29 espécies vegetais, porém apenas cinco espécies foram consideradas plantas hospedeiras.

Chocorosqui e Panizzi (2008) observaram que ninfas e adultos de *D. melacanthus* conseguiam se desenvolver em sementes e plântulas de milho, porém nenhuma ninfa sobreviveu em dieta exclusiva de plântulas de milho, enquanto que a mortalidade ninfal foi de 60% quando da alimentação em sementes de milho. Com relação aos adultos desse inseto, esses autores observaram ausência de reprodução, baixo ganho de peso e alta mortalidade até aos 20 dias de vida, quando alimentados somente com plântulas de milho.

Estudos conduzidos por Silva (2009) e Silva et al. (2013) indicaram que adultos e ninfas de *D. melacanthus* podem sobreviver em *Crotalaria lanceolata* (E. Mey), sendo essa planta importante na infestação inicial de cultivos de soja. Esse inseto ainda pode utilizar estratégias de sobrevivência similares envolvendo o capim braquiária, *Brachiaria decumbens* (Trin) Griseb. Com relação a trapoeraba, *Commelina benghalensis* L., Carvalho (2007) e Silva et al. (2013) observaram grande número de ninfas e adultos de *D. melacanthus* durante todo o ano, indicando que esse percevejo utiliza essa planta como hospedeira. De forma complementar, Chocorosqui (2001) testou, em laboratório, ramos de trapoeraba em estágio vegetativo como fonte alimentar de ninfas de *D. melacanthus*. Porém, esse autor observou que nenhuma ninfa conseguiu chegar à fase adulta.

3.7 Prejuízos de *Dichelops* spp. ao milho

A presença do percevejo barriga-verde em áreas cultivadas com milho tem aumentado nos últimos anos, provavelmente devido à ampla adoção do sistema de semeadura direta na palha, que favorece os percevejos por oferecer alimentação contínua e condições de sobrevivência em períodos adversos do ano sob os restos de culturas (Chocorosqui e Panizzi, 2004; Carvalho, 2007), e ao cultivo sequencial de plantas alternativas ou hospedeiras, como a soja, milho e trigo. *D. melacanthus* não

coloniza as plantas de milho em estádios tardios, apesar de causar severos danos em plântulas neste cultivo (Chocorosqui e Panizzi, 2003).

Na fase inicial de desenvolvimento, até três semanas após a emergência, o milho é mais sensível ao ataque de percevejos. Justamente nesta fase inicial, entre o surgimento do primeiro par de folhas até a sexta folha, é que a planta de milho define seu potencial produtivo (Fancelli e Dourado Neto, 1996). Sendo assim, existe uma preocupação crescente com o ataque de *D. furcatus* e *D. melacanthus*, devido ao fato de se alimentarem de plantas de milho na fase de definição do potencial de produção (Bianco, 2005). Os percevejos atacam a região do colo das plântulas de milho, causando pequenas perfurações, pela introdução do aparelho bucal. A lesão aumenta à medida que a planta cresce e as folhas se desenvolvem, formando áreas necrosadas no sentido transversal da folha, que pode quebrar na região danificada. Os prejuízos advindos do ataque desses insetos são o atraso no desenvolvimento das plantas, diminuição do estande e do rendimento de grãos da cultura (Bridi et al., 2016).

Uma série de enzimas e metabólitos estão presentes na saliva dos hemípteros, e suas concentrações apresentam ampla variação, que pode ser atribuída a alguns fatores tais como: a espécie, o indivíduo, o estágio de desenvolvimento, sexo e fonte de alimento empregada pelo inseto. Quando injetadas nos tecidos vegetais pelo ato da alimentação, estas enzimas e metabólitos presentes nas secreções salivares ocasionam deformidades análogas àquelas causadas por hormônios de crescimento em excesso. O ácido indolacético é considerado o composto mais fitotóxico da saliva dos hemípteros, podendo ser derivado da planta hospedeira ou formado na glândula salivar. (Panizzi e Slansky, 1987; Hori, 2000).

Outros vários fatores contribuem para o surgimento dos danos ocasionados pela alimentação dos percevejos fitófagos, ou seja, uma combinação de injúria mecânica, injúria química, desbalanceamento hormonal (auxinas, consequência tanto da injúria mecânica como da química) e a ativação do sistema fenol-fenoloxidase da planta. Este último é uma reação de defesa da planta ao dano de alimentação e que, em alguns casos, pode resultar na produção de substâncias tóxicas para as células vegetais (reações de hipersensibilidade), gerando deformações nas plantas ou nas estruturas atacadas (Hori, 2000).

Plantas de milho com o desenvolvimento comprometido apresentam folhas centrais retorcidas e amareladas, características do resultado do dano dos percevejos (Duarte et al., 2015). Quando ataques severos ocorrem na região de crescimento da planta, há emissão de perfilhos, murchamento de folhas e morte de plantas e, conseqüentemente, a redução da população de plantas constitui o último e mais grave reflexo do ataque de percevejos, diminuindo drasticamente a produção (Crosariol Netto et al., 2012).

3.8 Controle de percevejos na cultura do milho

As principais formas de controle de percevejos da cultura do milho são o controle químico e o controle biológico natural. Como alternativa, ainda em estágios iniciais de pesquisas que buscam um possível uso em larga escala, tem-se o controle biológico através do parasitismo de ovos, pelos agentes *Telenomus podisi* (Ahsmead) (Hymenoptera: Scelionidae) e *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae) (Laumann et al., 2010; Taguti et al., 2019). O controle químico é o mais usado contra *D. melacanthus* em milho, dispondo-se de inseticidas que visam minimizar a ação de pragas iniciais e evitar perdas no rendimento de grãos da cultura do milho (Viana e Costa, 1998; Figueiredo et al. 1999).

Segundo Albuquerque et al. (2006) e Martins et al. (2006), as principais formas de utilização de inseticidas para o controle de *D. melacanthus* em milho seria o tratamento de sementes e/ou a pulverização com inseticidas neonicotinóides. O tratamento de sementes é vantajoso por ser mais eficiente e seletivo aos inimigos naturais (Bianco, 2005), mas a utilização do tratamento de sementes deve ser associada a pulverizações foliares em condições de alta infestação da praga (Brustolin et al., 2011).

3.9 Referências Bibliográficas

Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC). **Milho**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/Abertura.html>. Acesso em 27 out 2019.

- Albuquerque FA, Borges LM, Iacono TO, Crubelati NCS, Singer AC (2006) Eficiência de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e em pulverização, no controle de pragas iniciais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p 15-25.
- Ávila CJ, Duarte MM (2012) Eficiência de inseticida, aplicados nas sementes e em pulverização, no controle do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho. **Bio-Assay**, v.7, p.1-6.
- Ávila CJ, Panizzi AR (1995) Occurrence and damage by *Dichelops* (Neodichelops) (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, p.193–194.
- Bianco, RO (2005) Percevejo barriga-verde no milho e no trigo em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v.89, p. 46-51.
- Bianco R, Nishimura M (1998) Efeito do tratamento de sementes de milho no controle do percevejo barriga verde (*Dichelops furcatus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Londrina: Sociedade Entomológica do Brasil, p 203.
- Brasil. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2019). **Safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 03 nov 2019.
- Bridi M, Kawakami J, Hirose E (2016) Danos do percevejo *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera:Pentatomidae) na cultura do milho. **Magistra**, v.28, p.301-307.
- Brustolin C, Bianco R, Neves PMOJ (2011) Inseticida 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, p.215-223.

- Carvalho ESM (2007) *Dichelops melacanthus* no sistema plantio direto ao longo do ano: dinâmica populacional e parasitismo nas presenças de plantas daninhas, palha, cultura de soja, milho e trigo e de plantas voluntárias de milho. 2007. 57f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.
- Ceccon G, Raga A, Duarte AP, Siloto RC (2004) Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**, v.63, p.227-237.
- Chiesa ACM, Sismeiro MNS, Pasini A, Roggia S (2016) 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.
- Chiaradia LA, Nesi CN, Ribeiro LP (2016) Nível de dano econômico do percevejo barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), em milho. **Agropecu. Catarin., Florianópolis**, v.29, p.63-67.
- Chocorosqui VR (2001) **Bioecologia de *Dichelops (Diceraeus) melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), danos e controle em soja, milho e trigo no norte do Paraná**. 2001. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- Chocorosqui VR, Panizzi AR (2004) Impact of cultivation systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) population and damage and its chemical control on wheat. **Neotropical Entomology**, v.33, p.487-492.
- Chocorosqui VR, Panizzi AR (2008) 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.

- Corso IC (1984) Constatação do agente causal da mancha-de-levedura em percevejos que atacam a soja no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3. 1984, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Soja, 1984, p. 152-157.
- Crosariol Netto J, Michelotto MD, Pirotta MZ, Busoli AC (2012) Efeito do ataque de *Dichelops melacanthus* (Dallas) na produtividade de híbridos comerciais convencionais e transgênicos de milho com e sem tratamento de sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindoia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p.827-832.
- Cruz I, Viana PA, Waquil JM (1999) **Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 39p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica 31).
- Cruz I, Bianco R, Redoan ACM (2016) 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.
- Demétrio CS (2008) **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em diferentes arranjos populacionais em Jaboticabal – SP.** 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.
- Duarte MM, Ávila CJ, Santos V (2015) 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.
- Duncan WG (1975) Maize. In: Evans LT. (Ed.). **Crop physiology: some case histories.** London: Cambridge University Press, 1975, p. 23-50.

- Fancelli AL, Dourado Neto D (1996) **Fisiologia de produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP. 129 p.
- Fancelli AL, Dourado Neto D (2004) **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária. 360 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019) **World Food and Agriculture** – Statistical pocketbook 2019. Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca6463en/ca6463en.pdf>. Acesso em: 03/12/2019.
- Fernandes OD, Parra JRP, Neto AF, Pícoli R, Borgatto AF, Demétrio CGB (2003) Efeito do milho geneticamente modificado MON 810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p. 25-35.
- Figueiredo MLC, Cruz I, Lucia TMCD (1999) Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitóide *Telenomus remus* Nixon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.1975-1982.
- Galileo MHM, Gastal HAO, Grazia J (1977) Levantamento populacional de Pentatomidae (Hemiptera) em cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) no município de Guaíba, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, v.37, 111–120.
- Grazia J (1978) Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Iheringia Série Zoologia**, v.53, p.113–119.
- Hori KZ (2000) Possible causes of disease symptoms resulting from the feeding of phytophagous Heteroptera. In: Schaefer CW, Panizzi AR (Eds.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC Press, p. 11-35.

- Laumann RA, Moraes MCB, Silva JP da, Vieira AMC, Silveira S da, Borges M (2010) Egg parasitoid wasps as natural enemies of the neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.442-449.
- Machado EC, Pereira AR, Fahl JI, Arruda HV, Silva WJ, Teixeira JPF (1982) Análise quantitativa do crescimento de quatro variedades de milho em três densidades de plantio, através de funções matemáticas ajustadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p. 825-833.
- Martins GLM, Toscano LC, Tomquelski GV, Maruyama WI, Machado JR, Veloso ES, Gonzaga RL, Castro JM (2006) Controle de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) e *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do milho em Cassilândia (MS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., Recife. **Anais...** Londrina: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 697.
- Martins GLM, Toscano LC, Tomquelski GV, Maruyama WI (2009) Controle químico do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, p.475-478.
- Martins JC, Weber LF (1998) Imidacloprido no tratamento de sementes associado ou não a pulverizações com inseticidas no controle de *Dichelops furcatus* (Fabr.) na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 37.
- Palhares M (2003) **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- Panizzi AR (1997) Entomofauna changes with soybean expansion in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 5., 1994, Chiang Mai. Soybean feeds the world: **proceedings...** Bangkok: Kasetsart University Press, 1997. p.166-

168.

- Panizzi AR, Corrêa BS, Gazzoni DL, Oliveira EB, Newman GG, Turnipseed SG (1977) **Insetos da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja. 1977, 20p. (Embrapa Soja: Boletim Técnico, 1).
- Panizzi AR, McPherson JE, James DG, Javahery M, McPherson RM (2000) Economic importance of stink bugs (Pentatomidae). In: Schaefer, C.H.; Panizzi, A.R. (eds.). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC Press. p.421-474.
- Panizzi AR, Niva CC (1994) Overwintering strategy of the brown stink bug in Northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.29, p.509-511.
- Panizzi AR, Slansky Jr F (1985) Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**. v.68, p.184-214.
- Pinto AS, Parra JRP, Oliveira HN (2004) **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 108p.
- Ruget F (1993) Contribution of storage reserves during grain filling of maize in northern European conditions. **Maydica**, v.38, p. 51-59.
- Schuh RT, Slater JA (1995) **True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history**. New York: Cornell University Press. 336p.
- Silva JJ (2009) **Flutuação populacional e dados biológicos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas hospedeiras**. 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

Silva JJ, Ventura MU, Silva FAC, Panizzi AR (2013) Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotropical Entomology**, v.42, p.141-145.

Smaniotta LF, Panizzi AR (2015) Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the neotropics. **Florida Entomologist**, v.98, p. 7-17.

Taguti EA, Gonçalves J, Bueno AF, Marchioro ST (2019) *Telenomus podisi* parasitism on *Dichelops melacanthus* and *Podisus nigrispinus* eggs at different temperatures. **Florida Entomologist**, v.102, p. 607-613.

Tollenaar M (1977) Sink-source relationships during reproductive development in maize: a review. **Maydica**, v. 22, p. 49-75.

United States Department of Agriculture (USDA). (2019) **Statistics**. Disponível em: <
https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/result.php?3E408923-6CF3-33F4-859E-A485547F1FC§or=CROPS&group=FIELD%20CROPS&comm=CORN/.
Acesso em 3 nov 2019.

Viana PA, Costa EF (1998) Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, p.451-458.

4. CAPÍTULO I - Suscetibilidade do milho ao percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) e seu manejo por meio do tratamento de sementes

4.1 Resumo

A presença de *Dichelops melacanthus* em áreas cultivadas com milho tem aumentado nos últimos anos, causando sérios prejuízos ainda na fase inicial de desenvolvimento desta cultura. Neste estudo, determinou-se a suscetibilidade do milho ao ataque de *D. melacanthus* em diferentes estádios vegetativos, e como o tratamento de sementes pode reduzir seus danos e a perda de rendimento de grãos. Para isso, foram realizados dois experimentos de campo. No primeiro, as plantas de milho foram infestadas artificialmente com casais de *D. melacanthus*, a uma taxa de 0,5 casais por planta, iniciando nos estádios vegetativos V1, V3, V5 e V7 (primeiro, terceiro, quinto e sétimo colar da folha visível), com duração da infestação de sete, 14, 21 e 28 dias, perdurando até V3, V5, V7 ou V9, dependendo do período de infestação, além de um tratamento controle sem infestação. No segundo experimento, as plantas de milho foram infestadas artificialmente com um casal de insetos por planta, por diferentes períodos vegetativos, variando o início e o término da infestação (V1-V3, V1-V5, V1-V7, V3-V5, V3-V7 e V5-V7), e foram submetidas a dois tipos de tratamento de sementes: (i) fungicida [carbendazim + thiram (150 g ia L⁻¹ e 350 g ia L⁻¹)] + inseticida [clotianidina (600 g ia L⁻¹)] ou (ii) apenas fungicida (carbendazim + thiram). Além disso, neste estudo, foram incluídos outros três tratamentos controle correspondentes aos períodos V1-V7, V3-V7 e V5-V7, sem infestação e apenas com o tratamento das sementes com fungicida, visando comparar o rendimento de grãos. Em ambos os experimentos, as plantas foram protegidas com gaiolas de tecido durante todo o período, a fim de manter os percevejos em contato com as plantas e evitar injúria por insetos oportunistas. Nas condições testadas, os períodos mais suscetíveis do milho foram de V1-V5 e V1-V7. O tratamento de sementes com clotianidina na concentração de 3,5 mL kg⁻¹ de semente evitou a perda de rendimento de grãos em 37,8% e 61% em relação às plantas não tratadas durante os estádios mais suscetíveis V1-V5 e V1-V7, e causou 40% e 50% de mortalidade de adultos de *D. melacanthus*, respectivamente.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Dichelops melacanthus*, escala de dano, clotianidina, desenvolvimento vegetativo do milho.

4.2 Introdução

O gênero *Dichelops* é de ocorrência neotropical e contém três subgêneros: *Dichelops*, *Neodichelops* e *Prodichelops*, que possuem 14 espécies reconhecidas (Grazia, 1978) e outra recentemente descrita (Klein et al., 2012). A espécie *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), conhecida como percevejo barriga-verde, tem registros de ocorrência na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela (Dellapé et al., 2015). Apesar do número restrito de percevejos pertencentes a esse gênero, a recente expansão de outras espécies de Pentatomideos (Tindal e Fothergill, 2011; Martinson et al., 2016; Ciceoi et al., 2017) alerta para a ameaça de introdução de outras espécies com subsequente colonização de hospedeiros cultivados (Olson et al., 2016; Tillman e Cottrell, 2016; Ciceoi et al., 2017) e selvagens (Martinson et al., 2016).

Alguns autores descrevem *D. melacanthus* como um membro do subgênero *Neodichelops* (Grazia, 1978); enquanto outros autores incluem esta espécie no subgênero *Diceraeus* (Rider, 2015). Apesar da variação na nomenclatura adotada, a maioria dos trabalhos anteriores tratou a espécie como *D. melacanthus* (Marques et al., 2007; Panizzi et al., 2007; Chocorosqui e Panizzi, 2008; Roza-Gomes et al., 2011; Silva et al., 2013; Torres et al., 2013; Crossariol Netto et al., 2015; Dellapé et al., 2015; Smaniotto e Panizzi, 2015; Bortolotto et al., 2016; Chiesa et al., 2016) e portanto esta é a nomenclatura que será usada ao longo deste trabalho.

Dichelops melacanthus é um inseto polífono, infestando 29 espécies de 10 famílias botânicas, entre as quais culturas como arroz, milho, soja, sorgo, trigo e várias plantas daninhas (Panizzi et al., 2007; Chocorosqui e Panizzi, 2008; Smaniotto e Panizzi, 2015; Bortolotto et al., 2016). Em Fabaceae, como a soja, a infestação está concentrada na fase reprodutiva (Silva et al., 2013), enquanto que em algumas Poaceae, como milho e trigo, os danos ocorrem muito cedo no estágio de plântulas, e são causados pela migração de adultos de lavouras e culturas próximas, ou de outras plantas presentes dentro do próprio campo (Torres et al., 2013; Smaniotto e Panizzi, 2015;

Chiesa et al., 2016). Os sinais da infestação de *Dichelops* spp. na fase inicial do milho são manchas marrons no cartucho, descoloração e torção das folhas, podendo ocorrer até mesmo a morte de plantas (Roza-Gomes et al., 2011; Torres et al., 2013), com consequente redução do rendimento de grãos (Crossariol Netto et al., 2015).

Para evitar perdas no milho, o tratamento de sementes com neonicotinóides é muito utilizado (Martins et al., 2009; Brustolin et al., 2011; Crossariol Netto et al., 2015; Chiesa et al., 2016). Este grupo de inseticidas tem sido empregado isoladamente ou em associação com pulverizações foliares de inseticidas de diferentes grupos químicos, após o surgimento da cultura ou durante a dessecação e destruição da cultura anterior (Martins et al., 2009; Brustolin et al., 2011).

Estudos anteriores se concentraram em avaliar a capacidade de *D. melacanthus* em danificar plantas somente nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho (Roza-Gomes et al., 2011; Torres et al., 2013), desconsiderando a infestação durante outros estádios vegetativos ou infestações por diferentes períodos, ou perdas de rendimento de grãos causadas pelas infestações. Além disso, trabalhos com tratamento de sementes visando o controle de *D. melacanthus* têm empregado ingredientes ativos diferentes dos testados no presente trabalho, e não quantificaram a manutenção do potencial de rendimento de grãos em decorrência desse tratamento (Martins et al., 2009; Brustolin et al., 2011). Portanto, este estudo objetivou avaliar a suscetibilidade de diferentes estádios vegetativos e períodos de exposição do milho ao ataque de *D. melacanthus*, e os efeitos do tratamento de sementes no dano e na perda de rendimento de grãos do milho.

4.3 Material e Métodos

4.3.1 Determinação da suscetibilidade nos estádios vegetativos

O experimento foi realizado no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil (coordenadas 27° 50' 37,2" Sul e 54° 28' 11,7" Oeste, a 330 m acima do nível do mar), de 30 de setembro de 2009 a 27 de janeiro de 2010. Os tratamentos foram representados pelos diferentes estádios de infestação do milho, de acordo com Abendroth et al. (2011), iniciando em V1, V3, V5 e V7 e tempo de infestação do milho (durando de sete a 28 dias o período de exposição das plantas aos insetos). A

combinação do início e término da infestação resultaram nos seguintes períodos de infestação (tratamentos): V1-V3 (02-08 dias após a emergência - DAE), V1-V5 (02-15 DAE), V1-V7 (02-22 DAE), V1-V9 (02-29 DAE), V3-V5 (09-15 DAE), V3-V7 (09-22 DAE), V3-V9 (09-29 DAE), V5-V7 (16-22 DAE), V5-V9 (16-29 DAE), V7-V9 (23-29 DAE), além de um tratamento controle, sem infestação. As plantas foram infestadas a uma taxa de um inseto por planta, ou seja, 10 casais de *D. melacanthus* por parcela contendo 20 plantas. Os tratamentos foram dispostos no delineamento blocos completos ao acaso, com quatro repetições. A semente de milho utilizada foi de uma linhagem chamada de P01 (Du Pont do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes, Brasília, DF, Brasil), utilizada na composição de um híbrido de milho comercial e cultivada em campos de produção de sementes.

As parcelas foram instaladas sobre solo submetido a preparo convencional, fertilizadas com 400 kg ha⁻¹ de adubo 05-20-20 (N-P-K). As sementes de milho foram plantadas manualmente, usando duas sementes por cova, distanciadas a 0,25 x 0,25 m. Logo após a emergência, as plântulas foram cobertas por uma gaiola de 1,0 x 1,5 x 1,0 m (comprimento x largura x altura). As gaiolas foram suspensas por um sistema de cordas e estacas de madeira. As parcelas foram desbastadas, mantendo-se uma planta por cova quando atingiram o estágio VE (emergência), e fertilizadas em V4 com 300 kg ha⁻¹ de ureia (46% de nitrogênio) As plantas daninhas foram manejadas com uma aplicação de atrazina (500 g L⁻¹, Atrazin.a Nortox® 500 SC, Nortox S/A, Arapongas, PR), na dose de 5 L ha⁻¹ do produto comercial, logo após a semeadura e antes emergência das plantas. A irrigação foi realizada usando um sistema de aspersão logo após a semeadura, e semanalmente sempre que não ocorresse chuva por mais de três dias.

As plantas foram infestadas com adultos de *D. melacanthus*, coletados em campos de milho na região próxima ao local do experimento. Os insetos foram mantidos em gaiolas contendo plantas de milho até o momento da infestação. A liberação de insetos não foi simultânea para todos os tratamentos, e ocorreu quando as plantas atingiram o estágio vegetativo apropriado. Cada gaiola recebeu 10 casais de insetos, o que resultou em uma taxa de infestação de 0,5 casais por planta (ou um inseto por planta). O período de exposição foi de sete, 14, 21 e 28 dias. Os insetos mortos foram substituídos diariamente durante o período de exposição para manter o nível de

infestação desejado. No final do período de exposição, os insetos foram removidos e as inspeções visuais das injúrias causadas por *D. melacanthus* foram realizadas um, sete e 14 dias após o término do período infestado. As avaliações seguiram uma escala de dano que representou os sintomas das injúrias causadas pelos percevejos nas plantas de milho, onde as escalas de danos variaram de zero (sem danos) a oito (plantas mortas) (Figura 1).

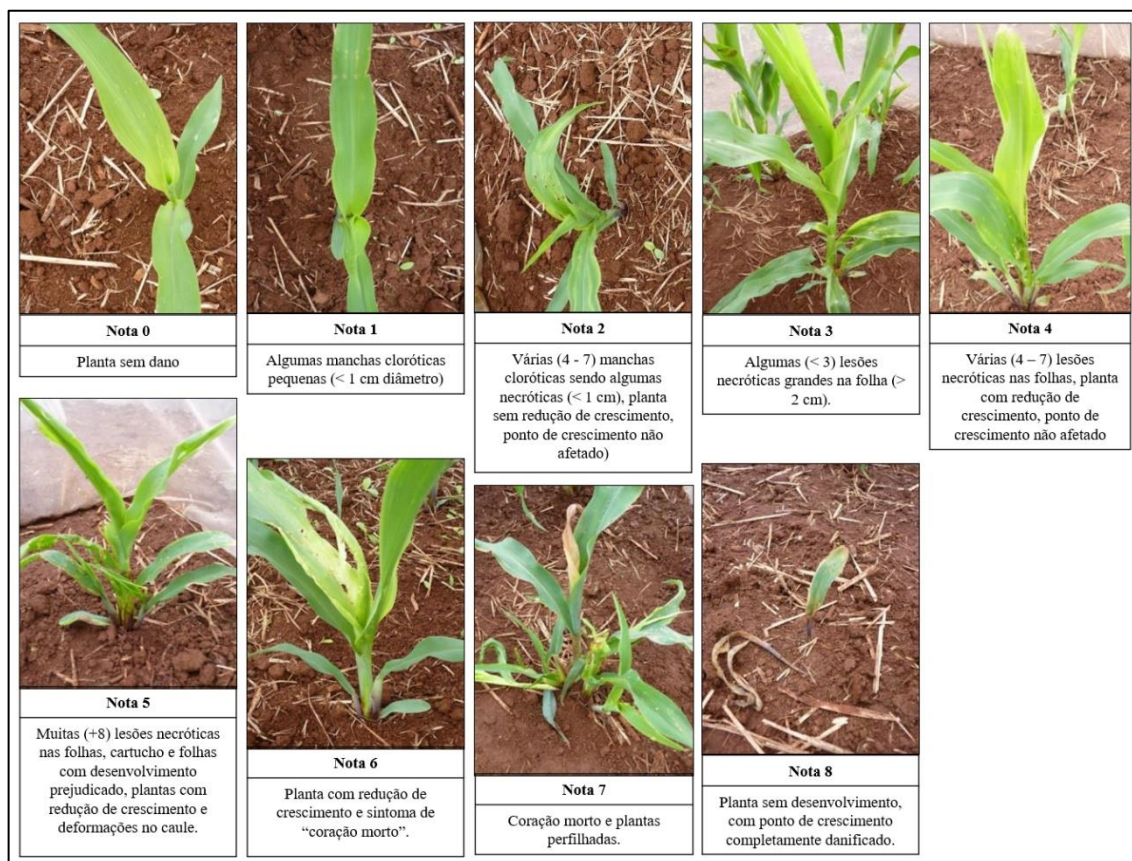


Figura 1. Representação e descrição da escala de dano visual aplicada as plantas de milho (*Zea mays*), resultante da alimentação de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae).

Os dados de cada período de avaliação (um, sete e 14 dias após a remoção dos insetos) foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a $P < 0,05$, utilizando o software SAS (Sas, 2002) e Genes (Cruz, 2013), respectivamente.

4.3.2 Tratamento de sementes contra o percevejo barriga-verde

O experimento foi realizado em Toledo, Paraná, Brasil (24° 40' 18,5" S, 53° 45' 30,3" O e 555 m acima do nível do mar). Os tratamentos consistiram na combinação de seis períodos vegetativos de desenvolvimento do milho [V1-V3 (02-08 DAE); V1-V5 (02-15 DAE); V1-V7 (02-22 DAE); V3-V5 (09-15 DAE); V3-V7 (09-22 DAE); V5-V7 (16-22 DAE)] (seguindo metodologia descrita por Abendroth et al., 2011) x dois tratamentos de sementes com pesticidas: (i) fungicida carbendazim + thiram (150 g i.a. L⁻¹ + 350 g i.a. L⁻¹ - Derosal Plus[®], Bayer S/A, Belford Roxo, RJ, Brasil) associado com inseticida clotianidina (600 g ia L⁻¹ - Poncho[®], Bayer S/A, Belford Roxo, RJ, Brasil); e (ii) somente fungicida carbendazim + thiram (Derosal Plus[®]). Além disso, foram incluídos três controles compostos por plantas não tratadas com inseticida, correspondentes aos períodos V1-V7 (02-22 DAE), V3-V7 (9-22 DAE) e V5-V7 (16-22 DAE), tratadas apenas com o fungicida carbendazim + thiram (Derosal Plus[®]), totalizando 15 tratamentos. As doses utilizadas para o tratamento das sementes foram: 3 mL kg⁻¹ de carbendazim + thiram e 3,5 mL kg⁻¹ de clotianidina. Os tratamentos foram arranjados em blocos completos ao acaso com cinco repetições. O híbrido de milho utilizado foi o 30F53 (Du Pont do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes, Brasília, DF, Brasil), que é cultivado comercialmente para produção de grãos em todo Brasil.

Visando infestar todas as plantas simultaneamente, a semeadura ocorreu em três datas distintas: 28 de outubro de 2015, 04 de novembro de 2015 e 11 de novembro de 2015, sendo, portanto, necessária a inclusão dos três tratamentos controle citados anteriormente. A preparação do solo, a fertilização e o controle de plantas daninhas seguiram o mesmo procedimento descrito no estudo anterior. A semeadura foi realizada utilizando uma semente por cova espaçada a 0,40 x 0,416 m (entre plantas x entre linhas) totalizando nove plantas por parcela, correspondendo a 60 mil plantas por hectare. Logo após a emergência, as plantas foram protegidas por gaiolas de tecidos medindo 1,2 x 1,25 x 2,5 m (comprimento x largura x altura), sustentadas por cordas e estacas de madeira conforme descrito anteriormente.

Adultos de *D. melacanthus* foram coletados nas áreas próximas a Toledo, Paraná, Brasil e mantidos em plantas jovens de milho até a infestação, conforme descrito no item 4.3.1. Cada gaiola foi infestada com nove casais de *D. melacanthus*,

exceto as parcelas controle, resultando em uma taxa de infestação de um casal por planta (ou dezoito insetos por parcela). Os insetos permaneceram em contato com as plantas por sete, 14 e 21 dias, de acordo com os tratamentos. Os insetos mortos foram substituídos a cada três dias durante o período de infestação. Ao final do período de infestação, os insetos foram removidos e a avaliação foi realizada um, sete e 14 dias após o término do período infestado. A mesma escala de dano descrita na Figura 1 foi usada nas avaliações.

Os dados das escalas de danos, em cada época da avaliação, foram submetidos à análise de variância em fatorial (estádios do milho x tratamento das sementes) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a $P < 0,05$, utilizando o SAS (Sas, 2002) e Genes (Cruz, 2013), respectivamente.

A colheita realizada em todo o experimento ao mesmo tempo, ocorreu em 02 de maio de 2016. Neste momento, os grãos foram separados manualmente das espigas, e o peso seco desse produto (grãos com 13% de umidade) foi utilizado para a estimativa do rendimento por hectare.

A mortalidade de *D. melacanthus* foi corrigida pela mortalidade nos tratamentos controle sem tratamento de semente, usando a fórmula:

$$M_{\text{corrigida}} (\%) = \frac{(M_{\text{trat}} - M_{\text{ctrl}})}{100 - M_{\text{ctrl}}} \times 100 \text{ (Püntener, 1981)}$$

onde: $M_{\text{corrigida}}$ (%) = mortalidade ocorrida no tratamento corrigida pela mortalidade ocorrida nas parcelas controle (%); M_{trat} = mortalidade no tratamento (%); M_{ctrl} = mortalidade na parcela controle (%).

Os dados da mortalidade corrigida foram submetidos à análise de variância, seguida pelas comparações de médias pelo teste de Scott-Knott a $P < 0,05$, usando o SAS (Sas, 2002) e o Genes (Cruz, 2013), respectivamente.

O rendimento de grãos foi expresso como porcentagem de ganho das parcelas tratadas com inseticida em relação aquelas sem tratamento, e porcentagem de redução do rendimento de grãos das parcelas infestadas em relação aquelas não infestadas, usando as seguintes fórmulas:

% *ganho de rendimento*

$$= \frac{\text{rendimento de parcelas infestadas tratadas com carbendazim + thiram + clotianidina}}{\text{rendimento de parcelas infestadas tratadas apenas com carbendazim + thiram}} \times 100$$

% *redução de rendimento*

$$= \frac{\text{rendimento de parcelas infestadas tratadas com carbendazim + thiram + clotianidina ou apenas com carbendazim + thiram}}{\text{rendimento de parcelas não infestadas tratadas apenas com carbendazim + thiram}} \times 100$$

A porcentagem de ganho de rendimento de grãos foi submetida à análise de variância, e a porcentagem de redução de rendimento de grãos foi submetida à análise de variância em fatorial (estádios de milho x tratamento de sementes), ambas seguidas pelo teste de Scott-Knott a $P < 0,05$, usado para comparação das médias. As análises foram realizadas no SAS (Sas, 2002) e Genes (Cruz, 2013).

4.4 Resultados e Discussão

4.4.1 Suscetibilidade nos estádios vegetativos

Na primeira avaliação, realizada um dia após o término do período infestado (remoção dos insetos), a escala de dano mais alta foi observada nas plantas em que a infestação se iniciou em V1 (2 dias após a emergência - DAE) e em V3 (9 DAE) (Figura 2A). As escalas de dano diminuiram quando as plantas de milho foram infestadas mais tardiamente, iniciando-se tanto em V5 (16 DAE) quanto em V7 (22 DAE) (Figura 2A).

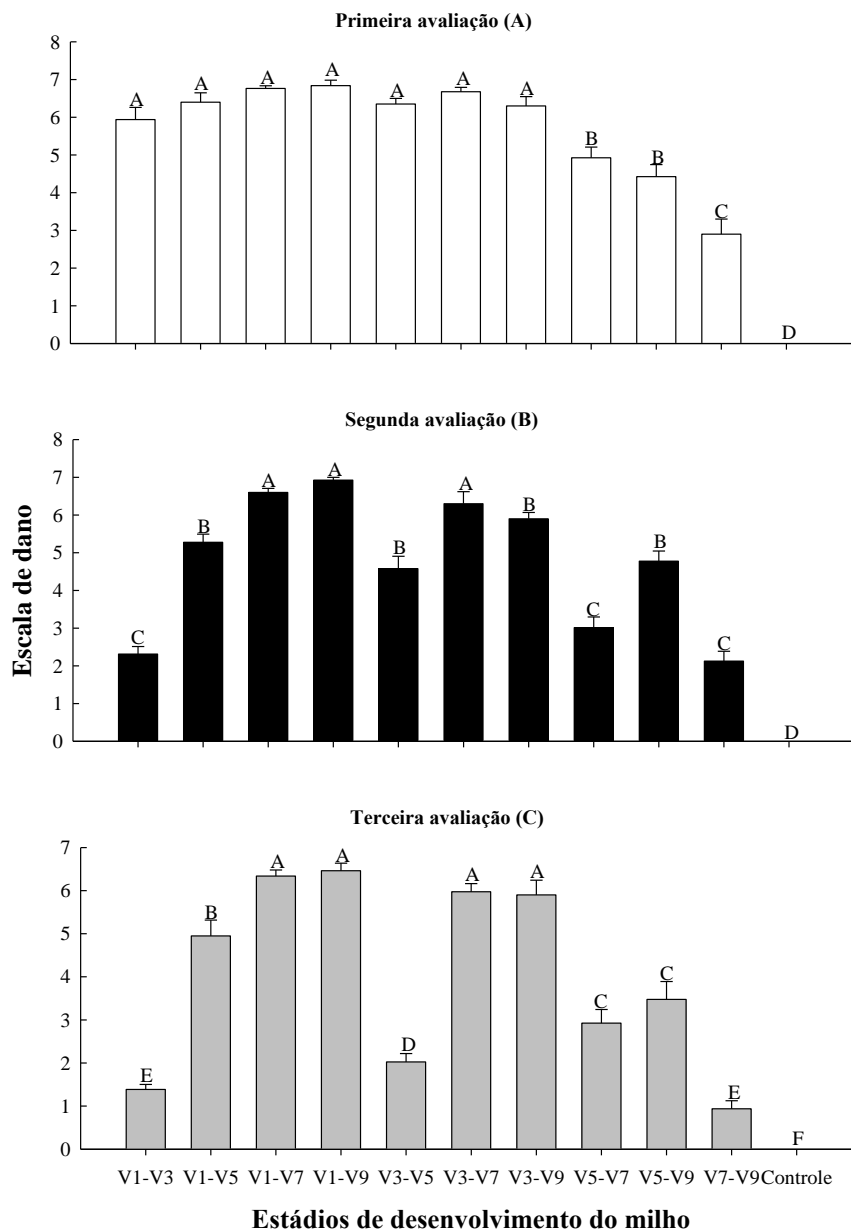


Figura 2. Escalas de danos de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) no milho (*Zea mays*) infestado em diferentes estádios vegetativos. As avaliações foram realizadas um (primeira) (A), sete (segunda) (B) e 14 dias (terceira) (C) após o término do período infestado (remoção dos insetos). *As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $P > 0,05$.

Na segunda avaliação, realizada sete dias após o término do período infestado, observaram-se as maiores escalas de danos nas plantas em que a infestação se iniciou no

estádio V1 (2 DAE), e onde ela perdurou até V7 (22 DAE) ou V9 (29 DAE). Os resultados foram semelhantes quando as plantas foram infestadas tendo início em V3 (9 DAE) e a infestação foi mantida até V7 (22 DAE). Na mesma avaliação, as escalas de dano foram menores quando as plantas foram infestadas em V1, V5 e V7, mas com infestação durando no máximo sete dias (períodos de infestação de V1-V3, V5-V7 e V7-V9). As plantas dos outros tratamentos apresentaram valores intermediários da escala de dano, entre os valores mais altos e mais baixos (Figura 2B).

Na terceira e última avaliação, realizada aos 14 dias após o término do período infestado, as plantas mais danificadas foram aquelas em que a infestação se iniciou no estágio V1 ou V3, sendo mantida por 14 ou 28 dias (ou seja, com duração até o estágio V7 ou V9). As plantas menos danificadas foram infestadas muito cedo (V1) ou mais tardiamente (V5 ou V7) em seu ciclo de crescimento, com períodos de infestação que duraram sete dias, para infestação precoce, ou até 14 dias para infestações tardias (Figura 2C). Portanto, observando a evolução das injúrias avaliadas pela escala de danos visuais da primeira até a terceira avaliação (Figura 2A-C), a capacidade de recuperação das plantas foi muito maior quando as mesmas foram infestadas em estádios vegetativos muito precoces ou muito tardios, ou quando os períodos de infestação foram menores (nesse caso, com duração de sete dias), sendo maior quanto menor foi o período infestado.

Esses resultados estão de acordo com os de Torres et al. (2013), ao avaliar a injúria causada por *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) e *D. melacanthus* em milho infestado aos 5 e 10 DAE. Esses autores observaram que, na primeira avaliação, as plantas infestadas precocemente, aos 5 DAE, foram mais suscetíveis do que as plantas infestadas aos 10 DAE. No entanto, na segunda e terceira avaliações, não foram observadas diferenças significativas entre os dois estádios de infestação. Além disso, esses autores mantiveram os insetos em contato com as plantas apenas por um único período de sete dias, o que concorda com os resultados aqui encontrados quando se considera o mesmo tempo de infestação (ou seja, V1-V3 e V3-V5). Portanto, as plantas infestadas no início de seu desenvolvimento por apenas um curto período (sete dias ou menos) são menos danificadas, apresentando menores escalas de danos do que aquelas expostas por períodos mais longos (mais de sete dias).

A injúria causada por *D. furcatus*, *D. melacanthus*, *E. heros* e *Nezara viridula* (L) em plântulas de milho nos estádios V1 e V3, com a infestação de um inseto por planta por 14 dias, resultou em perfurações nas folhas e danos no cartucho (Roza-Gomes et al., 2011). No presente estudo, examinando o mesmo estágio de infestação (V1 ou V3) e considerando um tempo de exposição de 14 a 28 dias, obtiveram-se resultados semelhantes aos encontrados por Rosa-Gomes et al. 2011, incluindo crescimento reduzido de plantas, coração morto e enrolamento das folhas. Em trabalhos anteriores em que se manteve a infestação por um curto período de tempo (sete dias), foram observados apenas manchas cloróticas ou folhas enrugadas (Torres et al., 2013), o que indica que as plantas foram capazes de se recuperar das injúrias quando o período de infestação foi curto. Baseado neste fato, os estádios críticos para o monitoramento de *D. melacanthus* em milho são durante o início do desenvolvimento das plântulas, quando as plantas de milho estão entre os estádios V1 e V5. Sendo assim, o método de controle empregado deve proteger as plantas de milho por pelo menos 14 dias após emergência.

4.4.2 Tratamento de sementes com clotianidina e prevenção de dano de *D. melacanthus* durante diferentes estádios vegetativos do milho

Na primeira avaliação as plantas mais danificadas, tratadas ou não tratadas com clotianidina, ocorreram quando foram infestadas em V1, e a infestação mantida até V3, V5 ou V7. A única exceção ocorreu para plantas infestadas de V3-V5 e tratadas com clotianidina (Figura 3a), que também exibiram altas escalas de danos. No entanto, na segunda avaliação, as plantas tratadas com clotianidina que exibiram as maiores escalas de danos foram àquelas infestadas nos períodos V1-V3 e V1-V5. As maiores escalas de danos para plantas não tratadas com inseticida foram observadas nas parcelas infestadas de V1-V5 e V1-V7, seguidas por aquelas infestadas de V1-V3 (Figura 3b). Na terceira avaliação, ambas as plantas provenientes de parcelas tratadas ou não tratadas com clotianidina, foram mais danificadas quando a infestação ocorreu em V1-V5 e V1-V7. Os períodos de exposição restantes resultaram em escalas de danos menores, independentemente dos tratamentos (V1-V3, V3-V5, V3-V7 e V5-V7) (Figura 3c).

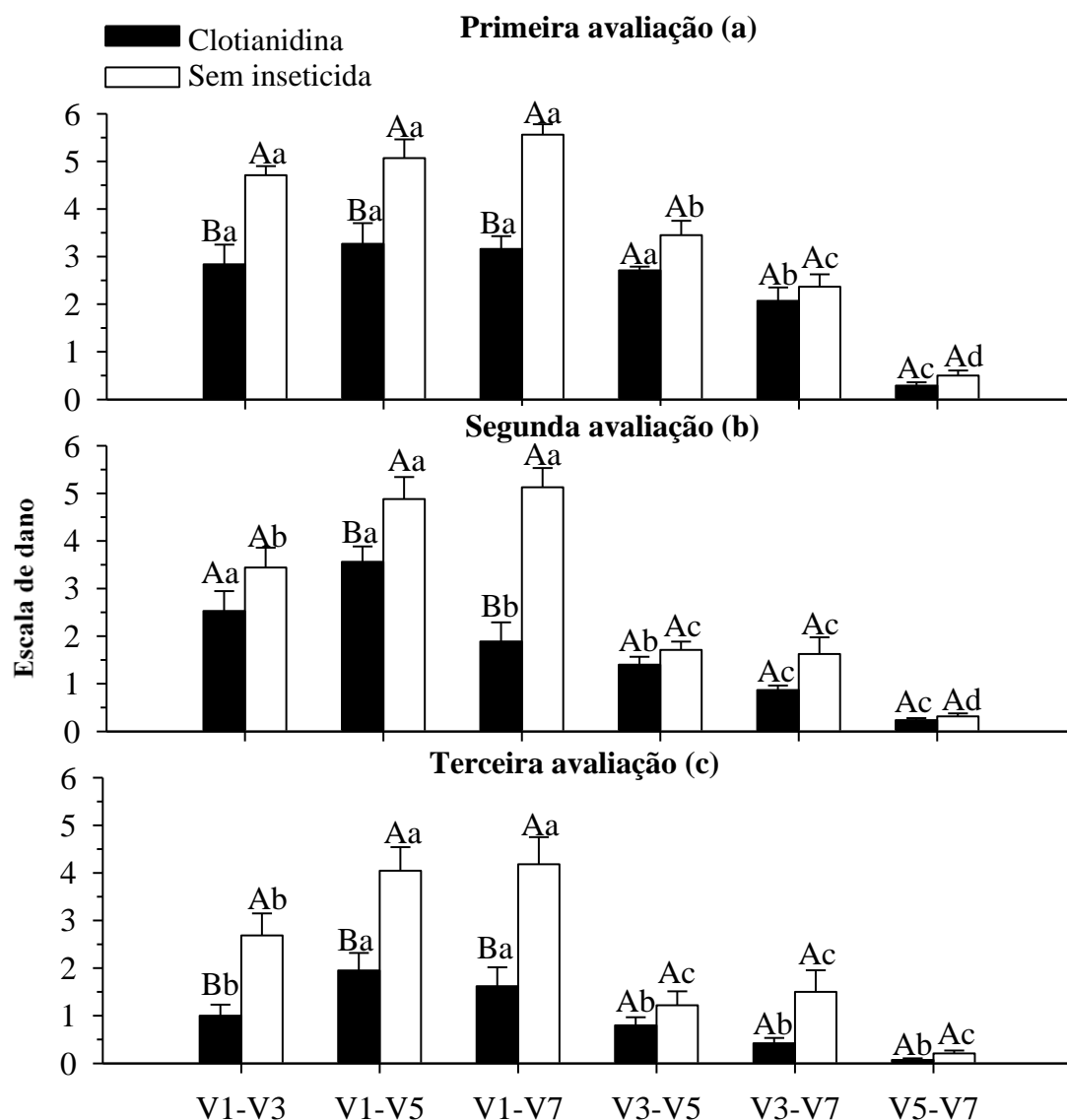


Figura 3. Escalas de danos de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) no milho (*Zea mays*) infestado em diferentes estádios vegetativos. As avaliações foram realizadas um (primeira - a), sete (segunda - b) e 14 (terceira - c) dias após o término do período infestado (remoção dos insetos), em função da presença ou ausência do tratamento de sementes com clotianidina. *Letras maiúsculas referem-se a comparações de tratamento com e sem inseticida no mesmo estágio de desenvolvimento do milho (teste de Fisher), enquanto as letras minúsculas se referem a comparações de diferentes estádios do desenvolvimento do milho no mesmo tratamento (com inseticida e sem inseticida) e médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em $P > 0,05$.

De maneira muito consistente, observando as escalas de danos da Figura 3, as plantas tratadas com o inseticida clotianidina foram significativamente menos danificadas que as plantas não tratadas quando infestadas em V1, e a infestação mantida até V3, V5 ou V7, nos três momentos avaliados, ou seja, um, sete e 14 dias após o término do período infestado (Figura 3a-c). Quando as plantas foram infestadas em V3 ou V5, independente do tempo de exposição dos insetos às plantas (sete ou 14 dias), não houve efeito positivo do inseticida clotianidina na diminuição das injúrias em relação às plantas não tratadas, em todas as três avaliações, realizadas um, sete e 14 dias após o término do período infestado (Figura 3a-c).

Os estádios críticos para plantas tratadas e não tratadas foram quando a infestação ocorreu logo após a emergência (V1), e o período de infestação durou 14 ou 21 dias, até V5 ou V7. Esse padrão é semelhante ao observado no estudo anterior de suscetibilidade dos estádios vegetativos. Porém, as plantas não tratadas com inseticida, consistentemente apresentaram maiores escalas de danos do que as plantas tratadas com o inseticida clotianidina, dentro dos mesmos estádios estudados (Figura 3a-c).

O tratamento de sementes com clotianidina causou a maior mortalidade de *D. melacanthus* durante os períodos críticos de infestação (isto é, de V1-V5 e V1-V7) (Figura 4). As taxas de mortalidade observadas no presente estudo estão de acordo com aquelas observadas em experimentos de campo com *D. melacanthus* se alimentando de plantas de milho a partir de sementes tratadas com imidacloprido e tiametoxam (entre 23,2% a 42,7%) (Chiesa et al., 2016). Além disso, os resultados observados estão de acordo com a redução na porcentagem de plantas de milho infestadas com *D. melacanthus* após o tratamento das sementes (Crossariol Neto et al., 2015). De maneira similar, Martins et al. (2009) estudaram a combinação de inseticidas usados em pulverização foliar e no tratamento de sementes e observaram que a porcentagem de plantas infestadas com *D. melacanthus* foi reduzida mediante tratamento de sementes principalmente quando foram utilizados clotianidina e tiametoxam.

Avaliando a translocação da clotianidina nas fases iniciais de desenvolvimento do milho a partir de sementes tratadas, Alford e Krupke (2017) observaram que esse inseticida estava presente em elevadas concentrações nos tecidos da parte aérea e raízes das plantas, mas foi seguida por um rápido declínio dentro de 20 dias após a semeadura. Este fato corrobora com o presente estudo e ajuda a explicar as maiores mortalidades de

D. melacanthus observadas sobretudo nos estádios iniciais (V1-V3, V1-V5 e V1-V7), onde o período de até 20 dias após a semeadura em que o inseticida permanece ativo, coincidiu com as maiores taxas de mortalidade de *D. melacanthus* (Figura 4).

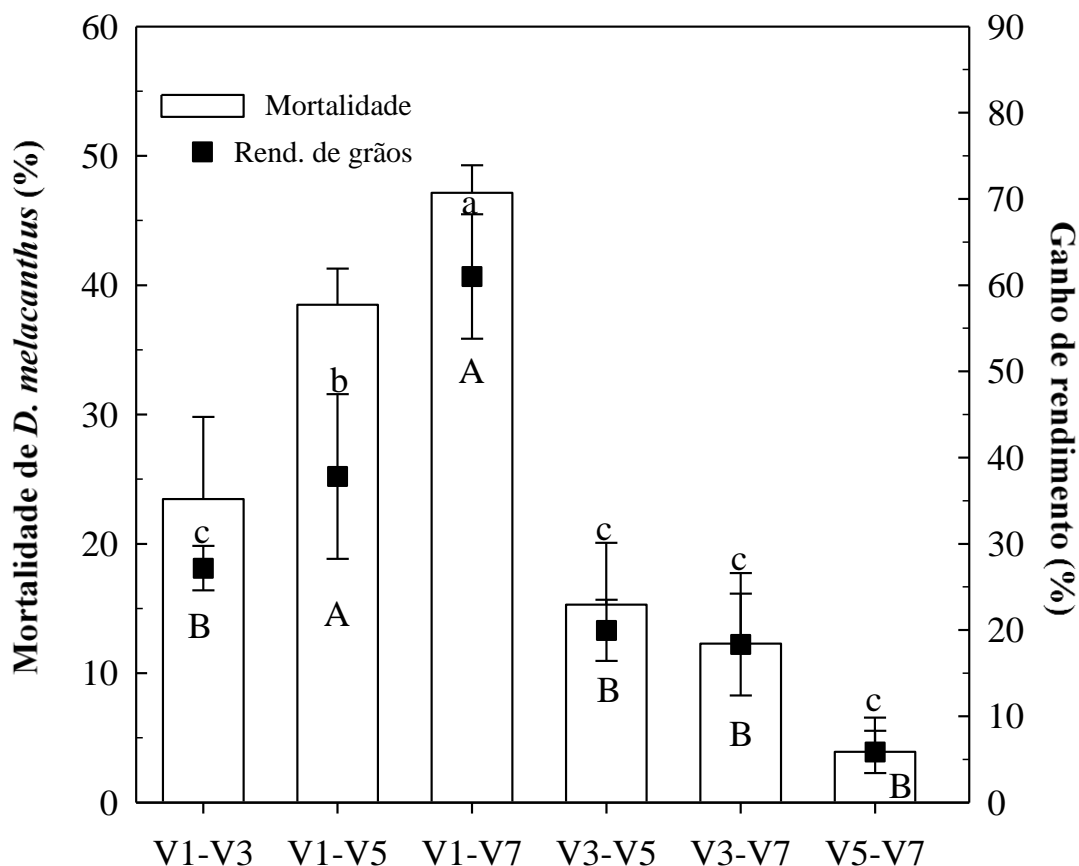


Figura 4. Porcentagens de mortalidade de adultos de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) (barras) e de ganho de rendimento de grãos de milho (*Zea mays*) (quadrados) em plantas tratadas com clotianidina e carbendazim + thiram em comparação a plantas tratadas apenas com carbendazim + thiram em diferentes estádios vegetativos do milho. *As médias seguidas pela mesma letra, em cada avaliação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $P > 0,05$. Letras maiúsculas referem-se a comparações entre mortalidade de insetos (barras) e letras minúsculas referem-se a comparações entre ganho de rendimento de grãos (quadrados).

A capacidade de manutenção do potencial produtivo nas plantas de milho pelo uso do inseticida clotianidina, representada pela porcentagem de ganho de rendimento e

calculada pela comparação de plantas tratadas e não tratadas com clotianidina, foi 2,24 a 10,4 vezes maior para V1-V7 e 1,39 a 6,45 vezes maior para V1-V5, em comparação aos demais períodos de exposição restantes. Os períodos de infestação que mais se beneficiaram com o tratamento de sementes também foram aqueles mais críticos para a infestação por *D. melacanthus* (V1-V5 e V1-V7), resultando em ganhos médios de rendimento de grãos de 40% e 60%, em comparação a plantas infestadas provenientes de sementes não tratadas (Figura 4).

Comparando os diferentes estádios e/ou períodos de infestação sempre quando as sementes foram tratadas com clotianidina (Figura 5, barras pretas), a porcentagem de redução do rendimento de grãos foi significativamente maior nas plantas infestadas nos estádios V1-V3, V1-V5 e V1-V7, em comparação às infestadas em V3-V5, V3-V7 ou V5-V7. O mesmo aconteceu com plantas não tratadas (Figura 5, barras brancas), exceto que a redução do rendimento de grãos foi significativamente menor quando a infestação ocorreu em V1-V3 do que quando em V1-V5 ou V1-V7; porém mesmo assim manteve-se elevada em V1-V3, ao redor de 50% (Figura 5).

Quando comparando os tratamentos de sementes com e sem inseticida dentro de um mesmo período, a infestação das plantas nos estádios V1-V3, V1-V5 e V1-V7 resultou em maior perda de rendimento de grãos nas plantas provenientes de sementes não tratadas do que naquelas tratadas com clotianidina. Quando a infestação ocorreu nos estádios V3-V7 ou V5-V7 não houve diferença entre plantas tratadas ou não com clotianidina. A redução de rendimento de grãos nas plantas provenientes de sementes tratadas com clotianidina e infestadas nos estádios mais críticos (V1-V3, V1-V5 e V1-V7) variou de 35% a 45%, enquanto nos mesmos estádios, a perda observada para plantas não tratadas foi superior, variando de 53% a 77% (Figura 5).

Portanto, mesmo taxas de mortalidade de percevejos de 40% a 50% não foram suficientes para proteger totalmente as plantas durante os estádios críticos (V1-V5 e V1-V7) do desenvolvimento do milho, em condições de reinfestação a cada dois dias (Figura 4). Os demais insetos sobreviventes e a constante substituição de insetos mortos foram capazes de causar perdas às plantas. Sendo assim, é crucial considerar que essa infestação pode causar perdas de rendimento de grãos de milho.

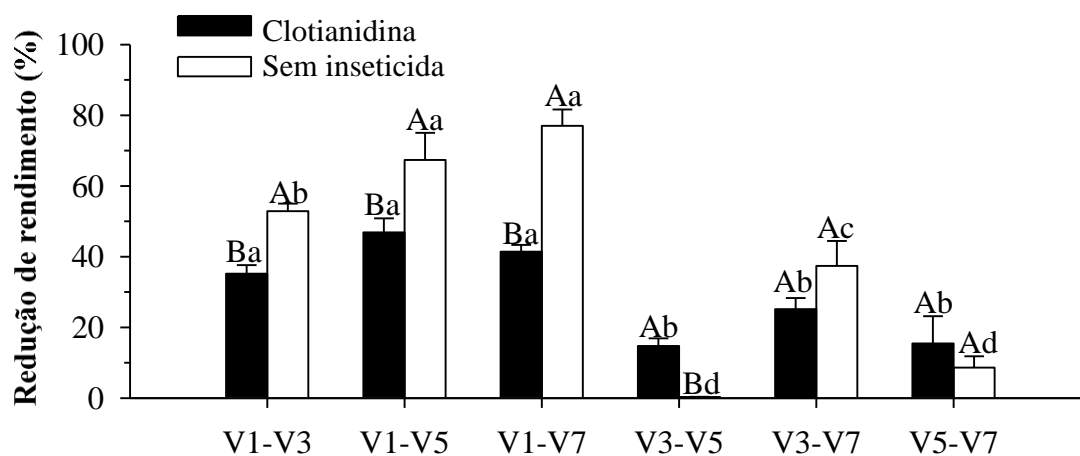


Figura 5. Porcentagens de redução de rendimento grãos de milho (*Zea mays*) de plantas infestadas com *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes estádios vegetativos em comparação com as plantas de milho não infestadas. *As letras maiúsculas comparam a redução de rendimento de grãos dos tratamentos com e sem inseticida no mesmo estágio do desenvolvimento do milho (teste de Fisher); as letras minúsculas comparam a redução de rendimento de grãos entre diferentes estádios de desenvolvimento do milho no mesmo tratamento de sementes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $P > 0,05$.

Estudos anteriores não recomendam o tratamento de sementes de milho com base na ausência de ganho de rendimento de grãos na comparação com um controle não tratado (Chiesa et al., 2016). No entanto, esses estudos foram realizados em condições de campo e a infestação natural resultou em um número não controlado de insetos por planta, que atingiu até sete insetos por planta. No presente estudo, a ausência de tratamento de sementes resultaria em redução considerável da produção, embora o tratamento de sementes isoladamente não proteja as plantas das infestações em estádios vegetativos tardios. Como observado, as plantas de milho são menos suscetíveis durante os estágios vegetativos tardios, pois a perda de rendimento de grãos das plantas não tratadas foi de 2,31 a 240 vezes menor quando as plantas foram infestadas iniciando em V3 em comparação com V1.

Considerando o manejo da praga nesta situação, o uso conjunto de tratamentos de sementes e aplicação de inseticida foliar ou outras medidas de manejo integrado de pragas, como aquelas que utilizam monitoramento das bordas da lavoura para obter melhor controle (Tillman, 2010), semeadura escalonada no tempo ou no espaço com culturas leguminosas preferidas (Panizzi et al., 2018), o uso de culturas armadilhas (Silva et al., 2013) ou genótipos com algum grau de resistência conhecida (Canassa et al., 2017), deve permitir o convívio do milho com a praga durante a maior parte da fase inicial do milho suscetível ao ataque de *D. melacanthus*.

4.5 Conclusão

As plantas de milho são mais suscetíveis à infestação por *D. melacanthus* logo após a emergência, quando estão no estágio V1 e quando o período de infestação é mantido por pelo menos 14 dias, até o estágio V5 ou V7. O tratamento de sementes com clotianidina na dose de 3,5 mL kg⁻¹ resulta em mortalidade de *D. melacanthus*, evitando danos e reduzindo significativamente a perda de rendimento de grãos de milho, durante os estádios mais críticos (V1-V5 e V1-V7).

4.6 Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e à DuPont do Brasil S.A. - Divisão Pioneer Sementes pelo apoio logístico que permitiu a execução dos experimentos.

4.7 Referências Bibliográficas

Abendroth LJ, Elmore RW, Boyer MJ, Marlay SK (2011) Corn growth and development. PMR 1009. Ames, Iowa State University Extension.

Alford A, Krupke CH (2017) Translocation of the neonicotinoid seed treatment clothianidin in maize. **Plos One**. 12: e0173836.

- Bortolotto OC, Mikamir AY, Bueno AF, Silva GV, Queiroz AP de (2016) Aspectos biológicos de *Dichelops melacanthus* em três temperaturas, alimentados com grãos imaturos de milho 2B688Hx e 2B688. **Ciência Rural**. 46: 254-259.
- Brustolin C, Bianco R, Neves PMOJ (2011) Inseticidas em pré e pós-emergência do milho (*Zea mays* L.), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Rev Bras Milho Sorgo**. 10: 215-223.
- Canassa VF, Baldin ELL, Bentivenha JPF, Pannuti LER, Lourenção AL (2017) Resistance to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean genotypes of different maturity groups. **Bragantia**. 76: 257-265.
- Chiesa ACM, Sismeiro MN dos S, Pasini A, Roggia S (2016) Tratamento de sementes para manejo do percevejo barriga verde na cultura de soja e milho em sucessão. **Pesqu Agropecu Bras**. 51: 301-308.
- Chocorosqui VR, Panizzi AR (2008) Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotrop Entomol**. 37: 353-360.
- Ciceoi R, Dumbrava M, Jerca IO, Pomohaci CM, Dobrin I (2017) Assessment of the damages on maize crop by the invasive stink bugs *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) and *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae). **Acta Zool Bulg. Suppl**. 9: 211-217.
- Crossariol Netto J, Michelotto MD, Grigolli JFJ, Galli JA, Pirotta MZ, Busoli AC (2015) Damages caused by *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) in conventional and transgenic corn hybrids. **Biosci J**. 31: 1092-1101.
- Cruz CD (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Sci**. 35: 271-276.

- Dellapé G, Rider DA, Dellapé PM (2015) Notes on the distributions for Argentinian Pentatomidae (Heteroptera: Pentatomoidea), with new records in the country. **Rev Bras Entomol.** 5: 169-176.
- Grazia J (1978) Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Iheringia.** 53: 3-119, 1978.
- Klein JT, Barcellos A, Grazia J, Redaelli LR (2012) Contributions to the knowledge of *Dichelops* (*Dichelops*) with the description of a new species (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae: Carpocorini). **Zootaxa.** 3157: 61-68.
- Marques FA, Wendler EP, Maia BHLNS, Ventura MU, Arruda-Gatti C (2007) Identification of defensive compounds in metathoracic glands of adults of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae). **J Brazil Chem Soc.** 18: 1242-1246.
- Martins GLM, Toscano LC, Tomquelski GV, Maruyama WI (2009) Controle químico do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do milho. **Arq Inst Biol.** 76: 475-478.
- Martinson HM, Bergmann EJ, Venugopal PD, Riley CB, Shrewsbury PM, Raupp MJ (2016) Invasive stink bug favors naive plants: testing the role of plant geographic origin in diverse, managed environments. **Sci Rep.** 6:32646.
- Olson DM, Ruberson JR, Andow DA (2016) Relative longevity of adult *Nezara viridula* in field cages of cotton, peanut, and soybean. **Entomol Exp Appl.** 159: 30-36.
- Panizzi AR, Lucini T, Possebom T (2018) Development of *Dichelops furcatus* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) reared on spring cereal versus soybean. **J Insect Sci.** 18: 1-7.

- Panizzi AR, Duo LJS, Bortolato NM, Siqueira F (2007) Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. **Rev Bras Entomol.** 51: 484-488.
- Püntener W (1981) Manual for field trials in plant protection. Basel, Ciba-Geigy Limited.
- Rider DA (2015) Pentatomoidea home page. Disponível em: <https://www.ndsu.edu/pubweb/~rider/Pentatomoidea/>. Fargo: North Dakota State University, Department of Entomology. Acesso em: 28 agosto 2017.
- Roza-Gomes MF, Salvadori JR, Pereira PRV da, Panizzi AR (2011) Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. **Ciência Rural.** 41: 1115-1119.
- SAS (2002) Statistical analysis system: getting started with the SAS learning. Cary, SAS Institute.
- Silva JJ, Ventura MU, Silva FAC, Panizzi AR (2013) Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. **Neotrop Entomol.** 42: 141-145.
- Smaniotto LF, Panizzi AR (2015) Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the neotropics. **Fla Entomol.** 98:7-17.
- Tillman, PG (2010) Composition and abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in corn. **Environ Entomol.** 39: 1765-1774.
- Tillman PG, Cottrell TE (2016) Stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in pheromone baited traps near crop field edges in Georgia, USA. **Fla Entomol.** 99: 363-370.

Tindall KV, Fotergill K (2011) First records of *Piezodorus guildinii* in Missouri. **Southwest Entomol.** 36: 203-205.

Torres ABA, Oliveira NC de, Oliveira-Neto AM de, Guerreiro JC (2013) Injúrias causadas pelo ataque dos percevejos marrom e barriga verde durante o desenvolvimento inicial do milho. **J Agron Sci.** 2: 169-177.

5. CAPÍTULO II – Níveis de dano econômico e controle de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) para tomada de decisão e manejo em milho

5.1 Resumo

O percevejo *Dichelops melacanthus* em infestações no estágio vegetativo do milho tem causado prejuízos consideráveis à cultura. Atualmente existem poucas informações sobre índices de tomada de decisão para o controle dessa praga infestando o milho, aliado com a carência de informações para saber se os inseticidas registrados para o seu controle evitam o prejuízo econômico. Desta forma, esse trabalho objetivou calcular os índices de tomada de decisão para *D. melacanthus* infestando o milho em fase vegetativa (VE-V2, VE-V4 e VE-V6), e avaliar se inseticidas registrados para o tratamento de sementes e pulverização foliar evitam o prejuízo econômico causado pela praga. Foram realizados experimentos com densidades variáveis de insetos (0, 3, 6, 12 e 24 insetos por parcela), mensurando a escala de dano e o rendimento de grãos. Estes parâmetros em conjunto com os dados de custo de controle e valor da produção foram usados para estimar o nível de dano econômico e o nível de controle com base na densidade de insetos e na escala de dano. Foram testados ainda inseticidas recomendados para tratamento de sementes e pulverização foliar em condições de infestação natural de *D. melacanthus*. A escala de dano empregada para a tomada de decisão de controle de *D. melacanthus* em milho requer a percepção de sinais pouco evidentes que surgem tardiamente e podem levar a erros na tomada de decisão de controle, não sendo indicada para essa finalidade. A tomada de decisão de controle deve ser feita com base na contagem de *D. melacanthus* nas plantas de milho, independente do estágio vegetativo, sendo variável entre dois a 28 insetos por 100 plantas, dependendo do estágio de desenvolvimento das plantas e valor de comercialização da produção. Os inseticidas utilizados em pulverizações foliares e tratamento de sementes nas dosagens testadas não evitaram que o nível de controle fosse atingido, e podem não prevenir as perdas econômicas ocasionadas por *D. melacanthus*.

Palavras-chave: percevejo barriga-verde, nível de dano econômico, nível de controle, tratamento de sementes, pulverização foliar, controle químico, *Zea mays*.

5.2 Introdução

O milho é cultivado em todas as regiões do território brasileiro (Brasil, 2019a,b), possuindo grande relevância para o País, que ocupa a terceira posição no cenário mundial de produção, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (Index mundi 2019). No Brasil, a maior parte do cultivo ocorre em duas épocas durante o ano, chamadas de primeira e segunda safra, sendo o montante produzido na segunda safra quase três vezes maior que o da primeira safra (Brasil, 2019a,b). A principal região produtora do milho de primeira safra é a região Sul, enquanto a maior parte do que é produzido na segunda safra é proveniente da região Centro-Oeste (Brasil, 2019a,b). Esse cenário produtivo de continuidade de ciclo, aliado à proximidade com outros cultivos, têm aumentando a complexidade e a diversidade de problemas fitossanitários para a cultura (Canassa et al. 2017; Chocorosqui e Panizzi 2004).

Nesse aspecto, espécies até então consideradas como pragas ocasionais ou secundárias passaram a se tornar mais prevalentes na cultura (Blassioli-Moraes et al. 2014), justificando seu novo enquadramento como praga-chave, a exemplo do percevejo *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) (Canassa et al. 2017). Apesar dessa e de outras espécies de pentatomídeos serem comumente descritas como pragas de importância econômica para a soja (Panizzi et al. 2007), sua relevância como praga do milho e de outras culturas foi alterada, especialmente na região Sul do Brasil, onde o cultivo sucessivo de várias safras e a adoção do sistema de semeadura direta na palha tem favorecido sua ocorrência e disseminação (Chocorosqui e Panizzi 2004; Smaniotto e Panizzi 2015).

Os adultos e ninfas podem se alimentar dos grãos de milho em formação (Panizzi et al. 2007), mas sua principal injúria ao milho é decorrente da alimentação nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. Reduções de rendimento de grãos variando de 13 a 46% foram observados em experimentos de campo infestados com um percevejo por planta durante sete dias (Cruz et al., 2016). Devido a estes fatos, medidas de controle químico são recomendadas como forma de prevenir dano econômico (Ávila e Panizzi 1995). Entretanto, até o momento, pouco se sabe sobre índices de tomada de decisão de controle que possam auxiliar os produtores nas situações de ocorrência de *D.*

melacanthus em lavouras de milho, com alguns poucos trabalhos sobre o tema (Duarte et al., 2015; Chiaradia et al., 2016; Cruz et al., 2016).

Os índices de tomada de decisão de controle tais como o nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) são essenciais para os programas de manejo integrado de pragas (MIP), uma vez que eles indicam quais níveis das pragas podem ou não ser tolerados, eliminando ou reduzindo a necessidade de adoção de táticas de manejo desnecessárias (Higley e Pedigo 1993). A geração de índices de tomada de decisão que levem em consideração o conhecimento já possuído pelos produtores e que sejam de fácil adoção, favorecem sua disseminação e consequente incorporação da filosofia preconizada pelo MIP (Higley e Pedigo 1993). Nesse aspecto, índices de tomada de decisão baseados em escalas de dano favorecem sua disseminação e adoção, pois não demandam capacidade de reconhecimento do inseto para implementação. Por outro lado, esses índices podem ser convertidos para densidades de percevejos, facultando ainda a tomada de decisão de controle com base no número de insetos.

Atualmente existem 27 inseticidas (produtos comerciais) registrados para o controle de *D. melacanthus* em milho, destinados a diferentes modalidades de uso, incluindo tratamento de sementes e pulverização foliar (Brasil, 2019c). Entretanto, não existem informações que permitam decidir se os produtos registrados para tratamento de sementes (controle preventivo) ou pulverização foliar (controle curativo), nas dosagens recomendadas em bula, de fato evitam prejuízo econômico. Desta forma, esse trabalho objetivou calcular os índices de tomada de decisão de controle para *D. melacanthus* infestando o milho em fase vegetativa e avaliar se inseticidas registrados para o tratamento de sementes e pulverização foliar evitam o prejuízo econômico causado pela praga.

5.3 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em Toledo, Paraná, Brasil, situado a 24° 40' 18.5" de latitude Sul, 53° 45' 30.3" de longitude Oeste, e 555 metros de altitude em relação ao nível do mar.

5.3.1 Estimativa do nível de dano econômico e do nível de controle

5.3.1.1 Avaliação do ataque de *D. melacanthus* e do rendimento de grãos das plantas

O experimento foi instalado em 10/03/2016 no interior de uma casa de vegetação. As parcelas experimentais foram implantadas sobre solo preparado de modo convencional, desprovido de palhada, onde o milho foi semeado manualmente e a adubação bem como os demais tratamentos culturais seguiram as práticas comumente adotadas para a cultura. O manejo das plantas daninhas foi realizado de forma manual, através de desbaste e capina, e a demanda hídrica da cultura foi suprida via irrigação por aspersão, tendo sido realizada uma irrigação logo após a semeadura e com frequência semanal, observando a demanda da cultura.

Cada parcela continha nove plantas do híbrido comercial de milho 30F53 (Pioneer), sendo mantida uma distância de 40 cm entre plantas e utilizando-se uma semente por cova, correspondendo a uma densidade de 62.500 plantas por hectare. Todas as sementes foram tratadas com o fungicida Derosal Plus (Bayer S.A., Belford Roxo, RJ, Brasil, Carbendazim + Thiram – 150 g L⁻¹ + 350 g L⁻¹), na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente.

As infestações das plantas com adultos de *D. melacanthus* ocorreram em diferentes estádios fenológicos, coincidindo com os estádios em que o ataque é mais intenso e prejudicial à cultura (Paula-Moraes et al. 2013; Foresti et al. 2018). Os tratamentos foram representados por três períodos de infestação, realizados em diferentes estádios fenológicos de desenvolvimento do milho (VE-V2, VE-V4 e VE-V6) e cinco densidades de infestação (0, 3, 6, 12 e 24 insetos por parcela, correspondendo a 0,33, 0,66, 1,33 e 2,66 insetos por planta), sendo dispostos no delineamento em blocos completos ao acaso com cinco repetições. A fim de manter os insetos confinados às plantas utilizaram-se gaiolas de tecido medindo 1,20 x 1,25 x 2,50 metros (comprimento x largura x altura), totalizando uma área útil de 1,5 m² por parcela. Essas gaiolas foram suspensas por um sistema de cordas e estacas instaladas no interior da casa de vegetação.

Os percevejos utilizados para infestação estavam na fase adulta e foram coletados na cultura do milho, em lavouras na região de Toledo, Paraná, Brasil, e mantidos por aproximadamente uma semana, em gaiolas contendo plantas de milho. A sexagem dos insetos foi realizada no momento da infestação, sendo utilizada a mesma quantidade de machos e fêmeas para infestação, com exceção das parcelas que receberam três insetos. Nestas, foram intercalados os números de machos e fêmeas adicionados entre as repetições, ora dois machos e uma fêmea, ora duas fêmeas e um macho. Os períodos de manutenção dos insetos em contato com as plantas foram de sete, 14 e 21 dias, em função do estágio fenológico delas. Durante o período de exposição das plantas aos insetos, as parcelas foram vistoriadas diariamente e os insetos encontrados mortos foram substituídos.

A infestação ocorreu no dia 15/03/2016, logo após a emergência do milho. A escala de dano representada na Figura 1 foi utilizada na avaliação das plantas, que foi realizada um, sete e 14 dias após o término do período de infestação (momento em que os insetos foram removidos). As plantas de milho foram mantidas até que completassem o ciclo de desenvolvimento a fim de que o rendimento de grãos pudesse ser avaliado. A colheita foi realizada quando as espigas das plantas atingiram umidade próxima a 14%, quando os grãos foram separados manualmente das espigas, e a massa seca desse produto (grãos com 13% de umidade) foi utilizado para estimar o rendimento de grãos em sacas de 60 kg ha⁻¹.

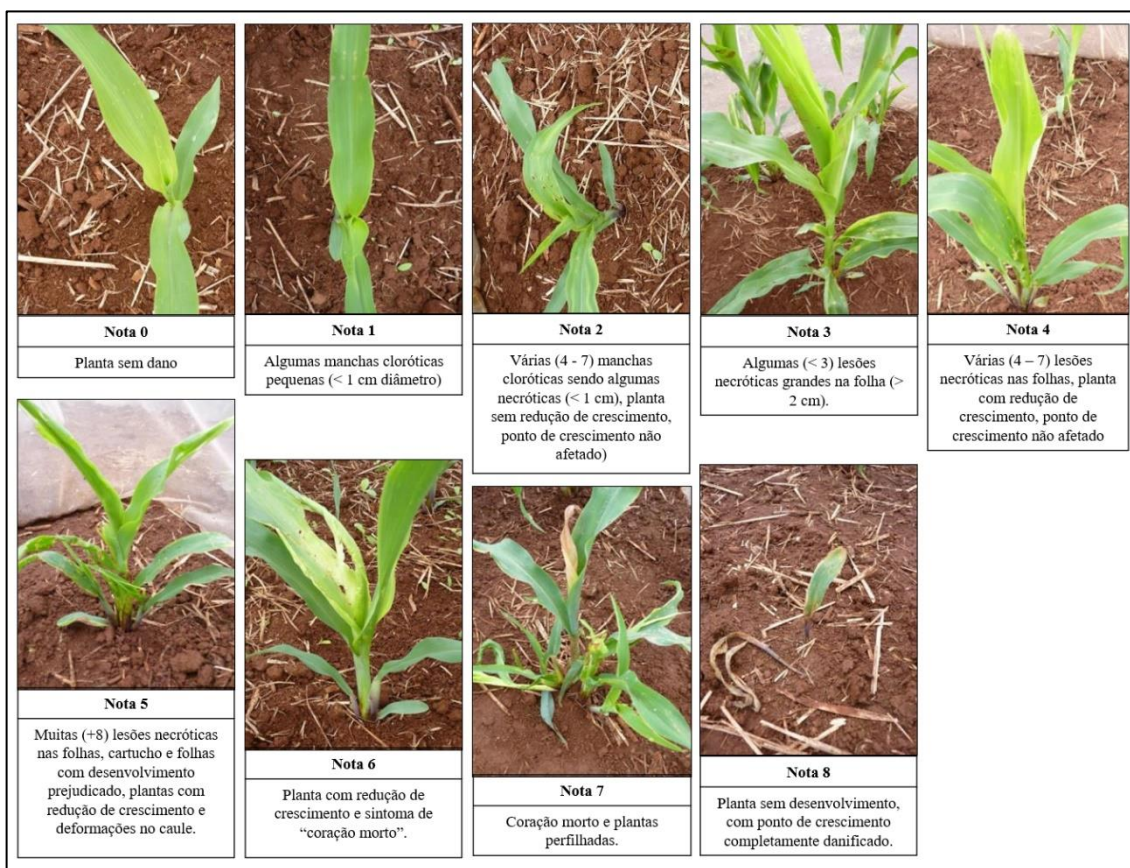


Figura 1. Representação e descrição da escala de dano visual aplicada as plantas de milho (*Zea mays*), resultante da alimentação de *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae).

5.3.1.2 Nível de dano econômico (NDE)

O nível de dano econômico para *D. melacanthus* foi determinado pelo cálculo do custo de controle (CC) mediante uso do controle químico, valor da produção (VP) e utilizando as estimativas dos modelos de regressão estabelecidos entre o rendimento de grãos (kg ha^{-1}), o valor de produção ($\text{R\$ ha}^{-1}$) e a escala de dano em função da densidade de *D. melacanthus*.

5.3.1.3 Custo de controle (CC)

O CC foi obtido considerando o custo médio de uma pulverização de inseticida. Os inseticidas selecionados para estimativas dos custos foram os que apresentam registro para serem usados no controle de *D. melacanthus* em milho, utilizando-se a máxima dose recomendada em bula (Brasil, 2019c). Desta forma, foram selecionados dois produtos comerciais registrados para o controle de *D. melacanthus* em milho. Para determinar o custo dos inseticidas multiplicaram-se os valores das doses máximas de produto comercial (em L ha⁻¹) recomendadas para o controle desta praga pelo preço unitário de aquisição do inseticida, obtido em revendas locais (Tabela 1). Além disso, considerou-se o custo da mão-de-obra para aplicação, mais o custo do equipamento de proteção individual e aluguel do trator com pulverizador, sendo todas as estimativas feitas tendo por base o tratamento de um hectare (Tabela 1). O custo total foi obtido pelo somatório de todos os custos: custo médio de aquisição do inseticida utilizado para pulverização foliar, mais o custo de aplicação dos inseticidas (mão-de-obra, equipamento de proteção individual e aluguel de equipamentos).

5.3.1.4 Valor da produção (VP)

O valor da produção foi obtido para os valores baixo, médio e alto de comercialização do milho (R\$ saca⁻¹ de 60 kg) e para os estádios VE-V2, VE-V4 e VE-V6 (Tabela 2). Os dados dos preços do milho foram obtidos de uma série temporal histórica de 10 anos (Brasil, 2019a,b). O rendimento de grãos (obtido em 5.3.1.1) nas parcelas testemunhas (máxima produção observada, sem infestação de *D. melacanthus*) foi utilizado em conjunto com os valores de comercialização, para obtenção do valor de produção (VP) usando a seguinte fórmula (1):

$$VP = R * VC \quad (1)$$

onde, VP = valor de produção (R\$ ha⁻¹), R = rendimento de grãos do milho (sacas de 60 kg ha⁻¹) e VC = valor de comercialização, preço que a saca de milho de 60 kg alcança no mercado (baixo = R\$ 20,00, médio = R\$ 28,00 e alto = R\$ 38,00 por saca).

5.3.1.5 Modelos de regressão

O rendimento de grãos obtido nas parcelas sob infestação de *D. melacanthus* (excluindo a testemunha) e o valor de produção em função das densidades de *D. melacanthus* (obtidos em 5.3.1.1) nos estádios VE-V2, VE-V4 e VE-V6, foram submetidos à análise de regressão ($P < 0,05$). Os modelos de regressão testados foram o quadrático decrescente, linear e exponencial negativo, que descrevem bem o comportamento destas relações (Higley & Pedigo, 1996; Foresti et al. 2018). O modelo selecionado foi aquele que apresentou maior significância ($P < 0,05$) e maior coeficiente de determinação (R^2).

Além disso, a relação entre a escala de dano (média das três avaliações realizadas um, sete e 14 dias após o término do período infestado) e o número de percevejos barriga-verde foi obtida por análise de regressão ($P < 0,05$), sendo testados os modelos hiperbólico exponencial crescente, linear e exponencial com ponto de máximo. Esses modelos foram selecionados por apresentarem significado biológico. O modelo selecionado foi aquele que apresentou maior significância ($P < 0,05$) e maior coeficiente de determinação (R^2).

5.3.1.6 Cálculo do nível de dano econômico (NDE) e estimativa do nível de controle (NC)

A porcentagem de ataque causada por *D. melacanthus* foi calculada quando a densidade da praga atingiu o NDE, para os estádios VE-V2, VE-V4 e VE-V6, e valores de comercialização baixo, médio e alto (Pedigo & Rice 2006), usando a fórmula (2):

$$PA = \frac{(CC*100)}{(VPO*K)} \quad (2)$$

onde, PA = injúria (%) causada pela praga quando a sua densidade alcança o NDE, CC = custo de controle ha^{-1} (Tabela 2), VPO = valor de produção quando a cultura não está atacada pela praga (Tabela 2) e K = coeficiente de eficiência de controle de 0,8 (80% de

eficácia), limiar requerido para o registro de inseticidas organossintéticos no órgão registrante (Brasil, 1995).

Em seguida, calculou-se o valor de produção quando *D. melacanthus* atinge o NDE, usando a fórmula (3) (Paes et al. 2019):

$$VP_{NDE} = VP_o - [MPE * (PA/100)] \quad (3)$$

onde, VP_{NDE} = valor de produção (R\$ ha⁻¹) da cultura quando a praga atinge o NDE, VP_o = valor de produção (R\$ ha⁻¹) da cultura quando ela não estava atacada pela praga, MPE = máxima produção estimada (R\$ ha⁻¹) obtida nos modelos de regressão estabelecidos entre o valor de produção com a cultura sob ataque e as densidades de *D. melacanthus*, e PA = porcentagem de ataque (%) causada pela praga quando sua densidade alcança o NDE (obtida na equação 2).

A partir das equações obtidas nos modelos de regressões estabelecidos entre o valor de produção da cultura nos diferentes estádios e diferentes preços de comercialização (Tabela 3), a fórmula (4) foi obtida para o cálculo do NDE:

$$NDE = -\frac{1}{b} * LN\left(\frac{Y}{a}\right) \quad (4)$$

Os valores de NC para cada estágio fenológico e preços de comercialização do milho foram obtidos descontando-se 20% do valor dos NDEs, em atenção ao que foi proposto por Mujica e Kroschel (2013). Os NCs obtidos foram expressos ainda em escala de dano substituindo o valor de NC pelo número de insetos na variável x dos modelos representados na Figura 2.

5.3.2 Ensaios com controle químico

5.3.2.1 Tratamento de sementes e pulverização foliar

Foram implantados um total de três experimentos. Na segunda safra de 2016, foram realizados dois experimentos, um utilizando o híbrido comercial 30F53VYH (Pioneer) e outro usando o híbrido 30A37PW (Morgan), empregando-se oito repetições

por tratamento. O sistema de semeadura mecanizada direta na palha destes dois primeiros experimentos ocorreu no dia 27/01/2016. O terceiro experimento, utilizando o híbrido comercial de milho 30F53VYH (Pioneer), foi conduzido na safrinha 2017, sendo que a semeadura mecanizada direta na palha ocorreu no dia 27/1/2017, empregando as mesmas condições descritas para os dois experimentos anteriores, porém utilizando seis repetições por tratamento.

Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial de quatro tipos de tratamento de sementes (três inseticidas utilizados para tratamento de sementes mais a testemunha) x três modalidades de controle químico (testemunha sem pulverização foliar, duas pulverizações foliares e quatro pulverizações foliares) (Tabela 4), sendo dispostos no delineamento em blocos casualizados, com número de repetições variáveis de acordo com o experimento (6 ou 8 repetições). Nos três experimentos, cada parcela consistiu de quatro linhas de 4,3 m de comprimento, espaçadas a 0,75 m, tendo sido utilizada densidade de semeadura de cinco sementes por metro linear, resultando numa densidade de 67.000 plantas ha⁻¹.

A adubação de base foi feita com 400 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-20 de NPK e 15 dias após a emergência das plantas (quando as plantas estavam no estágio V4, com quatro folhas completamente expandidas), foi realizada a adubação de cobertura com nitrogênio (N), distribuindo-se 300 kg ha⁻¹ de ureia (45% N). Para o manejo das plantas daninhas foi utilizado Atrazina Nortox® 500 SC (Nortox S.A., Arapongas, PR, Brazil, Atrazine, 500 g L⁻¹) na dose de 4 L ha⁻¹ em pré-emergência, e Atrazina Nortox® 500 SC (Nortox S.A., Arapongas, PR, Brazil, Atrazine, 500 g L⁻¹) + Soberan® (Bayer S.A., Belford Roxo, RJ, Brasil, Tembotrione, 420 g L⁻¹) na dose de 3 L + 0,25 L ha⁻¹ em pós-emergência, quando as plantas de milho estavam no estágio vegetativo V6.

A demanda hídrica da cultura foi suprida via irrigação por aspersão, tendo sido realizada uma irrigação logo após a semeadura e com frequência semanal sempre que havia ausência de chuva, seguindo a demanda da cultura.

Tabela 4. Descrição dos inseticidas utilizados para tratamento de sementes (TS) e em pulverização foliar (PF).

Inseticida	Fabricante	Ingrediente ativo (i.a.)	Concentração (i.a.)	Dosagem	Uso ^{1/}
Cropstar®	Bayer S.A., Belford Roxo, RJ, Brazil	Imidacloprido + Tiodicarbe	150 g L ⁻¹ + 450 g L ⁻¹	15 mL kg ⁻¹	TS
Cruiser 350 FS®	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Paulínea, SP, Brazil	Tiametoxam	350 g L ⁻¹	6 mL kg ⁻¹	TS
Poncho®	Basf S.A., São Paulo, SP, Brazil	Clotianidina	600 g L ⁻¹	3,5 mL kg ⁻¹	TS
Connect®	Bayer S.A., Belford Roxo, RJ, Brazil	Imidacloprido + Beta-ciflutrina	100 g L ⁻¹ + 12,5 g L ⁻¹	1000 mL ha ⁻¹	PF
Engeo Pleno®	Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., São Paulo, SP, Brazil	Tiametoxam + Lambda-cialotrina	141 g L ⁻¹ + 106 g L ⁻¹	250 mL ha ⁻¹	PF

^{1/}TS – tratamento de sementes; PF – pulverização foliar.

O tratamento de sementes utilizado consistiu no uso isolado do fungicida Derosal Plus® (Bayer S.A., Belford Roxo, RJ, Brasil, Carbendazim + Thiram – 150 g L⁻¹ + 350 g L⁻¹) na dose de 3 mL kg⁻¹ de semente (testemunha), e da associação deste fungicida com os inseticidas testados para o tratamento de sementes (Tabela 2). Os tratamentos de sementes foram realizados de forma manual a partir de sementes adquiridas sem nenhum tratamento. As pulverizações foliares foram realizadas aos dois e sete DAE (dias após emergência), correspondendo aos estádios V1 e V2, quando foram usadas somente duas aplicações; e aos dois, sete, 12 e 17 DAE, correspondendo aos estádios V1, V2, V3 e V4, quando foram realizadas quatro aplicações. As aplicações foliares foram realizadas utilizando os inseticidas destinados a pulverização foliar (PF) e descritos na Tabela 4, em alternância. Em todas as situações utilizou-se um volume final de calda de 200 L ha⁻¹ nas pulverizações foliares e nas diferentes

aplicações. Para a aplicação foliar, empregou-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, que permite manter a pressão e vazão constantes, equipado com barra e pontas de pulverização tipo leque (Bico de Cerâmica modelo ADI-110.02, Jacto®, São Paulo, SP, Brazil).

Os experimentos foram mantidos sob infestação natural de *D. melacanthus*. As avaliações foram realizadas empregando a escala de dano descrita na Figura 1, e ocorreram aos sete, 14, 21, 28 e 35 dias após a emergência das plantas correspondendo, respectivamente, aos estádios vegetativos V2, V4, V6, V8 e V10 (Abendroth et al. 2011). A determinação da escala de danos foi realizada em 20 plantas das duas linhas centrais de cada parcela, desconsiderando-se as cinco primeiras plantas de cada linha.

5.3.2.2 Análise do residual de inseticidas empregados para o tratamento de sementes no tecido vegetal

Essa análise foi realizada a partir das plantas cultivadas na segunda safra de 2016, no ensaio com o híbrido 30F53VYH (Pioneer). Foram realizadas coletas de tecido foliar nas plantas das linhas laterais, nas parcelas tratadas exclusivamente com inseticidas para o tratamento de sementes (sem pulverização foliar), para análise do residual de inseticida no tecido, evitando assim uma possível interferência dos produtos aplicados via pulverização foliar nos resultados da análise residual. Essas coletas ocorreram aos sete, 14 e 21 DAE (dias após a emergência das plantas), correspondente aos estádios V2, V4 e V6, de acordo com Abendroth et al. (2011). Foram realizadas coletas de seis plantas por tratamento quando elas se encontravam no estágio de crescimento desejado, sendo coletada a planta toda, a qual foi cortada logo acima da superfície do solo, acondicionada em saco plástico contendo identificação, e imediatamente armazenada em caixa de isopor contendo gelo. Após todas as plantas terem sido coletadas, elas foram armazenadas temporariamente em freezer horizontal (modelo CHA31, Consul®, Santa Catarina, Brazil) a -20° C. Após o término das três coletas, todas as plantas foram enviadas para análise de residual realizada pela empresa JM BioAnalises S/S Ltda. (Rua Humberto Milanesi, 436 – Parque Residencial Primavera, CEP: 18.610-385, Botucatu – SP), sendo encaminhadas ao laboratório em uma caixa de isopor contendo gelo seco.

Ao chegarem ao laboratório, as amostras foram utilizadas no procedimento de extração descrito a seguir. O método de preparo de amostra foi realizado da seguinte maneira: aproximadamente 5 g de amostra composta por folhas trituradas foram pesadas em um tubo falcon de 50 mL, em seguida adicionou-se 10 mL de acetonitrila e 5 mL de água milli-Q. As amostras foram destinadas à mesa agitadora por 15 minutos e decorrido esse tempo, adicionou-se 4 g MgSO_4 e 1 g NaCl às mesmas, que em seguida foram destinadas ao agitador do tipo vortex por um minuto e, na sequência, à mesa agitadora por 10 minutos. As amostras foram centrifugadas a 4500 rpm por 15 minutos a 20° C. Em seguida foram retirados 2,5 mL do extrato e transferido para tubo falcon de 15 mL. As amostras foram concentradas até a secura a 40° C em TECVAP. Após essa etapa, as amostras foram ressuspendidas em 2 mL de $\text{H}_2\text{O}:\text{MeOH}$ (1:1), com 0,1% HCO_2H e 10mM de formiato de amônio, seguidas de cinco minutos de banho ultrassônico e novamente agitadas em vortex por 15 segundos. Filtrou-se a solução obtida, utilizando filtro de membrana 0,22 μm diretamente no vial para a injeção em LC-MS/MS.

As soluções estoques foram preparadas individualmente, para cada ingrediente ativo. Desta forma, o cálculo da concentração do ingrediente ativo na solução estoque individual, assim como a massa, a pureza, e o lote de cada padrão analítico utilizado, foi realizada de acordo com o seguinte protocolo: para o ingrediente ativo tiodicarbe, código JM (JM BioAnálises) 1214, Lote SZBC048XV e pureza de 99,9%, pesou-se 0,0108 g e diluiu-se com 10 mL de acetonitrila, obtendo-se a concentração final de 1078,920 $\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$ ou 1078920 ng mL^{-1} ; para o ingrediente ativo clotianidina, código JM 1800, lote 24193, pureza de 96,5%, pesou-se 0,01 g e diluiu-se em 10 mL de acetonitrila, obtendo-se a concentração final de 965,000 $\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$ ou 965000 ng mL^{-1} ; para o ingrediente ativo imidacloprido, código JM 1414, lote 23874, pureza de 99,5%, pesou-se 0,01 g e diluiu-se em 10 mL de acetonitrila, obtendo a concentração final de 995,000 $\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$ ou 995000 ng mL^{-1} ; para o ingrediente ativo tiametoxam, código JM 1412, lote 23538, e pureza de 99,4%, pesou-se 0,0105 g e diluiu-se em 10 mL de acetonitrila, obtendo-se a concentração final de 1043,700 $\text{ng } \mu\text{L}^{-1}$ ou 1043700 ng mL^{-1} .

A partir das soluções estoques, foram preparados os mixes, sendo o mix A com concentração aproximada de 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ou 10.000 ng mL^{-1} , e o mix B, preparado a partir do mix A, com concentração de 1 $\mu\text{g mL}^{-1}$ ou 1000 ng mL^{-1} . A curva analítica e as

amostras controle de qualidade foram preparadas utilizando os mix A e B. Para quantificação das amostras e dos controles de qualidade, foi construída uma curva analítica com seis pontos utilizando como diluente o extrato da amostra testemunha (amostra com ausência dos compostos monitorados). Como algumas amostras apresentaram resíduo maior que a faixa linear da curva analítica, foram realizadas diluições das mesmas com o extrato da testemunha e elas foram re-injetadas. O equipamento utilizado para análise das amostras foi um Sistema LC-MS/MS, bomba Varian 212-LC Chromatography Pump, injetor AutoSampler Model 410 Varian ProStar, massas Varian 325-MS TQ Mass Spectrometer e software MS WorkStation Version 6.9.3.

As condições cromatográficas do LC-MS/MS, foram as seguintes: coluna Pursuit XRs C18 (150 x 2,0 mm); volume de injeção de 20 µL; temperatura de forno ambiente. Para a fase móvel A: água + 0,1% de ácido fórmico + 10 mM de formiato de amônio. Para a fase móvel B: metanol + 0,1% de ácido fórmico + 10 mM de formiato de amônio. O tempo de análise foi de seis minutos, utilizando uma eluição em gradiente com a seguinte programação: iniciando com 90% A até 1:00 minuto; em 1:01 min, 2% A permanecendo assim até 3:00 minutos; e em 3:01 min, retornando à condição inicial, ou seja, 90% A até seis minutos. O limite de detecção do método foi de aproximadamente 3,125 ng mL⁻¹ ou 0,005 mg kg⁻¹, e o limite de quantificação foi de 0,01 mg kg⁻¹.

5.3.3 Análise dos dados

Os dados relativos ao experimento com tratamento de sementes e pulverizações foliares foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial de quatro (tratamento de sementes) x três (modalidades de pulverizações), empregando o Proc glm do SAS (SAS, 2002) e seguido de teste de Tukey a $P < 0.05$, sempre que houve efeito significativo da interação ou dos efeitos principais.

Os dados relativos à análise residual dos inseticidas empregados no tratamento de sementes também foram analisados em esquema fatorial considerando os quatro tratamentos (testemunha, imidacloprido, tiametoxam e clotianidina) x os três estádios

fenológicos amostrados (V2, V4 e V6), empregando o Proc glm do SAS (SAS, 2002), seguido de teste Tukey a $P < 0.05$ e de Scott-Knott (Cruz, 2013).

5.4 Resultados

O custo de controle (CC) de uma aplicação para *D. melacanthus* em milho, foi de R\$ 55,05 ha⁻¹. O custo médio com a aquisição de inseticidas representou aproximadamente 47%, e o custo com equipamentos e aluguel de trator representou cerca de 53% do custo total de controle (Tabela 1).

Tabela 1. Média dos custos de aquisição de inseticidas e equipamentos para aplicação utilizados no controle de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do milho.

<i>Aquisição de inseticidas</i>			
Ingrediente ativo (i.a.)	Dose (L de p.c. ha ⁻¹) ¹	Custo (R\$ L ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
Lambda-cialotrina + tiametoxam	0,25	57,00	14,25
Beta-ciflutrina + imidacloprido	1,00	38,00	38,00
Média da pulverização foliar (PF) (a)			R\$ 26,12
<i>Equipamentos para aplicação</i>			
Itens	Valor (R\$)	Vida útil (meses)	Custo (R\$ ha ⁻¹) ²
EPI	75,0	12	6,25
Luva	4,5	12	0,35
Bota	28,0	12	2,33
Aplicação com trator (aluguel) ³	20,0	-	20,00
Somatório (b)			R\$ 28,93
Custo total de controle (a+b) ha⁻¹			R\$ 55,05

¹Dose máxima recomendada em bula de acordo com registro no Mapa (Brasil, 2019c); p.c. = produto comercial. ²Valor obtido em função da depreciação do equipamento. ³Aluguel de trator e pulverizador para aplicação foliar de inseticidas.

Os dados de valor da produção (VP) para os níveis de máximo rendimento de grãos de milho sem ataque de *D. melacanthus* e preço de comercialização, variaram de R\$ 2594,0 a R\$ 5012,20 ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Nível máximo de rendimento de grãos, preço de comercialização e valor da produção de milho *Zea mays*.

Máximos rendimentos [Estádio (Sacas de 60 kg ha ⁻¹)] ¹	Preço comercial (R\$ saca ⁻¹ de 60 kg) ²	Valor da produção ³ (R\$ ha ⁻¹)
VE-V2 (129,7)	20,00	2594,00
VE-V2 (129,7)	28,00	3631,60
VE-V2 (129,7)	38,00	4928,60
VE-V4 (131,3)	20,00	2626,00
VE-V4 (131,3)	28,00	3676,40
VE-V4 (131,3)	38,00	4989,40
VE-V6 (131,9)	20,00	2638,00
VE-V6 (131,9)	28,00	3693,20
VE-V6 (131,9)	38,00	5012,20

¹Níveis de rendimento de grãos sem ataque de *D. melacanthus* (parcelas testemunha). ²Preço médio de comercialização entre 2007 a 2017. ³Valor da produção = rendimento de grãos x preço de comercialização.

As curvas estabelecidas entre o rendimento de grãos do milho (sacas de 60 kg ha⁻¹) e o valor de produção (R\$ ha⁻¹), e as densidades de *D. melacanthus* em cada estágio fenológico do milho e valor de comercialização baixo, médio e alto foram significativas ($P < 0.05$), se ajustaram ao modelo exponencial negativo, com valores de coeficiente de determinação variando de 0,79 a 0,99 (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros dos modelos ajustados entre o número de percevejos barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) e o rendimento de grãos de milho (sacas de 60 kg ha⁻¹), o valor de produção (R\$ ha⁻¹) nos estádios vegetativos de VE-V2, VE-V4 e VE-V6, e os preços baixo (R\$ 20,00), médio (R\$ 28,00) e alto (R\$ 38,00) de comercialização da saca de 60 kg.

Número de <i>D. melacanthus</i> e rendimento de grãos de milho			
Estádio		Modelo	P; R ²
VE-V2		$Y = 6893,0 * \exp^{(-0,1209*x)}$	<0,0001; 0,89
VE-V4		$Y = 7519,0 * \exp^{(-0,2838*x)}$	<0,0001; 0,97
VE-V6		$Y = 7499,0 * \exp^{(-0,5646*x)}$	<0,0001; 0,99
Número de <i>D. melacanthus</i> e valor de produção do milho			
VE-V2	Baixo	$Y = 1785,4 * \exp^{(-0,0771*x)}$	<0,0001; 0,79
VE-V2	Médio	$Y = 2499,5 * \exp^{(-0,0771*x)}$	<0,0001; 0,79
VE-V2	Alto	$Y = 3392,2 * \exp^{(-0,0771*x)}$	<0,0001; 0,79
VE-V4	Baixo	$Y = 1913,7 * \exp^{(-0,2103*x)}$	<0,0001; 0,89
VE-V4	Médio	$Y = 2679,2 * \exp^{(-0,2103*x)}$	<0,0001; 0,89
VE-V4	Alto	$Y = 3676,1 * \exp^{(-0,2103*x)}$	<0,0001; 0,89
VE-V6	Baixo	$Y = 3309,5 * \exp^{(-0,6798*x)}$	<0,0001; 0,92
VE-V6	Médio	$Y = 4633,3 * \exp^{(-0,6798*x)}$	<0,0001; 0,92
VE-V6	Alto	$Y = 6288,1 * \exp^{(-0,6798*x)}$	<0,0001; 0,92

As curvas estabelecidas entre a escala de dano de *D. melacanthus* com o milho nos estádio VE-V2 (Figura 2A), VE-V4 (Figura 2B) e VE-V6 (Figura 2C) e o número de insetos foram significativas ($P < 0.01$), se ajustaram ao modelo exponencial positivo e apresentaram coeficiente de determinação variável entre 0,97 a 0,98 (Figura 2A-C).

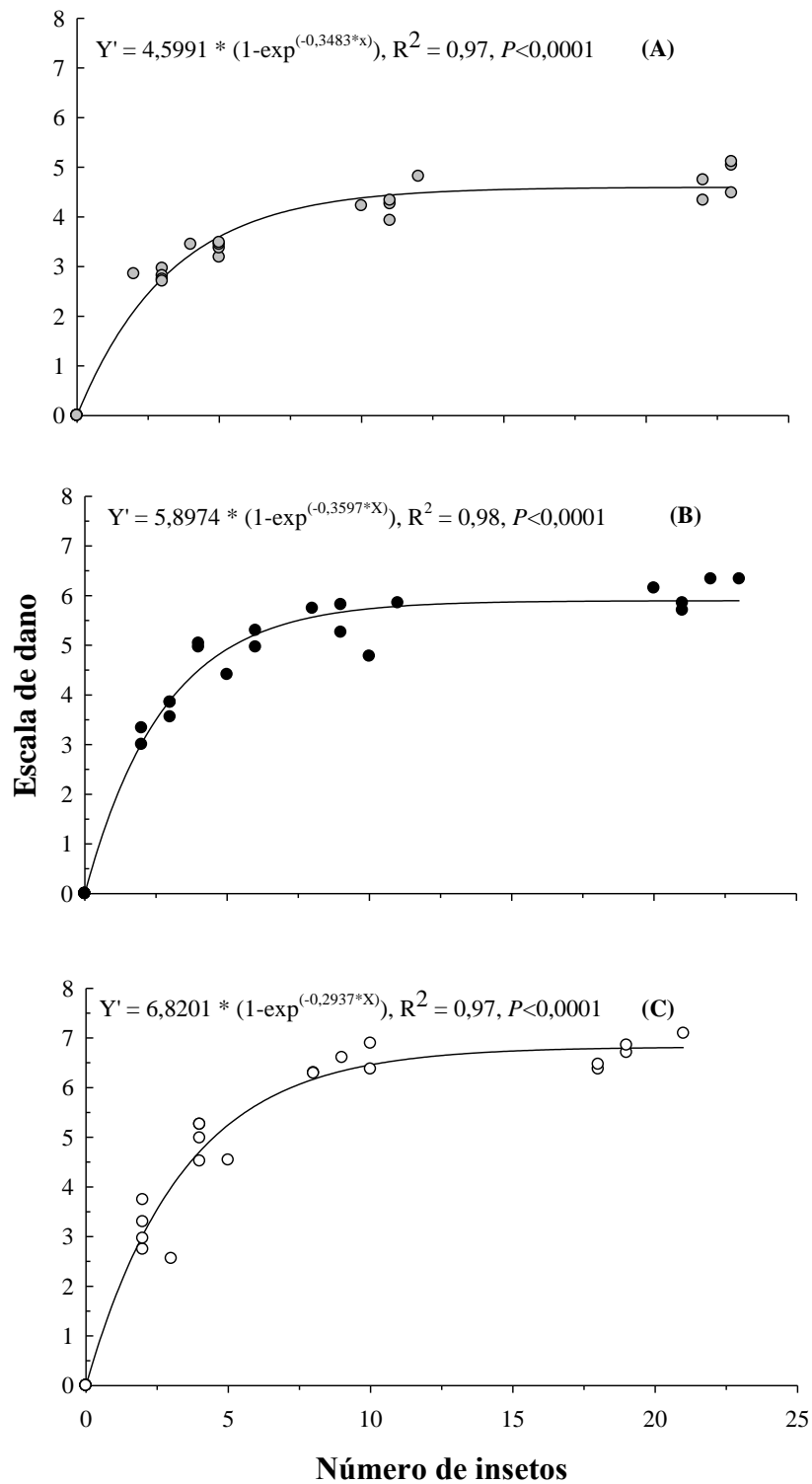


Figura 2. Curvas entre o número de adultos por parcela do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) e a escala de dano nos estádios vegetativos de VE-V2 (A), VE-V4 (B) e VE-V6 (C).

O nível de dano econômico expresso em número de adultos de *D. melacanthus* por planta variou de 0,02 a 0,35 (Tabela 5). O menor valor se refere ao estágio VE-V6, sob alto valor de comercialização da saca de 60 kg de grãos de milho (R\$ 38,00). Por outro lado, o NDE de 0,35 insetos por planta foi obtido no estágio VE-V2, sob baixo valor de comercialização da saca de 60 kg de grãos de milho (R\$ 20,00) (Tabela 5). O NC expresso em termos de escala de dano variou de 0,43, para plantas atacadas em VE-V2 e sob baixo preço de comercialização da saca de 60 kg de grãos de milho, a 0,03 para plantas atacadas em VE-V6 e sob alto preço de comercialização da saca de 60 kg de grãos de milho (Tabela 5).

Tabela 5. Nível de dano econômico (NDE) e nível de controle (NC) para *Dichelops melacanthus* sob três valores de comercialização, nos estádios vegetativos do milho VE-V2, VE-V4 e VE-V6, em função do número de insetos planta⁻¹ e NC também em função da escala de dano.

Valor de Comercialização	Nível de Dano Econômico (NDE) – n°. de insetos planta ⁻¹		
	VE-V2	VE-V4	VE-V6
Baixo	0,35	0,13	0,04
Médio	0,25	0,09	0,03
Alto	0,18	0,07	0,02
Nível de Controle (NC) – n°. de insetos planta ⁻¹			
	VE-V2	VE-V4	VE-V6
Baixo	0,28	0,10	0,03
Médio	0,20	0,07	0,02
Alto	0,15	0,05	0,02
Nível de Controle (NC) – escala de dano			
	VE-V2	VE-V4	VE-V6
Baixo	0,43	0,21	0,06
Médio	0,31	0,15	0,04
Alto	0,23	0,11	0,03

Analisando os resultados das escalas de danos no experimento realizado na segunda safra de 2016 com o híbrido de milho 30F53VYH (Pioneer), houve interação significativa entre o tratamento de sementes e a pulverização foliar dos inseticidas na avaliação realizada quando as plantas de milho se encontrava em estágio V4 ($F_{3,84} = 23,88$; $P < 0,0001$). O tratamento do híbrido de milho 30F53VYH com pulverização foliar (duas ou quatro pulverizações) reduziu a escala de dano de *D. melacanthus* avaliada em V4 em relação ao não tratado (testemunha), não sendo constatada diferença significativa em relação à adoção de duas pulverizações realizadas em V1 e V2, ou quatro pulverizações realizadas em V1, V2, V3 e V4 (Tabela 6). Não se verificou diminuição do dano mediante adoção das pulverizações foliares nas plantas provenientes de sementes tratadas com imidacloprido + tiodicarbe (Tabela 6).

Tabela 6. Escalas de danos de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) \pm EPM em plantas do híbrido de milho 30F53VYH avaliado no estágio V4, em função de diferentes tipos de tratamento de sementes (TS) e pulverização foliar (PF). Experimento realizado na segunda safra de 2016 em Toledo, Paraná, Brasil.

Tratamentos	Testemunha	Sem TS + duas PF	Sem TS + quatro PF
Testemunha	3,23 \pm 0,19 Aa	2,41 \pm 0,11 Ba	2,46 \pm 0,15 Ba
Imidacloprido + Tiodicarbe	2,37 \pm 0,09 Ab	2,27 \pm 0,15 Aa	2,33 \pm 0,15 Aa
Tiametoxam	3,51 \pm 0,24 Aa	2,45 \pm 0,08 Ba	2,74 \pm 0,16 Ba
Clotianidina	3,25 \pm 0,19 Aa	2,58 \pm 0,14 Ba	2,33 \pm 0,08 Ba

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a $P > 0,05$. ¹TS – tratamento de sementes; ²pulverização foliar com imidacloprido + beta-ciflutrina e tiametoxam + lambda-cialotrina em alternância.

Entretanto, quando as sementes foram tratadas com tiametoxam ou clotianidina houve redução do dano (escala de dano) mediante pulverização foliar, não havendo diferença na adoção de duas (realizadas em V1 e V2) ou quatro pulverizações (realizadas em V1, V2, V3 e V4). Na ausência de pulverização foliar, o inseticida empregado em tratamento de sementes que mais reduziu o dano foi o imidacloprido + tiodicarbe, sendo o único com diferença significativa quando observando-se apenas o

efeito do tratamento de sementes (letras minúsculas na coluna Testemunha da Tabela 6). Quando houve pulverização foliar com duas ou quatro aplicações de inseticidas, não foi verificada diferença entre os inseticidas utilizados para tratamento de semente e a testemunha (Tabela 6).

Os tratamentos das sementes no híbrido de milho 30A37PW (Morgan) com imidacloprido + tiodicarbe ou clotianidina reduziram o dano avaliado em V2 em relação à testemunha sem tratamento. O tratamento com tiametoxam não diferiu da testemunha e nem dos demais inseticidas usados para tratamento de sementes (Tabela 7). De modo geral, o inseticida imidacloprido + tiodicarbe utilizado no tratamento das sementes do híbrido de milho 30F53VYH foi o que mais reduziu a escala de dano nas plantas avaliadas em V6, V8 e V10. Porém, em nenhum dos momentos esse tratamento de sementes diferiu da testemunha. A mesma afirmação é válida para o tratamento de sementes com clotianidina. A única exceção foi verificada na avaliação feita em V6 quando as plantas provenientes do tratamento de sementes com tiametoxam foram significativamente mais danificadas (escala de dano) que aquelas da testemunha sem tratamento com inseticida (Tabela 7).

O dano foi reduzido mediante a pulverização foliar de inseticidas no híbrido de milho 30A37PW quando a avaliação foi realizada em V4 e V10, não havendo diferença entre o uso de duas ou quatro pulverizações (Tabela 7). Entretanto, nas avaliações realizadas em V6 em V8, apenas com o uso de quatro pulverizações dos inseticidas foi obtida redução significativa do dano em relação à testemunha (Tabela 7). De forma similar, o experimento realizado em 2016 com o milho híbrido 30F53VYH demonstrou que quando o milho foi avaliado em V6 e V10, apenas quando foram empregadas quatro pulverizações, houve redução na escala de dano. Neste mesmo experimento, quando o híbrido de milho 30F53VYH foi avaliado em V8, a redução do dano ocorreu indistintamente, para duas e quatro pulverizações (Tabela 7).

No experimento realizado em 2017 com o mesmo híbrido de milho 30F53VYH, só foi verificada redução na escala de dano em comparação à testemunha quando se utilizou duas pulverizações foliares para avaliações feitas em V8 e V10 (Tabela 7). Vale ponderar que neste último experimento (segunda safra de 2017), de maneira geral as escalas de dano foram baixas, com valores máximos abaixo de 0,5 na testemunha, indicando baixa infestação natural do percevejo barriga-verde *D. melacanthus*; enquanto

que nos experimentos realizados na segunda safra de 2016, os valores das escalas de dano na testemunha sem tratamento de sementes ou pulverização foliar situaram-se entre dois e três, indicando uma infestação natural mais elevada.

Tabela 7. Escalas de danos de *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) ± EPM em plantas de milho híbrido submetido a diferentes tipos de tratamento de sementes (TS) e pulverizações foliares (PF). Toledo, Paraná, Brasil.

Estádio	Tratamentos				Estatística F _{DF} ; P
	Testemunha	Imidacloprido + Tiodicarbe	Tiametoxam	Clotianidina	
2016 – 30A37PW					
V2	2,12 ± 0,08 A	1,61 ± 0,10 B	1,91 ± 0,12 AB	1,58 ± 0,08 B	F _{3,84} = 6,62; P = 0,0005
2016- 30F53VYH					
V6	2,65 ± 0,10 B	2,47 ± 0,10 B	3,08 ± 0,14 A	2,63 ± 0,11 B	F _{3,84} = 6,31; P = 0,0007
V8	1,62 ± 0,08 AB	1,46 ± 0,09 B	1,79 ± 0,10 A	1,62 ± 0,08 AB	F _{3,84} = 2,90; P = 0,0398
V10	0,88 ± 0,08 AB	0,66 ± 0,07 B	1,06 ± 0,11 A	0,80 ± 0,09 AB	F _{3,84} = 4,18; P = 0,0083
Estádio	Tratamentos			Estatística F _{DF} ; P	
	Testemunha	Sem TS, duas PF	Sem TS, quatro PF		
2016 – 30A37PW					
V4	3,06 ± 0,11 A	2,53 ± 0,06 B	2,34 ± 0,06 B	F _{2,84} = 24,91; P < 0,0001	
V6	2,59 ± 0,06 A	2,47 ± 0,07 A	2,21 ± 0,07 B	F _{2,84} = 8,32; P = 0,0005	
V8	1,47 ± 0,04 A	1,34 ± 0,07 AB	1,21 ± 0,06 B	F _{2,84} = 4,51; P = 0,0138	
V10	1,08 ± 0,06 A	0,84 ± 0,08 B	0,65 ± 0,05 B	F _{2,84} = 10,70; P < 0,0001	
2016- 30F53VYH					
V6	3,01 ± 0,11 A	2,72 ± 0,10 A	2,39 ± 0,08 B	F _{2,84} = 11,92; P < 0,0001	
V8	1,88 ± 0,08 A	1,57 ± 0,07 B	1,42 ± 0,06 B	F _{2,84} = 11,88; P < 0,0001	
V10	1,07 ± 0,08 A	0,84 ± 0,07 AB	0,65 ± 0,05 B	F _{2,84} = 8,86; P = 0,0003	
2017- 30F53VYH					
V8	0,11 ± 0,02 A	0,05 ± 0,01 B	0,06 ± 0,01 AB	F _{2,60} = 3,97; P = 0,0240	
V10	0,02 ± 0,008 A	0,00 ± 0,00 B	0,006 ± 0,005 AB	F _{2,60} = 4,95; P = 0,0102	

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a P>0,05.

A análise do residual dos inseticidas empregados para o tratamento de sementes demonstrou que em todos os estádios avaliados (V2, V4 e V6) houve significativamente mais resíduo dos ingredientes ativos dos inseticidas nas plantas tratadas em comparação à testemunha (Tabela 8). No estádio V2 não houve diferença significativa entre o

residual dos inseticidas testados. No estágio V4 o maior residual dentre os inseticidas testados foi do tiametoxam, com os demais inseticidas não diferindo entre si. No estágio V6 o maior residual observado foi da clotianidina, que não diferiu do tiametoxam. Este último por sua vez não diferiu do imidacloprido, que apresentou o menor residual neste estágio, não diferindo ainda da testemunha (Tabela 8).

Tabela 8. Residual dos ingredientes ativos (mg kg⁻¹) dos inseticidas utilizados para o tratamento de sementes de milho contra *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) ± EPM, nos tecidos da parte aérea das plantas, em diferentes épocas de amostragem (estádios de desenvolvimento).

Inseticida	V2 (7 DAE)	V4 (14 DAE)	V6 (21 DAE)
Testemunha	0,00 ± 0,00 Ab	0,00 ± 0,00 Ac	0,00 ± 0,00 Ac
Imidacloprido	8,81 ± 0,79 Aa	0,63 ± 0,07 Bb	0,02 ± 0,006 Bbc
Tiametoxam	5,33 ± 0,95 Aa	1,17 ± 0,07 Ba	0,07 ± 0,02 Bab
Clotianidina	8,77 ± 1,16 Aa	0,51 ± 0,09 Bb	0,11 ± 0,02 Ba
Estatística	F _{2,36} = 27,30; P < 0,0001		

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a P < 0,05.

5.5 Discussão

Este estudo mostra a variação dos níveis de controle em diferentes situações que o produtor de milho encontra em condições de campo, como os diferentes estádios vegetativos, preço e rendimento de grãos variáveis. Sendo assim, o nível de controle para estas diferentes situações facilita o planejamento dos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

A partir dos resultados obtidos foi possível constatar-se que as perdas provocadas pelo inseto são significativas e variáveis. Considerando um rendimento de grãos de 130 sacas de 60 kg ha⁻¹ e um preço intermediário de venda (R\$ 28,00), caso o inseto infeste as plantas no estágio vegetativo VE-V2, as perdas admitidas equivaleriam a 1 a 2%, ou 1,3 a 2,6 sacas ha⁻¹, uma perda de R\$ 36,30 a R\$ 72,60 ha⁻¹. Assim, a

menor perda já equivale a cerca de 66% do custo de uma aplicação, e a maior perda a cerca de 132%, considerando que o custo é de R\$ 55,05 ha⁻¹. Contudo, vale salientar que no presente estudo a infestação foi constante, caracterizando cenário de alta infestação.

Para um mesmo nível de rendimento de grãos e valores de comercialização da produção, os níveis de controle foram menores quanto maior foi o período que os insetos permaneceram em contato com as plantas, isto é, VE-V6 (21 dias)>VE-V4 (14 dias)>VE-V2 (7 dias). Isso demonstra que o potencial de perda de rendimento de grãos causado pelo percevejo barriga-verde está fortemente associado ao tempo que o mesmo permanece em contato com as plantas. Ainda, para um mesmo estágio vegetativo, o NC reduz à medida que o valor de produção aumenta. Níveis de controle mais baixos são compatíveis com tomada de decisão de controle mais frequentes. Esses resultados são semelhantes aos obtidos em outros trabalhos em que houve geração de NC para o percevejo *L. zonatus* infestando o milho em estágio reprodutivo, ou seja, genótipos de milho de alto potencial genético apresentaram NCs menores para um mesmo método de controle do que genótipos de baixo potencial genético (Foresti et al. 2017). Essa variação era esperada em função da variação nos componentes da fórmula de cálculo do NDE, tais como o potencial produtivo mediante ataque e o valor de produção, ambos repercutindo no componente VP da fórmula de NDE, isto é, no valor de mercado da cultura. O NDE e o NC têm uma relação inversa com o valor da cultura e, desta forma, sempre que o valor da cultura é aumentado, o NDE e o NC diminuem (Pedigo 2002; Pereira et al. 2017).

O NC baseado na escala de dano de *D. melacanthus* variou entre 0,03 a 0,43 e se situou entre zero (sem dano) a um (algumas manchas cloróticas pequenas, <1 cm de diâmetro). Desta forma, esses resultados indicam que a percepção do dano por parte do produtor irá ocorrer apenas quando este estaria em um estágio mais avançado e levaria a uma tomada de decisão tardia, quando o prejuízo econômico já teria ocorrido. Isso normalmente ocorre porque o dano percebido pelo ataque de insetos sugadores, como é o caso de *D. melacanthus*, é frequentemente subestimado pela dificuldade de detecção em relação ao dano de insetos mastigadores, por exemplo (Litisinger 2009). Observações feitas nos experimentos desta tese, utilizando infestação artificial, demonstram que os primeiros sintomas visuais (manchas cloróticas ou lesões

necróticas) surgem nas folhas do milho apenas quatro a cinco dias após o início da alimentação ou do contato dos insetos com as plantas, exceto quando vários percevejos atacam uma mesma planta. Neste último caso ocorre um murchamento do cartucho que pode ser observado no mesmo dia do ataque.

Durante a amostragem das plantas, caso seja encontrado um percevejo por metro linear ou 28 percevejos por 100 plantas em estágio VE-V2, em uma lavoura que tenha perspectiva de ser comercializada a um baixo valor de mercado (valor da saca de 60 kg de grãos de milho a R\$ 28,00), a tomada de decisão de controle de *D. melacanthus* deverá ocorrer. Por outro lado, esses valores cairão em quase 50% quando o preço de comercialização for alto (R\$ 38,00 por saca de 60 kg de grãos de milho), isto é, 0,6 percevejos por metro linear ou 15 percevejos por 100 plantas, justificando uma intervenção mais precoce. Utilizando gaiolas e infestando as plantas de milho em condições de campo, iniciando no estágio V1 e por 10 dias consecutivos, outros autores obtiveram resultados que corroboram com aqueles aqui apresentados, chegando a um nível de dano econômico de um percevejo m⁻² de área de lavoura (Duarte et al., 2015). Resultados semelhantes também foram obtidos por Duarte et al. (2010) infestando *D. melacanthus* em trigo, onde obtiveram um nível de dano em torno de um percevejo m⁻²; e por Chiaradia et al. (2015) que encontram valores de nível de dano econômico sempre inferior a 0,5 percevejos m⁻¹ de plantas de milho, em infestações realizadas da emergência até 35 dias após a semeadura, utilizando *Dichelops furcatus*.

Quando as plantas forem, todavia, infestadas em VE e a infestação permanecer até V6, a tomada de decisão de controle ocorrerá mediante a constatação de cerca de 0,1 percevejos por metro linear, sob baixo ou alto valor de comercialização da produção, o que equivale a três e dois percevejos por 100 plantas, respectivamente. Isto destaca a importância da tomada de decisão de controle ser feita de maneira precoce, sem deixar os percevejos por longos períodos em contato com as plantas de milho na lavoura. O NC encontrado para adultos de *L. zonatus* infestando o milho em fase reprodutiva variou de 0,2 a 0,6 adultos por 100 espigas, sendo mais baixos do que os encontrados no presente trabalho (Foresti et al. 2018). Todavia, no referido trabalho o NC e o NDE foram gerados para o milho semente de muito maior valor agregado do que o milho para grão, e em estágio reprodutivo, em que a tolerância ao ataque do inseto também é mais baixa pois afeta a qualidade fisiológica das sementes.

Vale destacar que com base nestes resultados de rendimento de grãos e das escalas de danos, nenhum dos inseticidas testados seja em pulverização foliar ou tratamento de sementes, evitaria que a população do percevejo barriga-verde atingisse o NC, mesmo quando se utilizaram duas ou quatro pulverizações foliares, ou o uso associado do tratamento de sementes às pulverizações foliares, já que as escalas de dano das plantas tratadas sempre estiveram acima de um ou dois. As únicas exceções ocorreram com as plantas em estádios de desenvolvimento mais avançados, isto é, V8 ou V10, ocasião nas quais as escalas de danos em algumas situações foram menores que um. Resultados semelhantes foram obtidos em outros trabalhos em que o melhor controle de lagartas enroladeiras com pulverizações foliares resultou em uma eficiência de 53%, sendo esse considerado como um ponto fraco da adoção de níveis de controle baseado na escala de dano para o manejo desse grupo de pragas (Litsinger et al. 2007). Todavia, trabalhos anteriores que testaram o tratamento de sementes com tiametoxam (1 e 2 g de i.a. kg⁻¹ de sementes), clotianidina (1 e 2 g de i.a. kg⁻¹ de sementes) e imidacloprido (1 e 2 g de i.a. kg⁻¹ de sementes) no controle de tripes em milho, utilizando doses mais baixas do que as testadas no presente trabalho, verificaram que esses inseticidas mostraram alta eficiência de controle de tripes durante a estação de crescimento de milho, em experimentos realizados em condições de campo no verão chinês (Ding et al., 2018).

Tendo em vista que o residual dos inseticidas imidacloprido, tiametoxam e clotianidina utilizados para tratamento de sementes caíram $\approx 14x$, $5x$ e $17x$, respectivamente, entre V2 e V4 (sete dias), e reduziram em $\approx 440x$, $76x$ e $79x$ entre V2 e V6 (14 dias), essa diminuição na presença do ingrediente ativo provavelmente justifique os resultados encontrados de baixa eficácia de controle e não prevenção do crescimento populacional do percevejo barriga-verde, mantendo seu ponto de equilíbrio acima do NC mediante o tratamento de sementes.

Nesse sentido, durante dois anos de estudos realizados com a clotianidina, detectou-se um máximo de 1,34% da concentração inicial utilizada para o tratamento de sementes nos tecidos da parte aérea das plantas de milho. Desta forma, os autores concluíram que o tratamento de sementes com inseticidas neonicotinoides fornece proteção inicial contra o ataque de pragas secundárias do milho, mas a baixa translocação do produto utilizado no tratamento de sementes durante a estação de

crescimento fornece argumentos para explicar sua eficácia inconsistente (Alford e Krupke, 2017). Portanto, face aos resultados obtidos, outras formas de controle curativo que apresentem eficácia em reduzir a densidade populacional para abaixo do NC e possam ser incorporadas no manejo de *D. melacanthus*, devem ser buscadas.

5.6 Conclusão

A escala de dano empregada para tomada de decisão de controle de *D. melacanthus* em milho requer a percepção de sinais pouco evidentes que surgem tardiamente e podem levar a erros na tomada de decisão de controle, não sendo indicada para essa finalidade. Desta forma, a tomada de decisão de controle deve ser feita com base na presença de adultos de *D. melacanthus* e será adotada para o inseto infestando o milho em VE-V2, VE-V4 e VE-V6 em densidades variáveis entre dois a 28 insetos por 100 plantas, dependendo do estágio de desenvolvimento das plantas e valor de comercialização da produção, sendo maior no estágio VE-V2, menor no estágio VE-V6 e maior sob valores de comercialização mais baixos em comparação aos valores de comercialização mais altos. Os inseticidas testados em pulverizações foliares e tratamento de sementes não evitaram que as injúrias avaliadas pela escala de dano de *D. melacanthus* ficassem abaixo do nível de controle na fase vegetativa, e nas dosagens testadas em condições de infestação natural, não promoveram controle satisfatório do inseto.

5.7 Referências Bibliográficas

Abendroth LJ, Elmore RW, Boyer MJ, Marlay SK (2011) **Corn growth and development**. PMR 1009. Ames, Iowa State University Extension.

Alford A, Krupke CH (2017) Translocation of the neonicotinoid seed treatment clothianidin in maize. **Plos One**. 12: e0173836.

Ávila CJ, Panizzi AR (1995) Occurrence and damage by *Dichelops* (*Neodichelops*) *melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on corn. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 24: 193–194.

Blassioli-Moraes MC, Magalhães DM, Cokl A, Laumann RA, Silva JP, Silva CCA, Borges M. 2014. Vibrational communication and mating behaviour of *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) recorded from loudspeaker membranes and plants. **Physiological Entomology** 39: 1–11.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (1995) **Normas e exigências para execução de testes de produtos químicos para fins de registro no MAPA**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasília, DF.

Brasil. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2019a) **Séries históricas. Milho primeira safra**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

Brasil. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). (2019b) **Séries históricas. Milho segunda safra**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2019c) **Agrofit: sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

Canassa VF, Baldin ELL, Bentivenha JPF, Pannuti LE da R, Lourenção AL (2017) Characterization of antixenosis to *Dichelops melacanthus* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean genotypes. **International Journal of Pest Management** 63: 112-118.

- Chiaradia LA, Nesi CN, Ribeiro LP (2016) Nível de dano econômico do percevejo barriga-verde, *Dichelops furcatus* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), em milho. **Agropecu. Catarin., Florianópolis**, v.29, p.63-67.
- Chocorosqui VR, Panizzi AR (2008) Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. **Neotropical Entomology** 37: 353-360.
- Cruz CD (2013) GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum** 35: 271-276.
- Ding J, Li H, Zhang Z, Lin J, Liu F, Mu W (2018) Thiamethoxam, clothianidin, and imidacloprid seed treatments effectively control thrips on corn under field conditions. **Journal of Insect Science** 18: 1-8.
- Duarte MM, Ávila CJ, Rohden VS (2010) Nível de Dano do Percevejo Barriga-Verde *Dichelops melacanthus* na Cultura do Trigo *Triticum aestivum* L. **Comunicado Técnico**, 159. Embrapa, Dourados-MS.
- Duarte MM, Ávila CJ, Santos V (2015) 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.
- Foresti J, Bastos CS, Fernandes FL, Silva PRD (2018) Economic injury levels and economic thresholds for *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) infesting seed maize. **Pest Management Science** 74: 149-158.
- Higley LG, Pedigo LP (1993) Economic injury level concepts and their use in sustaining environmental quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 46: 233-243.

Higley LG, Pedigo LP (1996). **Economic thresholds for integrated pest management**. University of Nebraska Press, Lincoln, NE.

Index mundi (2019) **Corn production by country**. Disponível em: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=corn>. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

Litisinger JA, Bandong JP, Canapi BL, Dela Cruz CG, Pantua PC, Alviola AL, Batayana EH (2007) Evaluation of action thresholds for chronic rice insect pests in the Philippines. III. Leafhoppers. **International Journal of Pest Management** 52: 181-194.

Litsinger JA (2009) When is a rice insect a pest: yield loss and the green revolution. Chapter 16. In: Peshin R, Dhawan AK (eds.) **Integrated pest management: innovation-development**. Springer, Dordrecht.

Mujica N, Kroschel J (2013) Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection** 47: 6-16.

Panizzi AR, Duo LJS, Bortolato NM, Siqueira F (2007) Nymph developmental time and survivorship, adult longevity, reproduction and body weight of *Dichelops melacanthus* (Dallas) feeding on natural and artificial diets. **Revista Brasileira de Entomologia** 51: 484-488.

Paula-Moraes S, Hunt TE, Wright RJ, Hein GL, Blankenship EE (2013) Western bean cutworm survival and the development of economic injury levels and economic thresholds in field corn. **Journal of Economic Entomology** 106:1274-1285.

Pedigo LP (2002) **Entomology and pest management**. 4thEd. New Jersey, Prentice Hall.

Pereira PS, Sarmiento RA, Galdino TVS, Lima CHO, Santos FA, Silva J, Santos GR, Picanço MC (2017) Economic injury levels and sequential sampling plans for *Frankliniella schultzei* in watermelon crops. **Pest Management Science** 73: 1438-1445.

SAS (2002) **Statistical analysis system**: getting started with the SAS learning. Cary, SAS Institute.

Smaniotto LF, Panizzi AR (2015) Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the neotropics. **Florida Entomologist** 98:7-17.