



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

**SUBSÍDIOS PARA O MANEJO DE *Leptoglossus zonatus* (DALLAS)
(HEMIPTERA: COREIDAE) COMO PRAGA EM CAMPOS DE
PRODUÇÃO DE MILHO SEMENTE**

JOSEMAR FORESTI

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2017



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

**SUBSÍDIOS PARA O MANEJO DE *Leptoglossus zonatus* (DALLAS)
(HEMIPTERA: COREIDAE) COMO PRAGA EM CAMPOS DE
PRODUÇÃO DE MILHO SEMENTE**

JOSEMAR FORESTI

ORIENTADORA: CRISTINA SCHETINO BASTOS

TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 055D/2017

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2017



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

**SUBSÍDIOS PARA O MANEJO DE *Leptoglossus zonatus* (DALLAS)
(HEMIPTERA: COREIDAE) COMO PRAGA EM CAMPOS DE PRODUÇÃO
DE MILHO SEMENTE**

JOSEMAR FORESTI

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 SCHEPINO BASTOS, Dra. Entomologia/ Universidade de Brasília/ 007.369.317-08/ cschetino@unb.br

EDISON RYOITI SUJII, Dr. Ecologia/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/ 153.599.481-91/ edison.sujii@embrapa.br

JORGE BRAZ TORRES, Dr. Entomologia/ Universidade Federal Rural de Pernambuco/ 016.928.407-70/ jtorres@depa.ufrpe.br

MARINA REGINA FRIZZAS, Dra. Entomologia/ Universidade de Brasília/ 249.222.768-58/ frizzas@unb.br

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, Dra. Melhoramento Genético/ Universidade de Brasília/ 033.300.726-36/ narasouza@unb.br

BRASÍLIA/DF, 24 de fevereiro de 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

FORESTI, Josemar.

“SUBSÍDIOS PARA O MANEJO DE *Leptoglossus zonatus* (DALLAS) (HEMIPTERA: COREIDAE) COMO PRAGA EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE MILHO SEMENTE”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2017. 77 páginas.

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

1. Percevejo gaúcho, período de suscetibilidade, *Zea mays*, controle químico, qualidade fisiológica, infestação.

I. Bastos, C.S. II. Drº.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FORESTI, J. Subsídios para o manejo de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) como praga em campos de produção de milho semente. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2017, 77 páginas. Tese.

CESSÃO DE DIREITOS:

NOME DO AUTOR: JOSEMAR FORESTI

TÍTULO DA TESE: “SUBSÍDIOS PARA O MANEJO DE *Leptoglossus zonatus* (DALLAS) (HEMIPTERA: COREIDAE) COMO PRAGA EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE MILHO SEMENTE”

GRAU: DOUTOR ANO: 2017

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: Josemar Foresti

CPF: 779791929-15

Endereço: SQSW 305, Bloco “E”, APTO 408, CEP 70673-425, Sudoeste, Brasília – DF

Tel.: 61 – 3546-0656 Email: josemarforesti@yahoo.com.br e/ou josemar.foresti@pioneer.com

A minha filha

Júlia Pan Foresti

A minha esposa

Adriana Pan Foresti

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e fortalecimento nos momentos de dificuldade e alegria durante o curso.

À minha filha e esposa pelo apoio, carinho e compreensão durante o tempo dedicado a essa etapa de nossas vidas em busca dos nossos objetivos.

Aos meus pais José Foresti Filho e Amália Furlan Foresti pelo apoio e incentivo durante toda a minha carreira profissional.

A Dra. Cristina Schetino Bastos, Professora da Universidade de Brasília (UnB) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), pela orientação, amizade, dedicação e apoio durante todo o curso.

A Dra. Nara Oliveira Silva e Souza, Professora da Universidade de Brasília (UnB) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), pela ajuda na condução de parte do trabalho.

Ao Dr. Flávio Lemes Fernandes, Professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Instituto de Ciências Agrárias, Campus Rio Paranaíba, por parte dos dados coletados e revisão dos mesmos.

Aos meus supervisores Carlos Roberto Raupp e Federico Valverde por terem permitido e incentivado meu ingresso no curso de doutorado.

Aos colegas Paulo Roberto da Silva e Oderlei Bernardi, pela ajuda e amizade durante toda a condução dos trabalhos.

A todos os bolsistas e estagiários da Dra. Cristina Schetino Bastos pela ajuda na execução de parte dos trabalhos.

As colegas de trabalho Taline Nunes Campos das Neves e Maria Roberta de Oliveira pela ajuda na condução de parte dos trabalhos.

Aos funcionários da DuPont Pioneer Sementes LTDA, pela ajuda prestada durante a execução dos trabalhos.

À Empresa DuPont Pioneer Sementes LTDA, pelo espaço físico disponibilizado para a realização de parte dos trabalhos.

A todas as pessoas que, de alguma forma contribuíram para que este trabalho se realizasse.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL	3
2.1 Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Taxonomia e morfologia de <i>L. zonatus</i>	4
3.2 Distribuição geográfica e importância econômica de <i>Leptoglossus</i> spp.....	5
3.3 Biologia de <i>L. zonatus</i>	6
3.4 Comportamento de <i>L. zonatus</i>	7
3.5 Prejuízos causados por <i>Leptoglossus</i> spp.....	8
3.6 Métodos empregados para o controle de <i>L. zonatus</i>	9
3.7 Qualidade fisiológica de sementes	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1 Produção de sementes	12
4.2 Quantificação das perdas ocasionadas por <i>L. zonatus</i> em milho destinado à produção de sementes	14
4.3 Avaliação do ciclo biológico de <i>L. zonatus</i>	14
4.4 Estádio fenológico da planta de milho para a produção de sementes e o dano de <i>L. zonatus</i> .	15
4.4.1 Ensaio em casa de vegetação – híbrido A (com sobreposição de infestação)	15
4.4.2 Ensaio de campo – linhagem A (com e sem sobreposição de infestação).....	19
4.4.3 Testes padrão para mensuração da qualidade da semente de milho sob dano de <i>L. zonatus</i>	22
4.4 Ensaio de campo para análise visual das sementes de milho em relação ao dano de percevejos	26
4.5 Teste com inseticidas que podem ser usados para o manejo de <i>L. zonatus</i>	26
4.5.1 Determinação da CL ₅₀ (ensaios de laboratório).....	26
4.5.2 Avaliação dos inseticidas a campo (avaliação da CL ₅₀ dobrada)	29
4.6 Determinação da densidade de <i>L. zonatus</i> que requer a adoção de medidas de controle	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Avaliação do ciclo biológico de <i>L. zonatus</i>	32
5.2 Estádio fenológico da planta de milho para a produção de sementes e o dano de <i>L. zonatus</i> .	35

5.2.1 Ensaio em casa de vegetação – híbrido A (com sobreposição de infestação)	35
5.2.2 Ensaio de campo – linhagem A (com sobreposição de infestação).....	36
5.2.3 Ensaio de campo – linhagem A (sem sobreposição de infestação)	38
5.2.4 Testes padrão para mensuração da qualidade da semente de milho sob dano de <i>L. zonatus</i>	39
5.3 Ensaio de campo para análise visual das sementes de milho em relação ao dano de percevejos	49
5.4 Teste com inseticidas que podem ser usados para o manejo de <i>L. zonatus</i>	51
5.4.1 Determinação da CL ₅₀ (ensaios de laboratório).....	51
5.4.2 Avaliação dos inseticidas a campo (avaliação da CL ₅₀ dobrada).....	52
5.5 Determinação da densidade de <i>L. zonatus</i> que requer a adoção de medidas de controle	55
6. CONCLUSÕES	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Descrição dos tratamentos usados para determinação do período de suscetibilidade de campos de produção de semente de milho híbrido ao dano de *L. zonatus* em condições de campo com sobreposição de infestação. 18
- Tabela 2.** Descrição dos tratamentos usados para determinação do período de suscetibilidade de campos de produção de semente de milho híbrido ao dano de *L. zonatus* em condições de campo sem sobreposição de infestação. 20
- Tabela 3.** Descrição dos inseticidas empregados nos testes para determinação da CL₅₀ para *L. zonatus* na cultura do milho. 28
- Tabela 4.** Descrição dos inseticidas e concentrações empregadas para a determinação da CL₅₀ para *L. zonatus* em ensaios de laboratório. Temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotofase de 14 horas. 28
- Tabela 5.** Duração (dias) ± EPM e viabilidade (%) ± EPM das diferentes fases de *L. zonatus* quando alimentados com o híbrido A. Temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotofase de 14 horas. 35
- Tabela 6.** Porcentagem de plantas normais em teste padrão de germinação (TPG) ± EPM sete dias após o início, de acordo com as categorias das sementes de milho e em função do tratamento ou não com fungicida, com base nos critérios estabelecidos na Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudas (BRASIL, 2013). Temperatura de 25°C. 41
- Tabela 7.** Avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG) ± EPM, em função das categorias das sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida (MAGUIRE, 1962). Temperatura de 25°C. 42
- Tabela 8.** Avaliação do comprimento (cm) de plântula (CP) ± EPM e comprimento de raiz (CR) ± EPM sete dias após a instalação do teste, em função das categorias das sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida (NAKAGAWA, 1999). Temperatura de 25°C. 43
- Tabela 9.** Porcentagem de sementes normais em teste de envelhecimento acelerado (EA) ± EPM, 96 horas após a instalação do teste, em função das categorias das sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida, de acordo com a metodologia da AOSA (1983) e descrita em MARCOS FILHO (1999). Temperatura de 42 ± 3°C. 44
- Tabela 10.** Avaliação do teste de condutividade elétrica (CE) ± EPM, em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida, de acordo com Vieira & Krzyzanowski (1999). Temperatura de 25°C. 45
- Tabela 11.** Teste de emergência em condições de campo (EC) ± EPM para avaliação da porcentagem de plantas normais após 14 dias da semeadura, em função das categorias de

sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida, de acordo com Nakagawa (1994).	46
Tabela 12. Avaliação do teste de tetrazólio (TZ) de acordo com a classificação das sementes em: classe 1 (sementes viáveis e vigorosas); classe 2 (sementes viáveis e não vigorosas) e classe 3 (sementes não viáveis) \pm EPM, em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida (DIAS & BARROS, 1999). Temperatura de 25°C e fotofase de 16 horas.....	47
Tabela 13. Porcentagem de sementes normais em teste de germinação a frio (TF) \pm EPM de acordo com AOSA (1983) e Cícero & Vieira (1994), em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida. Temperatura de 10°C.	48
Tabela 14. Mortalidade de <i>L. zonatus</i> 96 horas após a exposição a inseticidas aplicados sobre o alimento e o papel filtro. Temperatura de 25 \pm 2°C, umidade relativa de 60 \pm 10% e fotofase de 14 horas.	52
Tabela 15. Mortalidade (%) \pm EPM de <i>L. zonatus</i> , corrigida para a mortalidade do controle, 96 horas após a aplicação dos inseticidas em diferentes modos de exposição em condições de campo.	55
Tabela 16. Estimativa de custo (aplicação + inseticida) de uma pulverização de inseticida realizada para o controle de <i>L. zonatus</i> em campos de milho destinados à produção de sementes, usando diferentes tecnologias de aplicação.....	58
Tabela 17. Produtividade, preço de venda e valor da produção de campos de milho destinados à produção de sementes e cultivados com genótipos possuindo diferentes potenciais genéticos.	58
Tabela 18. Nível de controle (NC) e nível de dano econômico (NDE) para <i>L. zonatus</i> em campo de milho destinado à produção de semente, cultivados com genótipos com potencial produtivo baixo, médio e alto com pulverizações aérea e terrestre de diferentes inseticidas.....	59

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Parcelas protegidas com gaiolas de 0,6 x 0,6 x 2,4 m de tecido tipo “voil” contendo um zíper lateral em “L” (mesmo modelo usado nos ensaios de casa de vegetação e campo). *Foto realizada em ensaio de campo. 17
- Figura 2.** Classificação da semente de milho com base nas categorias de dano: semente murcha [SM] (A), semente com dano no embrião [SDE] (B), semente com dano no endosperma [SDEP] (C) e semente sem dano [SSD] (D). 18
- Figura 3.** Croqui ilustrativo dos campos de produção de semente de milho híbrido cultivados para determinação do período de suscetibilidade da cultura a *L. zonatus* em condições de campo. 20
- Figura 4.** Parcela experimental contendo quatro plantas de milho selecionadas para infestação com *L. zonatus* que apresentavam desenvolvimento uniforme. 21
- Figura 5.** Base de fixação das gaiolas em uma estrutura metálica de 0,6 x 0,6 m com duas estacas plásticas de 0,22 m. 21
- Figura 6.** Estrutura de sustentação das gaiolas por meio de estacas de madeira de 0,04 x 0,04 x 2,5 m e corda de náilon de 6 mm. 22
- Figura 7.** Insetos confinados em saco de tecido tipo “tule” de 40 x 50 cm depositados sobre superfície reta recoberta com papel pardo para aplicação do inseticida na modalidade de aplicação inseto + planta. 30
- Figura 8.** Porcentagem \pm EPM de sementes murchas (PSM), sementes com dano no embrião (PSDE), sementes com dano no endosperma (PSDEP) e total de sementes danificadas (PSDT) por *L. zonatus*, em função dos diferentes intervalos de infestação (estádios de desenvolvimento do milho) entre a praga e as plantas [ensaio com sobreposição de infestação] em ensaio de casa de vegetação. *Dados seguidos de mesma letra dentro de cada categoria de semente não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$ 36
- Figura 9.** Porcentagem \pm EPM de sementes murchas (PSM), sementes com dano no embrião (PSDE), sementes com dano no endosperma (PSDEP) e total de sementes danificadas (PSDT) por *L. zonatus*, em função dos diferentes intervalos de infestação (estádios de desenvolvimento do milho) entre a praga e as plantas [ensaio com sobreposição de infestação] em ensaio a campo. *Dados seguidos de mesma letra dentro de cada categoria de semente não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$ 38
- Figura 10.** Porcentagem \pm EPM de sementes murchas (PSM), sementes com dano no embrião (PSDE), sementes com dano no endosperma (PSDEP) e total de sementes danificadas (PSDT) por *L. zonatus*, em função dos diferentes intervalos de infestação (estádios de

desenvolvimento do milho) entre a praga e as plantas [ensaio sem sobreposição de infestação] em ensaio a campo. *Dados seguidos de mesma letra dentro de cada categoria de semente não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$39

Figura 11. Número total de sementes danificadas por espiga (A), sementes com dano no embrião, sementes murchas e sementes com dano no endosperma (B), em função do número de adultos de *L. zonatus* por espiga.....56

Figura 12. Número de adultos de *L. zonatus* por 100 espigas (A) e peso de 100 sementes sem dano (B) em campos destinados à produção comercial de grãos.....62

RESUMO

O percevejo *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) apesar de ser considerado praga secundária do milho grão, pode alcançar o status de praga chave no milho semente. Este trabalho objetivou estudar os fatores relativos à biologia de *L. zonatus* e as perdas que ele ocasiona, bem como selecionar inseticidas eficientes para o seu controle em milho semente e quais as densidades desta praga que requerem a adoção de medidas para o seu controle. Os estudos relativos à biologia do inseto foram iniciados a partir de posturas com no máximo dois dias de idade. Os ensaios para determinação do período suscetível do milho destinado à produção de sementes foram conduzidos em campo e em casa de vegetação com parcelas contendo quatro plantas envoltas em gaiolas de 0,6 x 0,6 x 2,4 m. Cada parcela foi infestada com 10 casais de *L. zonatus* que foram mantidos em contato com as plantas por 0-20, 0-40, 0-60, 21-40, 21-60, 41-60 dias e por 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 e 41-50 dias, além do tratamento testemunha sem infestação. Ao final de 60 dias, as espigas foram colhidas e as sementes obtidas foram classificadas por amostragem visual, em sementes murchas, com dano no embrião, com dano no endosperma e o total de sementes danificadas. Para a quantificação das perdas que o inseto causa a campo foram avaliadas espigas provenientes de quatro lavouras dos cultivos de primeira e segunda safra, amostrando-se 50 espigas de cada lavoura. As espigas foram classificadas, por amostragem visual, nas mesmas categorias descritas anteriormente. Essas categorias, acrescida de sementes provenientes de campo sem infestação (testemunha), foram empregadas ainda em testes para avaliação da qualidade da semente. Os dados obtidos no ensaio para estabelecimento do período suscetível foram usados para estimativa da variável b da fórmula de nível de dano econômico (NDE). Adicionalmente, foi determinada a CL_{50} dos inseticidas em ensaios de laboratório e testada a CL_{50} dobrada em ensaios de campo através da exposição da planta, do inseto e da planta + inseto. Os inseticidas que apresentaram eficiência maior que 75% (λ -cialotrina + tiametoxam, permetrina e metomil) foram empregados no cálculo do NDE nas modalidades de aplicação previstas na bula e para genótipos de baixo, médio e alto potencial genético. O nível de controle foi estabelecido como sendo 20% abaixo do NDE. O percevejo *L. zonatus* passa por cinco instares, com duração média de 7,0 dias. O maior período de suscetibilidade do milho a *L. zonatus*, avaliado através dos ensaios com e sem sobreposição de dano, coincide com as fases iniciais de desenvolvimento dos grãos (embonecamento e grão bolha d'água). Houve correlação entre os resultados obtidos através da análise visual e dos testes para avaliação da qualidade fisiológica da semente, com a maior qualidade ocorrendo nas sementes sem dano, e a pior qualidade ocorrendo nas sementes danificadas (murchas, com dano no embrião ou endosperma). Não foram verificadas diferenças significativas entre as porcentagens das diferentes categorias de sementes danificadas por percevejos avaliadas visualmente na primeira ou segunda safra. Entretanto, os valores encontrados, em ambas as safras para porcentagem total de sementes

danificadas por percevejos ficaram acima dos níveis exigidos em termos de qualidade da semente (85% de germinação ou 97% de sementes sem apresentar injúria de insetos). O NDE variou de três a oito insetos adultos por 1.000 plantas (0,003 a 0,008 insetos adultos por espiga) e o NC variou de dois a seis adultos por 1.000 plantas (0,002 a 0,006 adultos por espiga). A tomada de decisão é mais frequente quando se emprega a pulverização terrestre em comparação à pulverização aérea e linhagens de médio e alto potencial genético em comparação as de baixo potencial genético.

Palavras-chave: Percevejo gaúcho, período de suscetibilidade, *Zea mays*, controle químico, qualidade fisiológica, infestação.

ABSTRACT

SUBSIDIES FOR MANAGEMENT OF *Leptoglossus zonatus* (DALLAS) (HEMIPTERA: COREIDAE) AS A FIELD PEST IN CORN SEED PRODUCTION

The western leaffooted bug, *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae), despite being considered a secondary pest of corn grains, can reach the status of a primary pest in seed corn. This work sought to study the factors related to the biology of *L. zonatus* and the losses that it causes, as well as to select efficient insecticides for its control in seed corn and the pest densities that require the adoption control measures. Studies on the biology of the insect utilized egg masses with a maximum of two days of age. The tests to determine the susceptible period of corn for seed production were conducted in the field and in the greenhouse with plots containing four plants surrounded by cages measuring 0.6 x 0.6 x 2.4 m. Each plot was infested with 10 couples of *L. zonatus* that were maintained in contact with the plants for 0-20, 0-40, 0-60, 21-40, 21-60, 41-60 days and for 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 and 41-50 days, in addition to the control treatment without infestation. At the end of 60 days, the corn ears were harvested and the obtained seeds were classified by visual sampling into categories of wilted seeds, with damage to the embryo, with damage to the endosperm and completely damaged seeds. For the quantification of losses caused by the insect in the field the ears from four fields of the first and second seasons were evaluated, sampling 50 ears of each field. The ears were classified by visual sampling in the same categories as described above. These categories, plus seed from the field without infestation (control), were further used in tests to evaluate the quality of the seed. The data obtained in the test for establishment of the susceptible period were used to estimate the variable b of the economic injury level formula (EIL). In addition, the LC_{50} of the insecticides was determined in laboratory tests and the LC_{50} in field trials was tested by exposure of the plant, insect and plant + insect. The insecticides that showed efficacy greater than 75% (λ -cyhalothrin + thiamethoxam, permethrin and methomyl) were used in calculation of the EIL for the application modalities included on the package label and for genotypes of low, medium and high genetic potential. The control level was established as being 20% below the EIL. The western leaffooted bug *L. zonatus* goes through five instars, with an average duration of 7.0 days. The highest susceptibility period of corn to *L. zonatus*, evaluated via the assays with and without damage overlapping, coincides with the initial development stages of the grains (silking and blister). There was a correlation between the results obtained through the visual analysis and the tests to evaluate the physiological quality of the seed, with the highest quality occurring in the seeds without damage, and the worst quality occurring in damaged seeds (wilt, damage to the embryo or endosperm). There were no significant differences

between the percentages of the different categories of seeds damaged by the western leaffooted bug evaluated visually in the first or second season. However, the values found in both crops for total percentage of seeds damaged by the western leaffooted bugs were above the levels required in terms of seed quality (85% germination or 97% seed without presenting insect injury). The EIL ranged from three to eight adult insects per 1,000 plants (0.003 to 0.008 adult insects per ear) and the ET (Economic Threshold) ranged from two to six adults per 1,000 plants (0.002 to 0.006 adults per ear). Decision making is more frequent when terrestrial spraying is used compared to aerial spraying, and medium and high genetic lineages compared to those with low genetic potential.

Key words: Western leaffooted bugs, susceptibility period, *Zea mays*, chemical control, physiological quality, infestation.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L. Poaceae) é uma espécie cultivada em todo o território nacional, devido às características edafoclimáticas apropriadas para a cultura e da sua importância econômica para o agronegócio brasileiro. Sua multiplicidade de aplicações tanto na alimentação humana como na alimentação animal, assume relevante papel socioeconômico, devido a ser um dos constituintes indispensáveis da matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais, como na área de produção de suínos e aves. Nos últimos trinta anos, obteve-se um considerável aumento de produtividade em lavouras comerciais de milho, fato que ocorreu principalmente a partir da produção de híbridos. A produtividade média, em 1990, foi inferior a 2 ton ha⁻¹, enquanto que na safra 2015/16 a produtividade média na primeira e segunda safra foi de 4,8 e 3,8 ton ha⁻¹, respectivamente (BRASIL, 2017a). De acordo com os tipos de híbridos (cruzamentos) foi plantado na primeira e segunda safra de 2015 um volume (em sacas de 60 mil sementes) equivalente a 14,87 milhões de sacas de: milho variedade, híbrido duplo, híbrido simples modificado, híbrido triplo e híbrido simples, 0,18, 0,81, 0,95, 2,84 e 10,09 milhões de sacas, respectivamente (APPS, 2016).

No cenário nacional, na safra 2015/16, a região centro-oeste ocupou a quarta posição em volume produzido, a quinta posição em área plantada e a primeira posição em produtividade de milho de primeira safra. No caso da segunda safra, a região centro-oeste ocupou a primeira posição em área plantada e produção e a segunda posição em produtividade, demonstrando a relevância da cultura para a região. Deste montante, cerca de 6% e 64% da área total cultivada na primeira e segunda safra, respectivamente são provenientes da região (BRASIL, 2017a).

A cultura, durante o seu desenvolvimento, está sujeita às infestações de pragas e doenças, necessitando de um manejo adequado para garantir uma produtividade competitiva, em relação a outras *commodities*. No entanto, em campos de produção de semente, em virtude dos parentais empregados nos cruzamentos serem linhagens (material homozigoto), os problemas com pragas e doenças são ainda maiores (SAYERS et al., 1994).

Em relação aos artrópodes-praga que infestam a cultura, várias espécies merecem destaque incluindo a lagarta elasmó, *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), a larva-alfinete, *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae), a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) e a broca-da-cana, *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). Entre os percevejos, os de maior importância econômica na fase inicial do estabelecimento da cultura são *Dichelops furcatus* (Fabricius) e *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). Já no estágio reprodutivo do milho, apesar de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) ser considerado praga secundária do milho destinado à produção de

grãos, a praga pode alcançar status de praga chave no milho destinado à produção de sementes. Vale destacar que essa espécie foi classificada como praga chave do milho na década de 1990, em virtude de ter ocasionado redução na produtividade de lavouras comerciais em até 15% (PANIZZI, 1989; ZUCCHI, 1993).

O gênero *Leptoglossus* possui várias espécies com distribuição por todo o mundo (ALLEN, 1969; BRAILOVSKY & BARRERA, 1998). Entre eles, recentemente, a espécie *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) se tornou praga na Europa, ameaçando espécies de coníferas nativas da região, tendo sido observada inicialmente no norte da Itália e, rapidamente, expandindo sua ocorrência a outros países (TAYLOR et al., 2001; PETRAKIS, 2011). A espécie *L. zonatus* ocorre nos Estados Unidos, México e Américas Central e do Sul (ALLEN, 1969; BRAILOVSKY & BARRERA, 1998), sendo considerada altamente polífaga por já ter sido registrada em pelo menos 27 diferentes plantas hospedeiras cultivadas (GRIMM, 1999; GRIMM & SOMARRIBA, 1999; SOUZA & AMARAL FILHO, 1999a; MICHELOTTO et al., 2006; RIVÉRO & HERNÁNDEZ, 2009; XIAO & FADAMIRO, 2009; MEDINA & KONDO, 2012; PIRES et al., 2012; TEPOLE-GARCÍA et al., 2012; ALONSO & LESCANO, 2014).

O cultivo sucessivo ou concomitante de hospedeiros potenciais de pragas, em geral, resulta na alteração da relevância econômica do organismo. Nesse sentido, em 1980, o Brasil cultivou na primeira safra 11,9 milhões de hectares de milho e na segunda safra 0,24 milhões de hectares. A área ocupada pela cultura foi incrementada expressivamente em 2015/16, quando foram plantados 15,75 milhões de hectares de milho, sendo 5,44 milhões de hectares de cultivo de primeira safra e 10,31 milhões de hectares de cultivo de segunda safra (BRASIL, 2017a). O aumento da área cultivada com o milho veio acompanhado do crescimento das áreas irrigadas. Desta forma, em 2000 o Brasil possuía uma área irrigada por pivô central, canhão, aspersão e gotejamento de 3,07 milhões de hectares e, em 2013, esse número ultrapassou 5,01 milhões de hectares.

Vale destacar que há concentração das áreas irrigadas nas regiões com períodos de chuvas secos bem definidos e com condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de culturas anuais e perenes, que se localizam principalmente na zona tropical que inclui o Brasil Central e Norte do país (ABIMAQ, 2013). Portanto, nesses locais, existe a possibilidade de plantios consecutivos durante praticamente o ano todo. Além disso, existe a possibilidade de maximização das questões logísticas relativas ao beneficiamento do produto, potencializando o uso das unidades beneficiadoras de sementes (UBS) e reduzindo o custo de armazenamento e as chances de escassez do produto no mercado. Desta forma, essa situação contribuiu significativamente para o aumento da oferta e distribuição de alimento para a praga durante o ano todo (PIRES et al., 2012), podendo favorecer o aumento no número de gerações por ano, tendo em vista a ausência de vazios sanitários para a cultura. Adicionalmente, dados da biologia de *L. zonatus* permitiram concluir que quando a

temperatura de desenvolvimento da praga foi alterada de 25°C para 35°C, o desenvolvimento ninfal foi completado em aproximadamente 1/3 do tempo (mudou de 143,6 dias para 48,4 dias) (JACKSON et al., 1995). Temperaturas próximas à 35°C são comuns nessas regiões produtoras e podem facultar que haja sobreposição de gerações da praga no mesmo cultivo e ao longo do ano, aumentando consideravelmente os problemas advindos da sua injúria.

Devido a todos esses fatores, o percevejo *L. zonatus* vem aumentando em importância nas áreas produtoras de milho. No caso do milho semente essa situação é ainda mais grave tendo em vista que segundo a Instrução Normativa da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças o limite aceitável para que o campo não seja condenado é de $\leq 3\%$ de sementes danificadas por insetos (BRASIL, 2013). Embora o dano ocasionado à semente por *L. zonatus*, ainda, não esteja incluído na Instrução Normativa, o ataque dessa praga reduz a germinação que é de $\geq 85\%$, condenando o lote para a comercialização (BRASIL, 2013). Vale destacar que, atualmente, não existem produtos registrados para o controle de *L. zonatus* infestando cultivos de milho (BRASIL, 2017b) e tão pouco a densidade que resulta na adoção de medidas de controle. Essa situação fomenta o uso de produtos que muitas vezes são pouco eficientes ou em doses muito maiores do que as necessárias para controlar o inseto.

Diante destes fatos, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos para melhor compreender a biologia de *L. zonatus*, determinar o período de suscetibilidade da planta de milho destinado à produção de sementes ao ataque de *L. zonatus*, quantificar as perdas ocasionadas ao milho destinado à produção de sementes, testar inseticidas que sejam eficientes para o controle do inseto e determinar as densidades que requerem a adoção de medidas de controle.

2. OBJETIVO GERAL

Estudar os fatores relativos à biologia de *L. zonatus* e as perdas ocasionadas pela praga, bem como testar inseticidas que sejam eficientes em conter os surtos populacionais do inseto em milho semente e quais as densidades que necessitam da adoção de medidas para o seu controle.

2.1 Objetivos específicos

- 1) Quantificar, através de análise visual, o dano de percevejos às sementes de milho;
- 2) Determinar o desenvolvimento de *L. zonatus* em milho semente;
- 3) Determinar o período de suscetibilidade do milho destinado à produção de sementes ao dano de *L. zonatus*;

- 4) Testar inseticidas que sejam eficientes em proporcionar mortalidade satisfatória da praga;
- 5) Determinar as densidades que requerem a tomada de decisão de controle de *L. zonatus*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Taxonomia e morfologia de *L. zonatus*

O gênero *Leptoglossus* foi descrito inicialmente como sendo *Anisoscelis* e, somente em 1870, *Anisoscelis* passou a ser classificado dentro do gênero *Leptoglossus*. No Brasil, as espécies mais frequentes são *Leptoglossus gonagra* (Fabricius), *Leptoglossus stigma* (Herbst) (Hemiptera: Coreidae) e *L. zonatus* (ALLEN, 1969). Trata-se de gênero composto por grande número de insetos que se caracteriza por apresentar a tíbia posterior expandida (BRAILOVSKY & BARRERA, 1998; BRAILOVSKY, 2014).

Trabalho recente realizado por Brailovsky (2014) apresentou a descrição de cinco novas espécies de *Leptoglossus* que, na nova atualização e considerando as demais espécies já descritas, é composto por 61 espécies conhecidas e uma subespécie.

Em relação à espécie *L. zonatus*, o adulto geralmente apresenta coloração marrom escura e sua característica taxonômica mais marcante é a expansão da tíbia em cerca de 80% e a presença de duas máculas ovóides no disco do pronoto, de coloração amarelada, e na região mediana das asas. Além disso, apresentam uma faixa transversal amarelada no corium das asas em formato de ziguezague e comprimento do corpo maior que 20 mm. O segundo segmento da antena é bicolor (ALLEN, 1969; BRAILOVSKY & SÁNCHEZ, 1983; BRAILOVSKY & BARRERA, 1998; BRAILOVSKY & BARRERA, 2004; BRAILOVSKY, 2014). As fêmeas são maiores que os machos e a proporção é de 1 fêmea: 1 macho (PANIZZI, 1989; MATRANGOLO & WAQUIL, 1994).

As posturas de *L. zonatus* são inicialmente de coloração esverdeada e após algumas horas adquirem coloração marrom (FERNANDES & GRAZIA, 1992; MATRANGOLO & WAQUIL, 1994). As ninfas de *L. zonatus*, logo após a emergência, apresentam coloração alaranjada e permanecem agrupadas até o segundo instar, quando então se dispersam (PANIZZI, 1989; FERNANDES & GRAZIA, 1992; MATRANGOLO & WAQUIL, 1994).

3.2 Distribuição geográfica e importância econômica de *Leptoglossus* spp.

O gênero *Leptoglossus* está distribuído por vasto território ocorrendo desde o sul do Canadá até os Estados Unidos, México, Antilhas, América do Sul e Central, com algumas espécies sendo também detectadas na África, sudeste asiático, ilhas do Pacífico e Austrália e ocorrendo ainda desde a América do Norte até a América do Sul, incluindo Chile e Argentina (ALLEN, 1969; BRAILOVSKI & BARRERA, 1998). Dentro deste gênero, recentemente, a espécie *Leptoglossus occidentalis* Heidmann (Hemiptera: Coreidae) foi introduzida na Europa, sendo inicialmente observada no norte da Itália e rapidamente sendo introduzida em outros países (TAYLOR et al., 2001; PETRAKIS, 2011). No Brasil, esse gênero possui ocorrência relatada em São Paulo, Paraná, Maranhão e Mato Grosso (SCHAEFER & MITCHELL, 1983; KUBO & BATISTA, 1992; PANIZZI, 2004; PIRES et al., 2012), apesar de estar amplamente disseminado no território nacional.

A espécie *L. zonatus* ocorre nos Estados Unidos, México e América Central e do Sul (ALLEN, 1969; BRAILOVSKI & BARRERA, 1998), sendo considerada polífaga por ser capaz de alimentar-se de plantas pertencentes às famílias Malvaceae, Solanaceae, Oxalidaceae, Rutaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Cucurbitaceae, Poaceae, Rosaceae, Lythraceae, Bignoniaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Cactaceae, Juglandaceae e Euphorbiaceae (GRIMM, 1999; GRIMM & SOMARRIBA, 1999; SOUZA & AMARAL FILHO, 1999a, 1999; MICHELOTTO et al., 2006; RIVERO & HERNÁNDEZ, 2009; XIAO & FADAMIRO, 2009; MEDINA & KONDO, 2012; PIRES et al., 2012; TEPOLE-GARCÍA et al., 2012; ALONSO & LESCANO, 2014).

O aumento da importância de *L. zonatus* no cultivo de milho no Brasil foi constatado entre o final dos anos 1980 e início dos anos 1990, nas regiões de Londrina - Paraná e em Balsas – Maranhão (PANIZZI, 2004) e foi associado à abertura de novas áreas produtoras, o que levou a alterações nas condições ambientais, favorecendo a multiplicação da praga, até pouco tempo considerada praga secundária. As culturas do sorgo, soja, feijão, tomate, citros (ZUCCHI et al., 1993) e maracujá (CAETANO et al., 2000a) são consideradas hospedeiras dessa espécie no país. Na região de Aguaí - São Paulo, *L. zonatus* foi observado causando danos em frutos de laranja (KUBO & BATISTA, 1992); em Sinop - Mato Grosso foi observado atacando frutos e plantas de carambola (*Averrhoa carambola* L. Oxalidaceae), acerola (*Malpighia emarginata* DC. Malpighiaceae), amora (*Morus nigra* L. Moraceae) e manga (*Mangifera indica* L. Anacardiaceae) (PIRES et al., 2011; PIRES et al., 2012) e em Maringá - Paraná, atacando pomares de acerola (ALBUQUERQUE et al., 2002). Nos Estados Unidos é considerada praga polífaga, atacando várias espécies de hortaliças e frutíferas, alcançando status de praga chave em pomares cítricos (CHI & MIZELL, 2012). No

México, ocorre em plantações de pinhão manso (*Jatropha curcas* L., Euphorbiaceae) alimentando-se dos frutos tenros e levando-os à queda (GARCIA et al., 2012).

3.3 Biologia de *L. zonatus*

Leptoglossus zonatus apresenta desenvolvimento hemimetabólico, passando por cinco instares quando alimentado com grãos leitosos de milho e sorgo (FERNANDES & GRAZIA, 1992; MATRANGOLO & WAQUIL, 1994; SOUZA & BALDIN, 2009).

A duração total do ciclo biológico de *L. zonatus* alimentando-se de milho e sorgo é de 38,3 e 41,2 dias, respectivamente (MATRANGOLO & WAQUIL, 1994), com média de 40 dias. A duração do período ninfal pode ser influenciada pelo tipo de alimento, variedade e espécie utilizada (PANIZZI, 1989; CAETANO & BOIÇA JR., 2000b). Desta forma, o número médio de ovos por fêmea, o número de posturas por fêmea e o número de ovos por postura foi de 96,2, 5,5 e 15,0, respectivamente, quando os adultos foram alimentados com grãos de sorgo (MATRANGOLO & WAQUIL, 1994). Todavia, o número médio de ovos e de posturas por fêmea foi de 107,6 e 5,2 e o período de pré-oviposição variou de 22-105 dias para insetos alimentados com sementes de milho verde e vagens de soja, respectivamente (PANIZZI, 1989). Além disso, Matrangolo & Waquil (1994) observaram que fêmeas de *L. zonatus* alimentadas com grãos de sorgo realizaram a primeira oviposição aos 42,6 dias. Adicionalmente, ninfas alimentadas com semente de milho verde, vagem de soja e feijão, apresentaram mortalidade variável entre 50-85% e sobrevivência de adultos, ao final de 40 dias, variando entre 33-77% com 83,3% das fêmeas realizando oviposição no milho enquanto apenas 6,2% de fêmeas ovipositaram em vagem de soja (PANIZZI, 1989).

Ao usar frutos de diferentes espécies de maracujá como fonte alimentar para ninfas de *L. zonatus* verificou-se que todas morreram (CAETANO & BOIÇA JR., 2000b). Entretanto, o uso de sementes de milho verde, vagem de soja e de feijão como fonte alimentar proporcionou a obtenção de adultos com peso de 118 mg, 106 mg e 70 mg, respectivamente, tornando evidente que o ganho de peso foi superior para os insetos alimentados com sementes de milho verde (PANIZZI, 1989).

A longevidade dos adultos alimentados com grãos leitosos de sorgo foi de 71,0 e 54,3 dias para fêmeas e machos, respectivamente, a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $78 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas (MATRANGOLO & WAQUIL, 1994). A longevidade média tanto para fêmeas quanto para machos alimentados com semente de milho verde foi de 65 dias (PANIZZI, 1989). As fêmeas de *L. zonatus* podem ovipositar por até 122 dias de idade (MATRANGOLO & WAQUIL, 1994; SOUZA & BALDIN, 2009).

Jackson et al. (1995) avaliaram o efeito de duas fontes alimentares e diferentes temperaturas sobre o desenvolvimento, a longevidade e a fecundidade de *L. zonatus*. Sob temperaturas amenas de 20°C e 25°C verificou-se maior eclosão de ovos (cerca de 80%) do que em temperaturas mais elevadas de 30°C e 35°C (cerca de 70%). Entretanto, o período ninfal aumentou consideravelmente nas temperaturas mais amenas, sendo de 137,5 dias com o inseto desenvolvendo-se a 20°C e de 48,4 dias com o inseto desenvolvendo-se a 35°C, com alimentação a base de feijão; no caso da dieta artificial esses valores foram de 260,3 dias e 73,7 dias para as temperaturas de 20°C e 35°C, respectivamente. Em relação à longevidade de adultos, verificou-se que foi da ordem de 102,3 e 260,3 dias com o inseto sendo alimentado com dieta artificial e desenvolvendo-se nas temperaturas de 30°C e 20°C, respectivamente. Esses mesmos adultos produziram 334,7 e 153 ovos nas temperaturas de 30°C e 20°C, respectivamente. Desta forma, apesar da porcentagem de ovos eclodidos ter sido maior a 20°C e 25°C, a sobrevivência de ninfas e a fecundidade de fêmeas foram mais elevadas sob temperaturas mais altas, entre 25°C e 30°C. Vale destacar que as ninfas não foram capazes de completar seu desenvolvimento a 15°C. Portanto, os resultados permitiram concluir que *L. zonatus* está perfeitamente adaptado a temperaturas oscilantes entre 18°C a 35°C, frequentes nas principais regiões produtoras de milho no Brasil e que a temperatura base é superior a 15°C.

3.4 Comportamento de *L. zonatus*

A fêmea de *L. zonatus* geralmente prefere ovipositar sobre as bainhas das folhas de milho e os ovos são colocados enfileirados e agrupados (FERNANDES & GRAZIA, 1992; SOUZA & BALDIN, 2009).

As ninfas, logo após a eclosão, ficam agrupadas em diferentes partes da planta de milho. Todavia, a maior abundância de ninfas é observada na espiga do milho. O mesmo ocorre com os adultos que embora possam ser encontrados em diferentes partes da planta, têm ocorrência preponderante nas espigas (SOUZA & BALDIN, 2009). *L. zonatus* apresenta feromônio de agregação e nos dois primeiros estádios de desenvolvimento permanecem agregados e passam a se dispersar a partir do terceiro instar (PANIZZI, 1989; FERNANDES & GRAZIA, 1992). Além disso, em um trabalho realizado com *L. occidentalis* constatou-se que essa espécie produz feromônio de agregação (BLATT & BORDEN, 1996) enquanto a espécie *Leptoglossus clypealis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) apresentou feromônio sexual (WANG & MILLAR, 2000).

Segundo Panizzi (2004), *L. zonatus* apresenta comportamento de voar e pousar sobre objetos e pessoas que estão próximos aos campos de milho. Esse mesmo autor realizou um experimento

onde avaliou o comportamento de reconhecimento territorial desse inseto. Para isso foram instaladas armadilhas plásticas de coloração verde sobre uma estaca de madeira de 1,5 m de altura espaçadas de 10 m entre si. Em seguida, avaliou-se o número de insetos adultos que pousavam sobre essas armadilhas, no primeiro, segundo, quarto e oitavo dia após a sua colocação nos intervalos de 5, 10, 20, 40, 80, 160 e 320 minutos. Os resultados indicaram que *L. zonatus* concentra-se, de forma crescente, sobre os objetos introduzidos em seu habitat natural no intervalo de 5 a 320 minutos, nas primeiras 24 horas. No entanto, do primeiro ao oitavo dia após a colocação das armadilhas ocorreu um decréscimo no número de insetos sobre esses objetos o que indica que com o passar do tempo esse possível comportamento territorial tende a diminuir.

3.5 Prejuízos causados por *Leptoglossus* spp.

O gênero *Leptoglossus* é capaz de danificar e provocar queda de estruturas reprodutivas de várias espécies frutíferas, cereais, hortaliças e nozes e, dependendo da intensidade de dano, acarretar o apodrecimento das estruturas atacadas (MEAD, 1999; ALBUQUERQUE et al., 2002; CHI & MIZELL, 2012; PIRES et al., 2012). A espécie *L. gonagra* foi descrita entre os insetos sugadores de grande relevância nas culturas da abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.) e moranga (*Cucurbita maxima* Duch.), devido à sucção da seiva das folhas, ramos e frutos em desenvolvimento, podendo ocasionar necrose dos mesmos e reduzir a produção (BALDIN et al., 2002).

A espécie *L. zonatus* foi descrita como praga-chave de pomares de citrus na região do Golfo da Costa nos Estados Unidos (XIAO & FADAMIRO, 2009; XIAO & FADAMIRO, 2010). No milho, *L. zonatus* pode alcançar o status de praga chave, em virtude de atacar a espiga (PANIZZI, 1989), que é a parte comercializada da planta. Adultos e ninfas sugam os grãos da espiga desde sua formação até a maturação fisiológica, injetando substâncias tóxicas, prejudicando o enchimento ou alterando sua qualidade fisiológica e sanitária e contribuindo para redução da sua qualidade final, tornando-as inviáveis (ZUCCHI et al., 1993). Os grãos danificados podem murchar ou apodrecer causando perdas de produção de até 15% (SOUZA & BALDIN, 2009). *L. zonatus* tem a capacidade de produzir em seu aparelho digestivo, um complexo enzimático (carboidrases), que permite a digestão dos grânulos de amido presentes nas sementes de milho (ROCHA & PINTO, 2014). Em função desse mecanismo, *L. zonatus* é capaz de danificar o milho em todos os estádios reprodutivos da cultura, e em se tratando de campos de produção de sementes os problemas podem ser ainda mais graves, devido ao comprometimento dos parâmetros de qualidade exigidos para a comercialização das sementes. A infestação pode se iniciar no pendoamento e persistir até a

maturação fisiológica dos grãos, sendo constatado apenas por ocasião da colheita ou do processamento das sementes em virtude de ficarem protegidas pela palha (ZUCCHI et al., 1993).

O milho cultivado para produção de sementes pode ter sua condição fisiológica grandemente alterada bem como apresentar redução no enchimento de sementes a exemplo do que já foi constatado em relação a outras espécies florestais (coníferas) quando infestadas por espécies do gênero *Leptoglossus* (BATES et al., 2001; BATES et al., 2002a; LESIEUR et al., 2014) que também causaram abortamento de sementes (BATES et al., 2002b), reduziram a quantidade de lipídeos e proteínas armazenados e, em consequência, a emergência de plântulas (BATES et al., 2001) e atuaram como vetores de patógenos (MITCHELL, 2004; PROM & PERUMAL, 2008).

Além disso, Ni et al (2010) avaliaram o impacto de *Euschistus servus* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) nos componentes de produtividade e qualidade dos grãos de milho em plantas infestadas no pendoamento (VT), embonecamento (R1) e grão no estádio de bolha d'água (R2) com densidades variáveis de 0-6 percevejos por espiga, que foram mantidos confinados às plantas por nove dias. Os autores verificaram que independente do estádio que a planta foi infestada, os percevejos causaram descoloração dos grãos e que o abortamento de grãos foi influenciado tanto pelo estádio em que a cultura foi infestada quanto pela densidade de percevejos empregada. Entretanto, o peso dos grãos só foi significativamente reduzido quando três adultos do inseto foram confinados às espigas no estádio VT ou R1 e a injúria do percevejo no estádio R2 não acarretou dano aos grãos e ou alterou o peso das espigas ou dos grãos. Os autores, também, concluíram que a duração da infestação (9 ou 18 dias) apresentou correlação positiva com a porcentagem de grãos descoloridos (que causam perda da qualidade), apesar de não ter afetado o peso dos grãos ou da espiga.

3.6 Métodos empregados para o controle de *L. zonatus*

O controle de *L. zonatus* geralmente é feito através do uso de inseticidas, por ser um método eficaz e de fácil adoção (SOUZA & BALDIN, 2009). No entanto, apenas um inseticida está registrado para o controle de *L. gonagra* na cultura do maracujá. Logo, não existem inseticidas registrados para o controle de *L. zonatus* no milho e em nenhuma outra cultura (BRASIL, 2017b).

Todavia, para o percevejo *D. melacanthus* que danifica o milho na fase inicial, há várias propostas de manejo e recomendação de inseticidas para o tratamento de sementes e em aplicações aéreas (BRUSTOLIN et al., 2011; ÁVILA & DUARTE, 2012). Similarmente, existem inúmeros estudos e produtos registrados para manejo dos principais percevejos pragas da soja, isto é, *Euschistus heros* (Fabriccius) (Hemiptera: Pentatomidae), *Piezodorus guildinii* (Westwood)

(Hemiptera: Pentatomidae) e *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae) (RAMIRO et al., 2005). Fora do Brasil vários estudos têm avaliado as doses ou concentrações efetivas em controlar percevejos-praga dos cultivos principalmente os pertencentes à família Pentatomidae (SNODGRASS et al., 2005; LESKLEY et al., 2012; LÓPEZ JR. et al., 2013; LESKLEY et al., 2014; BLACKMAN et al., 2015; PANSA et al., 2015).

Outras medidas de controle que, também, podem ser adotadas incluem o uso de cultivares resistentes (SMITH, 2005). Entretanto, os estudos com a cultura do milho foram realizados, em sua maioria, no sentido de selecionar linhagens e híbridos apresentando resistência à *S. frugiperda* (SILVEIRA et al., 1997; LIMA et al., 2006; NI et al., 2014). Existe o relato de apenas um estudo que foi realizado com o propósito de avaliar a preferência alimentar de *L. zonatus* por diferentes genótipos de milho, tendo sido constatado que os genótipos AL-25, AL-34, AL-Manduri e AL-Bandeirante foram considerados moderadamente resistentes, expressando não preferência para alimentação e antibiose. No entanto, o genótipo AL-Bianco comportou-se como o mais suscetível, favorecendo o desenvolvimento das ninfas do inseto (SOUZA & BALDIN, 2009).

A obtenção de genótipos de milho resistentes é dificultada pelo grande número de linhagens que são produzidas anualmente por cada programa de melhoramento. Além disso, o sistema de reprodução das plantas (alogamia) dificulta ainda mais a transferência de possíveis genes de resistência, devido à necessidade de realização de vários retrocruzamentos para a recuperação da linhagem em homozigose (HALLAUER et al., 2010).

Os estudos que têm considerado a avaliação da preferência de *L. zonatus*, em geral, têm se concentrado na avaliação da preferência por diferentes hospedeiros pertencentes a diferentes famílias botânicas (XIAO & FADAMIRO, 2009).

Um método de controle alternativo foi estudado na região de Sinop - Mato Grosso em área cultivada com milho AG1051 no período de novembro a abril. No estudo em questão foram avaliadas as armadilhas do tipo “R. Bianco”, em sistema aberto e fechado, adaptadas com garrafas pet contendo 30 g de sementes de soja previamente umedecidas e misturadas a uma pitada de sal tratadas com os inseticidas imidacloprido (Neonicotinoide) e beta-ciflutrina (Piretroide). Aos 20 dias após a instalação das armadilhas que ocorreu nos estádios reprodutivos de VT a R3, as interações das iscas versus inseticidas e do modelo versus inseticidas não apresentaram diferenças significativas, não sendo possível uma análise satisfatória do seu efeito atrativo a *L. zonatus* (BARRETO & SILVA, 2016).

Em relação ao controle biológico, existem vários relatos da ocorrência de inimigos naturais de ovos e adultos de *L. zonatus*. Em trabalho de levantamento de inimigos naturais em lavoura de milho localizada no estado de São Paulo, foram coletados adultos e posturas do percevejo para quantificar e identificar os possíveis parasitoides que ocorrem associados a *L. zonatus*. Do total de

adultos e ovos coletados cerca de 20% e 64%, respectivamente, estavam parasitados por *Trichopoda pennipes* Fabricius (Diptera: Tachinidae) e *Gryon* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) (SOUZA & AMARAL FILHO, 1999b). A ocorrência do gênero *Gryon* e dos gêneros *Brasema* e *Anastatus* (Hymenoptera: Eupelmidae) foi registrado em ovos de *L. zonatus* em lavoura de milho no município de Itumbiara - Goiás (MARCHIORI et al., 2002; MARCHIORI, 2003). Além disso, em estudo realizado no México em que foram coletados ovos de *L. zonatus* em cultivos de *Carya illinoensis* K. (Juglandaceae) e se avaliou a emergência de parasitoides, detectou-se a presença de *Neorileya ashmeadi* Crawford (Hymenoptera: Eurytomidae), *Telenomus goliathus* Johnson (Hymenoptera: Scelionidae) e *Cephalonomia* sp. (Hymenoptera: Bethyilidae) (RIVERO & HERNÁNDEZ, 2009). Logo, não existem relatos de programas que empreguem liberações inundativas e/ou inoculativas de inimigos naturais para o controle de *L. zonatus*.

3.7 Qualidade fisiológica de sementes

No Brasil grande parte da semente de milho é cultivada com irrigação, devido a grande disponibilidade de área irrigada, além do valor agregado que a semente possui (ABIMAQ, 2013; UFSM, 2017). Em função dessa situação, de modo geral, a qualidade de sementes no país é considerada boa, pois além das condições climáticas favoráveis, os produtores e empresas muitas vezes adotam padrões mais rígidos de qualidade do que a legislação brasileira demanda. Esses padrões estão expressos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) que apresentam todas as exigências para que um campo cultivado com o objetivo de ser comercializado como semente possa atender todos os requisitos demandados. Desta forma, neste documento são explicitados como devem ser feitas a amostragem da semente, a análise de pureza, a verificação da mistura de cultivares, a determinação da presença de sementes de outras espécies e por fim os testes para garantir a qualidade fisiológica da semente. Nesse aspecto, os parâmetros de qualidade são atestados através dos testes: de germinação, tetrazólio, sanidade de sementes e exame de sementes infestadas por insetos. Os padrões de qualidade explicitados para que a semente possa ser comercializada, segundo a Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças são referentes à germinação ($\geq 85\%$) e infestação com insetos (presença de $\leq 3\%$) (BRASIL, 2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Produção de sementes

Os dados que originaram as informações desse estudo foram obtidos nos campos de produção de sementes da DuPont Pioneer Sementes localizados nos municípios de Itumbiara – GO, Morrinhos – GO, Paraúna – GO e Planaltina – DF na primeira e segunda safras em sistema de irrigação por pivô central, de acordo com as exigências hídricas da cultura (UFSM, 2017).

Os genótipos usados nos cruzamentos (produção do híbrido) foram plantados nas proporções de 4:2 (quatro linhas da fêmea e duas linhas do macho) e 5:2 (cinco linhas da fêmea e duas linhas do macho), dependendo das características dos genótipos usados no cruzamento. A população inicial dos genótipos usados como fêmea e macho variaram de 68-78 e 92-102 mil plantas por hectare, respectivamente, utilizando espaçamento de 0,6 m entre linha para o genótipo fêmea e 0,4 m para o genótipo macho (polinizador).

A ordem de plantio foi realizada de acordo com a soma térmica entre as faixas de temperatura de 10°C a 30°C (PIONEER, 2017a) e cada campo foi plantado inicialmente com o genótipo mais tardio e em seguida com o mais precoce.

A adubação empregada no plantio e em cobertura foi em função do resultado da análise do solo realizada antes da implantação da cultura. A recomendação de adubação foi feita para obtenção de um nível de produtividade de grãos acima de 10 ton ha⁻¹ (REATTO et al., 2004).

Em relação às doenças e pragas os campos foram monitorados e de acordo com a necessidade foram realizadas intervenções com fungicidas e inseticidas. Em média foram realizadas quatro aplicações dos fungicidas piraclostrobina (133 g i.a. L⁻¹) + epoxiconazole (50 g i.a. L⁻¹) na concentração de 0,75 L p.c. ha⁻¹ e azoxistrobina (200 g i.a. L⁻¹) + ciproconazol (50 g i.a. L⁻¹) na concentração de 0,3 L p.c. ha⁻¹ (BRASIL, 2017b). Em relação às pragas foram realizadas em média oito aplicações de inseticidas com metomil (215 g i.a. L⁻¹) na concentração de 0,6 L p.c. ha⁻¹, lufenuron (50 g i.a. L⁻¹) na concentração de 0,3 L p.c. ha⁻¹, indoxacarbe (150 g i.a. L⁻¹) na concentração de 0,25 L p.c. ha⁻¹ e espinosade (480 g i.a. L⁻¹) na concentração de 0,075 L p.c. ha⁻¹ (BRASIL, 2017b).

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas inspeções nos campos para eliminação das plantas de milho voluntárias (plantas que não faziam parte do cruzamento) e próximo do florescimento foram removidas as plantas com porte inferior à média do genótipo plantado como fêmea. Antes do início da liberação do grão-de-polén foi iniciado o despendoamento do genótipo fêmea. Para tal, inicialmente, um equipamento mecanizado contendo uma lâmina foi usado para cortar a parte superior do cartucho da planta contendo o pendão. No dia seguinte, um

segundo equipamento mecanizado contendo um sistema de rolo de borracha removeu os pendões expostos. Após esse procedimento, iniciou-se a inspeção visual com um equipamento tratorizado (trampo) para a remoção dos pendões remanescentes. Essa operação se repetiu a intervalos de dois dias até que a porcentagem de plantas do genótipo fêmeas atingiram o limite de mais de 99% de plantas despendoadas. Ao final da polinização, as linhas plantadas com o genótipo macho (polinizador) foram eliminadas mecanicamente com um equipamento tratorizado com um sistema de rolo faca sendo que as plantas foram derrubadas e seccionadas em pedaços menores para evitar risco de contaminação no momento da colheita.

Próximo da maturação fisiológica o fornecimento de água foi interrompido, quando os genótipos atingiram a umidade de colheita que varia de 30 a 38% (cada material apresenta umidade de colheita pré-determinada em função da sensibilidade de secagem e facilidade de despalha mecanizada). A colheita foi realizada com colheitadeira de espiga, ou seja, as espigas foram colhidas no campo com a palha e foram transportadas com caminhão apropriado (carroceria com sistema de ripas) que evitou o aquecimento excessivo durante o transporte do campo até a unidade de beneficiamento de semente (UBS).

Na UBS as espigas foram descarregadas na plataforma de descarga e foram transportadas por um sistema de correia transportadora sendo, posteriormente, direcionadas para um sistema de rolos contendo borracha onde as mesmas foram despalhadas. Após a despalha mecanizada, as espigas foram direcionadas para a mesa de seleção onde aquelas visualmente diferentes do genótipo que foi usado no cultivo a campo e apresentando dano por patógenos e insetos foram removidas e descartadas manualmente.

As espigas sem palha e aparentemente sadias foram transportadas por correia transportadora até o secador de espiga onde permaneceram até atingir umidade igual ou inferior a 11,5%. Ao atingir a umidade de debulha as espigas foram transportadas por correia transportadora até o sistema de debulha contendo rolos de borracha para minimizar o dano mecânico. Após essa etapa, as sementes foram destinadas ao processo de limpeza, classificação (mesa de gravidade e tries), tratamento com fungicida carbendazim (150 g L^{-1}) + tiram (350 g L^{-1}) na dose de $2 \text{ ml p.c. kg}^{-1}$ (BRASIL, 2017b), ensacamento (sacas de 60 mil sementes) e estocagem em armazém ou câmara fria para serem comercializadas.

4.2 Quantificação das perdas ocasionadas por *L. zonatus* em milho destinado à produção de sementes

Os estudos básicos do projeto foram conduzidos em Laboratório de Criação de Insetos da DuPont Pioneer em Planaltina – DF em sala aclimatizada para temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Os ensaios de casa de vegetação e campo foram realizados em área experimental e em campos de produção de sementes nos municípios de Itumbiara - GO, Morrinhos – GO, Paraúna – GO e Planaltina - DF, empregando-se irrigação por aspersão, pivô linear e pivô central. As análises da qualidade de sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - DF.

4.3 Avaliação do ciclo biológico de *L. zonatus*

O estabelecimento da colônia de *L. zonatus* em laboratório foi realizado através de coletas de 2.000 percevejos adultos provenientes de lavouras de milho comercial localizadas em Planaltina - Distrito Federal e Itumbiara - Goiás. Os insetos foram coletados com auxílio de rede entomológica e acondicionados em gaiolas de 20 x 20 x 40 cm confeccionadas com madeira e revestidas com malha metálica de 2 mm, para facilitar a aeração no interior das mesmas. Após a coleta, os insetos foram transferidos para o Laboratório de Criação de Insetos e foram mantidos em gaiolas construídas com estrutura de tubos de PVC de 50 x 50 x 70 cm revestida com tecido do tipo “voil”, contendo um zíper lateral em formato de “L” invertido para facilitar a limpeza, troca de alimento e assepsia. Cada gaiola recebeu 500 percevejos adultos.

O substrato para oviposição foi constituído por um retângulo feito de cano de PVC contendo cordões de Nylon de 6.6 (60/60/2 S+Z) de coloração branca, distanciados 2 cm entre si e fixados no topo da gaiola. As posturas foram coletadas a cada sete dias e transferidas para uma nova gaiola contendo as mesmas dimensões da empregada para manutenção da população. Cada gaiola recebeu em média 3.000 ovos. As ninfas recém-eclodidas permaneceram nessa mesma gaiola até o terceiro instar, quando foram separadas em duas gaiolas, onde elas permaneceram até completar a fase adulta. Foram utilizadas espigas de milho do genótipo híbrido 30K75 sem palha e na fase R2 (estádio bolha d’água) a R4 (estádio grão pastoso) como alimento. Na parte superior e inferior das gaiolas de criação foram mantidos chumaços de algodão embebidos em água destilada como fonte de água. Tanto o alimento quanto a água foram substituídos a cada três dias. Sempre que necessário,

foi feita a higienização da gaiola e a remoção dos insetos mortos e das exúvias. Todo esse procedimento foi realizado em condições controladas descritas previamente.

Para a determinação das características biológicas de *L. zonatus* foi utilizada a geração F₁ com os insetos sendo alimentados com espigas do genótipo híbrido A. Posturas de no máximo 2 dias de idade provenientes dos insetos coletados a campo foram individualizadas e acondicionadas em recipientes plásticos transparente de 12 x 20 x 8 cm contendo, na parte superior, um orifício circular de 3 cm de diâmetro recoberto com tela anti-afídeo, para facilitar a aeração e evitar a condensação excessiva de umidade. A base do recipiente de postura foi recoberta com papel filtro. Foram avaliadas 20 posturas (repetições) contendo aproximadamente 15 ovos cada.

Os insetos foram avaliados diariamente quanto à mortalidade e mudança de instar. A mudança de instar foi determinada a partir da liberação da exúvia. A determinação do número de dias requeridos para completar um instar foi feita através da média ponderada obtida para os indivíduos componentes de uma dada repetição. Quando o número de exúvias foi igual ao número de ninfas em cada repetição foi considerado que todos os insetos haviam mudado de instar. Esse procedimento foi repetido até que todos os insetos atingissem a fase adulta. As variáveis avaliadas foram: a duração de cada fase (em dias) e a mortalidade que foi usada para estimar a viabilidade das diferentes fases (em porcentagem).

4.4 Estádio fenológico da planta de milho para a produção de sementes e o dano de *L. zonatus*

4.4.1 Ensaio em casa de vegetação – híbrido A (com sobreposição de infestação)

O ensaio foi desenvolvido em casa de vegetação da Dupont Pioneer Sementes em Planaltina - DF, empregando o genótipo híbrido A e utilizando irrigação por aspersão. Os tratos culturais na área experimental foram os mesmos adotados nos campos de produção de semente, exceto em relação às aplicações de inseticidas que não foram realizadas.

As parcelas foram semeadas com espaçamento de 0,4 x 0,4 m, sendo empregadas duas sementes por cova, totalizando oito plantas por parcela. Após a germinação, foram selecionadas as plantas com desenvolvimento mais uniforme, mantendo-se apenas quatro plantas por parcela.

Após selecionar as quatro plantas de cada parcela, as mesmas foram envoltas por gaiola de 0,6 x 0,6 x 2,4 m de tecido tipo “voil” com um zíper lateral em “L” (Figura 1) para facilitar a infestação, reposição dos insetos mortos e substituição dos insetos de acordo com o tratamento empregado. Na parte superior das gaiolas foram empregadas estruturas metálicas de 0,6 x 0,6 m sustentadas por correntes que foram presas na parte superior da casa de vegetação para fixação das

mesmas. Na parte inferior das plantas foram usadas estruturas do mesmo material e dimensão fixadas com estacas plásticas de 0,22 m.

Antes da introdução dos insetos foi removido o pendão das plantas componentes da parcela experimental visando reproduzir o que acontece em um campo de produção de sementes. Por ocasião do aparecimento dos primeiros estilo-estigmas foi realizada polinização manual da espiga principal, empregando plantas adicionais cultivadas na mesma casa de vegetação e não utilizadas na experimentação. Espigas adicionais não foram polinizadas ou avaliadas. A operação de polinização foi repetida três vezes com intervalo de dois dias entre si. Após esse procedimento, cada gaiola recebeu 10 casais de *L. zonatus* provenientes da criação massal com o híbrido 30K75 com idade entre um a quatro dias. Essa densidade foi escolhida devido ao comportamento gregário que o percevejo *L. zonatus* apresenta em condições naturais de campo. A separação dos casais foi feita através do exame das genitálias do macho (pigóforo com placa única) e da fêmea (pigóforo subdividido), de acordo com a descrição contida em NASCIMENTO et al. (1996) e confirmada pelos trabalhos de BRAILOVSKY (2014) e SOUZA et al. (2016).

Independente do período avaliado, os tratamentos foram infestados ao mesmo tempo. Dentro de cada intervalo testado e para intervalos de infestação superiores a 20 dias, os insetos foram removidos e substituídos a cada 20 dias, empregando-se a mesma densidade de insetos utilizada na infestação inicial. O período máximo de exposição de 60 dias foi utilizado visando contemplar os diferentes grupos de maturação dos diferentes genótipos utilizados para a produção de sementes, que podem permanecer no campo por até 60 dias após o início do florescimento para atingir o ponto de colheita (maturação fisiológica). Os intervalos de: 0-20; 0-40; 0-60; 21-40; 21-60 e 41-60 dias correspondem aos estádios fenológicos R1-R2 (embonecamento-bolha d'água); R1-R4 (embonecamento-grão pastoso); R1-R6 (embonecamento-maturidade fisiológica); R3-R4 (grão leitoso-grão pastoso); R3-R6 (grão leitoso-maturidade fisiológica) e R5-R6 (formação de dente-maturidade fisiológica) (Tabela 1), respectivamente (PIONEER, 2017b).

Durante a condução do experimento foi realizado o monitoramento visual das gaiolas a cada 2 dias e os insetos mortos foram substituídos. Posturas e ninfas oriundas dos insetos utilizados na infestação foram eliminadas, para que não ocorresse interferência nos resultados, tendo em vista a densidade inicial proposta.

Ao final de 60 dias, as espigas foram colhidas manualmente, individualizadas e destinadas à secagem em secador de caixa até atingirem umidade igual ou inferior a 11,5%. Em seguida, as espigas foram debulhadas manualmente e quantificadas, por avaliação visual, quanto ao número de sementes murchas (SM), sementes com dano no embrião (SDE), sementes com dano no endosperma (SDEP) e sementes sem dano (SSD) (Figura 2). Esses valores foram empregados para o cálculo da porcentagem de sementes murchas (PSM), porcentagem de sementes com dano no

embrião (PSDE) e porcentagem de sementes com dano no endosperma (PSDEP), bem como para a totalização da porcentagem de dano (PSDT).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso e os dados foram testados em relação aos pressupostos da análise de variância e submetidos à análise de variância e teste Tukey a $p \leq 0,05$, empregando-se o proc GLM do software SAS (SAS, 2002).



Figura 1. Parcelas protegidas com gaiolas de 0,6 x 0,6 x 2,4 m de tecido tipo “voil” contendo um zíper lateral em “L” (mesmo modelo usado nos ensaios de casa de vegetação e campo).*Foto realizada em ensaio de campo.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos usados para determinação do período de suscetibilidade de campos de produção de semente de milho híbrido ao dano de *L. zonatus* em condições de campo com sobreposição de infestação.

Descrição dos tratamentos (dias)	Infestação com os insetos (dias após a emissão dos estilo-estigmas)		
	0-20	21-40	41-60
0-20	x		
0-40	x	x	
0-60	x	x	x
21-40		x	
21-60		x	x
41-60			x
Testemunha			

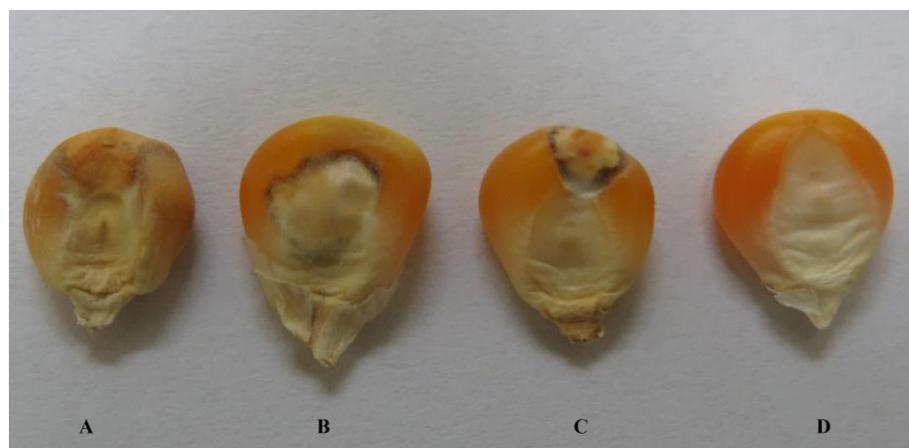


Figura 2. Classificação da semente de milho com base nas categorias de dano: semente murcha [SM] (A), semente com dano no embrião [SDE] (B), semente com dano no endosperma [SDEP] (C) e semente sem dano [SSD] (D).

4.4.2 Ensaio de campo – linhagem A (com e sem sobreposição de infestação)

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Dupont Pioneer Sementes, em Itumbiara - GO, com sistema de irrigação por pivô linear. Os tratamentos corresponderam aos intervalos (em dias após a emissão dos estilo-estimas) apresentados na Tabela 1 com sobreposição de infestação e Tabela 2 sem sobreposição de infestação. Os intervalos sem sobreposição de: 0-10; 11-20; 21-30; 31-40 e 41-50 dias correspondem aos estádios fenológicos VT-R1 (pendoamento- embonecamento); R1-R2 (embonecamento-bolha d'água); R2-R3 (bolha d'água-grão leitoso); R3-R4 (grão leitoso-grão pastoso) e R4-R5 (grão pastoso-formação de dente), respectivamente (PIONEER, 2017b).

Independente do período avaliado, os tratamentos foram infestados ao mesmo tempo. Dentro de cada intervalo testado e para intervalos de infestação superiores a 10 ou 20 dias, os insetos foram removidos e substituídos a cada 10 ou 20 dias, empregando-se a mesma densidade de insetos utilizada na infestação inicial.

Foi empregada a linhagem A e as práticas e tratos culturais na área experimental foram os mesmos descritos no item 4.4.1.

A área experimental constituiu-se de uma faixa de 10,8 m de largura x 30,0 m de comprimento, empregando-se espaçamento entre linhas de 0,4 m e duas vezes a população de plantas recomendada para evitar falha na germinação e fazer o desbaste, mantendo as plantas com desenvolvimento semelhante. As linhas 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 18, 21, 22 e 23 foram eliminadas no pré-florescimento e as linhas 1, 2, 3, 4, 24, 25, 26 e 27, além dos 4 metros em cada extremidade do campo experimental foram usados como bordadura (Figura 3).

A partir do desenvolvimento das plantas foi feito o desbaste conforme descrito anteriormente para o item 4.4.1, mantendo-se, entretanto, oito plantas por parcela. Outro desbaste adicional foi realizado no pré-florescimento, mantendo-se a população final de quatro plantas (duas em cada linha) com porte uniforme e que estavam em pontos próximos do estágio reprodutivo (Figura 4).

Após selecionar as quatro plantas por parcelas elas foram envoltas por gaiolas de mesma dimensão descrita no item 4.4.1 (Figura 1) fixadas pela base com uma estrutura metálica de 0,6 x 0,6 m (Figura 5) contendo duas estacas plásticas de 0,22 m e sustentadas por estacas de madeiras de 0,04 x 0,04 x 2,5 m e cordas de náilon de 6 mm (Figura 6). As parcelas experimentais foram alocadas nas linhas 8, 9, 11, 12, 16, 17, 19 e 20 (Figura 3).

A metodologia empregada para a polinização das plantas e a época e o número de casais de *L. zonatus* introduzidos por parcela, seguiu o mesmo procedimento do ensaio descrito em 4.4.1. Similarmente, foram realizadas as mesmas avaliações e as mesmas análises estatísticas descritas neste item.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos usados para determinação do período de suscetibilidade de campos de produção de semente de milho híbrido ao dano de *L. zonatus* em condições de campo sem sobreposição de infestação.

Descrição dos tratamentos (dias)	Infestação com os insetos (dias após a emissão dos estilo-estigmas)
0-10	x
11-20	x
21-30	x
31-40	x
41-50	x
Testemunha	

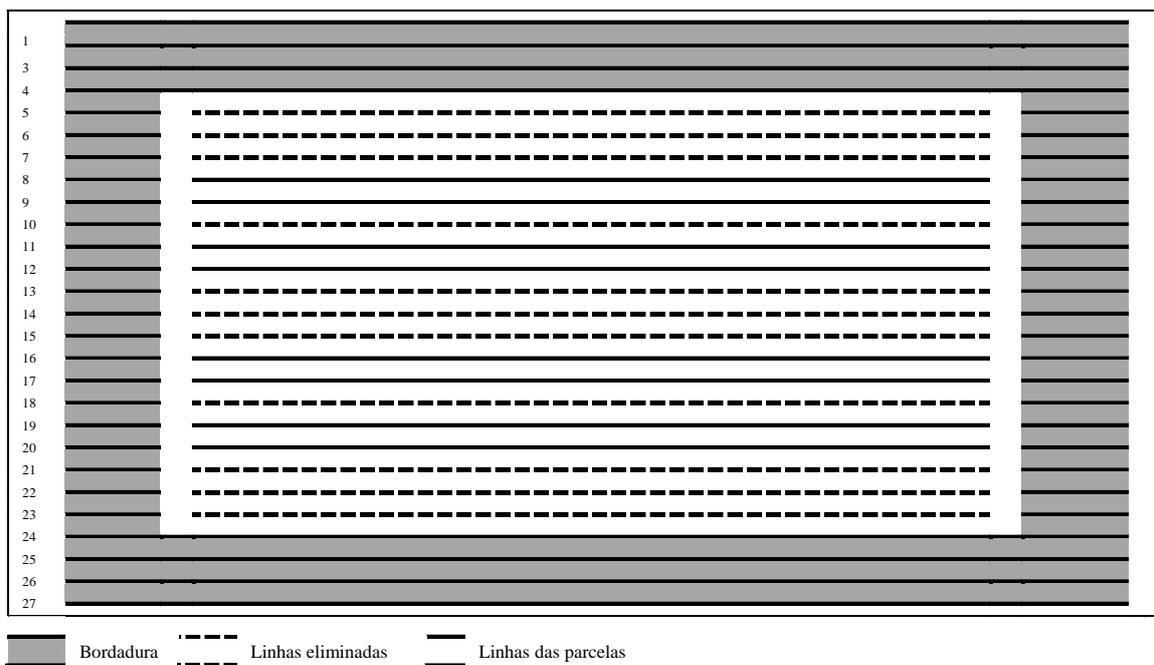


Figura 3. Croqui ilustrativo dos campos de produção de semente de milho híbrido cultivados para determinação do período de suscetibilidade da cultura a *L. zonatus* em condições de campo.



Figura 4. Parcela experimental contendo quatro plantas de milho selecionadas para infestação com *L. zonatus* que apresentavam desenvolvimento uniforme.



Figura 5. Base de fixação das gaiolas em uma estrutura metálica de 0,6 x 0,6 m com duas estacas plásticas de 0,22 m.



Figura 6. Estrutura de sustentação das gaiolas por meio de estacas de madeira de 0,04 x 0,04 x 2,5 m e corda de náilon de 6 mm.

4.4.3 Testes padrão para mensuração da qualidade da semente de milho sob dano de *L. zonatus*

As espigas necessárias para a realização desses testes foram obtidas de área experimental localizada em Planaltina - DF cultivada com o genótipo híbrido A que foi protegido com gaiolas, conforme descrito no item 4.4.1, empregando a mesma metodologia de infestação e manutenção dos insetos em contato com as plantas descritos nesse item e mantendo os insetos em contato com as plantas desde a emissão de estilo-estigmas até os 60 dias após o florescimento.

Os testes descritos a seguir foram realizados com as diferentes categorias de sementes de milho (tratamentos) determinadas por avaliação visual: sementes murchas (SM), sementes com dano no embrião (SDE), sementes com dano no endosperma (SDEP) e sementes sem dano (SSD). Adicionalmente, foi incluído um tratamento correspondente às sementes obtidas de campo protegido com gaiolas e, portanto, sem infestação do percevejo (SSI). Todas as categorias de dano foram avaliadas com e sem tratamento com fungicida. As sementes tratadas com fungicidas receberam a dose de 2 mL de p.c. kg⁻¹ de semente dos ingredientes ativos (carbendazim + tiram) nas concentrações de 150 g i.a. L⁻¹ e 350 g i.a. L⁻¹, respectivamente.

O delineamento experimental para avaliação da qualidade da semente foi inteiramente ao acaso e os dados avaliados foram testados em relação aos pressupostos da análise de variância e submetidos à análise de variância e teste Tukey a $p \leq 0,05$, empregando-se o proc GLM do software SAS (SAS, 2002).

Teste padrão de germinação (TPG)

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em rolo de papel-toalha, tipo Germitest, embebido em água na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato seco, a uma temperatura de 25°C. As avaliações das plântulas normais foram efetuadas sete dias após instalação do teste e seguiram os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

O teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação. As contagens das plântulas normais foram realizadas após quatro e sete dias da instalação do teste. Com os dados do número de plântulas normais, foi calculado o índice de velocidade de germinação empregando-se a fórmula de MAGUIRE (1962):

$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2$; onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2 = número de plântulas normais computadas na primeira contagem e na última contagem;

N_1, N_2 = número de dias da semente à primeira e última contagem.

Comprimento de plântula (CP) e comprimento de raiz (CR)

Este teste foi realizado nas plântulas normais provenientes do teste padrão de germinação, após sete dias da instalação do mesmo. Para efetuar as medições foi utilizada uma régua fixada na mesa por fita crepe (leitura em cm), anotando-se o comprimento total da plântula (CP) e o comprimento da raiz primária (CR) (NAKAGAWA, 1999).

Envelhecimento acelerado (EA)

Foi adotada a metodologia recomendada pela AOSA (1983) e descrita em Marcos Filho (1999), a qual emprega caixas plásticas, tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), utilizando quatro repetições de 25 sementes distribuídas, em camada uniforme e única, sobre bandeja de tela metálica fixada no interior de caixa plástica contendo 40 mL de água destilada. As caixas, tampadas, foram mantidas a $42 \pm 3^\circ\text{C}$ por 96 horas em câmara de germinação. Após este período, quatro repetições de 25 sementes pesando $4,5 \pm 0,5$ gramas foram submetidas à determinação do teor de água realizada em estufa regulada para temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e quatro repetições de 25 sementes submetidas ao teste padrão de germinação, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes - RAS (MARCOS FILHO, 1999).

Condutividade elétrica (CE)

Para esta avaliação, duas repetições de 50 sementes, com massa conhecida foram colocadas para embeber em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada, por um período de 24 horas a uma temperatura de 25°C . Em seguida, as amostras foram agitadas para homogeneização dos exsudatos liberados na água. A leitura da condutividade elétrica da solução de embebição foi realizada em condutivímetro modelo Digimed DM 31, previamente calibrado, com eletrodo de constante 1,0, expressando-se os resultados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Emergência em campo (EC)

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, as quais foram semeadas em sulco com 2,0 m de comprimento, aproximadamente 4,0 cm de profundidade e o espaçamento entre linhas de 0,5 m, simulando a semeadura no campo propriamente dita, sendo irrigadas diariamente. A contagem das plântulas normais emergidas foi efetuada aos 14 dias após a semeadura com expressão dos resultados em porcentagem (NAKAGAWA, 1994).

Teste de tetrazólio (TZ)

Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes por tratamento, sendo que inicialmente as sementes foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido com água a uma temperatura de

25°C por 16 horas. Foram colocadas em recipientes plásticos de 20 mL de capacidade e imediatamente submersas na solução de tetrazólio (2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio) na concentração de 0,1% e levadas à câmara de crescimento regulada a 35°C no escuro. Após três horas de coloração, a solução foi eliminada e as sementes lavadas em água corrente, e conservadas em água até o momento da avaliação. A interpretação do teste foi realizada com base na distribuição de tecidos vivos e mortos entre os órgãos do embrião, em função da coloração, da turgescência dos tecidos, fraturas em regiões vitais e danos (mecânico, por ação de insetos ou pelo calor no processo de secagem ou frio). As sementes foram classificadas em três classes, sendo classe 1, sementes viáveis e vigorosas, classe 2, sementes viáveis e não vigorosas e classe 3, sementes não viáveis (DIAS & BARROS, 1999).

Teste de frio (TF)

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes distribuídas sobre papel-toalha, conforme descrito no TPG; sendo que as sementes foram colocadas sobre duas folhas de papel de germinação (Germitest), e recobertas com uma terceira folha para, a seguir, fazer o rolo. O umedecimento foi efetuado, colocando-se quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, com água mantida à temperatura de 10°C (AOSA, 1983). Após a sementeira, os rolos foram colocados no interior de caixas plásticas que, depois de tampadas e vedadas com fita adesiva, foram mantidas em câmara regulada a 10°C, por sete dias. Após este período, os rolos foram retirados das caixas e transferidos para um germinador regulado a 25°C por cinco dias, e a interpretação foi feita, computando-se as porcentagens de plântulas normais (CÍCERO & VIEIRA, 1994).

Teste de infestação (IF)

Este teste foi executado com duas repetições de 100 sementes por tratamento, onde cada semente individualmente foi examinada, procurando por orifícios de saída de insetos mastigadores para assegurar que os padrões de qualidade comprometidos pudessem ser atribuídos apenas ao dano ocasionado por *L. zonatus*. As sementes perfuradas encontradas em cada repetição foram separadas, contadas, e empregadas para registro do número de sementes infestadas, seguindo-se o descarte. As demais sementes de cada repetição, aparentemente não danificadas por insetos, foram imersas em água por 24 horas para facilitar a secção com lâmina. Posteriormente, essas sementes embebidas em água foram cortadas individualmente e longitudinalmente, com lâmina. O número de sementes de cada repetição que apresentaram ovo, larva, lagarta, pupa ou inseto adulto internamente, foi anotado. Esse número foi somado ao número de sementes perfuradas em cada repetição registrado

anteriormente, visando obter o número total de sementes danificadas por insetos por repetição (BRASIL, 2009).

4.4 Ensaio de campo para análise visual das sementes de milho em relação ao dano de percevejos

Durante a primeira e segunda safras foram amostradas lavouras de milho da Dupont Pioneer Sementes nos municípios de Morrinhos – Goiás e Paraúna - Goiás. Na primeira safra foram amostrados os híbridos A e B e as linhagens A e B e na segunda safra foram amostradas as linhagens B e C. Para cada genótipo e estação de produção foram amostradas quatro lavouras, conduzidas com irrigação sob pivô central. Foram coletadas 50 espigas ao acaso provenientes de cada lavoura, na plataforma de descarga na unidade de beneficiamento de semente (UBS). Após a coleta, a amostra foi identificada e destinada à secagem em secador de caixa até atingir uma umidade igual ou inferior a 11,5%. Em seguida, as espigas foram debulhadas manualmente uma a uma, separando as sementes de acordo com as seguintes categorias de dano: semente murcha (SM), semente com dano no embrião e no endosperma (SDEP) e semente sem dano (SSD) (Figura 2). Esses dados foram usados para estimar a porcentagem de sementes murchas (PSM), com dano no embrião e endosperma (PSDEP), porcentagem total de sementes danificadas (PSDT) e porcentagem de sementes sem dano (PSSD).

As lavouras foram empregadas como blocos e os genótipos testados como tratamentos. Os dados foram testados em relação aos pressupostos da análise de variância e submetidos à análise de variância e teste Tukey a $p \leq 0,05$, empregando-se o proc GLM do software SAS (SAS, 2002).

4.5 Teste com inseticidas que podem ser usados para o manejo de *L. zonatus*

4.5.1 Determinação da CL_{50} (ensaios de laboratório)

Nesses ensaios foram testados os inseticidas descritos na Tabela 3. Foram utilizados insetos provenientes de coleta a campo em áreas comerciais de milho, para que a população a ser testada pudesse expressar uma maior variabilidade, representando assim o mesmo comportamento quando os produtos fossem empregados para o controle da praga. Eventuais mortalidades foram corrigidas pela mortalidade no tratamento testemunha. O ensaio foi conduzido em sala com ambiente controlado para temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Foram realizados ensaios preliminares com adultos de *L. zonatus*, para obtenção de faixas de respostas, ou seja, intervalos de concentração dos inseticidas que ocasionassem mortalidade do inseto desde próximo de zero até próximo de 100%. Todavia, a dose máxima testada foi aquela igual ou menor à máxima dose já registrada para o controle de outro alvo biológico que ataca a cultura do milho, visando facilitar um possível pleito de expansão de registro.

No ensaio final, foram testadas de cinco a seis concentrações dos inseticidas (Tabela 4) empregando como volume de calda o equivalente a 200 L de água destilada por hectare, além da testemunha, em que se utilizou apenas água. Em todos os ensaios os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições.

Cada parcela experimental foi representada por uma caixa Gerbox de 11 x 11 x 3,5 cm (de 250 mL de capacidade), transparente, contendo orifício na tampa recoberto com tela anti-afídeo e papel filtro na base, adaptado da metodologia empregada pelo IRAC (2013). Sobre o papel filtro que recobriu a base das caixas Gerbox, foi aplicado 2 mL da solução inseticida com uma pipeta eletrônica, marca Eppendorf, modelo H45172B com capacidade de 10 mL. Adicionalmente, o material usado como alimento, isto é, espiga de milho do híbrido A sem palha na fase R2 a R4 (pedaços de 1,5 cm de altura), foram mergulhados por 5 segundos nas soluções inseticidas sendo em seguida mantido sobre papel-toalha por 1 minuto para retirar o excesso da solução. A parcela experimental assim constituída recebeu três casais de *L. zonatus* sendo empregados insetos provenientes das coletas a campo e, portanto, de idade não conhecida e mantidos em laboratório de acordo com a metodologia descrita no item 4.3, por 2 dias antes da realização dos testes. Como medida de controle da qualidade dos insetos coletados a campo foi aceito no máximo 20% de mortalidade no tratamento testemunha. O papel filtro foi esterilizado em autoclave e a caixa Gerbox em câmara germicida por 1 hora antes da instalação do ensaio.

Foi avaliada a mortalidade dos insetos 24, 48, 72 e 96 horas após o contato inicial com os tratamentos. Em cada avaliação, foram removidos os insetos mortos. Os dados de mortalidade, 96 horas após o início do teste em função das concentrações, foram corrigidos para a mortalidade ocorrida na testemunha (PÜNTENER, 1981) e submetidos à análise de Probit, utilizando-se o software SAS (SAS, 2002), a fim de permitir que a CL_{50} fosse estimada. A estimativa é feita nessa faixa tendo em vista que essa concentração, quando dobrada, deve possibilitar a mortalidade de 100% da população da praga e por permitir um maior grau de confiabilidade nas estimativas feitas para uma população (COSTA et al., 2008).

Tabela 3. Descrição dos inseticidas empregados nos testes para determinação da CL₅₀ para *L. zonatus* na cultura do milho.

Inseticidas	Concentração g i.a. L ⁻¹	Formulação	Grupo químico	Dose do p.c. (mL ha ⁻¹) ⁽¹⁾
λ-cialotrina + tiametoxam	106 e 141	SC	neonicotinóide	200 a 250
Clorpirifós	480	CE	organofosforado	400 a 600
Permetrina	384	CE	piretróide	65
Indoxacarbe	150	SC	oxadiazina	250 a 400
Metomil	215	SL	metilcarbamato de oxima	600
Clorantraniliprole	200	SC	antranilamida	100 a 120
Espinosade	480	SC	espinosinas	37,5 a 100

⁽¹⁾Dose do produto comercial recomendado para *S. frugiperda*, *D. melacanthus* e *D. furcatus*.

Tabela 4. Descrição dos inseticidas e concentrações empregadas para a determinação da CL₅₀ para *L. zonatus* em ensaios de laboratório. Temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotofase de 14 horas.

Inseticidas	Concentração do p.c. ⁽¹⁾ (g L ⁻¹)	Dose do p.c. ⁽¹⁾ (µl L ⁻¹)						
		[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
λ-cialotrina + tiametoxam	106-141	Testemunha	1,25	2,50	5,00	10,00	15,60	24,50
Clorpirifós	480	Testemunha	2,50	12,50	30,00	40,00	55,00	--
Permetrina	384	Testemunha	5,00	20,00	50,00	75,00	100,00	--
Indoxacarbe	150	Testemunha	79,00	125,00	215,75	373,65	646,00	854,00
Metomil	215	Testemunha	90,00	160,00	280,00	500,00	900,00	1.365,00

⁽¹⁾Produto comercial.

4.5.2 Avaliação dos inseticidas a campo (avaliação da CL₅₀ dobrada)

Foram selecionados para os ensaios a campo os inseticidas cujas mortalidades em função das concentrações testadas em ensaios de laboratório, seguiram a distribuição de Probit e que alcançaram eficiência satisfatória dentro dos limites previamente estabelecidos, isto é, em que a CL₅₀ dobrada foi menor ou igual à máxima concentração já registrada para o controle de outro alvo biológico na cultura do milho.

O ensaio foi instalado em área experimental no município de Itumbiara - Goiás na segunda safra da cultura do milho com irrigação por pivô linear. Durante a realização do teste não foi feita irrigação na área experimental. Para cada produto avaliado foi testada a CL₅₀ dobrada (concentração em mL do produto comercial que mata próximo a 100% da população de *L. zonatus*), além da testemunha, sem aplicação de inseticida. Adicionalmente, foram avaliadas três modalidades de aplicação: a) aplicação sobre a planta, b) aplicação sobre o inseto e c) aplicação sobre a planta + inseto.

As parcelas foram cultivadas com o genótipo híbrido A. A forma de implantação, arranjo espacial, cultivo e condução das parcelas experimentais, bem como o modelo e implantação das gaiolas que recobriram as plantas seguiram o mesmo protocolo descrito nos itens 4.4.1 e 4.4.2.

Os percevejos utilizados na infestação foram provenientes de coleta a campo, sendo mantidos no laboratório de criação por dois dias antes do início da infestação das parcelas experimentais. Cada parcela foi infestada com seis casais de *L. zonatus*.

A calda inseticida foi aplicada com pulverizador de precisão (CO₂) regulado para uma pressão de 30 kgf cm⁻² e equipado com bico cone vazio JA-2, marca Jacto, proporcionando uma vazão de 200 L ha⁻¹. Nos tratamentos cuja aplicação foi realizada apenas sobre as plantas a pulverização foi mantida por um período de 3 segundos, movimentando a haste de aplicação para que o produto atingisse todas as partes da planta. Nos tratamentos cuja aplicação foi realizada apenas sobre os insetos, a pulverização foi feita com os indivíduos confinados em saco de tecido tipo "tule" de 40 x 50 cm depositados sobre superfície reta recoberta com papel pardo (Figura 7). Nesse caso, todas as repetições de cada concentração foram dispostas sobre o papel e foi feita aplicação simultânea do produto sobre todas elas. Foi empregada a mesma regulagem do pulverizador descrita anteriormente e a velocidade de deslocamento foi de 3,6 km h⁻¹. Em seguida os insetos tratados foram destinados às gaiolas. Os tratamentos que contemplaram a aplicação sobre o inseto + planta foram submetidos aos tratamentos de maneira individualizada e depois colocados em contato. No tratamento testemunha (sem aplicação de inseticida) foi utilizada apenas água destilada, seguindo a mesma regulagem do pulverizador descrita anteriormente. A infestação e a

aplicação dos inseticidas foram realizadas quando as plantas estavam com a espiga principal contendo estilo-estigmas R1 (estádio de embonecamento).

A mortalidade dos insetos foi avaliada 24, 48, 72 e 96 horas após a pulverização dos tratamentos. O experimento foi disposto em blocos ao acaso com sete repetições e os dados de mortalidade 96 horas após a instalação do ensaio foram corrigidos para a mortalidade ocorrida na testemunha (PÜNTENER, 1981) e empregados para comparação entre os diferentes inseticidas e modalidades de exposição através de análise de variância, seguida de Teste Tukey a $p \leq 0,05$, empregando-se o proc GLM do software SAS (SAS, 2002).



Figura 7. Insetos confinados em saco de tecido tipo “tule” de 40 x 50 cm depositados sobre superfície reta recoberta com papel pardo para aplicação do inseticida na modalidade de aplicação inseto + planta.

4.6 Determinação da densidade de *L. zonatus* que requer a adoção de medidas de controle

Os dados relativos ao ensaio para estabelecimento do período de suscetibilidade do milho a *L. zonatus* descritos no item 4.4.2, provenientes dos intervalos com e sem sobreposição de infestação, foram usados no ajuste de modelos de regressão linear entre a densidade da praga (variável independente) e o número total de sementes danificadas [SM + SDE + SDEP], bem como de cada categoria individual (variáveis dependentes) e empregados para estimativa das perdas

qualitativas causadas por *L. zonatus* (variável “b” da fórmula do nível de dano econômico – NDE) (PEDIGO, 2002).

Para tal, os insetos que permaneceram em contato com as plantas por 0-10 dias (VT-R1) corresponderam a uma densidade de 10 insetos, 0-20 dias (VT-R2), corresponderam a uma densidade de 20 insetos, 0-40 dias (VT-R4), corresponderam a uma densidade de 40 insetos e de 0-60 dias (VT-R6), corresponderam a uma densidade de 60 insetos, além da densidade zero (testemunha). O coeficiente angular do modelo (b) assim ajustado foi empregado para estimativa das perdas qualitativas causadas por *L. zonatus* (variável b da fórmula de NDE) (PEDIGO, 2002). De acordo com essa fórmula: $NDE = C/V \times b \times k$, onde C = custo de manejo/área (R\$ ha⁻¹); V = valor de mercado por unidade de produção (R\$ saca⁻¹ de 60 mil sementes); k = redução proporcional no potencial de injúria ou dano (relativo ao método de controle empregado).

O componente C da fórmula (custo de manejo/área) incorpora o custo de aquisição e aplicação dos inseticidas. Esse custo foi estimado para cada um dos inseticidas que causaram mortalidade acima de 75%, às 96 horas após a aplicação. A eficiência de controle desses inseticidas também foi empregada na estimativa do valor de k da fórmula (redução proporcional na injúria com o emprego da medida de controle). Além disso, esse custo foi estimado para cada uma das modalidades de aplicação previstas nas bulas dos produtos e levando em conta o valor cobrado pelas empresas que fornecem esse tipo de serviço no Brasil. O custo dos inseticidas foi obtido junto ao comércio local (casas agropecuárias). O custo total de manejo foi calculado tendo por base a realização de uma única pulverização de cada um dos inseticidas selecionados para cálculo do custo de manejo.

O componente V (valor de mercado/unidade de produção) da fórmula do NDE é dependente da produtividade, cujo valor foi estimado nas parcelas controle do ensaio descrito em 4.4.2 e foi igual a 274 sacas ha⁻¹ de 60 mil sementes. O valor da cultura foi calculado então para três tipos de genótipos com potencial genético: a) alto (R\$ 420,00 por saca); b) mediano (R\$ 320,00 por saca) e c) baixo (R\$ 220,00 por saca). Os potenciais genéticos são baseados na produtividade expressa pelos híbridos em lavouras comerciais e no valor alcançado no mercado.

Desta forma, os valores de b, k, C e V obtidos conforme descrito acima foram empregados para estimativa dos diferentes NDEs para cada uma das situações descritas anteriormente: inseticidas considerados efetivos no manejo de *L. zonatus*, todos os métodos de aplicação previstos nas bulas dos produtos e três genótipos possuindo diferentes potenciais genéticos. A estimativa foi feita desta forma de modo a cobrir todas as prováveis situações enfrentadas pelos produtores de sementes. O nível de controle (NC) foi estabelecido como sendo 20% abaixo do NDE, conforme sugerido por Mujica & Kroschel (2013).

A validação do NC foi realizada avaliando-se o número de *L. zonatus* em 100 espigas de milho por hectare amostrado em cinco lavouras comerciais de milho cultivado com o híbrido 30F53. O tamanho da área de cada lavoura foi: lavoura 1 (15 hectares), lavoura 2 (35 hectares), lavoura 3 (45 hectares), lavoura 4 (38 hectares) e lavoura 5 (27 hectares). No momento da colheita foram amostradas 100 espigas de milho por hectare e por campo, processadas manualmente e analisadas visualmente quanto aos danos ocasionados por *L. zonatus* e uma sub amostra de 100 sementes foi retirada para estimar o peso seco em gramas. Após o material ser secado o número de sementes danificadas e o peso de sementes não danificadas foram correlacionados (correlação de Pearson a $p \leq 0,05$) usando o software SAS (SAS, 2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação do ciclo biológico de *L. zonatus*

O período embrionário de *L. zonatus* apresentou uma duração média de $12,3 \pm 0,33$ dias (Tabela 5). Em estudo realizado por Matrangolo & Waquil (1994) com a mesma espécie, também alimentada com grãos de milho na fase leitosa, a duração do período embrionário foi de 9,6 dias. Essa diferença provavelmente foi decorrente das diferentes condições de temperatura, que neste estudo foi realizado a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, enquanto que o estudo de Matrangolo & Waquil (1994) foi conduzido a $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Em outro estudo empregando pinhão manso como alimento e em temperaturas variáveis de $26,7^\circ\text{C}$ a $31,1^\circ\text{C}$ a duração média do período embrionário foi de 8,4 dias, variando de 7 a 12 dias (GRIMM & SOMARRIBA, 1999). A avaliação do desenvolvimento de *L. zonatus* usando como fonte alimentar vagem de feijão e submetido às temperaturas de 20°C , 25°C , 30°C e 35°C permitiu concluir que o período embrionário foi completado em 17,4, 10,2, 7,2 e 6,5 dias, respectivamente (JACKSON et al., 1995). Nesse caso, o menor período embrionário com o inseto desenvolvendo-se na temperatura de 25°C provavelmente foi devido à fonte alimentar diferente (vagem de feijão) em relação à que foi empregada neste ensaio (híbrido A).

Em relação ao período ninfal de *L. zonatus* utilizando como fonte alimentar o híbrido A, a duração média do primeiro ao quinto instar foi de $35,0 \pm 0,30$ dias. Valores muito próximos a esse foram encontrados por Souza & Baldin (2009) quando avaliaram a duração do período ninfal do inseto desenvolvendo-se sobre espiga de diferentes genótipos de milho e em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, que variou de 32,0 a 36,0 dias. Esses resultados, todavia, contrastam com os de Jackson et al. (1995) com o inseto desenvolvendo-se sobre vagem de feijão a 25°C , em que o período ninfal foi de 70 dias. Panizzi (1989), por sua vez, também avaliou o desenvolvimento de *L. zonatus* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e

alimentado com semente verde de milho, vagem verde de soja e vagem verde de feijão e observou que a duração do estágio ninfal foi 42,0, 45,8 e 67,0 dias, respectivamente. Desta forma, o maior período ninfal ocorreu com o inseto desenvolvendo-se sobre vagem verde de feijão, tendo em vista que a fonte alimentar pode interferir na duração das diferentes fases do ciclo biológico, mesmo quando o inseto se desenvolve nas mesmas temperaturas (JACKSON et al., 1995). Panizzi (1989) relata ainda que quando os insetos foram alimentados com semente verde de milho, a duração em dias do segundo, terceiro, quarto e quinto instar foi de 8,5, 9,0, 9,5 e 11,0 dias, respectivamente. Os valores encontrados para a duração do segundo ($6,9 \pm 0,25$), terceiro ($6,4 \pm 0,45$) e quarto ($5,6 \pm 0,53$) instares do inseto nesse trabalho foram inferiores ao relatados por esse autor, enquanto o período necessário para completar o quinto instar ($11,1 \pm 0,71$) foi relativamente próximo (Tabela 5). Essas diferenças podem ser atribuídas ao estágio diferenciado do material empregado na alimentação dos insetos [espigas com grãos em estágio bolha d'água a grão pastoso e semente verde de milho], característica genética do material oferecido ou à metodologia empregada para avaliação do ciclo biológico [vários insetos e insetos individualizados].

Em estudo realizado com *L. gonagra* em cinco espécies de maracujazeiro observou-se que a duração em dias do primeiro instar à fase adulta variou de 42,1 a 54,6 dias e para uma das espécies de maracujazeiro o inseto não atingiu a fase adulta (CAETANO & BOIÇA JR., 2000b). Embora, *L. gonagra* ocorra naturalmente em espécies de maracujazeiro, esse trabalho demonstrou que houve um efeito negativo da fonte alimentar na biologia do inseto.

A viabilidade média das fases ninfais quando alimentados com espigas de milho nas fases bolha d'água e grão pastoso foi elevada, cujos valores variaram de 78,4% a 83,8% (Tabela 5). Panizzi (1989) encontrou valores para a viabilidade média bem mais baixos que os observados nesse estudo que foram de 50%, 21,2% e 15,0% quando as ninfas foram alimentadas com semente verde de milho, vagem verde de soja e vagem verde de feijão. O mesmo foi verificado por Jackson et al. (1995) que encontraram uma viabilidade ninfal de 17,3% quando estas se desenvolveram sobre vagens de feijão a 25°C. Esses resultados podem ser indicativos da menor adaptação do inseto às fontes alimentares empregadas ou devido à metodologia empregada nos estudos. Jackson et al. (1995) no mesmo estudo em que testaram as vagens de feijão, avaliaram a variação nas características biológicas do inseto quando alimentado com dieta artificial e tendo acesso à fonte de água. Os autores verificaram que quando o inseto alimentou-se de dieta artificial a 25°C, a viabilidade foi muito superior à encontrada para o inseto alimentando-se de vagem de feijão na mesma temperatura. Além disso, segundo Panizzi (1989) e Fernandes & Grazia (1992) um fator que contribui para o aumento da mortalidade é a manutenção das ninfas isoladamente em comparação ao uso conjunto. Isso ocorre em função de *L. zonatus* apresentar hábito gregário a partir da eclosão

das ninfas, mantendo-o até o segundo instar, quando passa a se dispersar pela planta hospedeira (PANIZZI, 1989; FERNANDES & GRAZIA, 1992; MATRANGOLO & WAQUIL, 1994).

Nesse estudo, *L. zonatus* apresentou cinco instares de desenvolvimento (Tabela 5), sendo o mesmo número de instares observado por outros autores em trabalhos com variação de temperatura e fonte alimentar (PANIZZI, 1989; FERNANDES & GRAZIA, 1992 e MATRANGOLO & WAQUIL, 1994).

Vale destacar que estudos anteriores que foram realizados com o objetivo de determinar a temperatura base para o desenvolvimento de *L. zonatus* e em que foram avaliadas as temperaturas 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, verificaram que a menor duração da fase ninfal e a maior viabilidade foram obtidas nas temperaturas de 25°C, 30°C e 35°C. Das 150 ninfas avaliadas apenas duas completaram a fase adulta, quando se usou vagem de feijão como fonte alimentar. A 15°C e empregando dieta artificial e água como fonte alimentar, das 150 ninfas avaliadas, nenhuma completou a fase adulta (JACKSON et al., 1995). Esse resultado indica que a temperatura base para o desenvolvimento de *L. zonatus* está entre 15°C a 20°C e que em condições ambientais em que predomine temperaturas inferiores a 20°C, o potencial de dano de *L. zonatus* será menor.

Muitas das diferenças encontradas nesse trabalho em relação a trabalhos anteriores que estudaram a biologia do inseto podem ser atribuídas à forma diferenciada de realização do estudo no que concerne o uso de várias ninfas conjuntamente em contraposição ao uso de insetos isolados para obtenção das estimativas. Desta forma, essa abordagem é inovadora e, assim, pode justificar parte das diferenças observadas aqui em relação a outros estudos realizados anteriormente com o mesmo propósito.

Tabela 5. Duração (dias) \pm EPM e viabilidade (%) \pm EPM das diferentes fases de *L. zonatus* quando alimentados com o híbrido A. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Fases	Total avaliados	Duração (dias)		Viabilidade (%)	
		Dia	Intervalo de variação	Viabilidade	Intervalo de variação
Postura-Ninfa ⁽¹⁾	245	12,3 \pm 0,30	10,0 - 14,0	89,9 \pm 2,0	73,7 - 100,0
1 ^o -2 ^o Instar	203	5,0 \pm 0,09	4,2 - 5,6	83,2 \pm 3,1	53,3 - 100,0
2 ^o -3 ^o Instar	173	6,9 \pm 0,25	5,4 - 10,2	86,6 \pm 2,9	64,3 - 100,0
3 ^o -4 ^o Instar	134	6,4 \pm 0,45	3,8 - 10,0	78,4 \pm 3,4	46,2 - 100,0
4 ^o -5 ^o Instar	111	5,6 \pm 0,53	3,2 - 9,5	83,8 \pm 3,7	44,4 - 100,0
5 ^o -Adulto	86	11,1 \pm 0,71	8,3 - 16,5	79,2 \pm 3,5	50,0 - 100,0
Total fase ninfal	141,4	7,0 \pm 0,30	5,8 - 16,5	82,2 \pm 1,5	44,4 - 100,0

⁽¹⁾Os dados da fase de postura-ninfa não foram incluídos no cálculo da média da fase ninfal.

5.2 Estádio fenológico da planta de milho para a produção de sementes e o dano de *L. zonatus*

5.2.1 Ensaio em casa de vegetação – híbrido A (com sobreposição de infestação)

A maior porcentagem de sementes murchas (PSM) ocorreu quando os insetos foram colocados em contato com as plantas a partir da fase de embonecamento (intervalos de 0-20 e 0-60). Já as maiores porcentagens de sementes com dano no embrião (PSDE) e endosperma (PSDEP) ocorreram quando as plantas foram infestadas desde as fases de embonecamento (0-40), podendo, todavia, ser percebidos mais tardiamente aos 21-40 e 21-60 dias (Figura 8). Esse resultado denota que as sementes murchas, com dano no embrião e endosperma podem ser visualmente percebidas, após o dano ter efetivamente ocorrido, algo que não significa que tenha ocorrido naquela fase em que foi avaliado.

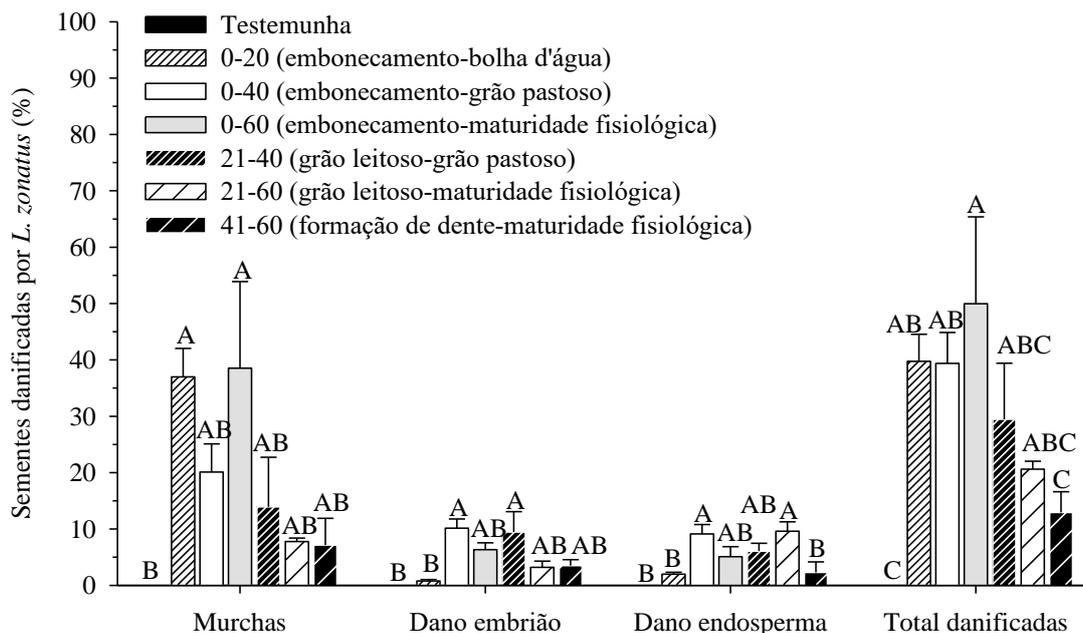


Figura 8. Porcentagem \pm EPM de sementes murchas (PSM), sementes com dano no embrião (PSDE), sementes com dano no endosperma (PSDEP) e total de sementes danificadas (PSDT) por *L. zonatus*, em função dos diferentes intervalos de infestação (estádios de desenvolvimento do milho) entre a praga e as plantas [ensaio com sobreposição de infestação] em ensaio de casa de vegetação. *Dados seguidos de mesma letra dentro de cada categoria de semente não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

5.2.2 Ensaio de campo – linhagem A (com sobreposição de infestação)

As maiores porcentagens de sementes murchas (PSM) ocorreram nas exposições de 0-20, 0-40 e 0-60 dias correspondentes às fases de embonecamento a grão bolha d'água, pastoso e maturidade fisiológica, respectivamente. As menores PSM ocorreram nas demais fases avaliadas (Figura 9). Em relação à porcentagem de sementes com dano no endosperma (PSDEP), não houve diferença estatística entre as categorias avaliadas nos diferentes estádios do milho ($F_{6,28}=1,88$; $p=0,1199$), cuja porcentagem de dano variou de $0,0 \pm 0,0$ a $6,8 \pm 3,5$. A PSDEP ocorreu em todos os intervalos de exposição com a praga, porém muito abaixo da PSM e PSDE. Em relação à PSDE, o intervalo de exposição de 21-60 dias foi estatisticamente superior aos demais intervalos de exposição avaliados, sendo que a menor porcentagem ocorreu nas parcelas testemunhas e aos 41-60 dias de infestação (Figura 9). A maior porcentagem total de sementes danificadas (PSDT) ocorreu aos 0-40, 0-60 dias e 21-60 dias nas fases de embonecamento-grão pastoso, embonecamento-

maturidade fisiológica e grão leitoso-maturidade fisiológica e a menor porcentagem ocorreu na testemunha, formação de dente-maturidade fisiológica e grão leitoso-grão pastoso (Figura 9).

A espécie de *L. occidentalis* é citada como praga da espécie *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm e seu dano a essa espécie causa redução na quantidade de sementes formadas em virtude da injúria ao óvulo das sementes, antes da fecundação das mesmas, com conseqüente comprometimento da formação de sementes (STRONG, 2006). Além disso, em estudo realizado com o percevejo *E. servus* atacando o milho nos estádios de pendoamento (VT), embonecamento (R1) e grão bolha d'água (R2), verificou-se que a porcentagem de sementes abortadas quando a infestação foi realizada no estádio R1 com três ou mais insetos foi significativamente superior ao tratamento controle (sem infestação). Nos estádios VT e R2, mesmo sob dois níveis de infestação, não foi verificado abortamento de sementes (NI et al., 2010). Esses resultados coincidem com os encontrados nesse trabalho onde o maior PSM, ocasionado pela não formação da semente, foi verificado quando a infestação foi realizada na fase de embonecamento. Por outro lado, Corrêa-Ferreira (2005) observou grãos de soja inviabilizados por *E. heros* e *P. guildinii* em infestações ocorridas em R5 (início do enchimento de grãos) a R6 (grãos cheios completos), algo que demonstra a capacidade que esses percevejos têm de ocasionar dano, mesmo quando a semente está próxima ou atingiu a maturação fisiológica. Em outro estudo, realizado para estimar o impacto de *L. occidentalis* sobre a produção de sementes, de *Pinus monticola* Dougl. ex. D. Don., do total de pinhas expostas a ninfas fêmeas e machos do inseto, 37,3% das sementes apresentaram traços de saliva do percevejo e a porcentagem de sementes abortadas ocorreu com maior intensidade quando a infestação ocorreu no início da formação das sementes (BATES et al., 2002b), novamente confirmando os resultados encontrados em nosso estudo.

O atingimento da maturação fisiológica da semente fez com que o inseto procurasse se alimentar do embrião da semente. A alimentação no embrião é a injúria que mais compromete a qualidade da semente, uma vez que o padrão mínimo definido para vigor é de 70% (padrão adotado pela DuPont Pioneer Sementes), e valor da germinação deve ser $\geq 85\%$ (BRASIL, 2013). Tendo em vista esses padrões de qualidade, a PSDE, embora tenha sido muito inferior à PSM, por não permitir sua separação no processo de beneficiamento das sementes não danificadas, pode fazer com que todo o lote seja comercializado como grão. Desta forma, essa categoria de semente é mais prejudicial do que a anterior.

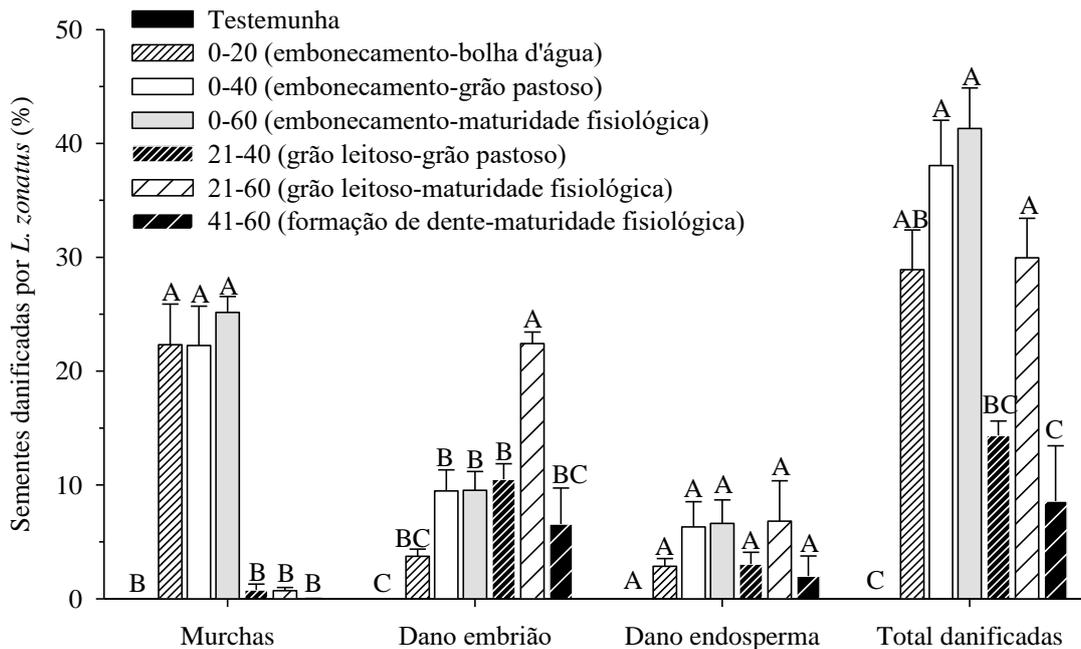


Figura 9. Porcentagem \pm EPM de sementes murchas (PSM), sementes com dano no embrião (PSDE), sementes com dano no endosperma (PSDEP) e total de sementes danificadas (PSDT) por *L. zonatus*, em função dos diferentes intervalos de infestação (estádios de desenvolvimento do milho) entre a praga e as plantas [ensaio com sobreposição de infestação] em ensaio a campo. *Dados seguidos de mesma letra dentro de cada categoria de semente não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

5.2.3 Ensaio de campo – linhagem A (sem sobreposição de infestação)

Na avaliação sem sobreposição de infestação de *L. zonatus*, a porcentagem de sementes murchas (PSM) foi maior nas fases de pendoamento-embonecamento e embonecamento-bolha d'água (Figura 10), coincidindo novamente com os resultados de Ni et al. (2010), conforme descrito anteriormente. Nas categorias de porcentagem de sementes com dano no embrião (PSDE) e porcentagem de sementes com dano no endosperma (PSDEP), a maior porcentagem ocorreu nas fases de bolha d'água-grão leitoso e grão leitoso-grão pastoso, respectivamente, com a menor porcentagem ocorrendo no início ou final do ciclo de desenvolvimento dos grãos (Figura 10). A maior porcentagem total de sementes danificadas (PSDT) ocorreu nas fases de pendoamento-embonecamento-grão bolhas d'água (Figura 10). Vale destacar que mesmo que o dano ocorra no embrião ou endosperma em uma fase inicial do ciclo do desenvolvimento, a percepção do dano só ocorrerá mais tardiamente e, essa situação, pode explicar o maior dano no embrião e endosperma

nas fases mais avançadas do ciclo de desenvolvimento dos grãos (leitoso e pastoso), quando não adiantaria mais o controle da praga. Desta forma, a fase mais crítica que requer o controle do inseto é de 0-30 dias.

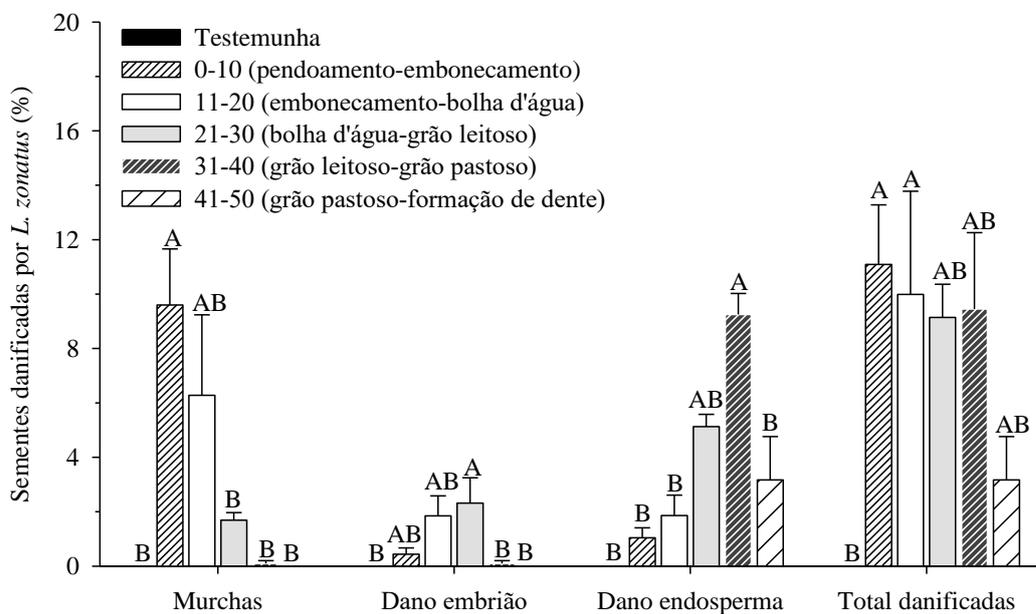


Figura 10. Porcentagem \pm EPM de sementes murchas (PSM), sementes com dano no embrião (PSDE), sementes com dano no endosperma (PSDEP) e total de sementes danificadas (PSDT) por *L. zonatus*, em função dos diferentes intervalos de infestação (estádios de desenvolvimento do milho) entre a praga e as plantas [ensaio sem sobreposição de infestação] em ensaio a campo. *Dados seguidos de mesma letra dentro de cada categoria de semente não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

5.2.4 Testes padrão para mensuração da qualidade da semente de milho sob dano de *L. zonatus*

Teste de germinação (TPG)

Na avaliação do teste de germinação (TPG) as categorias classificadas como sementes sem dano (SSD) e sementes sem infestação (SSI) foram estatisticamente superiores em relação à porcentagem de plantas normais emergidas quando comparadas às demais categorias testadas (Tabela 6). A menor porcentagem de plantas normais emergidas foi proveniente das sementes

danificadas por *L. zonatus*, [sementes murchas (SM), sementes com dano no embrião (SDE) e sementes com dano no endosperma (SDEP)] (Tabela 6).

Embora, os percevejos sejam considerados como de importância econômica secundária para o milho nos cultivos comerciais destinados à exploração de grãos (CRUZ, 2008), seu modo de alimentação provoca dilaceração do tecido por meio da introdução dos estiletes (MITCHELL, 2004) e essas possíveis aberturas na estrutura da semente (pericarpo, endosperma e embrião) podem facilitar a penetração de patógenos externamente ou levar à perda de viabilidade da semente por comprometerem sua qualidade. Nesse sentido, Depieri & Panizzi (2011) verificaram que a alimentação de diferentes espécies de percevejos no endosperma das sementes de soja causou níveis variáveis de rompimento celular e dissolução de proteínas, comprometendo a qualidade das mesmas. Além disso, dependendo da espécie de percevejo e do tempo de alimentação, a profundidade da injúria nas sementes é variável, algo que pode alterar a intensidade da perda observada.

De modo geral, independente da categoria avaliada não foram verificadas diferenças significativas entre as sementes tratadas ou não com fungicida (Tabela 6). Todavia, mesmo na ausência de diferenças estatísticas, as SSD e SSI tratadas com fungicida apresentaram porcentagem de germinação abaixo do exigido pela Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2013), que é de $\geq 85\%$, inviabilizando sua comercialização como semente.

A utilização de produtos químicos como inseticidas e fungicidas pode alterar a qualidade fisiológica da semente conforme já demonstrado em estudos realizados para avaliar a germinação e emergência de sementes de milho, tratadas com diferentes tipos de inseticidas e fertilizantes associados com fungicidas (FESSEL et al., 2003; BULEGON et al., 2015). Entretanto em outros estudos realizados com sementes de milho e trigo tratadas com fungicidas e inseticidas, o mesmo efeito não foi verificado (DARTORA et al., 2013). Similarmente, em estudos realizados com a semente do híbrido DKB747 tratada com os fungicidas Captan[®] 750 TS (captana) e Maxim[®] SC (25 g i.a. L⁻¹) (fludioxonil) e onde se avaliou a germinação, teste de frio, emergência e índice de velocidade de emergência, verificou-se que não houve alteração em nenhuma das características avaliadas mesmo três meses após o tratamento e armazenamento das sementes em relação ao tratamento controle (sem fungicida) (RESENDE et al., 2005). Muitos estudos que detectaram variação na qualidade da semente em função do tratamento empregado utilizaram a mistura de inseticida + fungicida (BULEGON et al., 2015). Há que se considerar, entretanto, a avaliação das respostas com base nas diferenças estatísticas e nos padrões de qualidade exigidos para comercialização de sementes de acordo com Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2013).

Tabela 6. Porcentagem de plantas normais em teste padrão de germinação (TPG) \pm EPM sete dias após o início, de acordo com as categorias das sementes de milho e em função do tratamento ou não com fungicida, com base nos critérios estabelecidos na Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2013). Temperatura de 25°C.

Categorias das sementes	Tratamento	Plantas normais (%)
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	0,0 \pm 0,0 B
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	8,5 \pm 1,2 B
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	29,0 \pm 9,1 B
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	72,0 \pm 3,4 A
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	64,0 \pm 14,1 A
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	31,0 \pm 9,4 B
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	18,5 \pm 1,5 B
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	26,5 \pm 5,6 B
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	91,5 \pm 1,7 A
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	87,0 \pm 3,8 A

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Índice de velocidade de germinação (IVG)

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), os maiores valores encontrados, foram provenientes das categorias de sementes sem dano (SSD) e sementes sem infestação (SSI), independente do tratamento com fungicida, com as demais categorias não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 7).

Estudo com 20 lotes de sementes de milho, cv. ‘Sertanejo’, obtidos na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba (EMEPA - PB) encontrou valores para o IVG variáveis entre 4,9 a 11,6 (SENA et al., 2015), sendo esses valores próximos aos encontrados nesse trabalho que variaram de 0,0 a 15,0 \pm 0,40 (Tabela 7). Em outro trabalho desenvolvido com três lotes de sementes de milho híbrido os valores ao IVG variam de 18,3 a 21,2 (OLIVEIRA et al., 2016), sendo esses valores muito superiores aos observados nesse trabalho.

Tabela 7. Avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG) \pm EPM, em função das categorias das sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida (MAGUIRE, 1962). Temperatura de 25°C.

Categorias das sementes	Tratamento	IVG
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	0,0 \pm 0,0 B
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	1,4 \pm 0,26 B
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	4,3 \pm 1,4 B
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	11,8 \pm 0,81 A
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	10,2 \pm 2,2 A
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	4,5 \pm 1,3 B
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	2,6 \pm 0,21 B
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	3,9 \pm 0,80 B
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	15,0 \pm 0,40 A
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	13,9 \pm 1,0 A

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Comprimento de plântula (CP) e comprimento de raiz (CR)

Os maiores comprimentos de plântula (CP) foram obtidos nas sementes sem dano (SSD) e sem infestação (SSI) que não foram tratadas com fungicida, sendo o mesmo verificado em relação ao comprimento de raiz (CR) das sementes tratadas. Os menores comprimentos de plântulas foram associados às sementes murchas (SM) e com dano no endosperma (SDEP) tratadas com fungicida e o menor comprimento de raiz ocorreu nas sementes danificadas e sem infestação tratadas com fungicidas (Tabela 8).

Estudos anteriores que avaliaram o CP e CR em três lotes de sementes de milho híbrido encontraram valores do CP que variaram entre 4,5 a 5,0 cm e de CR que variaram entre 6,0 a 7,8 cm (OLIVEIRA et al., 2016). Embora o CP e CR sejam influenciados pelo genótipo estudado, os resultados encontrados nesse estudo, principalmente para as categorias de SSD e SSI e sem tratamento com fungicida foram muito próximos aos valores encontrados por Oliveira et al. (2016).

Tabela 8. Avaliação do comprimento (cm) de plântula (CP) \pm EPM e comprimento de raiz (CR) \pm EPM sete dias após a instalação do teste, em função das categorias das sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida (NAKAGAWA, 1999). Temperatura de 25°C.

Categorias das sementes	Tratamento	Comprimento (cm)	
		CP	CR
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	0,8 \pm 0,81 C	0,75 \pm 0,75 D
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	4,0 \pm 0,44 AB	3,9 \pm 0,19 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	3,2 \pm 0,24 BC	4,1 \pm 0,13 BC
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	5,1 \pm 0,54 AB	4,4 \pm 0,14 ABC
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	4,2 \pm 0,41 AB	4,0 \pm 0,23 BC
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	4,7 \pm 0,39 AB	4,3 \pm 0,20 ABC
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	4,0 \pm 0,39 AB	4,9 \pm 0,54 ABC
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	4,3 \pm 0,50 AB	5,3 \pm 0,28 ABC
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	5,8 \pm 0,39 A	5,7 \pm 0,21 AB
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	6,1 \pm 0,67 A	6,0 \pm 0,50 A

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Envelhecimento acelerado (EA)

Na avaliação do envelhecimento acelerado (EA) a menor porcentagem de sementes normais foi obtida das sementes murchas (SM) e com dano no embrião (SDE), independentemente se estavam tratadas ou não. A maior porcentagem de sementes normais foi proveniente das sementes sem dano (SSD), tratadas com fungicida (Tabela 9).

Em trabalho realizado com seis lotes de semente de milho com padrão inicial de germinação aceitável ($\geq 85\%$) quando submetidas ao envelhecimento acelerado em condições de temperatura de 42°C e após 96 horas de exposição, os valores da germinação variaram de 38,0% a 96,0% (DUTRA & VIEIRA, 2004). Já para o híbrido AG 7000 a germinação foi de 32,0% (VENANCIO et al., 2012) e para três lotes de semente de milho híbrido os valores da germinação variaram de 42,0% a 78,0% (DIAS et al., 2016). Esses valores foram próximos aos valores encontrados nesse trabalho após o envelhecimento acelerado para as categorias de sementes com dano no endosperma (SDEP), sementes sem dano (SSD) e sementes sem infestação (SSI) com e sem tratamento com fungicida, que apresentaram valores variáveis entre 69,0% a 100,0% (Tabela 9).

Tabela 9. Porcentagem de sementes normais em teste de envelhecimento acelerado (EA) \pm EPM, 96 horas após a instalação do teste, em função das categorias das sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida, de acordo com a metodologia da AOSA (1983) e descrita em MARCOS FILHO (1999). Temperatura de $42 \pm 3^\circ\text{C}$.

Categorias das sementes	Tratamento	Sementes normais (%)
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	5,6 \pm 3,3 D
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	23,0 \pm 11,2 D
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	71,0 \pm 3,4 BC
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	100,0 \pm 0,0 A
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	88,0 \pm 3,6 ABC
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	12,9 \pm 2,0 D
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	18,0 \pm 6,6 D
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	69,0 \pm 9,6 C
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	97,0 \pm 30,0 AB
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	95,0 \pm 1,9 ABC

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Condutividade elétrica (CE)

No teste de condutividade elétrica (CE) as sementes murchas (SM) tratadas com carbendazim + tiram foram as que apresentaram os maiores valores, seguidas das SM sem tratamento e das sementes com dano no embrião (SDE) com e sem tratamento com fungicida, com as demais categorias não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 10). Esse resultado contrasta com os obtidos por Vazquez et al. (2014) que verificaram em estudo realizado com sementes comerciais de cinco híbridos tratados com quatro inseticidas e um fungicida e que apresentavam germinação $\geq 85\%$ após 35 dias do tratamento, que a CE não foi alterada. O mesmo ocorreu em relação às sementes tratadas com o fungicida fludioxonil + metalaxyl associado com diferentes inseticidas que não interferiram no teste de condutividade elétrica, tanto na data da realização do tratamento como aos 35 dias após o armazenamento das sementes (VAZQUEZ et al., 2014).

O mesmo efeito descrito anteriormente e relacionado à alimentação de *L. zonatus* como resultado da dilaceração da estrutura física da semente (MITCHELL, 2004) fez com que a semente perdesse maior quantidade de solutos ou liberasse maior quantidade de exsudatos em decorrência do dano, resultando em maiores valores de condutividade elétrica para essas sementes.

Tabela 10. Avaliação do teste de condutividade elétrica (CE) \pm EPM, em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida, de acordo com Vieira & Krzyzanowski (1999). Temperatura de 25°C.

Categorias das sementes	Tratamento	CE (μ /cm/g)
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	181,2 \pm 4,6 A
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	48,9 \pm 0,24 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	22,6 \pm 0,73 D
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	19,6 \pm 0,21 D
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	16,7 \pm 0,23 D
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	82,9 \pm 0,68 B
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	46,4 \pm 1,6 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	19,6 \pm 0,70 D
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	16,3 \pm 0,60 D
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	15,6 \pm 0,70 D

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Emergência em campo (EC)

No teste de emergência em campo (EC) as sementes sem dano (SSD) e sem infestação (SSI) tratadas ou não com fungicida apresentaram a maior porcentagem de germinação, seguidas pelas sementes com dano no endosperma (SDEP) (Tabela 11). A menor emergência em campo foi associada às sementes murchas (SM) e com dano no embrião (SDE), independente do tratamento com fungicida (Tabela 11).

Apesar da Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2013) não considerar um padrão de qualidade para a emergência das sementes de milho a campo, a DuPont Pioneer Sementes, quando da realização do teste a campo considera como padrão mínimo $\geq 90\%$. Com base nesse resultado e embora as SSD tratadas ou não com fungicida não tenham diferido estatisticamente entre si, as SSD e não tratadas não atingiriam germinação mínima para serem comercializadas, considerando os padrões de qualidade interno (Tabela 11), da mesma forma que as demais categorias avaliadas (SM, SDE e SDEP), considerando os padrões de qualidade da Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2013).

Tabela 11. Teste de emergência em condições de campo (EC) \pm EPM para avaliação da porcentagem de plantas normais após 14 dias da semeadura, em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida, de acordo com Nakagawa (1994).

Categorias das sementes	Tratamento	Plantas normais de milho (%)
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	8,5 \pm 1,7 D
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	40,5 \pm 1,9 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	78,0 \pm 1,8 B
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	95,5 \pm 1,5 A
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	95,0 \pm 1,9 A
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	41,0 \pm 1,0 C
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	31,0 \pm 3,5 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	83,0 \pm 1,7 B
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	87,5 \pm 4,6 AB
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	96,0 \pm 1,8 A

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Teste de tetrazólio (TZ)

No teste do tetrazólio (TZ) as sementes classificadas como sementes sem dano (SSD) e sem infestação (SSI), independente do tratamento com fungicida, foram as que apresentaram as maiores porcentagens de sementes viáveis e vigorosas (classe 1). Apesar da ausência de diferença estatística entre as SSD e SSI tratadas com fungicida a primeira categoria (SSD) quando tratada com fungicida apresentou valor inferior ao exigido pela Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudas (BRASIL, 2013). A maior porcentagem de sementes não viáveis (classe 3) foi proveniente das sementes murchas (SM) tratadas com fungicidas (Tabela 12). Entre as sementes com dano, os valores mais baixos em relação à porcentagem de sementes viáveis e vigorosas (classe 1) e os valores mais altos para a porcentagem de sementes não viáveis (classe 3) foram associados às SM e com dano no embrião (SDE), independente do tratamento com fungicida (Tabela 12).

Conforme já descrito anteriormente, a natureza do dano de *L. zonatus* pode provocar o rompimento das células do embrião em virtude da inserção do estilete e injeção de substâncias tóxicas (MITCHELL, 2004), algo que resulta na redução da porcentagem de sementes viáveis e aumento das não viáveis sob dano do percevejo (nas classes sementes murchas, com dano no embrião e endosperma) em comparação às não danificadas (sem dano e sem infestação).

Tabela 12. Avaliação do teste de tetrazólio (TZ) de acordo com a classificação das sementes em: classe 1 (sementes viáveis e vigorosas); classe 2 (sementes viáveis e não vigorosas) e classe 3 (sementes não viáveis) \pm EPM, em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida (DIAS & BARROS, 1999). Temperatura de 25°C e fotofase de 16 horas.

Categorias das sementes	Tratamento	Classe da semente		
		1	2	3
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	9,0 \pm 5,0 C	6,0 \pm 6,0 A	85,0 \pm 1,0 A
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	30,0 \pm 2,0 C	17,0 \pm 3,0 A	53,0 \pm 1,0 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	59,0 \pm 7,0 B	18,0 \pm 6,0 A	23,0 \pm 3,0 D
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	75,0 \pm 5,0 AB	23,0 \pm 3,0 A	2,0 \pm 2,0 E
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	89,0 \pm 1,0 A	10,0 \pm 2,0 A	1,0 \pm 1,0 E
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	21,0 \pm 1,0 C	14,0 \pm 4,0 A	65,0 \pm 3,0 B
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	25,0 \pm 3,0 C	20,0 \pm 2,0 A	55,0 \pm 1,0 C
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	60,0 \pm 4,0 B	19,0 \pm 5,0 A	21,0 \pm 1,0 D
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	85,00 \pm 5,00 A	13,0 \pm 5,0 A	2,0 \pm 0,0 E
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	95,0 \pm 3,0 A	2,0 \pm 2,0 A	3,0 \pm 1,0 E

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Teste de frio (TF)

A porcentagem de plantas normais obtidas no teste de germinação a frio foi máxima nas sementes sem dano (SSD) e sem infestação (SSI) tratadas com fungicida e mínima nas sementes murchas (SM) e com dano no embrião (SDE), independente do tratamento com fungicida (Tabela 13). Estudo com híbrido de milho doce quando foram avaliados diferentes fungicidas em relação ao tratamento controle (sem fungicida) observou-se que todos os fungicidas testados no teste de frio apresentaram porcentagem de semente normal estatisticamente superior em relação ao tratamento controle (RAMOS et al., 2008). Embora a normativa de produção de semente (BRASIL, 2013) não apresente um padrão mínimo estabelecido de acordo com os resultados desse teste, a DuPont

Pioneer Sementes considera o limiar de 70% de germinação a frio para a comercialização em regiões que apresentam características climáticas similares às condições do teste de vigor, no momento da semeadura. Levando em consideração esse critério, todas as categorias de semente com dano de *L. zonatus* [SM, SDE e SDEP] com e sem tratamento com fungicida e as SSD e SSI e não tratadas com o fungicida não atingiram os padrões mínimos para a comercialização (Tabela 13). Esse resultado demonstra o benefício do tratamento da semente com fungicida, quando a mesma for submetida a condições de estresse (frio).

Tabela 13. Porcentagem de sementes normais em teste de germinação a frio (TF) \pm EPM de acordo com AOSA (1983) e Cícero & Vieira (1994), em função das categorias de sementes de milho e do tratamento ou não com fungicida. Temperatura de 10°C.

Categorias das sementes	Tratamento	Sementes normais (%) \pm EPM
Sementes murchas (SM)	carbendazim + tiram	1,0 \pm 1,0 D
Sementes dano embrião (SDE)	carbendazim + tiram	12,0 \pm 6,3 D
Sementes dano endosperma (SDEP)	carbendazim + tiram	54,0 \pm 10,9 AB
Sementes sem dano (SSD)	carbendazim + tiram	78,0 \pm 8,7 A
Sementes sem infestação (SSI)	carbendazim + tiram	72,0 \pm 5,9 A
Sementes murchas (SM)	sem fungicida	4,0 \pm 2,3 D
Sementes dano embrião (SDE)	sem fungicida	3,0 \pm 3,0 D
Sementes dano endosperma (SDEP)	sem fungicida	15,0 \pm 3,0 CD
Sementes sem dano (SSD)	sem fungicida	28,0 \pm 7,8 BCD
Sementes sem infestação (SSI)	sem fungicida	47,0 \pm 9,3 ABC

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

Teste de infestação (IF)

De acordo com RAS (BRASIL, 2009) a porcentagem máxima aceitável que um lote de sementes pode ser danificado por insetos, tais como: gorgulho-do-arroz [*Sitophilus oryzae* (Linnaeus)], gorgulho-do-milho [*Sitophilus zeamais* Mots.] (Coleoptera: Curculionidae), traça-dos-cereais [*Sitotroga cerealella* (Olivier)] (Lepidoptera: Gelechiidae), caruncho-das-tulhas [*Araecerus fasciculatus* (De Geer)] Coleoptera: Anthribidae, gorgulhos-do-feijão [*Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) e *Acanthoscelides obtectus* (Say)] (Coleoptera: Bruchidae), traça-indiana-da-farinha [*Plodia interpunctella* (Huebner)] Lepidoptera: Pyralidae e [*Hypothenemus hampei* (Ferrari)]

Coleoptera: Scolytidae, entre outras, em que a infestação pode ocorrer tanto no campo quanto durante o armazenamento, é de 3% (BRASIL, 2013).

O resultado do teste de infestação (IF) mostrou que não houve diferença estatística entre as categorias de sementes avaliadas, independente do tratamento ou não com fungicida ($F_{9,10}=0,91$; $p=0,5509$) sendo que somente nas sementes murchas (SM) com tratamento com fungicida e nas sementes com dano no endosperma (SDEP) e sem tratamento com fungicida foi encontrado 1,0% e 0,5%, respectivamente, de sementes danificadas por outros insetos que não *L. zonatus*.

O teste de IF permite avaliar a presença de insetos vivos ou mortos no interior da semente, sendo a porcentagem máxima aceitável de 3% para que o lote seja comercializado como semente (BRASIL, 2013). Esse valor não foi atingido em nenhuma das categorias e, portanto, não inviabilizaria a comercialização das sementes. Em todos os testes realizados foi possível concluir que existe equivalência de resultados entre a avaliação visual da injúria de *L. zonatus* e os testes realizados para atestar esse dano, demonstrando inclusive que as sementes avaliadas visualmente com dano no endosperma têm sua qualidade reduzida em relação às SSD ou sem infestação, porém não tão comprometida quanto a das SM ou com SDE, na maioria dos testes realizados.

5.3 Ensaio de campo para análise visual das sementes de milho em relação ao dano de percevejos

Não foram verificadas diferenças significativas entre as porcentagens das diferentes categorias [porcentagem de sementes murchas (PSM), porcentagem de sementes com dano no embrião e endosperma (PSDEP) e porcentagem total de sementes danificadas (PSDT)] em ambas as linhagens avaliadas (B ou C) na segunda safra [PSM ($F_{1,6}=0,03$; $p=0,8640$); PSDEP ($F_{1,6}=0,05$; $p=0,8375$); PSDT ($F_{1,6}=0,04$; $p=0,8555$)] ou entre as linhagens (A ou B) e híbridos (A ou B) avaliados na primeira safra [PSM ($F_{3,12}=1,03$; $p=0,4130$); PSDEP ($F_{3,12}=1,79$; $p=0,2018$); PSDT ($F_{3,12}=1,03$; $p=0,4490$)]. Os valores para a segunda safra variaram de: $5,2 \pm 3,0\%$ a $5,8 \pm 1,0\%$ de sementes murchas; $1,1 \pm 0,74\%$ a $1,3 \pm 0,51\%$ de sementes com dano no embrião e endosperma e de $6,3 \pm 3,7\%$ a $7,1 \pm 1,5\%$ para a porcentagem total de sementes danificadas, nas linhagens B e C. Já no caso da primeira safra, a PSM, PSDEP e PSDT para a linhagem A e B, variaram de $1,5 \pm 0,91\%$ a $2,8 \pm 2,1\%$, $0,18 \pm 0,15\%$ a $1,6 \pm 1,1\%$ e $2,9 \pm 2,2\%$ a $3,1 \pm 2,0\%$. Para os híbridos A e B os valores variam de $0,18 \pm 0,03\%$ a $0,48 \pm 0,14\%$, $0,09 \pm 0,04\%$ a $0,10 \pm 0,05\%$ e $0,27 \pm 0,05\%$ a $0,58 \pm 0,16\%$, sendo esses valores inferiores aos observados na segunda safra.

O percevejo *L. zonatus*, bem como outras espécies de percevejos podem alcançar o status de praga chave, principalmente em campos de produção de sementes, pois ao concentrar sua infestação

às espigas do milho, adultos e ninfas sugam os grãos, prejudicando o enchimento, causando abortamento de sementes ou alterando a qualidade fisiológica e sanitária das sementes, contribuindo para a redução da sua qualidade final por torná-las inviáveis conforme verificado em estudos realizados com outras espécies de percevejos ou de plantas (BATES et al., 2002a; BATES et al., 2002b; NI et al., 2010; LESIEUR et al., 2014) e descrito em relação ao dano dessa espécie por Zucchi et al. (1993), Panizzi (1989) e Souza & Baldin (2009).

Em estudo realizado com as espécies *Hypselonotus intermedius* Distant (Hemiptera: Coreidae), *Pachycoris klugii* Burmeister (Hemiptera: Scutelleridae) e *L. zonatus* em ensaios a campo, com as plantas de pinhão-manso sob gaiola e empregando infestação artificial das três espécies, verificou-se que o número, peso e o comprimento das sementes e o número de sementes abortadas e malformadas foram afetados em maior ou menor intensidade, a depender da espécie de percevejo (GRIMM, 1999). Similarmente, a infestação de seis espécies de coníferas com *L. occidentalis*, na proporção de 10 sementes para cada inseto adulto por um período de 15 dias demonstrou que ao final do período de exposição, o percevejo conseguiu ocasionar danos classificados como leve, moderado, importante e severo, e que a porcentagem de dano variou com a espécie de conífera avaliada (LESIEUR et al., 2014).

Além do dano físico ocasionado devido a introdução do estilete na semente que leva à redução em sua qualidade, algumas espécies de *Leptoglossus* podem proporcionar a transmissão de fitopatógenos, como *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., entre outros, comprometendo ainda mais o vigor e germinação da semente. Em estudo realizado com *L. phyllopus* em lavoura de *Sorghum bicolor* (Linnaeus) foi constatado, a partir da coleta de insetos adultos a campo que os mesmos carregavam em seu corpo esporos dos fungos *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Alternaria* spp., *Curvularia* spp., *Bipolaris* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., dentre outros (PROM & PERUMAL, 2008). Quando a viabilidade desses esporos foi analisada em condição de laboratório, eles se mostraram viáveis, atestando que *L. phyllopus* pode levar a infecção de uma lavoura para a outra. Não existem relatos de estudos semelhantes com *L. zonatus* infestando o milho. Entretanto, a possibilidade de transmissão de fitopatógenos entre lavouras de milho também é possível, principalmente devido à grande movimentação da praga entre lavouras, principalmente nos cultivos da segunda safra, quando a fonte de alimento se concentra basicamente nas áreas irrigadas.

Vale destacar, que neste estudo a porcentagem total de dano às sementes provavelmente teria sido maior, caso os campos avaliados não tivessem recebido aplicação de inseticida para o controle das pragas pertencentes à ordem Lepidoptera, algo que pode ter contribuído para a redução da incidência dos percevejos. Ainda assim, os valores encontrados, em ambas as safras, em relação à porcentagem de sementes dos genótipos testados danificadas por percevejos estão acima dos níveis exigidos em termos de qualidade da semente e descrito na Instrução Normativa nº 45 da

Associação Brasileira de Sementes e Mudas ($\geq 85\%$ de germinação ou $\geq 97\%$ de sementes sem apresentar injúria por insetos). Desta forma, tendo em vista esses limites, esses campos não atingiriam os padrões de qualidade exigidos para a comercialização como semente (BRASIL, 2013) e, portanto, seriam comercializados como grãos ou retornariam à fase de beneficiamento na tentativa de reduzir a porcentagem de sementes danificadas. Outro ponto relevante é a porcentagem total de sementes dos híbridos A e B danificadas por percevejos na primeira safra, que ficou abaixo do limite exigido pela Instrução Normativa nº 45 da Associação Brasileira de Sementes e Mudas (BRASIL, 2013). Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que as linhagens utilizadas na geração dos híbridos são significativamente menos produtivas (menos sementes por espiga e menor peso de grão) quando comparadas aos híbridos (fêmea oriunda do cruzamento de duas linhagens) (SANTOS, 2009), contribuindo para potencialização das perdas. Entretanto, em um campo de produção de sementes, ambos os materiais são necessários, em pelo menos uma etapa da produção dos híbridos simples, triplos e duplos (SANTOS, 2009) e, portanto, não facultando sua substituição pelos materiais menos atacados.

A maior incidência de *L. zonatus* na segunda safra, por sua vez, pode ser atribuída ao plantio dos campos de produção de semente em áreas irrigadas, que recebem os insetos migrantes dos cultivos de milho e demais cultivos de verão, em função de, nessa época (inverno), esses tipos de cultivo serem escassos. Além disso, os fatores abióticos (menor precipitação), temperatura e umidade adequadas favorecem o aumento da longevidade dos insetos adultos, maior viabilidade das posturas e sobrevivência das ninfas e conseqüentemente uma maior pressão da praga em campos de produção de semente cultivados nessa ocasião (RODRIGUES, 2004; SILVA et al., 2011).

5.4 Teste com inseticidas que podem ser usados para o manejo de *L. zonatus*

5.4.1 Determinação da CL_{50} (ensaios de laboratório)

De acordo com os testes preliminares para a determinação das concentrações discriminantes dos inseticidas, espinosade e clorfaniliprole não apresentaram eficiência de controle, mesmo tendo sido utilizada a máxima dose recomendada para controle de *S. frugiperda* na cultura do milho. Em razão desse resultado, ambos os inseticidas não foram testados nas etapas subsequentes.

Os valores de CL_{50} para a λ -cicalotrina + tiametoxam, clorpirifós, permetrina, indoxacarbe e metomil foram 3,69 13,00 67,76, 215,71 e 610,14 $\mu\text{l. L}^{-1}$ do produto comercial, respectivamente (Tabela 14). Os componentes de cada modelo, os valores de χ^2 e p, o número de insetos testados, o coeficiente angular e os graus de liberdade para cada inseticida testado, estão representados na

Tabela 14. Todos os cinco inseticidas testados se enquadraram na distribuição de Probit ($p > 0,05$), (Tabela 14) e a CL_{50} estimada, quando dobrada, foi menor que a máxima dose recomendada para controle de outro alvo biológico nas lavouras de milho (BRASIL, 2017b).

Tabela 14. Mortalidade de *L. zonatus* 96 horas após a exposição a inseticidas aplicados sobre o alimento e o papel filtro. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Inseticidas	n ⁽¹⁾	Coefficiente angular (\pm EP) ⁽²⁾	CL_{50} ⁽³⁾ (IC 95%) $\mu\text{l p.c.}^{(4)} \text{ L}^{-1}$	G.L. ⁽⁵⁾	χ^2	Valor de P
λ -cialotrina+tiametoxam	210	2,28 (\pm 0,32)	3,69 (2,64-4,82)	5	2,59	0,69
Clorpirifós	180	2,09 (\pm 0,52)	13,00 (4,70-19,73)	3	3,31	0,35
Permetrina	180	5,97 (\pm 1,86)	67,76 (49,59-78,59)	3	4,32	0,23
Indoxacarbe	210	2,30 (\pm 0,39)	215,71 (144,09-287,61)	5	1,35	0,85
Metomil	210	3,06 (\pm 0,93)	610,14 (270,39-795,02)	5	8,48	0,13

⁽¹⁾Número de insetos testados; ⁽²⁾Coefficiente angular da curva dose-mortalidade e seu erro padrão (EP); ⁽³⁾ CL_{50} = concentração letal que mata 50% dos insetos testados; ⁽⁴⁾Produto comercial, ⁽⁵⁾G.L.= graus de liberdade.

5.4.2 Avaliação dos inseticidas a campo (avaliação da CL_{50} dobrada)

Houve maior mortalidade de adultos de *L. zonatus* quando as plantas foram pulverizadas com os inseticidas metomil, permetrina e λ -cialotrina + tiametoxam. O mesmo ocorreu quando houve exposição simultânea das plantas e insetos. Quando apenas os insetos foram expostos aos inseticidas, as maiores mortalidades foram associadas ao metomil e à permetrina (Tabela 15). As menores mortalidades ocorreram quando plantas ou plantas e insetos foram tratadas com o clorpirifós e o indoxacarbe. Quando somente os insetos foram expostos aos inseticidas, λ -cialotrina + tiametoxam, além do clorpirifós e indoxacarbe proporcionaram as menores mortalidades (Tabela 15).

A maior mortalidade de adultos de *L. zonatus* ocorreu quando o inseticida λ -cialotrina + tiametoxam foi aplicado, simultaneamente, sobre insetos e plantas (Tabela 15). No caso dos inseticidas clorpirifós, permetrina e metomil, as maiores mortalidades ocorreram mediante tratamento dos insetos e dos insetos e da planta simultaneamente, em comparação ao tratamento das

plantas apenas (Tabela 15). Mesmo sem ter havido diferenças significativas entre os tratamentos em relação a alguns modos de exposição, a exposição simultânea dos insetos + plantas foi a única que proporcionou mortalidade satisfatória ($\geq 75\%$) com propósito de obtenção de registro para três das cinco moléculas testadas: λ -cialotrina + tiametoxam, permetrina e metomil (Tabela 15).

Pansa et al. (2015) estimaram a CL_{50} da λ -cialotrina (95 g i.a. L^{-1} de produto comercial) para *N. viridula* e *Eurygaster maura* Linnaeus (Hemiptera: Scutelleridae) através da aplicação da mesma dose da solução contendo os inseticidas (1 mL) em placas de Petri e em folhas e grãos de trigo, simultaneamente, ambas metodologias similares às empregadas nesse trabalho. Os autores obtiveram valores de 0,428 e 4,464 μL^{-1} para *N. viridula* e *E. maura*, respectivamente, quando trataram as placas de Petri contrastando com os valores de 2,10 e 1,17 μL^{-1} quando trataram folhas e grãos. Alguns desses valores são bem próximos aos encontrados no presente trabalho de 3,69 μL^{-1} relativo ao uso combinado de uma formulação contendo λ -cialotrina (106 g i.a. L^{-1} do produto comercial) e tiametoxam (141 g i.a. L^{-1} do produto comercial). Além disso, tanto Snodgrass et al. (2005) em ensaios realizados com *Acrosternum hilare* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) e *N. viridula* quanto López et al. (2013) em trabalhos realizados com *N. viridula*, encontraram baixos valores de CL_{50} para a λ -cialotrina (menor que 1 μg por tubo com valores variáveis entre 0,0039-0,47 μg por tubo) usando inseticidas em grau técnico impregnados em tubos de cintilação. Mesmo quando Blackman et al. (2015) avaliaram uma formulação comercial de λ -cialotrina sobre *Oebalus pugnax* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), eles encontraram CL_{50} de 0,2973 $\mu g. mL^{-1}$ e eficiência de controle comparável à obtida nesse trabalho para formulações contendo apenas metade da quantidade de λ -cialotrina contida na mistura avaliada nesse trabalho e a mesma concentração de tiametoxam.

Desta forma, parece que esses ingredientes ativos usados sozinhos ou em mistura proporcionam bom controle de percevejos. Além disso, caso a concentração empregada da formulação que contém esses ingredientes ativos fosse a mesma registrada para o controle de *D. melacanthus* em milho, ela estaria superestimada. Nesse sentido, a concentração de λ -cialotrina + tiametoxam registrada para controle de *D. melacanthus* em milho varia de 200-250 mL do produto comercial por hectare (BRASIL, 2017b) que é 135-168 vezes maior que a concentração estimada aqui para *L. zonatus* (1,5 mL ha^{-1}). Esta razão por si só justifica a estimativa da CL_{50} e os testes realizados a campo, neste trabalho.

Em relação aos dois outros ingredientes ativos testados nesse trabalho e que alcançaram eficiência satisfatória no controle de *L. zonatus* isto é, permetrina e metomil, eles foram, respectivamente nove e 80 vezes menos tóxicos para os adultos de *L. zonatus* do que a mistura de λ -cialotrina + tiametoxam. Resultados semelhantes foram encontrados por Snodgrass et al. (2005) quando compararam os valores da CL_{50} da permetrina e λ -cialotrina para *A. hilare* e *N. viridula* e

constatarem que eles foram quatro a 13 vezes mais baixos para o último em comparação ao primeiro inseticida. Entretanto, outros autores relataram que existe recuperação após a exposição inicial de alguns pentatomídeos invasivos à λ -cialotrina, sendo que esse efeito não é verificado após a exposição à permetrina e ao tiametoxam (LESKLEY et al., 2012).

Nesse aspecto, o uso de formulações contendo uma mistura de λ -cialotrina + tiametoxam e a permetrina isoladamente, deve evitar que um problema similar ocorra com as populações de *L. zonatus* expostas a essas formulações. No mesmo estudo de Leskley et al. (2012), tanto o metomil quanto a permetrina aplicados nas concentrações de 1.112 g i.a. ha⁻¹ e 1.120 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, mostraram alta eficácia inicial contra o pentatomídeo *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), mantendo essa condição estável durante todo o intervalo de avaliação, algo que lhes permitiu ser classificados como de alto índice de letalidade. Essa condição, de acordo com os autores, foi causada por um alto grau de mortalidade imediata com pequena recuperação dos insetos expostos aos produtos. Além disso, em outro estudo realizado com a mesma praga infestando pomares de maçã e pêsego a mortalidade causada pelo metomil (90% de ingrediente ativo) aplicado na proporção de 1,1 kg ha⁻¹ no início da estação de cultivo, alcançou 100% (LESKLEY et al., 2014). No presente estudo, eficiência aceitável ($\geq 75\%$) foi obtida usando concentrações muito menores de metomil (52,47 g ha⁻¹) e permetrina (10,41 g ha⁻¹) para o controle de *L. zonatus*. As concentrações estimadas para uso em campo foram de 0,244 L ha⁻¹ e 27,1 mL ha⁻¹, respectivamente, que são muito menores do que as já em uso para o controle de *S. frugiperda* no milho (0,4-0,6 L ha⁻¹ e 100-130 mL ha⁻¹ para o metomil e permetrina, respectivamente) (BRASIL, 2017b). Baseado nas estimativas feitas, a expansão de registro de tal forma a incluir *L. zonatus* como alvo biológico a ser controlado por esses inseticidas quando infestando a cultura do milho, seria perfeitamente factível para os três inseticidas testados (BRASIL, 2002).

Em relação ao modo de exposição, todos os inseticidas que alcançaram eficiência satisfatória agem por contato e ingestão e no caso da permetrina, ela possui ainda efeito repelente e o metomil ação sistêmica (NPIC, 2009; PMP, 2016); a λ -cialotrina e o tiametoxam possuem efeito de choque (BEZERRA-SILVA et al., 2012). Entretanto, tendo em vista o modo de exposição empregado nos ensaios de laboratório para estimar a CL₅₀, com exposição simultânea de ambos inseto + fonte alimentar, isso pode explicar a maior eficiência alcançada pela λ -cialotrina + tiametoxam quando esse mesmo tipo de exposição foi empregada nos ensaios a campo, tendo em vista que a exposição através de apenas uma dessas vias pode veicular o ingrediente ativo em sub-dosagens, insuficientes para causar mortalidade satisfatória da praga. O mesmo pode ter ocorrido em relação à permetrina e ao metomil que apresentaram eficiência insatisfatória quando aplicados apenas sobre os insetos. Baseado nesse fato e como esse é o modo de exposição comumente empregado nas pulverizações

realizadas a campo, os dados desse modo de exposição foram empregados nas estimativas subsequentes dos NDEs e NCs.

Tabela 15. Mortalidade (%) \pm EPM de *L. zonatus*, corrigida para a mortalidade do controle, 96 horas após a aplicação dos inseticidas em diferentes modos de exposição em condições de campo.

Inseticidas	Dosagem utilizada (mL p.c. ⁽¹⁾ ha ⁻¹)	Modos de exposição		
		Planta	Inseto	Inseto + planta
λ -cialotrina+tiametoxam	1,5	48,1 \pm 27,4 Ab	31,1 \pm 24,8 Bb	79,4 \pm 18,5 Aa
Clorpirifós	5,2	8,1 \pm 13,0 Bb	25,6 \pm 18,7 Ba	36,0 \pm 22,7 Ba
Permetrina	27,1	52,2 \pm 22,1 Ab	86,0 \pm 10,9 Aa	77,6 \pm 17,5 Aa
Indoxacarbe	86,3	30,1 \pm 21,4 ABa	21,6 \pm 23,6 Ba	23,4 \pm 21,4 Ba
Metomil	244,1	51,6 \pm 19,2 Ab	80,4 \pm 18,8 Aa	75,0 \pm 21,7 Aa

⁽¹⁾Produto comercial; *Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna ou minúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$.

5.5 Determinação da densidade de *L. zonatus* que requer a adoção de medidas de controle

Houve um aumento linear e significativo no número de sementes danificadas por espiga ($r^2=0,93$), com o número de adultos de *L. zonatus* encontrados por espiga (Figura 11A), apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas para os modelos de regressão estabelecidos entre o número individual de cada categoria de semente danificada (embrião e endosperma ou murcha) e o número de *L. zonatus* encontrado por espiga (Figura 11B; $p > 0,05$). O componente “b” da fórmula do NDE (coeficiente angular do modelo ajustado entre o número de adultos de *L. zonatus* e as perdas de sementes por espiga) ou as perdas causadas por unidade de inseto foi empregado para estimativa das perdas qualitativas causadas por *L. zonatus*, sendo igual a 0,07180 (Figura 11A).

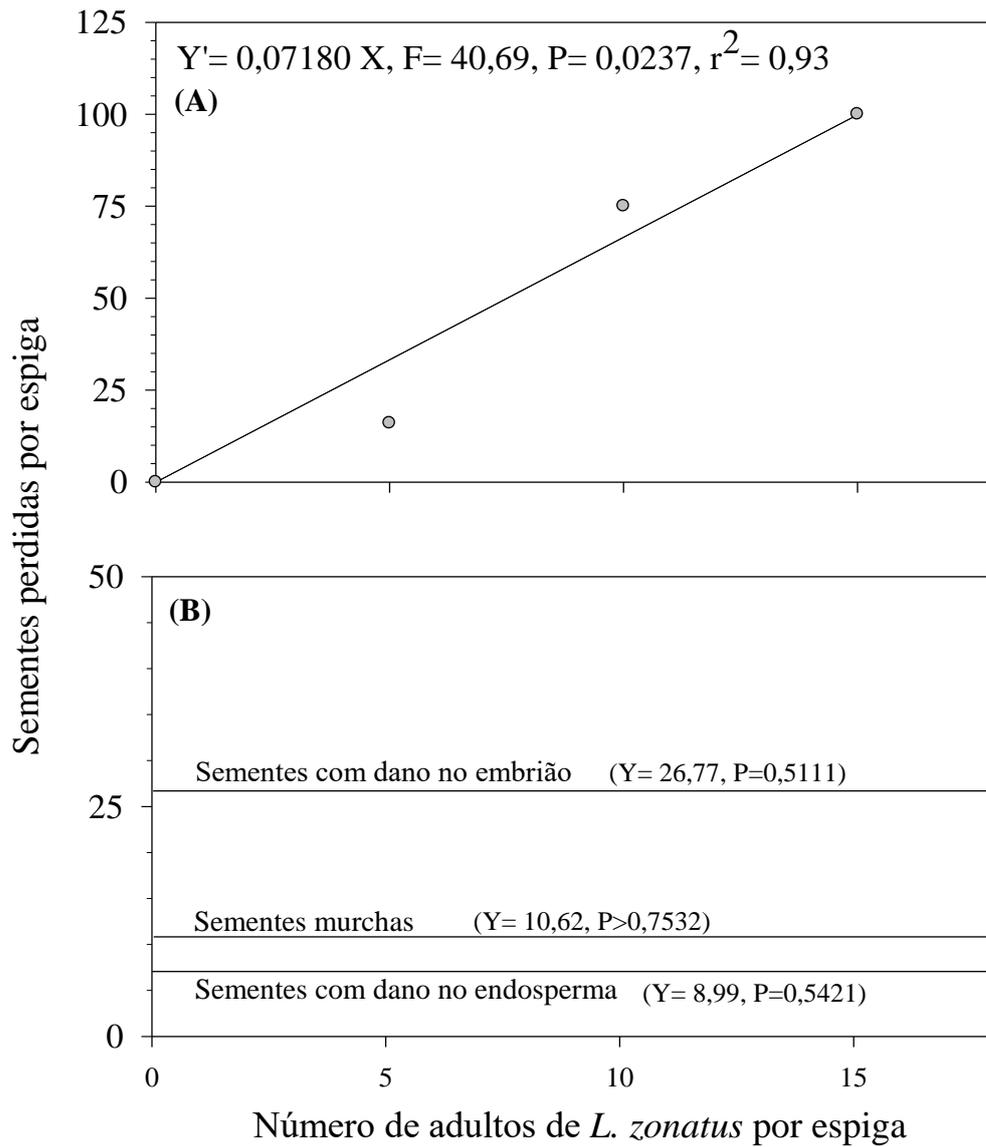


Figura 11. Número total de sementes danificadas por espiga (A), sementes com dano no embrião, sementes murchas e sementes com dano no endosperma (B), em função do número de adultos de *L. zonatus* por espiga.

O custo do controle químico (C da fórmula NDE) para aplicação via terrestre e aérea dos inseticidas encontra-se representado na Tabela 16. Vale destacar que esses métodos de aplicação foram calculados tendo por base os métodos previstos nas bulas dos produtos. Desta forma, o inseticida metomil não pode ser aplicado através de pulverização aérea, enquanto tanto a λ -cialotrina + tiametoxam e a permetrina podem ser aplicadas tanto em pulverizações terrestres quanto aéreas (BRASIL, 2017b). O custo da aplicação via terrestre da λ -cialotrina + tiametoxam, permetrina e metomil foram, respectivamente, de: R\$ 20,14, R\$ 20,60 e R\$ 24,10. Já para a aplicação aérea o valor para a λ -cialotrina + tiametoxam e permetrina foi de: R\$ 26,14 e R\$ 26,60, respectivamente (Tabela 16).

O custo de controle incorpora os custos de aquisição e aplicação de inseticidas e pode assumir valores variáveis dependendo do custo e da quantidade de formulação necessária para pulverizar uma determinada área, bem como com o equipamento de pulverização utilizado (PEDIGO, 2002). Nesse sentido, maiores valores de C foram obtidos em pulverizações aéreas em comparação às terrestres. O menor valor de C foi obtido para a aplicação terrestre de λ -cialotrina + tiametoxam, por causa tanto da menor quantidade de formulação necessária (menor CL_{50}) quanto da tecnologia de aplicação usada. O inseticida metomil, que não pode ser utilizado em aplicação aérea, produziu um valor de C intermediário entre os maiores e os menores valores, principalmente devido à maior quantidade de formulação necessária (maior CL_{50}) para controlar *L. zonatus* quando comparado aos demais inseticidas. O máximo valor de C ocorreu na aplicação aérea de permetrina devido tanto à alta CL_{50} (maiores concentrações requeridas para controlar *L. zonatus*) quanto à tecnologia de aplicação usada.

O valor de mercado (valor da produção) dos campos de sementes de milho cultivados com genótipos de baixo, médio e alto potencial genético variou de: R\$ 60.280,00 a R\$ 115.080,00, considerando a produtividade de 274 sacas de 60 mil sementes ha^{-1} (Tabela 17).

O valor da produção (V) varia com o preço alcançado pela cultura no mercado e é dependente, entre outras coisas, da produtividade das culturas (PEDIGO, 2002). Culturas mais produtivas proporcionam maiores valores de V, com o oposto ocorrendo em relação às culturas menos produtivas. Essa é a razão pela qual o valor de V foi maximizado nos genótipos mais produtivos (potencial genético alto e médio) e mínimo no genótipo de baixo potencial genético.

Tabela 16. Estimativa de custo (aplicação + inseticida) de uma pulverização de inseticida realizada para o controle de *L. zonatus* em campos de milho destinados à produção de sementes, usando diferentes tecnologias de aplicação.

Inseticidas	Custo do inseticida (R\$ L ⁻¹)	Concentração (mL p.c. ⁽¹⁾ ha ⁻¹)	Custo de uma aplicação de inseticida (R\$ ha ⁻¹)	Tecnologia de aplicação	Custo de aplicação (R\$ ha ⁻¹)	Custo total (aplicação + inseticida) (R\$ ha ⁻¹)
λ-cialotrina + tiametoxam	95	1,5	0,14	Terrestre ⁽²⁾	20,00	20,14
				Aérea ⁽³⁾	26,00	26,14
Permetrina	22,2	27,1	0,60	Terrestre ⁽²⁾	20,00	20,60
				Aérea ⁽³⁾	26,00	26,60
Metomil	16,8	244,1	4,10	Terrestre ⁽³⁾	20,00	24,10
				--	--	--

⁽¹⁾Produto comercial; ⁽²⁾Aplicação terrestre: cada aplicação custa R\$ 20,00. Atividade terceirizada e sujeita a alteração no valor a cada renovação de contrato; ⁽³⁾Aplicação aérea: cada aplicação custa R\$ 26,00. Atividade terceirizada e sujeita a alteração no valor a cada renovação de contrato.

Tabela 17. Produtividade, preço de venda e valor da produção de campos de milho destinados à produção de sementes e cultivados com genótipos possuindo diferentes potenciais genéticos.

Potencial genético do genótipo ⁽¹⁾	Produtividade (Sacas ha ⁻¹) ⁽²⁾	Preço de venda (R\$ saca ⁻¹)	Valor da produção (R\$ ha ⁻¹)
Alto	274	420	115.080,00
Médio	274	320	87.680,00
Baixo	274	220	60.280,00

⁽¹⁾ Potencial genético baseado na produtividade: maior que a média (alto); na média (médio) e menor que a média (baixo); ⁽²⁾Saca de 60 mil sementes. Embalagem que contém sessenta mil sementes com tamanho de 16,5/64 a 26/64 polegadas. Classificação padrão de indústrias de sementes de milho. Para a estimativa de produtividade nem a área ocupada pelos machos ou as perdas decorrentes da colheita e beneficiamento foram consideradas.

Os valores do nível de dano econômico (NDE) e nível de controle (NC) para *L. zonatus* infestando campos de milho cultivados com genótipos de baixo, médio e alto potencial genético e utilizando pulverização terrestre ou aérea dos inseticidas: λ-cialotrina + tiametoxam, permetrina e metomil para o controle de *L. zonatus* estão descritos na Tabela 18.

O NDE variou de três a oito insetos adultos por 1.000 plantas (0,003 a 0,008 insetos adultos por espiga) e o NC variou de dois a seis adultos de *L. zonatus* por 1.000 plantas (0,002 a 0,006 adultos por espiga) (Tabela 18). A tomada de decisão é antecipada quando se emprega a pulverização terrestre em comparação à pulverização aérea, a despeito do inseticida usado (Tabela 18). Genótipos que tem baixo potencial genético toleram maior densidade para a tomada de decisão de controle de *L. zonatus*, em comparação aos genótipos de potencial genético médio e alto (Tabela 18).

A tomada de decisão de controle de *L. zonatus* é mais rápida quando se cultiva materiais de alto potencial genético e usando os inseticidas λ -cialotrina + tiametoxam e permetrina em aplicação terrestre (Tabela 18). Por outro lado, esta mesma decisão é realizada com maior densidade do inseto em campos de sementes de baixo potencial genético e empregando a pulverização aérea de λ -cialotrina + tiametoxam e permetrina. Já a aplicação terrestre do metomil resultou em valores de NDE e NC comparáveis à aplicação aérea dos inseticidas λ -cialotrina + tiametoxam e permetrina e é realizada sob menor densidade de percevejos (Tabela 18).

Tabela 18. Nível de controle (NC) e nível de dano econômico (NDE) para *L. zonatus* em campo de milho destinado à produção de semente, cultivados com genótipos com potencial produtivo baixo, médio e alto com pulverizações aérea e terrestre de diferentes inseticidas.

Inseticidas	Tecnologia de aplicação	NDE e NC (insetos por espiga) em função dos valores de potencial genético do híbrido					
		Baixo		Médio		Alto	
		NDE	NC	NDE	NC	NDE	NC
λ -cialotrina + tiametoxam	Terrestre	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002
	Aérea	0,008	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003
Permetrina	Terrestre	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002
	Aérea	0,008	0,007	0,006	0,004	0,004	0,003
Metomil	Terrestre	0,008	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003
	Aérea	--	--	--	--	--	--

A natureza da relação estabelecida entre C e o NDE e o NC é direta (PEDIGO, 2002), o que é equivalente a dizer que a medida que C aumenta o NDE e o NC também aumentam, ocorrendo atraso na tomada de decisão de controle da praga. No sentido oposto, existe uma relação inversa

entre V e o NDE e o NC (PEDIGO, 2002). Isso significa dizer que sempre que existe um aumento em V, ocorre redução no NDE e NC, levando a uma antecipação na tomada de decisão de controle da praga. Outra possibilidade de alterar o NDE e o NC é através de alterações significativas no componente k (quantidade de dano evitado baseado na eficácia do inseticida) do NDE, conforme descrito por Fernandes et al. (2011) e Pereira et al. (2016). Entretanto, nesse estudo, o componente k variou de 75% a 79% e tais variações não foram responsáveis pelas variações observadas no NDE e NC estimados, que foram mais dependentes das maiores variações ocorridas nos valores de C e V.

Apesar de potenciais variações ocorridas no valor de mercado (45-90%) e no custo de controle (2-31%) nos diferentes genótipos possuindo potenciais genéticos distintos, as diferenças no NC foram menos significativas. Ni et al. (2010) observaram que o peso de grãos de milho não foi significativamente reduzido pela densidade de um ou dois adultos de *E. servus* confinados às espigas em estágio VT ou R1 por nove dias. Desta forma, os autores propuseram um NDE de 0,5 percevejo por espiga por nove dias no estágio VT e ainda menos no estágio R1, um número muito maior do que os que foram encontrados nesse estudo. Entretanto, é oportuno lembrar que valor da semente é significativamente maior do que o do grão comercial e o dano à semente ocorrerá muito antes da perda de peso ser percebida e esta é a razão pela qual ajustes na tomada de decisão de controle de pragas em campos de semente devem ser realizados. Nesse sentido, Depieri & Panizzi (2011) estudaram a duração da alimentação em relação ao dano superficial e em profundidade causado às sementes de soja em virtude da alimentação de percevejos-praga da cultura. Os autores verificaram que mesmo tempos de alimentação relativamente curtos (70 minutos) foram suficientes para que algumas espécies causassem dano à semente devido ao rompimento celular e à dissolução de corpos proteicos. Além disso, Sayers et al. (1994) quando trabalharam com *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) infestando campos de milho cultivados para produção de sementes destacaram que perda econômica significativa ocorre sob baixos níveis de infestação fazendo com que os NDEs estimados para essa condição fossem significativamente mais baixos do que os empregados em lavouras visando a exploração de grãos, principalmente em razão do alto valor monetário das sementes.

Desta forma, para a tomada de decisão de controle de *L. zonatus* infestando campos de produção de sementes de milho de potencial genético, alto, médio ou baixo as plantas devem ser amostradas aleatoriamente a exemplo o que é feito para *S. frugiperda* (DAVIS & WILIAMS, 1989) e o número de adultos de *L. zonatus* encontrado em cada espiga por planta contabilizado. Em seguida, deve-se calcular a média de insetos por espiga ou planta e comparar com NC descrito na Tabela 18. Dependendo do inseticida e da tecnologia de aplicação que serão adotados para o controle, a tomada de decisão irá ocorrer quando a média de adultos de *L. zonatus* encontrados por espiga ou planta corresponder ao valor de NC. Assim, durante a amostragem de campos de milho

destinados à produção de sementes caso sejam encontrados dois, três, quatro, cinco ou seis insetos adultos de *L. zonatus* por 1.000 espigas ou plantas será necessário efetuar o controle, dependendo do potencial genético do genótipo que está sendo cultivado.

Houve correlação significativa e negativa entre o número de adultos de *L. zonatus* por 100 espigas e o peso de 100 sementes não danificadas. O menor peso de 100 sementes não danificadas ocorreu onde havia o maior número de adultos de *L. zonatus* (Lavoura 3, 4 e 5) (Figura 12A). De maneira oposta, o maior peso de 100 sementes de milho ocorreu onde o menor número de *L. zonatus* foi observado (Figura 12B). Esse resultado comprova que *L. zonatus* também é capaz de causar perda de peso em sementes e contrastam com os resultados de Ni et al. (2010) que não verificaram associação entre o peso de 100 sementes de milho e a infestação de percevejos pentatomídeos (zero-seis percevejos por planta) apesar do peso das espigas ter sido afetado quando as plantas foram infestadas em VT ou R1.

O número de adultos de *L. zonatus* variou de 0,1 a 5,1 adultos por 100 espigas amostradas em um hectare entre os campos avaliados (Figura 12A), atingindo o NC em quatro dos cinco campos amostrados levando em consideração o menor valor encontrado para NC neste trabalho que é 0,002 adultos de *L. zonatus* por espiga, quando se utiliza os inseticidas λ -cialotrina + tiametoxam ou permetrina para controlar a praga em genótipos com alto potencial genético (Tabela 18). Além disso, enquanto no Campo 2 (Figura 12A) a tomada de decisão de controle da praga só ocorreria na situação descrita anteriormente, no restante dos casos onde NC foi atingido (Campos 3, 4 e 5) (Figura 12A) a decisão de controlar a praga seria tomada em qualquer situação considerada (qualquer inseticida ou tecnologia de aplicação selecionados) (Tabela 18). Esse resultado permite confirmar que a decisão de controle de *L. zonatus* seria tomada na maioria dos campos amostrados (60%) em qualquer situação considerada, demonstrando que as densidades que requerem a decisão de controle podem ser comuns em cultivos de milho.

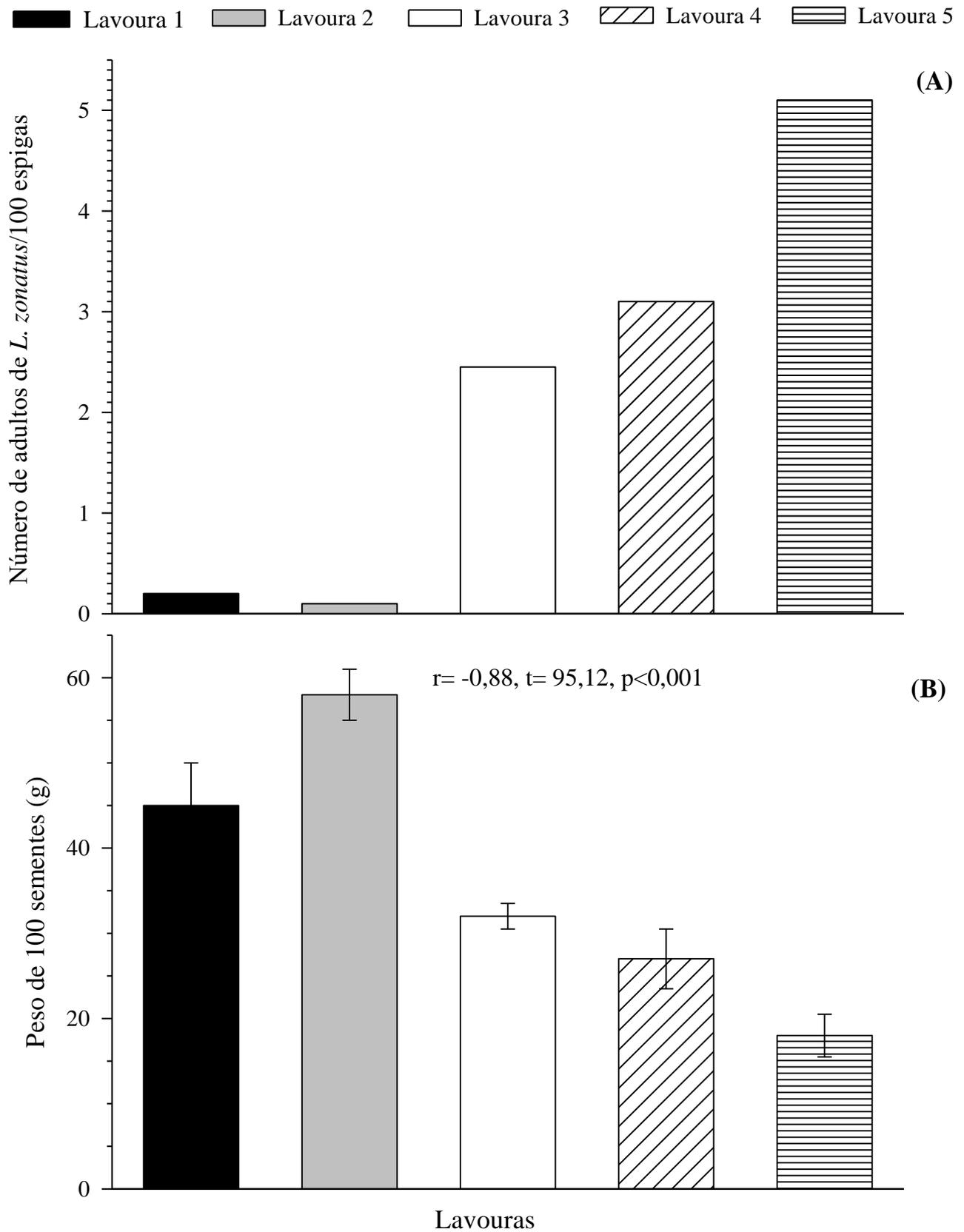


Figura 12. Número de adultos de *L. zonatus* por 100 espigas (A) e peso de 100 sementes sem dano (B) em campos destinados à produção comercial de grãos.

6. CONCLUSÕES

Leptoglossus zonatus passa por cinco ínstares, com duração total média de 35,0 dias. O período embrionário dura, em média, 12,3 dias e os estádios ninfais 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam duração média de: 5,0, 6,9, 6,4, 5,5 e 11,1 dias, respectivamente;

De modo geral, as sementes sem dano e sem infestação são as que apresentam os melhores desempenhos nas avaliações realizadas no teste de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântula, envelhecimento acelerado, teste de emergência em campo, teste de tetrazólio e teste de frio, sendo esse resultado coincidente com a avaliação visual em que as sementes avaliadas como sementes danificadas por percevejos, são as que apresentam os piores desempenhos nesses testes;

Os ensaios com e sem sobreposição de infestação mostram que o período de maior suscetibilidade do milho ao dano de *L. zonatus* coincide com os estádios iniciais de desenvolvimento dos grãos [(0-20 (embonecamento-bolha d'água), 0-40 (embonecamento-grão pastoso) e 0-60 dias (embonecamento-maturidade fisiológica) para os ensaios com sobreposição e de 0-10 (pendoamento-embonecamento) e 11-20 (embonecamento-bolha d'água) para os ensaios sem sobreposição de dano)], apesar do inseto também ser capaz de se alimentar dos grãos em estádios mais avançados de desenvolvimento;

Não há diferenças significativas entre as porcentagens de sementes com dano no embrião e endosperma e o total de sementes danificadas entre os genótipos avaliados na primeira ou segunda safra. Todavia, a porcentagem de sementes danificadas extrapola os limites aceitáveis em termos de qualidade de sementes pela legislação vigente (97% de sementes sem apresentar injúria por insetos);

Os inseticidas λ -cialotrina + tiametoxam, permetrina e metomil, apresentam eficiência superior a 75% em concentrações menores que as já registradas para controle de outros alvos biológicos no milho, permitindo a estimativa do NDE e NC para *L. zonatus* infestando campos de produção de milho semente;

O milho destinado à produção de sementes demanda a adoção de medidas de controle contra *L. zonatus* que variam em frequência com o potencial genético da linhagem ou híbrido cultivado, com o inseticida selecionado para pulverização e tecnologia de aplicação empregada. Dependendo

desses fatores, o nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) para *L. zonatus* infestando campos de produção de sementes de milho é de três a oito e dois a seis adultos por 1.000 plantas, respectivamente. Nos casos em que as densidades de *L. zonatus* alcancem o NC, o controle pode ser realizado através de aplicação aérea ou terrestre de λ -cialotrina (106 g i.a. L⁻¹) + tiametoxam (141 g i.a. L⁻¹) na concentração de 1,5 mL ha⁻¹, aplicação aérea ou terrestre de permetrina (384 g i.a. L⁻¹) na concentração de 27,1 mL ha⁻¹ ou aplicação terrestre de metomil (215 g i.a. L⁻¹) na concentração de 244,1 mL ha⁻¹.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMAQ (Associação brasileira de máquinas e equipamentos). Disponível em: <http://www.abimaq.org.br>. Acesso em: 05 de dezembro de 2013.
- ALBUQUERQUE, A.F.; PATTARO, P.C.; BORGES, M.L.; LIMA, S.R.; ZABINI, V.A. Insetos associados à cultura da aceroleira (*Malpighia glabra* L.) na região de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, 24: 1245-1249, 2002.
- ALLEN, R.C. A revision of the genus *Leptoglossus* Guerin (Hemiptera: Coreidae). **Entomologica Americana**, 45: 35-140, 1969.
- ALONSO, O.; LEZCANO, J.C. Arthropods associated to *Jatropha curcas* Linnaeus. Functions and strategy for their management. **Pastos y Forrajes**, 37: 74-86, 2014.
- AOSA. Association of official seed analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p.
- APPS (Associação paulista de produtores de sementes e mudas). Disponível em: <http://www.agr.br>. Acesso em: 4 de agosto de 2016.
- ÁVILA, C.J.; DUARTE, M.M. Eficiência de inseticidas, aplicados nas sementes e em pulverizações, no controle do percevejo barriga-verde *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), na cultura do milho. **BioAssay**, 7: 1-6, 2012.
- BALDIN, E.L.L.; CAETANO, A.C.; LARA, F.M. Atração e desenvolvimento de *Leptoglossus gonagra* (Fabr.) (Hemiptera: Coreidae) em cultivares de abóbora e moranga. **Scientia Agricola**, 59: 191-196, 2002.
- BARRETO, M.R.; SILVA, L.G. Eficiência da armadilha “R. Bianco” para captura do percevejo *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae), na cultura do milho. **EntomoBrasilis**, 9: 84-88, 2016.

- BATES, S.L.; STRONG, W.B.; BORDEN, J.H. Abortion and seed set in lodgepole and western white pine conelets following feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae). **Environmental Entomology**, 31: 1023-1029, 2002a.
- BATES, S.L.; LAIT, C.G.; BORDEN, J.H.; KERMODE, A.R. Measuring the impact of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) on seed production in lodgepole pine using an antibody-based assay. **Journal Economic Entomology**, 95: 770-777, 2002b.
- BATES, S.L.; LAIT, C.G.; BORDEN, J.H.; KERMODE, A.R. Effect of feeding by the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*, on the major storage reserves of developing seeds and on seedling vigor of Douglas-fir. **Tree Physiology**, 21: 481-487, 2001.
- BEZERRA-SILVA, G.C.D.; SILVA, M.A.; MIRANDA, M.P.; LOPES, J.R.S. Effect of contact and systemic insecticides on the sharpshooter *Bucephalagonia xanthophis* (Hemiptera: Cicadellidae), a vector of *Xylella fastidiosa* in citrus. **Florida Entomologist**, 95: 854-861, 2012.
- BLACKMAN, B.; LANKA, S.; HUMMEL, N.; WAY, M.; STOUT, M. Comparison of the effects of neonicotinoids and pyrethroids against *Oebalus pugnax* (Hemiptera: Pentatomidae) in rice. **Florida Entomologist**, 98: 18-26, 2015.
- BLATT, S.E.; BORDEN, J.H. Distribution and impact of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) in seed orchards in British Columbia. **The Canadian Entomologist**, 128: 1065-1076, 1996.
- BRAILOVSKY, H.; BARRERA, E. A review of the Costa Rican species of *Leptoglossus* Guérin, with descriptions of two new species (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini). **Proceedings of the California Academy of Sciences**, 50: 167-184, 1998.
- BRAILOVSKY, H.; BARRERA, E. Six new species of *Leptoglossus* Guérin (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini). **Journal of the New York Entomological Society**, 112: 56-74, 2004.

- BRAILOVSKY, H. Illustrated key for identification of the species included in the genus *Leptoglossus* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae: Coreinae: Anisoscelini), and descriptions of five new species and new synonyms. **Zootaxa**, 1: 143-178, 2014.
- BRAILOVSKY, H.; SÁNCHEZ, C. Hemiptera-Heteroptera de México XXIX. Revisión de la familia Coreidae Leach. Part 4. Tribu Anisoscelidini Amyot – Serville. **Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México**, 53: 219-275, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 398p. 2009.
- BRASIL. Associação brasileira de sementes e mudas. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Brasília: MAPA, 38p. 2013.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção, relativas às safras 1976/77 a 2015/16 de grãos, 2001 a 2016 de café, 2005/06 a 2016/17 de cana-de-açúcar**. Brasília: CONAB. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos. Acesso em: 28 de maio de 2017a.
- BRASIL. **Decreto nº 4.074**, de 4 de janeiro de 2002. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074compilado.htm. 2002. Acesso em: 15 de março de 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://agricultura.gov.br>. 2017. Acesso em: 17 de janeiro de 2017b.
- BRUSTOLIN, C.; BIANCO, R.; NEVES, P.M.O.J. Inseticidas em pré e pós-emergência do milho *Zea mays* L.), associados ao tratamento de sementes, sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 10: 215-223, 2011.
- BULEGON, L.G. et al. Germinação e emergência de sementes de diferentes tamanhos submetidas à tratamentos químicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, 2: 86-94, 2015.

- CAETANO, A.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; RUGGIERO, C. Avaliação da ocorrência sazonal de percevejos em cinco espécies de maracujazeiros, utilizando dois métodos de amostragem. **Revista de Ciências Agronômicas**, 59: 45-51, 2000a.
- CAETANO, A.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Desenvolvimento de *Leptoglossus gonagra* Fabr. (Heteroptera: Coreidae) em espécies de maracujazeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 29: 353-359, 2000b.
- CHI, A.A.; MIZELL R.F. **Western leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Insecta: Hemiptera: Coreidae)**. Monticello: University of Florida, 2012. 4p. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu>. Acesso em: 17 de setembro de 2014.
- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.151-164, 1994.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 1067-1072, 2005.
- COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.R.M.; ESPINDOLA, E.L.G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Quim Nova**, 31: 1820-1830, 2008.
- CRUZ, I. Manejo de pragas da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2008. p. 302-362.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, A.S.P.J.; CRUZ, L.M.; MENSCH, R. Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria Paranaensis**, 12: 175-181, 2013.
- DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall armyworm. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPING HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECT**, p.101-108, 1989.

- DEPIERI, R.A.; PANIZZI, A.R. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 40: 197-203, 2011.
- DIAS, L.W.; BRUNES A.P.; MARTINS, A.B.N.; GEHLING, V.M.; FIN, S.S.; VILLELA, F.A. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com ácido butírico. **Tecnologia de Ciência Agropecuária**, 10: 58-62, 2016.
- DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de milho. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, p.8.4.1-8.4.10, 1999.
- DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, 34: 715-721, 2004.
- FERNANDES, F.L.; PICANÇO, M.C.; CAMPOS, S.O.; BASTOS, C.S.; CHEDIK, M.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, R.S. Economic injury level for the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) using attractive traps in brazilian coffee fields. **Journal of Economic Entomology**, 104: 1909-1917, 2011.
- FERNANDES, J.A.M.; GRAZIA, J. Estudo dos estágios imaturos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 21: 180-188, 1992.
- FESSEL, S.A.; MENDONÇA, E.A.F.; CARVALHO, R.V.; VIEIRA, R.D. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, 25: 25-28, 2003.
- GARCIA, R.E.T.; GUILLERMO, S.P.; HERRERA, J.M.; GÓMEZ, V.R.C. Records of two pest species, *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae) and *Pachycoris klugii* (Heteroptera: Scutelleridae), feeding on the physic nut, *Jatropha curcas*, in Mexico. **Florida Entomologist**, 95: 208-210, 2012.
- GRIMM, C. Evaluation of damage to physic nut (*Jatropha curcas*) by true bugs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 92: 127 – 136. 1999.

- GRIMM, C.; SOMARRIBA, A. Suitability of physic nut (*Jatropha curcas* L.) as single host plant for the leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* Dallas (Het., Coreidae). **Journal of Applied Entomology**, 123, 347 – 350. 1999.
- HALLAUER, A.R.; CARENA, M.J.; MIRANDA, J.B.F. **Quantitative genetics in maize breeding**. 3.Ed. Ames: Iowa State University Press, 2010. 664p.
- IRAC. Insecticide Resistance Action Committee. **IRAC susceptibility test methods series**. Version: 1.0. Method No: 028. 3p. Disponível em: http://www.irc-online.org/content/uploads/Method_028_Stinkbugs.pdf. 2013. Acesso em: 17 de outubro de 2014.
- JACKSON, C.G.; TVETEN, M.S.; FIGULI, P.J. Development, longevity and fecundity of *Leptoglossus zonatus* on a meridic diet. **Southwestern Entomologist**, 20: 43-48, 1995.
- KUBO, R.K.; BATISTA, A.F. Ocorrência de danos provocados por *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 21: 467-470, 1992.
- LESIEUR, V.; YART, A.; GUILBON, S.; LORME, P.; ROZENBERG, M.A.A.; ROQUES, A. The invasive *Leptoglossus* seed bug, a threat for commercial seed crops, but for conifer diversity? **Biological Invasions**, 16: 1833-1849, 2014.
- LESKLEY, T.C.; LEE, D.; SHORT, B.D.; WRIGHT, S.E. Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of insecticide lethality. **Journal of Economic Entomology**, 105: 1726-1735, 2012.
- LESKLEY, T.C.; SHORT, B.D.; LEE, D. Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. **Pest Management Science**, 70: 1097-1104, 2014.
- LIMA, F.W.N.; OHASHI, O.S.; SOUZA, F.R.S.; GOMES, F.S. Avaliação de acessos de milho para resistencia a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Acta Amazonica**, 36: 147-150, 2006.

- LÓPEZ, J.J.D.; LATHEEF, M.A.; HOFFMANN, W.C. Toxicity of selected insecticides and insecticide mixtures in a glass-vial bioassay of southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) from central Texas. **Southwestern Entomologist**, 38: 571-578, 2013.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2: 176-177, 1962.
- MARCHIORI, C.H. Occurrence of the parasitoid *Anastatus* sp. in eggs of *Leptoglossus zonatus* under the maize in Brazil. **Ciência Rural**, 33: 767-768, 2003.
- MARCHIORI, C.H.; OLIVEIRA, A.M.S.; COSTA, M.C.R. Primeiro registro de ocorrência do parasitóide *Brasema* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae) em ovos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) no Brasil. **Ciência Rural**, 32: 1067-1068, 2002.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.3.1-3.24, 1999.
- MATRANGOLO, W.J.R.; WAQUIL, J.M. Biologia de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) alimentado com milho e sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 23: 419-423, 1994.
- MEAD, F.W. **Leaf-footed bug, *Leptoglossus phyllopus* (Linnaeus) (Insecta: Hemiptera: Coreidae)**. Gainesville: IFAS Extension, University of Florida. (IFAS Extension, University of Florida. EENY-072). 3p, 1999.
- MEDINA, J.A.; KONDO, T. Listado taxonómico de organismos que afectan la pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran (Cactaceae) em Colombia. **Ciência y Tecnología Agropecuaria**, 13: 41-46, 2012.
- MICHELOTTO, M.D.; SILVA, R.A.; BUSOLI, A.C. Percevejos (Hemiptera: Heteroptera) coletados em aceroleira (*Malpighia glabra* L.) em Jáboticabal, SP. **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, 73: 123-125, 2006.

- MITCHELL, P.L. Heteroptera as vectors of plant pathogens. **Neotropical Entomology**, 33: 519-545, 2004.
- MUJICA, N.; KROSCHEL, J. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection**, 47: 6-16, 2013.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **Abrates**, p. 2.1-2.24, 1999.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: **FUNEP**, p.49-86, 1994.
- NASCIMENTO, E.C; ZANUNCIO, J.C.; MENIN, E.; FERREIRA, P.S.F. Aspectos biológicos, morfológicos e comportamentais de adultos de *Podisus sculptus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira Zoologia**, 13: 151-157, 1996.
- NI, X.; XU, W.; BLANCO, M.H.; WILLIAMS, W.P. Evaluation of fall armyworm resistance in maize germplasm lines using visual leaf injury rating and predator survey. **Insect Science**, 21: 541-555, 2014.
- NI, X.; KEDONG, D.A.; BUNTIN, G.D.; COTTRELL, T.E.; TILLMAN, P.G.; OLSON, D.M.; POWELL, R.J.; LEE, R.D.; WILSON, J.P.; SCULLY, B.T. Impacto f brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on corn grain yield components and quality. **Annals of the Entomological Society of America**, 103: 2072-2079, 2010.
- NPIC. **National pesticide information center.**
<http://npic.orst.edu/factsheets/archive/Permtech.html>. 2009. Acesso em 15 de março de 2017.
- OLIVEIRA, S.; LEMES, E.S.; MENDONÇA, A.O.; BRUNES A.P.; FIN, S.S.; MENEGHELLO, G.E. Desempenho fisiológico de sementes de milho com e sem aminoácidos em diferentes temperaturas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, 10: 62-68, 2016.

- PANIZZI, A.R. Desempenho de ninfas e adultos de *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) em diferentes alimentos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 18: 375-389, 1989.
- PANIZZI, A.R. A possible territorial or recognition behavior of *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera, Coreidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 48: 577-579, 2004.
- PANSA, M.G.; BLANDINO, M.; INGEGNO, B.L.; FERRARI, E.; REYNERI, A.; TAVELLA, L. Toxicity and persistence of three pyrethroids for the control of cereal bugs on common wheat. **Journal of Pest Science**, 88: 201-208, 2015.
- PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. 4.Ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 742p. 2002.
- PEREIRA, P.S.; SARMENTO, R.A.; GALDINO, TV.S.; LIMA, C.H.O.; SANTOS, F.A. SILVA, J.; SANTOS, G.R.; PICANÇO, M.C. Economic injury levels and sequential sampling plans for *Frankliniella schultzei* in watermelon crops. **Pest Management Science**, 72: 1-10, 2016.
- PETRAKIS, P.V. First record of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Greece. **Entomologia Hellenica**, 20: 83-93, 2011.
- PIONEER. **Degrees day unit calculator**. <https://www.pioneer.com/home/site/ca/agronomy/tools/gdu/>. Acesso em: 8 de abril de 2017a.
- PIONEER. **Fenologia do milho**. <http://www.pioneersementes.com.br/milho/fenologia-do-milho>. Acesso em: 13 de março de 2017b.
- PIRES, E.M.; RUFFATO, BONALDO, S.M.; FERREIRA, J.A.M.; SOARES, M.A.; CANDAN, S. New record of *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae) attacking starfruit (*Averrhoa carambola* L.) in Sinop, Mato Grosso, Brazil. **EntomoBrasilis**, 4: 33-35, 2011.
- PIRES, E.M.; RUFFATO, S.; MANICA, C.L.M.; SOARES, M.A.; LACERDA, M.C.. Novas plantas hospedeiras para o percevejo fitófago *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). **EntomoBrasilis**, 5: 249-252, 2012.

- PMEP. **Pesticide management education programa.** http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/insect-mite/fenitrothion-methylpara/mehtomyl/methomyl_prf_0489.html. 2016. Acesso em: 15 de março de 2017.
- PROM, L.K.; PERUMAL, R. Leaf-footed bug, *Leptoglossus phyllopus* (Hemiptera: Coreidae), as a potential vector of *Sorghum* fungal pathogens. **Southwestern Entomologist Scientific**, 33: 161-164, 2008.
- PÜNTENER W. **Manual for field trials in plant protection.** Second edition. Basle: Ciba-Geigi, 205p. 1981.
- RAMIRO, Z.A.; BATISTA, A.F.; CINTRA, E.R.R. Eficiência do inseticida Actara Mix 110 + 220 CE (Thiamethoxam + cipermetrina) no controle de percevejos-pragas da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, 72: 239-247, 2005.
- RAMOS, N.P.; FILHO, M.J.; GALLI, J.A. Tratamento fungicida em semente de milho super-doce. **Revista Brasileira de Sementes**, 30: 24-31, 2008.
- REATTO, A.; CARVALHO, A.M.; SANZONOWICZ, C.; SOUSA, D.M.G. **Cerrado: correção do solo e adubação.** Embrapa Informação Tecnológica, 416p. 2004.
- RESENDE, M.L.; PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M. Qualidade de sementes de milho (*Zea mays*) tratadas com fungicida e inoculadas com *Trichoderma harzianum*. **Revista Ciência Agronômica**, 36: 60-66, 2005.
- RIVERO, S.H.T.; HERNÁNDEZ, A.G. Species, seasonal occurrence, and natural enemies of stink bugs and leaf-footed bugs (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae, Largidae) in pecans. **Southwest Entomology Journal**, 34: 305-318, 2009.
- ROCHA, A.A.; PINTO, C.J.C. Digestion in adult females of the leaf-footed bug *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) with emphasis glycoside hydrolases α -amilase, α -galactosidase, and α -glucosidase. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, 85: 152-163, 2014.
- RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Informativo dos Entomologistas do Brasil**, 4: 01-04, 2004.

- SANTOS, F.M.C. Capacidade de combinação de híbridos comerciais de milho visando à obtenção de híbridos F2. Campinas – SP. **Dissertação**, 80p. 2009.
- SAS. Statistical analysis system: getting started with the SAS learning. SAS Institute, Cary, NC. 2002.
- SAYERS, A.C.; JOHNSON, R.H.; ARNDT, D.J.; BERGMAN, M.K. Development of economic injury levels for european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) on corn grown for seed. **Journal Economic Entomology**, 87: 458-464, 1994.
- SCHAEFER, C.W.; MALAGUIDO, A.B.; SILVA, J.J. A second of *Leptoglossus* (Hemiptera: Coreidae: Coreinae) feeding on a magnolid. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26: 575-576, 1997.
- SCHAEFER, C.W.; MITCHELL, P.L. Food plants of the Coreidae (Hemiptera: Heteroptera). **Annals of the Entomological Society of America**, 76: 591-615, 1983.
- SENA, D.V.A.; ALVES, E.U.; MEDEIROS, D.S. Vigor de sementes de milho cv. ‘Sertanejo’ por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, 45: 1910-1916, 2015.
- SILVA, R.S.; MORAIS, E.G.F.; PICANÇO, M.C.; SANTANA JUNIOR, P.A.; SOUZA JUNIOR, R.C.; SILVA, D.J.H. Influência dos fatores bióticos e abióticos na população de *Lipaphis erysimi*. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, 2011.
- SILVEIRA, L.C.P.; VENDRAMIM, J.D.; ROSSETTO, C.J. Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26: 291-297, 1997.
- SMITH, C.M. **Plant resistance to arthropods**. Springer: Dordrecht, 423p. 2005.
- SNODGRASS, G.L.; ADAMCZYK, J.J.J.; GORE, J. Toxicity of insecticides in a glass-vial bioassay to adult brown, green, and southern green stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, 98: 177-181, 2005.

- SOUZA, C.E.P.; AMARAL FILHO, B.F. Nova planta hospedeira de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28: 753-756, 1999a.
- SOUZA, C.E.P.; AMARAL FILHO, B.F. Ocorrência natural de parasitoides de *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Heteroptera: Coreidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28: 757-759, 1999b.
- SOUZA, E.S.; BALDIN, E.L.L. Preferência alimentar e aspectos biológicos de *Leptoglossus zonatus* Dallas, 1852 (Hemiptera: Coreidae) em diferentes genótipos de milho. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, 35: 175-185, 2009.
- SOUZA, E.A.; LISBOA, L.C.O.; ARAÚJO, V.A.; SERRÃO, J.E. Morphology of the spermathecae of *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 109: 106-111, 2016.
- STRONG, W.B. Seasonal changes in seed reduction in lodgepole pine cones caused by feeding of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). **Entomological Society of Canada**, 138: 888-896, 2006.
- TAYLOR, S.J.; TESCARI, G.; VILLA, M. A Nearctic pest of Pinaceae accidentally introduced into Europe: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in northern Italy. **Entomological News**, 112: 101-103, 2001.
- TEPOLE-GARCÍA, R.E.; PINEDA-GUILLERMO, S.; MARTÍNEZ-HERRERA, J.; CASTREJÓN-GÓMEZ, V.R. Records of two pest species, *Leptoglossus zonatus* (Heteroptera: Coreidae) and *Pachycoris klugii* (Heteroptera: Scutelleridae), feeding on the physic nut, *Jatropha curcas*, in Mexico. **Florida Entomologist**, 95: 208-210, 2012.
- UFMS. **Sistema irriga**. <https://www.sistemairriga.com.br/>. Acesso em: 8 de abril de 2017.
- VAZQUEZ, G.H.; CARDOSO, R.D.; PERES, A.R. Tratamento químico de sementes de milho e o teste de condutividade elétrica. **Bioscience Journal**, 30: 773-781, 2014.

- VENANCIO, L.P.; LOPES, J.C.; MACIEL, K.S.; COLA, M.P.A. Teste do envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade fisiológica de semente de milho. **Enciclopédia Biosfera**, 8: 899-906, 2012.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). *Vigor de Sementes: conceitos e testes*. Londrina: **Abrates**, p.4.1-4. 26, 1999.
- WANG, Q.; MILLAR, J.G. Matting behavior and evidence for male-produced sex pheromones in *Leptoglossus clypealis* (Heteroptera: Coreidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 93: 972-976, 2000.
- XIAO, Y.; FADAMIRO, H.Y. Host preference and development of *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) on satsuma mandarin. **Annals of the Entomological Society of America**, 102: 1908-1914, 2009.
- XIAO, Y.; FADAMIRO, H.Y. Evaluation of damage to satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) by the leaf-footed bug, *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae). **Journal of Applied Entomology**, 134: 694-703, 2010.
- ZUCCHI, R.A.; NETO, S.S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 139p. 1993.