

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E DE IMPACTO ECONÔMICO DE
PERCEVEJOS EM ALGODOEIRO-BT (Cry1Ac) E NÃO-BT CULTIVADO NO
CERRADO BRASILEIRO**

MIGUEL FERREIRA SORIA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2012**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E DE IMPACTO ECONÔMICO DE
PERCEVEJOS EM ALGODOEIRO-BT (Cry1Ac) E NÃO-BT CULTIVADO NO
CERRADO BRASILEIRO**

MIGUEL FERREIRA SORIA
Engenheiro Agrônomo, M.Sc.

Orientador: PROF. DR. PAULO EDUARDO DEGRANDE
Co-orientador: PROF. DR. ANTÔNIO RICARDO PANIZZI

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S714a	Soria, Miguel Ferreira. Aspectos bioecológicos e de impacto econômico de percevejos em algodoeiro-Bt cultivado no cerrado brasileiro. / Miguel Ferreira Soria. – Dourados, MS: UFGD, 2012. 149f. Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Pragas agrícolas. 2. Insetos – Agricultura. 3. Cotonicultura. I. Título. CDD – 633.51
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

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

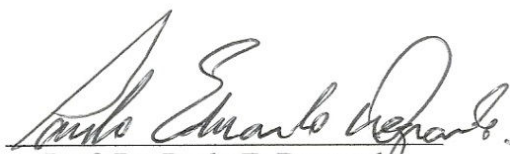
**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E DE IMPACTO ECONÔMICO DE PERCEVEJOS
EM ALGODOEIRO-BT (Cry1Ac) E NÃO-BT CULTIVADO NO CERRADO
BRASILEIRO**

por

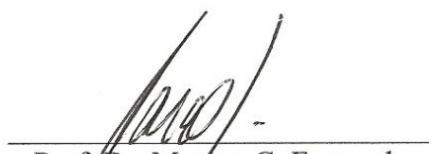
Miguel Ferreira Soria

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção
do título de DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovada em: 06 de julho de 2012



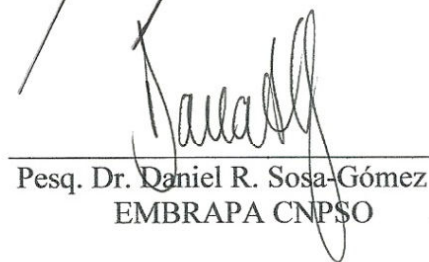
Prof. Dr. Paulo E. Degrande
Orientador – UFGD/FCA



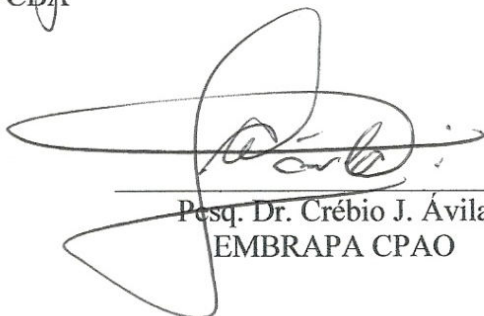
Prof. Dr. Marcos G. Fernandes
UFGD/FCBA



Prof. Dr. Fabricio F. Pereira
UFGD/FCBA



Pesq. Dr. Daniel R. Sosa-Gómez
EMBRAPA CNPSO



Pesq. Dr. Crébio J. Ávila
EMBRAPA CPAO

“Muitos que criticam a agricultura moderna nunca plantaram nada. Se enfrentassem o Sol a pino, com a enxada na mão, semente ruim e pragas comendo suas lavouras, aposto que mudariam de idéia.”

Norman Ernest Borlaug

(Prêmio Nobel da Paz e “Pai” da Revolução Verde)

A Deus,

Pela minha vida, família e trabalho

AGRADEÇO

Aos meus queridos pais, Agustin e Fátima Soria, e irmãos, Gabriel e Rafael Soria,

Pela dedicação, amor e incentivo em todos os momentos da minha vida

DEDICO

A minha noiva, Danielle Thomazoni,

Pelo companheirismo, incentivo, paciência, amor e carinho

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD que contribuíram para minha formação acadêmica, científica e profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida para a realização e execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande (FCA/UFGD), pelas oportunidades, ensinamentos, orientação, confiança, amizade, exemplo de vida e profissionalismo, contribuindo para a construção do meu alicerce científico, acadêmico, profissional e pessoal, ao longo de 10 anos.

Ao Prof. Dr. Antônio Ricardo Panizzi (Embrapa Trigo), pela co-orientação, incentivo e ensinamentos ao longo do meu período de doutoramento.

Ao Dr. Michael D. Toews (UGA) pela orientação, oportunidades, ensinamentos, confiança e amizade durante o estágio de doutoramento realizado na University of Georgia, Tifton, Estados Unidos, contribuindo significativamente para minha formação científica, acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Dr. Jonh R. Ruberson (UGA) pela ajuda, incentivo e ensinamentos durante o período de estágio de doutoramento realizado na University of Georgia, Tifton, Estados Unidos.

A laboratorista Janete Pezarine Greff de Lima, pelo auxílio, atenção e dedicação em todas as atividades realizadas no Laboratório de Entomologia Aplicada da FCA/UFGD, ao longo do período de realização deste trabalho.

Aos antigos estagiários do Laboratório de Entomologia Aplicada da FCA/UFGD e hoje profissionais: Adolpho Vaz de Lima Filho, Matheus Comiran Dallasta, Alberto Enrique Oliveira Tulli, Gilberto Bonfanti Júnior, Thiago Montanha, Thiago Azambuja,

Everton Kodama, Rodrigo Martins e Cássio Kodama, pela amizade, auxílio e dedicação na realização das atividades necessárias para a conclusão deste trabalho.

A todos que fizeram ou fazem parte da equipe do Laboratório de Entomologia Aplicada da FCA/UFGD e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial aos colegas: Gabriela Miranda, Rosália Azambuja e Roni Paulo Fortunato.

Aos funcionários da FCA e Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) da UFGD, em especial a Jesus Felizardo de Sousa e Milton Bernardo de Lima, pelo auxílio na execução das atividades de campo.

A equipe do Laboratório de Ecologia e Manejo Integrado de Pragas (MIP) da University of Georgia, Tifton, Estados Unidos, liderado pelo Dr. Michael D. Toews: Tai Huang, Ishakh Pulakkatu thodi, John Herbert, Annie Horak, J. David Griffin, Barry Luke e Jamal Hunter, pela amizade, aprendizado e auxílio nos trabalhos realizados nos EUA, em especial à colega brasileira Agna R. Rodrigues (UFRPE).

Aos meus queridos pais, Agustin e Fátima Soria, pelo amor, educação, amizade, orações, incentivo e apoio ao longo desses anos de jornada acadêmica e científica.

Aos meus irmãos, Gabriel e Rafael Soria, pela amizade, conselhos, apoio e incentivo para realização deste trabalho.

A todos os meus familiares que de alguma forma me apoiaram em meus estudos, em especial à minha avó, Zélia de Souza Ferreira, exemplo de dedicação, de amor pela família e de vida.

A minha noiva Danielle Thomazoni, que sempre esteve ao meu lado, e aos meus segundos pais, Aristeu e Eni Thomazoni, pelo incentivo e orações.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

PÁGINA

APRESENTAÇÃO.....	x
REFERÊNCIAS.....	xii
RESUMO.....	13

**CAPÍTULO 1. Complexo de percevejos-pragas (Heteroptera: Hemiptera)
associados ao algodão-Bt (Bollgard®) (Cry1Ac) no Brasil**

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1 Local do estudo.....	22
2.2 Áreas de soja.....	22
2.3 Descrição da área experimental e tratamentos culturais.....	25
2.4 Amostragem dos percevejos.....	28
2.5 Avaliação de injúrias e dano.....	30
2.6 Produtividade e qualidade da fibra.....	31
2.7 Análise estatística.....	31
3 RESULTADOS.....	34
3.1 População de percevejos.....	34
3.2 Interação entre densidade populacional, variedade e fases fenológicas.....	38
3.3 Dinâmica populacional.....	40
3.3.1 Pentatomidae.....	40
3.3.2 Rhopalidae.....	43
3.3.3 Pyrrhocoridae.....	46
3.4 Colonização das variedades de algodoeiro.....	48
3.5 Razão ninfá/adulto.....	49
3.6 Produção e qualidade da fibra.....	50
3.7 Injúrias e dano.....	52
4. DISCUSSÃO.....	55
5 CONCLUSÕES.....	62
6 REFERÊNCIAS.....	63

**CAPÍTULO 2. Ataque, injúria e dano do percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.)
em maçãs de algodoeiro Bt (Bollgard®) (Cry1Ac)**

RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	73
1 INTRODUÇÃO.....	75
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	78
2.1 Local do estudo.....	78
2.2 Área experimental.....	78
2.3 Tratamentos.....	80
2.4 Percevejos.....	81
2.5 Infestação.....	83
2.6 Avaliação de ataque, injúrias e danos.....	84

2.7 Análise estatística.....	85
3 RESULTADOS.....	87
3.1 Adulto de <i>E. heros</i> vs. maçã de diâmetro médio.....	87
3.1.1 Sintomas de ataque e injúrias.....	87
3.1.2 Produtividade das maçãs e qualidade da fibra.....	88
3.1.3 Correlação entre sintomas de ataque, injúrias e produção.....	89
3.2 Adulto e ninfa <i>E. heros</i> vs. maçãs de idades diferentes.....	91
3.2.1 Sintomas de ataque e injúrias.....	91
3.2.2 Injúrias em capulhos e perdas na produção.....	93
3.2.3 Influência do tamanho de maçã sobre sua suscetibilidade ao ataque de <i>E. heros</i>	94
3.2.4 Efeito do ataque de adulto e ninfa de <i>E. heros</i>	96
3.2.5 Efeito do ataque de adulto e ninfa de <i>E. heros</i> sobre abscisão de maçãs.....	97
3.2.6 Produção de maçãs em função do ataque de adulto e ninfa de <i>E. heros</i>	99
3.2.7 Injúrias e danos de <i>E. heros</i> (adulto e ninfa) em maçãs de diferentes idades... 99	
3.2.7.1 Calos celulares (“verrugas”).....	99
3.2.7.2 Lóculos carimãs.....	101
3.2.7.3 Abscisão de maçãs.....	102
4 DISCUSSÃO.....	103
5 CONCLUSÕES.....	108
6 REFERÊNCIAS.....	110

CAPÍTULO 3. Nível de dano econômico do percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) em algodoeiro Bt (Bollgard®) (Cry1Ac)

RESUMO.....	115
ABSTRACT.....	117
1 INTRODUÇÃO.....	119
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	122
2.1 Condições do estudo.....	122
2.2 Cultivo das plantas e níveis de infestação de <i>E. heros</i>	122
2.3 Obtenção de adultos de <i>E. heros</i> e infestação das plantas de algodoeiro Bt.....	124
2.4 Ataque, injúrias e danos de adultos de <i>E. heros</i> em algodoeiro Bt.....	126
2.5 Análise estatística e nível de dano econômico de <i>E. heros</i> em algodoeiro Bt.....	126
3 RESULTADOS.....	128
3.1 Número e diâmetro de maçãs.....	128
3.2 Sintomas de ataque e injúrias em maçãs e qualidade da fibra.....	128
3.3 Produção e rendimento de fibra.....	132
3.4 Nível de dano econômico (NDE).....	135
4 DISCUSSÃO.....	137
5 CONCLUSÕES.....	143
6 REFERÊNCIAS.....	144
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149

APRESENTAÇÃO

Percevejos fitófagos da família Pentatomidae, especialmente o percevejo-marrom [*Euschistus heros* (Fabr., 1798)], antes considerados de ocorrência ocasional e de importância secundária para o algodoeiro, tem incidido com maior frequência e intensidade nos algodoads do Cerrado Brasileiro, principalmente onde se cultivam variedades de ciclo mais tardio, sob sistemas de cultivo safrinha/adensado e/ou que recebem um menor número de aplicações de inseticidas, especialmente daqueles de amplo espectro de ação direcionados para o controle de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (lagarta-da-maçã) e *Anthonomus grandis* Boh., 1843 (bicudo-do-algodoeiro).

Adicionalmente, a capacidade de dispersão dos pentatomídeos-pragas, da soja [*Glycine max* (L.) Merr.], para o algodoeiro, agrava essa problemática, visto que essa leguminosa ocupa grande extensão de área cultivada nas principais regiões produtoras de algodão do país. No Cerrado, região onde se concentra mais de 95% da área produtora de algodão do Brasil, a cultura do algodoeiro divide espaço com a cultura da soja, representando apenas 8,7% da área total cultivada com essas duas culturas (CONAB, 2012), sendo o complexo de percevejos pentatomídeos fitófagos [*E. heros*, *Edessa meditabunda* (Fabr., 1794) (percevejo-edessa), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) (percevejo-verde-pequeno), *Nezara viridula* (L., 1758) (percevejo-verde), *Chinavia* spp. (percevejo-acrosterno), *Dichelops melachantus* (Dallas, 1851) (percevejo-brriga-verde) e *Thyanta perditor* (Fabr., 1794) (percevejo-tianta)], o principal grupo de insetos-pragas da soja cultivada nessa região (DEGRANDE & VIVAN, 2008). Particularmente, o percevejo-marrom *E. heros* é considerado o inseto-praga de maior importância para a cultura da soja no Brasil, uma vez que parece estar melhor adaptado às temperaturas mais elevadas que ocorrem na região Centro-Oeste e ser a espécie mais abundante nesta cultura (PANIZZI & VIVAN, 1995; DEGRANDE & VIVAN, 2008).

Todavia, percevejos pentatomídeos fitófagos podem ser encontrados em uma grande diversidade de plantas hospedeiras, cultivadas ou não, podendo se dispersar de uma espécie para outra em busca de abrigo e alimento (PANIZZI, 1997). Nessas condições, a dispersão dos percevejos da cultura da soja para a cultura o algodoeiro pode ocorrer, uma vez que o ciclo da soja é mais curto que o do algodoeiro e as duas culturas são cultivadas na mesma época e região.

Assim, considerando que a adoção de variedades Bt pelos cotonicultores brasileiros ao longo das safras aumente, com a consequente diminuição do número de aplicações de inseticidas de amplo espectro de ação para as pragas-alvo da tecnologia, aliada a iniciativas de programas regionais de combate ao bicudo, com a utilização de inseticidas mais seletivos e específicos, ou de espectro de ação reduzidos para o controle das pragas não-alvo das proteínas Cry; em pouco tempo, o complexo de percevejos fitófagos, particularmente os da família Pentatomidae, adquirirá importância econômica primária para o algodoeiro cultivado no Brasil, assim como ocorreu na região Sudeste e Meio-Sul dos Estados Unidos, com o cultivo de variedades Bt e a erradicação do bicudo (GREENE et al., 2001; HARDEE & HARRIS, 2003).

Dessa forma, estudos bioecológicos e de impacto econômico do complexo de percevejos fitófagos, especialmente os da família Pentatomidae (e.g. *E. heros*), dispersantes da cultura da soja, sobre o algodoeiro cultivado no Cerrado Brasileiro, tornam-se necessários, para que estratégias de controle destes insetos, seguindo os preceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP), sejam estabelecidas e consolidadas para os sistemas brasileiros de produção de algodão.

Neste contexto, uma série de estudos foram realizados na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS, ao longo de quatro anos (2007 a 2010). Os resultados destes estudos são apresentados neste trabalho em três Capítulos: no Capítulo 1 é abordada a bioecologia de pentatomídeos que se dispersam da cultura da soja em final de ciclo, e de outras espécies de percevejos ocorrentes em algodoeiro Bt1 e não-Bt, e o impacto destes insetos sobre parâmetros de produção destes genótipos; no Capítulo 2 é abordada a sintomatologia de ataque, capacidade de injúria e dano de adultos e ninfas de *E. heros* em maçãs de diferentes idades de algodoeiro Bt1 e não-Bt; e finalmente, no Capítulo 3 é abordado o impacto de diferentes níveis de infestação de adultos de *E. heros* em algodoeiro Bt1, sobre parâmetros ligados aos sintomas de ataque, capacidade de injúria e dano, objetivando determinar o nível de dano econômico (NDE) desse pentatomídeo-praga em algodoeiro Bt1.

REFERÊNCIAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: sexto levantamento**. Safra 2011/2012. Brasília: Conab. 35 p. 2012.

DEGRANDE, P.E. & VIVAN, L.M. Pragas da soja. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2008**. Rondonópolis: Carrion & Carracedo, 2008. p. 123–160. (Boletim de Pesquisa de Soja, 12).

GREENE, J.K.; TURNIPSEED, S.G.; SULLIVAN, M.J.; MAY, O.L. Treatment thresholds for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 403–409, 2001.

HARDEE, D.D. & HARRIS, F.A. Erradicting the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae): A clash between a highly succesfull insect, good scientific achivement, and differing agricultural philosophies. **American Entomologist**, v. 49, p. 82–97, 2003.

PANIZZI, A. R. Wild host of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crop. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 99–122, 1997.

PANIZZI, A.R. & VIVAN, L.M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, in overwintering sites, and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 213–217, 1995.

RESUMO

Aspectos bioecológicos e de impacto econômico de percevejos em algodoeiro-Bt (Cry1ac) e não-Bt cultivado no cerrado brasileiro

Miguel Ferreira Soria¹ e Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

O cultivo de variedades de algodoeiro Bt e programas regionais de combate do bicudo resultam em um menor número de aplicações de inseticidas de amplo espectro, fazendo com que percevejos-pragas, especialmente aqueles pentatomídeos que invadem os algodoads a partir de lavouras de soja, adquiram importância primária na cultura do algodão. Os objetivos deste trabalho foram avaliar aspectos bioecológicos e de impacto econômico de percevejos, *Euschistus heros* (F.) e outros dispersantes de soja, sobre o algodoeiro Bt e não-Bt cultivado no Cerrado Brasileiro. Para isso foi realizada uma série de estudos sob condição de casa-de-vegetação e campo na UFGD (Dourados, MS). Em casa-de-vegetação, níveis de infestação de *E. heros* em diferentes fases do desenvolvimento de algodoeiro Bt1 (Bollgard[®]) foram estudados para determinação de ataque, sintoma, injúria e danos em estruturas reprodutivas imaturas e maduras, bem como a produção e qualidade de fibra para determinação do nível de dano econômico (NDE). Parâmetros de sintomas de injúrias foram avaliados a campo, em maçãs de algodoeiro Bt1 e não-Bt de idades diferentes, infestadas com adultos e ninfas de 5º instar de *E. heros*. Paralelamente, em três safras, a infestação natural percevejos foi avaliada através de duas metodologias de amostragem ao longo de diferentes estádios fenológicos dos algodoeiros Bt1 e não-Bt cultivados em área experimental cercada por soja. A produção de algodão em caroço e pluma foi reduzida linearmente em até 18 e 25%, respectivamente, em plantas de algodoeiro na fase de florescimento pleno infestadas em casa-de-vegetação. O NDE para *E. heros* foi de 0,1 percevejos/planta na fase enchimento de maçãs (70-80% de maçãs com diâmetro $\leq$ a 25 mm). Os adultos e ninfas causaram redução significativa do peso do algodão em caroço em ambas as variedades, com as maçãs de 6 e 12 dias após a antese (DAA), apresentando maior suscetibilidade ao ataque desses espécimes. Maçãs com 6 DAA foram as mais abscindidas das plantas após o ataque de *E. heros*. Os níveis de

infestação e dinâmica populacional não se diferenciaram entre variedades. As espécies mais abundantes foram os pentatomídeos *E. heros*, *Edessa meditabunda* (F.) e o ropalídeo *Niesthrea sidae* (F.), representando mais de 90% das espécies incidentes. *Edessa meditabunda* parece estar mais adaptada ao algodoeiro por terem sido encontradas mais ninfas em relação a adultos, quando comparado ao maior número de adultos de *E. heros* observado. Com os resultados deste estudo, espera-se contribuir para o manejo integrado de percevejos em cultivos de algodão do Brasil.

Palavras-chave: algodão Bt, praga não-alvo, Pentatomidae, Rhopalidae, nova praga

CAPÍTULO 1

Complexo de percevejos-pragas (Hemiptera: Heteroptera) associados ao algodão-Bt (Cry1Ac) e não-Bt no Brasil e seu impacto na produção

Miguel Ferreira Soria¹ e Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

RESUMO – A redução do uso de inseticidas na cultura do algodão por ocasião do cultivo de variedades Bt e de programas regionais de supressão do bicudo, associados com a utilização de inseticidas mais específicos e/ou de espectro de ação reduzido, está aumentando a importância de heterópteros-pragas do algodoeiro no Cerrado brasileiro, especialmente de pentatomídeos dispersantes da soja. Ao longo de três safras (2007/08, 2008/09 e 2009/10) foi avaliada a incidência de hemípteros-pragas ao longo de cinco momentos do pleno desenvolvimento reprodutivo de uma variedade de algodoeiro Bt (Bollgard[®]) e de seu isogênico não-Bt, livres de inseticidas, e cultivados circundados por soja, em Dourados, MS, Brasil. Parâmetros de produtividade, qualidade da fibra e sintomas de injúrias de percevejos, em maçãs de diferentes tamanho, também foram avaliados. Em duas das três safras, para ambas as variedades, as espécies mais abundantes foram os pentatomídeos *Euschistus heros* (F.), *Edessa meditabunda* (F.) e o ropalídeo *Niesthrea sidae* (F.), representando mais de 90% das espécies incidentes. Apesar do grande número de adultos de *E. heros* em comparação à *E. meditabunda*, o oposto foi observado para ninfas, indicando melhor adaptação de *E. meditabunda* em colonizar algodão Bt e não-Bt. A população de percevejos aumentou com a maturação da soja cultivada ao redor da área experimental. A produção de algodão de ambas as variedades foi a mesma sob a mesma condição de infestação de percevejos. A qualidade da fibra não se diferenciou entre os genótipos. Maçãs de tamanho menor ou igual a 25 mm de diâmetro apresentaram número maior de sintomas de injúrias por percevejos.

Palavras-chave: algodoeiro, pragas emergentes, Pentatomidae, Rhopalidae, transgênico, região Neotropical, Cerrado Brasileiro

CAPÍTULO 1

Common boll-feeding bugs complex (Heteroptera: Hemiptera) associated with Bt-cotton (Bollgard®) (Cry1Ac) in Brazil and its impact on cotton yield

Miguel Ferreira Soria¹ and Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

ABSTRACT – The reduction on use of insecticides in cotton crops due the adoption of Bt varieties and regional suppression programs of boll weevil, associated with the use of specific insecticides and/or with reduced spectrum of action, is switching the importance of heteropterans of cotton in the Brazilian Cerrado, specially of invasive pentatomids from soybeans. In three growing seasons (2007/08, 2008/09 and 2009/10) the incidence of hemipteran pests was assessed on five moments of full reproductive development of one Bt variety (Bollgard®) and of its near isogenic line, free of insecticide sprays, and grown surrounded by soybeans, in Dourados, MS, Brazil. Cotton yield and lint quality parameters and injuries symptoms of boll-feeding bugs, in bolls of different sizes were additionally assessed. In two of the three growing seasons, for both varieties, the most abundant species were the pentatomids *Euschistus heros* (F.), *Edessa meditabunda* (F.) and the mirid *Niesthrea sidae* (F.), representing more than 90% of the species incidence. Despite the higher number of *E. heros* adults compared to *E. meditabunda*, the opposite was observed for nymphs, indicating better adaptability of *E. meditabunda* to colonize Bt and non-Bt cotton. The boll-feeding bugs population increased due the maturity of the soybeans cultivated in the adjacencies of the experimental area. The cotton production of both varieties was the same in the same condition of boll-feeding bugs infestation, despite the detection of some differences, with the non-Bt variety been more productive. The lint quality did not differ among genotypes. Bolls with size less or equal to 25 mm of diameter presented higher number of symptoms of injuries by the boll-feeding bugs.

Key words: cotton crop, emergent pest, Pentatomidae, Rhopalidae, transgenic, Neotropical region, Brazilian Cerrado

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, no ano de 2005, foi autorizado pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) o uso de variedades de algodoeiro geneticamente modificadas resistentes a insetos expressando proteínas Cry de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bt), com atividade inseticida a alguns insetos da ordem Lepidoptera (DEGRANDE & FERNANDES, 2006). Essas espécies de insetos são consideradas pragas de grande importância para a cultura do algodoeiro, causando danos por desfolha e pelo ataque em maçãs que podem ser irreversíveis, dependendo do estágio fenológico da cultura e do nível de infestação (DEGRANDE, 1998; GALLO et al., 2002; PAPA, 2006).

Atualmente existem quatro eventos de algodão Bt resistentes a insetos liberados para cultivo pela CTNBio [Bollgard[®] (Cry1Ac), Bollgard II[®] (Cry1Ac+Cry2Ab2), WideStrike[®] (Cry1Ac+Cry1F) e TwinLink[®] (Cry1Ab+Cry2Ae)] (CTNBIO, 2005, 2009a, 2009b e 2011), os quais tem como pragas-alvo os noctúdeos das espécies *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (lagarta-da-maçã), *Pectinophora gossypiella* (Saund., 1844) (lagarta-rosada) e *Alabama argillacea* (Hueb., 1818) (lagarta-curuquerê), além do complexo de noctúdeos do gênero *Spodoptera* spp. [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) e *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858)], e da espécie *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (lagarta-falsa-medideira), que são mais especificamente controlados pelas tecnologias Bollgard II[®], WideStrike[®] e TwinLink[®].

Em cultivos de algodoeiro não-Bt, o controle destas lagartas geralmente é realizado empregando-se inseticidas químicos não seletivos e de amplo espectro (e.g. piretróides e organofosforados) (DEGRANDE, 1998). Assim, a adoção de variedades Bt pode promover a redução do número dessas aplicações de inseticidas para estes insetos ao longo do ciclo da cultura (GORE et al., 2003; NARANJO et al., 2008; NARANJO, 2009). Diante desta vantagem, a área cultivada com variedades Bt no Brasil vem aumentando a cada safra, variando de 6 a 9% do total cultivado com algodoeiro entre os anos de 2007 e 2010 (KLEFFMANN, 2011).

Neste contexto, a redução do número e frequência de aplicações de inseticidas no algodão possibilita o aumento da incidência e frequência de outros herbívoros (mastigadores e sugadores) não-alvo da tecnologia Bt (THOMAZONI et al., 2010; LU et al., 2010; OLSON et al., 2011), elevando estes insetos à categoria de pragas emergentes, as quais são representadas especialmente por insetos sugadores das famílias Pentatomidae e

Miridae (GREENE et al., 2001, 2006; WARD, 2005; LU et al., 2010). A ausência de competição interespecífica entre Lepidoptera e sugadores em cultivos Bt, onde a população das lagartas-alvo é controlada, tem sido apresentado como causa da ascensão de pragas sugadoras em cultivos de algodoeiro Bt (KAPLAN & DENNO, 2007; WOLFENBARGER et al., 2008; ZEILINGER et al., 2011).

Atualmente é reconhecida a importância destes insetos sugadores em algodoeiro Bt nos Estados Unidos (GREENE & TURNIPSEED, 1996; TOEWS et al., 2009; MCCOLL et al., 2011; OLSON et al., 2011), Austrália (KHAN & BAUER, 2003) e China (WU et al., 2002; WANG et al., 2008), sendo que em outros países como Índia (ARSHAD et al., 2009) e Brasil (THOMAZONI et al., 2010), a importância destes insetos como pragas torna-se realidade a cada safra. Dentre as causas prováveis para a ocorrência imediata da importância destes insetos no agroecossistema do algodoeiro, pode-se citar casos similares como dos Estados Unidos até meados dos anos 90, onde o bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) era responsável pela quase totalidade das aplicações de inseticidas de amplo espectro realizadas na cultura do algodão, que paralelamente controlavam pragas não-alvo, como percevejos e lagartas que atacam maçãs (Heliothine) (HARDEE & HARRIS, 2003; ZEILINGER et al., 2011).

Com o sucesso da erradicação deste curculionídeo na maioria das regiões de cultivo de algodão nos Estados Unidos, o número de aplicações de inseticidas de amplo espectro foi significativamente reduzido, possibilitando, com o início da adoção de variedades Bt, em 1996, a redução do número de aplicações para lepidópteros. No estado da Geórgia, o número de aplicações de inseticidas para lepidópteros caiu de 15,8 para 1,3 a 3,4 aplicações por safra (HERBERT et al., 2009) resultando na ascensão de percevejos mirídeos (Hemiptera: Miridae) [e.g. *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois, 1818) e *Neurocolpus nubilus* (Say, 1832)] e pentatomídeos (Hemiptera: Pentatomidae) [e.g. *Nezara viridula* (L., 1758), *Chinavia hilare* (Say, 1832) e *Euschistus servus* (Say, 1832)], como pragas de importância primária para a cultura do algodoeiro nos Estados Unidos, causando perdas de produção significativas de até US\$ 7 milhões no ano de 2010 (HARDIN et al., 2005; MUSSER et al., 2007; HERBERT & TOEWS, 2011; WILLIAMS, 2011).

Na China, o aumento da incidência de mirídeos [*Apolygus lucorum* (Meyer-Dür, 1843) e *Adelphocoris* spp.] em cultivos de algodão, também está associado à adoção de variedades Bt e redução de aplicações de inseticidas de amplo espectro para o controle de lepidópteros (MEN et al., 2005; LU et al., 2010), observando-se, em contrapartida, aumento do número de aplicações de inseticidas para o controle destes mirídeos em

algodoeiro. Já na Austrália, as espécies de mirídeos *Creontiades dilutus* (Stål, 1859) e *Creontiades pacificus* (Stål, 1860), e os pentatomídeos *Nezara viridula* (L., 1758) e *Piezodorus hybneri* (Gmelin, 1790) são os percevejos-praga de maior importância em cultivos de algodoeiro Bt (WARD, 2005; GOODELL & ELLSWORTH, 2007; MCCOLL et al., 2011).

Em relação à bioecologia destas pragas sugadoras, os percevejos da família Miridae são importantes na fase de pré-florescimento das plantas de algodoeiro, apresentando preferência por botões florais, realizando puncturas ao se alimentarem, que resultam em manchas características visíveis a olho nu. Os botões florais atacados podem não apresentar florescimento adequado, prejudicando a formação de maçãs e até mesmo sofrer abscisão (KHAN & BAUER, 2001; MUSSER et al., 2007; MUSSER & REED, 2008). Os pentatomídeos têm preferência por maçãs causando danos significativos na produção e qualidade da fibra dependendo da intensidade do ataque (TOEWS & SHURLEY, 2009; HERBERT & TOEWS, 2011) com maior importância econômica nas semanas iniciais de floração, podendo causar a abscisão de maçãs em fase inicial de formação (maçãs com 0 a 280 unidades de calor após a antese ou com diâmetro $\leq$ a 25 mm) (BOMMIREDDY et al., 2007). As maçãs atacadas por esses percevejos manifestam internamente calos celulares sobre o mesocarpo (distúrbios fisiológicos), além de sinais escuros de puncturas (WENE & SHEETS, 1964; BUNDY et al., 2000), sendo esses sintomas, utilizados para o monitoramento/detecção dessas espécies em lavouras de algodoeiro cultivadas nos Estados Unidos (GREENE & HERZOG, 1999). Além disso, sinais escuros (pintas) sobre o exocarpo de maçãs também são indicadores do ataque/incidência desses percevejos em algodoais (TOEWS et al., 2009). Como métodos diretos de estimativa da população desses percevejos em algodoeiro são empregados o método do pano-de-batida, rede de varredura e da planta inteira, com variação significativa de eficiência entre os métodos (HOKYO & KIRITAKI, 1962; TODD & HERZOG, 1980; MUSSER et al., 2007; HERBERT et al., 2009; THOMAZONI et al., 2010).

No Cerrado brasileiro, região onde se concentra mais de 90% da área produtora de algodão do Brasil, a cultura do algodoeiro divide espaço com a cultura da soja, representando apenas 9% da área total cultivada com essas duas culturas (CONAB, 2012). A soja nesta região é infestada por um complexo de percevejos pentatomídeos formado pelas espécies *E. heros*, *Edessa meditabunda* (Fabr., 1794), *N. viridula*, *Piezodorus guildinii* (West., 1837), *Chinavia* spp., *Dichelops melachanthus* (Dallas, 1851) (percevejo-brriga-verde) e *Thyanta perditor* (Fabr., 1794), sendo estas consideradas pragas-chaves que

dessa leguminosa no Cerrado, especialmente na fase de florescimento e frutificação (DEGRANDE & VIVAN, 2008).

Neste contexto, a dispersão de percevejos pentatomídeos da soja para o algodoeiro pode ocorrer, já que o ciclo da soja é mais curto que o do algodoeiro e as duas culturas são cultivadas ao mesmo tempo e na mesma região proporcionando fonte de alimento e abrigo para reprodução destes insetos (McPHERSON, 1996; BUNDY & McPHERSON, 2000; PANIZZI, 1997; PANIZZI & PARRA, 2009; HERBERT & TOEWS, 2011). Adicionalmente, o final da fase reprodutiva da soja – quando os percevejos deixam de ser importantes para esta cultura – ainda coincide com o a fase de pleno desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro (emissão de botões florais e flores, e formação de maçãs) (SIEBERT et al., 2005), período em que a planta está mais suscetível ao ataque destes insetos, tornando o potencial de dano ainda maior (GREENE & TURNIPSEED, 1996; WILLRICH et al., 2004a, b, c).

No Brasil já foi relatada a ocorrência dos pentatomídeos *E. heros*, *E. meditabunda*, *N. viridula* e *Chinavia* spp., do mirídeo *Horciasoides nobilellus* (Bergston, 1883) e do pirrocorídeo *Dysdercus* sp. em algodoeiro Bt e não-Bt (THOMAZONI et al., 2010). Percevejos-pragas mirídeos, pirrocorídeos e ropalídeos são considerados de ocorrência esporádica e ocasional do meio para o final do ciclo da cultura do algodoeiro (MICHEL, 1993; DEGRANDE, 1998; SANTOS, 1999, 2001). Particularmente esses percevejos (e.g. mirídeos, pirrocorídeos e ropalídeos) ocorrem exclusivamente em algodoeiro em relação às outras culturas anuais cultivadas no Brasil, sendo também controladas por inseticidas aplicados para o controle do bicudo e complexo de lagartas-das-maçãs. No entanto, o aumento da importância de mirídeos, pirrocorídeos e ropalídeos pode ocorrer em um agroecossistema com ausência ou redução do número de aplicações de inseticidas de amplo espectro de ação.

Embora o nível de controle ainda não tenha sido definido para pentatomídeos pragas ocorrentes em algodoeiro no Brasil, o uso de inseticidas químicos para o controle destes percevejos tem sido realizado de maneira cada vez mais frequente por produtores de algodão dos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (Rubem C. Staudt, ASTECPLAN, e Elton J. Emanueli, BOM JESUS SEMENTES, comunicação pessoal). Na safra 2010/2011, produtores de algodão realizaram até seis aplicações de inseticidas direcionadas somente para esse grupo de pragas, devido a frequência de reinfestação das áreas cultivadas que durou em torno de 30–40 dias ao longo do período reprodutivo do algodoeiro. A presença de grandes áreas de soja cultivadas de maneira escalonada no

entrono dos algodoais é tida como a principal causa desse fenômeno, uma vez que essa condição favorece a constante dispersão da população de percevejos de uma área à outra, na busca por melhores condições de alimento e abrigo.

Considerando o aumento da adoção da tecnologia do algodão Bt pelos produtores brasileiros ao longo das safras, aliada a iniciativas de programas regionais de supressão do bicudo com a consequente redução do número de aplicações de inseticidas de amplo espectro de ação para lepidópteros, o controle do complexo de percevejos, particularmente os da família Pentatomidae será de extrema importância para a produção de algodão no Brasil, tornando necessário estudos que avaliem aspectos da bioecologia destes insetos sugadores no agroecossistema soja-algodão (e.g. espécies ocorrentes e dinâmica populacional) (BUNDY & McPHERSON, 2000), impacto sobre a produção e qualidade da fibra do algodão (BARBOUR & BACHELER, 1990; TOEWS & SHURLEY, 2009), além de estudos sobre a sintomatologia de ataque no algodoeiro cultivado no Brasil, para que estratégias e medidas de controle para essas espécies sejam estabelecidas na cultura do algodoeiro de acordo com os preceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Dessa forma, a presente pesquisa objetivou avaliar aspectos da bioecologia (e.g. espécies ocorrentes – incidência, abundância e dinâmica populacional) de pentatomídeos que se dispersam da cultura da soja em final de ciclo, e de outras espécies de percevejos ocorrentes em algodoeiro Bt (Bollgard®) e não-Bt, em três safras consecutivas, bem como o impacto destes insetos sobre a produção destes algodoeiros geneticamente modificados no Cerrado do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

O estudo foi realizado em três safras consecutivas, sendo as duas primeiras (2007/2008 e 2008/2009), conduzidas no campo experimental do Laboratório de Entomologia Aplicada e Biotecnologia (22°11' Sul, 54° 56' Oeste e 459 m de altitude), da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS. A terceira safra (2009/2010), foi realizada na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA) (22°14' S, 54° 59' O e 404 m de altitude), da UFGD, em Dourados, MS.

O solo dos dois locais de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), de textura argilosa, sendo que na FAECA foram necessárias práticas para descompactação do solo (subsolagem seguida de gradagens), com posterior correção do pH no período de entressafra do ano de 2009, utilizando-se 4 t/ha de calcário dolomítico (EMBRAPA, 2001). Foram registradas variações na precipitação e temperatura média ao longo dos períodos experimentais nas safras 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 (Figura 1).

2.2. Áreas com soja

O cultivo de soja sem a adoção do controle de percevejos foi realizado nas adjacências da área experimental para servir de fonte multiplicadora da população de percevejos (e.g. pentatomídeos) e possibilitar a dispersão desses insetos alvo do estudo para as variedades de algodoeiro (Bt e não-Bt), proporcionando condições mínimas de infestação ao longo do período de avaliação de cada safra.

Nas safras 2007/2008 e 2008/2009, foram cultivados respectivamente, através do sistema convencional de semeadura, 6 ha de soja das variedades de ciclo médio, CD-219 RR[®] (Coodetec, Cascavel, PR) e BRS-245 RR[®] (Embrapa, Londrina, PR). Na safra 2009/2010, 4 ha da variedade CD-219 RR[®] foram cultivadas através da semeadura direta sobre palhada de milheto [*Pennisetum glaucum* (L.)], cultivar ADR-500[®] (Sementes Adriana, Rondonópolis, MT). O milheto como cobertura do solo foi semeado previamente

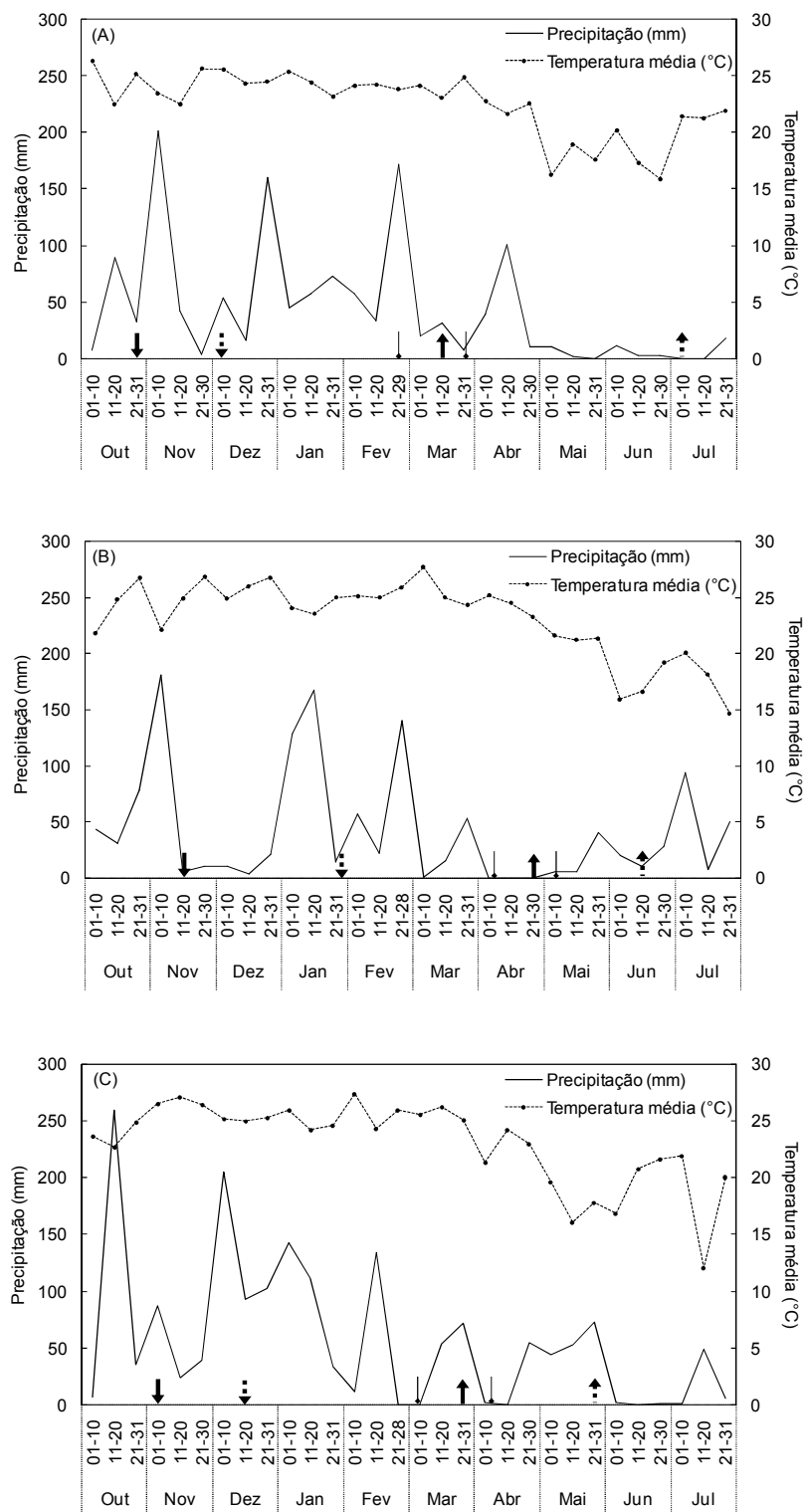


Figura 1. Precipitação média acumulada (mm) e temperatura média (°C) registradas ao longo do período experimental nas safras 2007/2008 (A), 2008/2009 (B) e 2009/2010 (C), em Dourados, MS. Dados obtidos da Estação Meteorológica da UFGD (<<http://www.ufgd.edu.br/clima>>) e apresentados para cada terço de cada mês. (↓) indica o período em que a semeadura da soja foi realizada, (⇓) semeadura do algodoeiro Bt e não-Bt (área experimental) no interior da área de soja, (↑) colheita da soja, (⇑) colheita do algodão e (◈) limita o período de amostragem dos percevejos na área experimental.

à sementeira da soja no final de setembro de 2009, a uma densidade de 25 kg de sementes/ha. No sistema convencional de cultivo (safras 2007/2008 e 2008/2009), a sementeira da soja foi precedida por preparo do solo, e no sistema de sementeira direta (safra 2009/2010), pela dessecação do milho aos 15 dias após a emergência (DAE) e oito dias antes da sementeira, utilizando o herbicida glifosato (Roundup WG[®], Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP, 1.260 g de i.a./ha).

A adubação de base foi de 400 kg/ha do adubo 0-20-20 (N-P-K+Ca=3,6%; S=2,0%; B=0,32%; Mn=0,32% e Zn=0,2%) e 10-20-20 (N-P-K+Ca=10,0%; S=4,1%; B=0,054%; Mn=0,06% e Zn=0,27%), respectivamente nas safras 2007/2008 e 2008/2009, e de 460 kg/ha do adubo 02-20-18 (N-P-K+Ca=9,0% e S=5%), na safra 2009/2010. O espaçamento entre linhas de cultivo foi de 0,45 m e a densidade de sementeira variou de 14-15 sementes/m para as duas variedades de soja. A sementeira foi realizada no dia 26 de outubro de 2007, 12 de novembro de 2008 e 10 de novembro de 2009, respectivamente nas safras 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. O estande final variou de 11-12 plantas/m.

Em todas as safras antes da sementeira, as sementes receberam tratamento com inoculante turfoso (Masterfix[®], Stoller do Brasil, Cosmópolis, SP, 5 g de p.c./kg de semente), com os micronutrientes Co e Mo (Co-Mo[®], Stoller do Brasil, Cosmópolis, SP, 5 ml de p.c./kg de semente) e com os fungicidas carbendazim e tiram (Derosal Plus[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 0,3 g de carbendazim/kg de semente + 0,7 g de tiram/kg de semente). Nas safras 2007/2008 e 2008/2009, as sementes foram tratadas com o inseticida fipronil (Standak[®], BASF S.A., São Paulo, SP, 0,5 g de i.a./kg de semente), e na safra 2009/2010, com o inseticida tiametoxam (Cruiser 350 FS[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., São Paulo, SP, 1,05 g de i.a./100 kg de semente), como medida preventiva ao ataque de pragas de início de ciclo da cultura da soja. Adicionalmente, nas safras 2007/2008 e 2008/2009, as sementes receberam tratamento com fitohormônio (Stimulate[®], Stoller do Brasil, Cosmópolis, SP, 4 ml de p.c./kg de semente). As emergências das plântulas ocorreram de 7-10 dias após a sementeira.

Ressalta-se que o controle de pragas sugadoras não foi realizado e o controle de pragas desfolhadoras, doenças e plantas daninhas foi realizado seguindo as recomendações e níveis de controle determinados para o cultivo de soja no Cerrado (EMBRAPA, 2006), utilizando inseticidas, fungicidas e herbicidas registrados para a cultura (Tabela 1). A colheita ocorreu aos 135 dias após a emergência (DAE) na safra 2007/2009, aos 160 DAE na safra 2008/2009 e aos 130 DAE na safra 2009/2010.

Tabela 1. Manejo fitossanitário realizado na soja adjacente a área experimental de algodoeiro Bt e não-Bt. Safras 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Classe / Grupo químico	Ingrediente ativo (i.a.)	Produto comercial (p.c.)	Dosagem (g do i.a./ha)	Safra: momento da aplicação – DAE ^I / Alvo biológico
Herbicida / Glicina substituída	Glifosato	⁽²⁾ Roundup WG®	360–1.260	2007/08: 21, 30; 2008/09: 55; 2009/10: 17, 28 / Plantas daninhas ^I
	Novalurom	⁽³⁾ Rimonm 100 EC® ou ⁽³⁾ Galaxy 100 EC	16	2007/08: 30, 59 / Lagartas desfolhadoras ^{II}
Inseticida / Benzoiluréia	Teflubenzurom	⁽⁴⁾ Nomolt 150®	18	2008/09: 67, 94; 2009/10: 49 / Lagartas desfolhadoras
	Triflumurom	⁽⁵⁾ Certero®	60	2009/10: 72 / Lagartas desfolhadoras
Fungicida / Triazol	Tebuconazol	⁽⁶⁾ Tebuconazole Nortox®	100	2007/08: 59, 84 / Ferrugem-da-soja ^{III}
Fungicida / Triazol + Estrobilurina	Epoxiconazol + Piraclostrobina	⁽⁵⁾ Opera® ou ⁽⁴⁾ Nativo®	66,5–100 + 25–50	2008/09: 67, 96; 2009/10: 35, 60, 72 / Ferrugem-da-soja
Fungicida / Carbendazim	Benzimidazol	⁽⁷⁾ Carbomax 500®	60	2009/10: 35, 72 / Ferrugem-da-soja

⁽¹⁾Dias após a emergência (datas das emergências – safra 2007/08: 01/11/2007; 2008/09: 19/11/2008; 2009/10: 17/11/2009). ⁽²⁾Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP. ⁽³⁾Milenia Agrociências, S.A., Londrina, PR. ⁽⁴⁾Bayer S.A., São Paulo, SP. ⁽⁵⁾BASF S.A., São Paulo, SP. ⁽⁶⁾Nortox S.A., Arapongas, PR. ⁽⁷⁾Nufarm Indústria Química e Farmacêutica, S.A., Maracanaú, CE. ^IComplexo de espécies mono e dicotiledôneas. ^{II}*Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 e *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857). ^{III}*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.

2.3 Descrição da área experimental e tratos culturais

A área experimental com as duas variedades de algodoeiro estudadas (Bt e não-Bt) foi cultivada no centro das áreas de soja em que a população de percevejos não foi controlada (Figura 2). Nas três safras de estudo (2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010), foi cultivada a variedade Bt, NuOpal® Bollgard® (Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP), que expressa a proteína inseticida Cry1Ac, e a variedade não-Bt, DeltaOpal® (Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP), ambas isogênicas. Cada variedade foi estabelecida em 12 parcelas constituídas por treze linhas de cultivo de 5 m de comprimento, espaçadas 0,90 m, sendo inteiramente casualizadas no interior da área experimental a uma distância máxima de 3 m da soja, totalizando 24 parcelas de 11,7×5,0 m.

A semeadura das duas variedades de algodão ocorreu aos 43, 65 e 33 DAE da cultura da soja que circundava a área experimental, respectivamente para as safras 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. A semeadura mais tardia na safra 2008/2009 foi em função do período de estiagem vivenciado de novembro de 2008 a início de janeiro de 2009, impossibilitando o estabelecimento da área experimental mais cedo.

Antes da semeadura, na safra 2007/2008 foi realizada a dessecação da soja no local do experimento com dibrometo de diquate (Reglone®, Syngenta Proteção de Cultivos

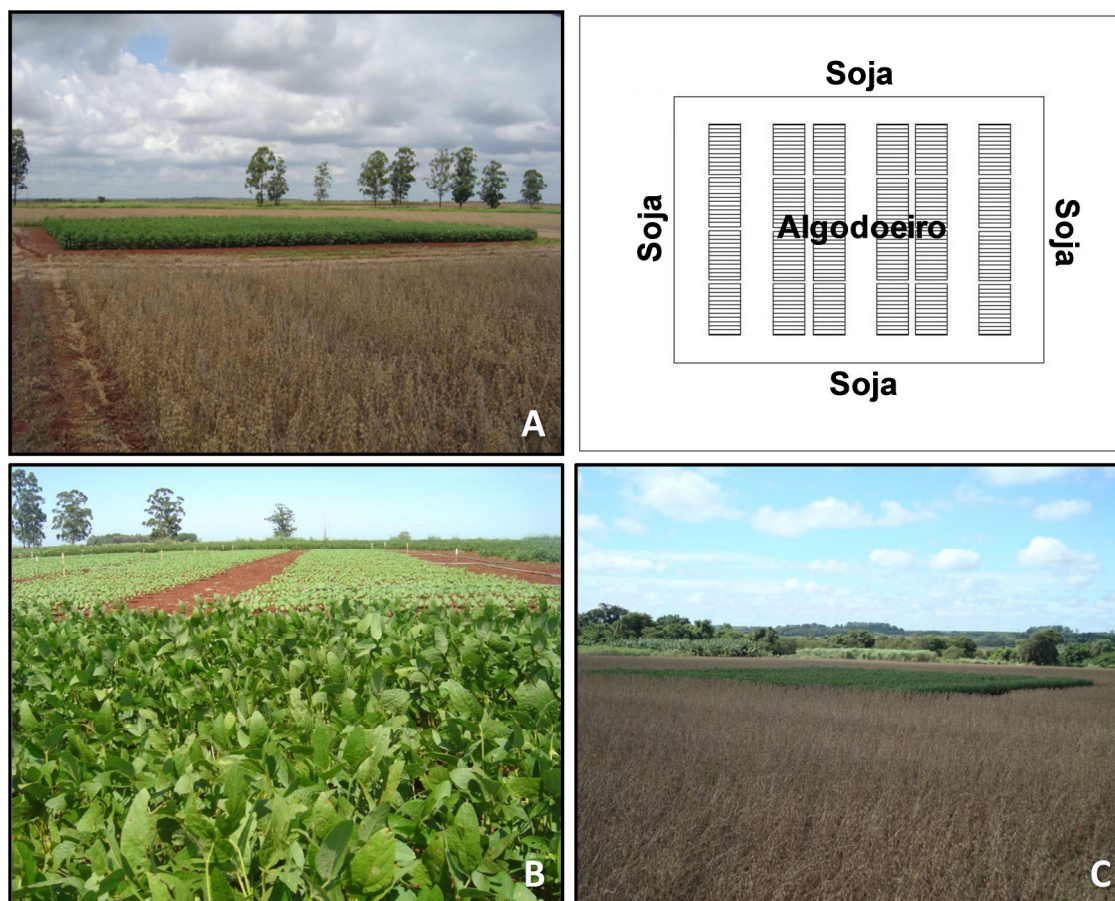


Figura 2. Detalhe do desenho (canto esquerdo superior) e área experimental [(A) safra 2007/2008, (B) 2008/2009, e (C) 2009/2010]. Dourados, MS, 2012.

Ltda., São Paulo, SP, 600 g de i.a./ha). Na safra 2008/2009, a dessecação foi realizada com a mistura de glufosinato (Finale[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 1.000 g de i.a./ha) e carfentrazona etílica (Aurora[®], FMC Química do Brasil Ltda., Campinas, SP, 80 g de i.a./ha), e na safra 2009/2010, com diurom e dicloreto de paraquate (Gramocil[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., São Paulo, SP, 200 g de diurom/ha + 400 g de dicloreto de paraquate/ha), possibilitando assim, a semeadura das variedades de algodoeiro no interior da área cultivada com soja em pleno desenvolvimento vegetativo.

Após a dessecação da soja, as linhas de cultivo de algodoeiro Bt e não-Bt das parcelas, foram demarcadas com cultivador realizando-se a semeadura de forma manual a uma densidade de 12-14 sementes/m para ambas as variedades. Na safra 2007/2008, as sementes foram tratadas com os fungicidas tolifluanida (Euparen 500 WP[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 0,75 g/kg de semente), pencicuirom (Moncerem PM[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 0,75 g/kg de semente) e triadimenol (Baytan SC[®], Bayer, S.A., São Paulo, SP, 0,3 ml/kg de semente) e com o inseticida tiametoxam (Cruiser 350 FS[®], Syngenta Proteção

de Cultivos Ltda., São Paulo, SP, 2,1 g de i.a./ha). Já nas safras 2008/2009 e 2009/2010, as sementes receberam tratamento com os fungicidas carbendazim e tiram (Derosal Plus[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 0,3 g de carbendazim/kg de semente + 0,7 g de tiram/kg de semente), e com o inseticida fipronil (Standak[®], BASF S.A., São Paulo, SP, 0,5 g de i.a./kg de semente), objetivando o controle de lagarta-elasma, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848). A emergência das plântulas ocorreu de 7-10 dias após o plantio. Foi realizado o desbaste de plantas aos 15-20 DAE para a obtenção de um estande final de 9-10 plantas/m.

Duas adubações nitrogenadas de cobertura com 150 kg/ha de uréia (45% de N) e uma adubação potássica com 100 kg/ha de cloreto de potássio (60% de K₂O e 45-48% de Cl), foram realizadas respectivamente aos 48, 61 e 63 DAE na safra 2007/2008. Já na safra 2008/2009, uma adubação nitrogenada de cobertura com 250 kg/ha de sulfato de amônio (20% de N) foi realizada aos 46 DAE, e na safra 2009/2010, duas adubações nitrogenadas com 150 kg/ha de uréia (45% de N) foram realizadas aos 17 e 24 DAE.

Não foram realizadas adubações de base (N-P-K) para o cultivo das variedades de algodoeiro, pois as linhas de semeadura demarcadas na área experimental coincidiam com as linhas de cultivo da soja, justificando a ausência de fertilizante nessa condição, uma vez que o adubo utilizado no momento da semeadura da soja, ainda estaria disponível às plantas de algodoeiro. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual. Irrigação complementar por aspersão foi fornecida nas safras 2008/2009 e 2009/2010 para o estabelecimento e manutenção das exigências hídricas das plantas de algodoeiro, quando necessário.

Aplicações sistemáticas de inseticidas foram realizadas em ambas as variedades de algodão (Bt e não-Bt) para o controle preventivo/curativo de ácaros e insetos pragas, sendo que inseticidas capazes de controlar heterópteros-pragas (e.g. organofosforados e piretróides), foram aplicados até no máximo 5-7 dias antes do início das avaliações das populações de percevejos (Tabela 2). A retomada das pulverizações ocorreu após a finalização das avaliações, estendendo-se até o final do ciclo das variedades.

A finalidade destas aplicações foi proporcionar as mesmas condições de infestação por pragas em ambas as variedades de algodão (Bt e não-Bt), especialmente de lepidópteros-alvo da proteína Cry1Ac, uma vez que a variedade Bt estudada controla lagartas de *A. argillacea*, *H. virescens* e *P. gossypiella*. Dessa forma, a partir do início das avaliações das populações de percevejos nas plantas de algodoeiro, as condições de injúria, dano e infestação por pragas seriam as mesmas nas duas variedades, observando-se ao final

somente o efeito das variedades sobre a população de percevejos ao longo do tempo e vice-versa.

Quando necessário, durante o período de avaliação, foram realizadas aplicações de inseticidas específicos (fisiológicos) recomendados para o controle de *A. argillacea* e *H. virescens*, objetivando evitar infestações indesejadas nas plantas da variedade não-Bt, eliminando o possível efeito de competição existente entre lepidópteros e percevejos. Para o controle de *Ramularia areola* Atk., o fungicida tebuconazole (Folicur 200 EC[®], Bayer, S.A., São Paulo, SP, 100 g de i.a./ha), foi aplicado aos 89 DAE na safra 2007/2008, e os fungicidas azoxistrobina e ciproconazol (Priori Xtra[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., São Paulo, SP, 200 g de azoxistrobina/ha + 40 g de ciproconazol/ha), aplicados aos 67 DAE na safra 2009/2010.

Visando uniformizar a abertura de maçãs e facilitar a colheita, nas safras 2007/2008 e 2008/2009, o dessecante glufosinato (Finale[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 600 g de i.a./ha), foi aplicado respectivamente, aos 201 e 146 DAE, e na safra 2009/2010 e os maturadores fisiológicos etefom e ciclanilida (Fnish[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 840 g de etefom/ha + 105 g de ciclanilida/ha) foram aplicados aos 139 DAE. Não foram utilizados reguladores de crescimento e a vazão de pulverização de todos os agroquímicos aplicados variou de 150-200 l/ha.

2.4 Amostragem dos percevejos

A população das espécies de percevejos ocorrentes nas variedades de algodão Bt e não-Bt foi amostrada semanalmente pelos métodos do pano-de-batida e planta inteira, nos 3 m centrais das 11 linhas centrais de cada parcela, iniciando com o método de amostragem do pano-de-batida, aos 72 DAE na safra 2007/2008, 73 DAE na safra 2008/2009 e 75 DAE na safra 2009/2010. Neste momento, a soja circunvizinha à área experimental nas safras 2007/2008 e 2009/2010 encontrava-se em estágio R6-R7, e na safra 2008/2009, em fase de maturação plena (R7), conforme escala fenológica proposta por FEHR & CAVINESS (1977).

As avaliações pelo método de amostragem visual de planta inteira foram realizadas de 1-3 dias após as avaliações com o método do pano-de-batida (2 m lineares). Duas batidas de pano e a vistoria de cinco plantas por parcela foram realizadas de forma aleatória em cada avaliação, constituindo a amostra obtida em cada avaliação. Em todas as safras, as avaliações foram caracterizadas pelo estágio fenológico das plantas de algodoeiro

Tabela 2. Acaricidas e inseticidas aplicados sistematicamente e momento das aplicações para o controle de pragas nas variedades de algodoeiro estudadas (Bt e não-Bt), fora do período de amostragem dos percevejos. Safras 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Grupo químico	Ingrediente ativo (i.a.)	Produto comercial (p.c.)	Dosagem (g do i.a./ha)	Safra: momento da aplicação – DAE ^I / Praga-alvo
Avermectina (acaricida e inseticida)	Abamectina	⁽²⁾ Vertimec 18 EC [®] ou ⁽³⁾ Abamex [®]	5,4–9,0	2007/08: 147; 2008/09: 64, 110; 2009/10: 27, 45, 59 / Lagarta-curuquerê ^I e Ácaro-branco ^{II}
	Lufeniurum	⁽²⁾ Match EC [®]	15–20	2008/09: 26, 44; 2009/10: 27, 31, 46 / Lagarta-curuquerê
Benzoiluréia (inseticida)	Teflubenzurom	⁽⁴⁾ Nomolt 150 [®]	30	2009/10: 12, 22, 90, 104 / Lagarta-curuquerê
	Triflumurom	⁽⁵⁾ Certero [®]	24–60	2007/08: 9, 21, 37, 49; 2009/10: 7, 45, 53, 55, 59, 61, 67, 146 / Lagarta-curuquerê
Bis(tiocarbamato) (inseticida)	Cloridrato de cartape	⁽⁶⁾ Cartap BR 500 [®]	175	2007/08: 49 / Lagarta-curuquerê
Espinosina (inseticida)	Espinosade	⁽⁷⁾ Tracer [®]	38,4–60	2007/08: 54; 2008/09: 60; 2009/10: 12, 38, 61, 67, 139 / Lagarta-curuquerê e Lagarta-das-maçãs ^{III}
Eter piridilxipropílico (inseticida)	Piriproxi-fem	⁽⁸⁾ Tiger 100 EC [®]	25–50	2007/08: 70; 2008/09: 5, 26, 60; 2009/10: 12 / Mosca-branca ^{IV}
Feniltiuréia (acaricida e inseticida)	Diafentiurom	⁽²⁾ Polo [®]	400	2008/09: 26 / Pulgão-do-algodoeiro ^V e Mosca-branca
Metilcarbamato de benzofuranila (inseticida)	Carbosulfano	⁽⁹⁾ Marshal 400 SC [®]	160	2007/08: 58, 147; 2008/09: 32, 55; 2009/10: 7, 55, 139 / Pulgão-do-algodoeiro
Metilcarbamato de oxima (inseticida)	Metomil	⁽¹⁰⁾ Lannate BR [®]	322,5	2009/10: 139 / Lagarta-curuquerê e Lagarta-das-maçãs
Nicotinóide (inseticida)	Flonicamida	⁽⁹⁾ Turbine 500 WG [®]	60–150	2007/08: 58; 2008/09: 64; 2009/10: 27, 31, 55 / Pulgão-do-algodoeiro
Organofosforado (inseticida)	Metamidofós	⁽¹¹⁾ Metamidofós Fersol 600 [®] ou ⁽¹²⁾ Dinafós [®]	480–600	2007/08: 9, 21, 26, 110, 117; 2008/09: 6, 26; 2009/10: 53 / Mosca-branca, Percevejo-rajado ^{VI} e Percevejo-marrom ^{VII}
	Malationa	⁽¹²⁾ Malathion 1000 EC [®]	1000	2009/10: 22, 27, 31, 39, 53, 55, 108, 110 / Bicudo-do-algodoeiro ^{VIII}
Piretróide (inseticida)	Beta-ciflutrina	⁽⁵⁾ Bulldock 125 SC [®]	10–12,5	2007/08: 9, 21, 30, 37, 44, 54, 110, 117, 121, 127; 2008/09: 32, 39, 40, 44, 109; 2009/10: 12, 22, 38, 45, 53, 55, 59, 61, 67, 104, 108, 110, 118, 123, 128, 131, 139, 146 / Bicudo-do-algodoeiro
	Lambda-cialotrina	⁽²⁾ Karate Zeon 250 CS [®]	37,5	2007/08: 135, 147; 2008/09: 47, 51, 55; 2009/10: 146 / Bicudo-do-algodoeiro
Piretróide + Neonicotinóide (inseticida)	Beta-ciflutrina + Imidacloprido	⁽⁵⁾ Connect [®]	12,5 + 100	2009/10: 104 / Percevejo-marrom e Bicudo-do-algodoeiro
Piridina azometina (inseticida)	Pimetrozina	⁽²⁾ Chess 500 WG [®]	100–200	2007/08: 44 / Pulgão-do-algodoeiro

⁽¹⁾Dias após a emergência (datas das emergências – safra 2007/08: 13/12/2007; 2008/09: 26/01/2009; 2009/10: 28/12/2009). ⁽²⁾Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Paulínea, SP. ⁽³⁾Nufarm Indústria Química e Farmacêutica, S.A., Maracanã, CE. ⁽⁴⁾BASF S.A., São Paulo, SP. ⁽⁵⁾Bayer S.A., São Paulo, SP. ⁽⁶⁾Iharabras S/A Indústrias Químicas, Sorocaba, SP. ⁽⁷⁾Dow AgroSciences Industrial Ltda., São Paulo, SP. ⁽⁸⁾Sumitomo Chemical do Brasil Ltda., São Paulo, SP. ⁽⁹⁾FMC Química do Brasil Ltda., Campinas, SP. ⁽¹⁰⁾DuPont do Brasil S.A., Barueri, SP. ⁽¹¹⁾Fersol Indústria e Comércio S.A., Mairinque, SP. ⁽¹²⁾Cheminova Brasil Ltda., São Paulo, SP. ^I*Alabama argillacea* (Hübner, 1818). ^{II}*Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904). ^{III}*Heliothis virescens* (Fabricius, 1777). ^{IV}*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889). ^V*Aphis gossypii* Glover, 1877. ^{VI}*Niesthrea sidae* (Fabricius, 1794). ^{VII}*Euschistus heros* (Fabricius, 1794). ^{VIII}*Anthonomus grandis* Boheman, 1843.

dado pelo número de nós acima da flor branca (NAFB), num total de cinco avaliações por método de amostragem, coincidindo com o período de florescimento pleno e desenvolvimento de maçãs.

O método de amostragem do pano-de-batida consistiu na disposição de um pano branco (1,0×0,9 m) na entrelinha da área amostral, sacudindo-se vigorosamente as plantas das linhas paralelas ao pano-de-batida e contabilizando-se todos os espécimes adultos e ninfas de percevejos que caíam das plantas sobre o pano (DEGRANDE et al., 2003). O método de amostragem da planta inteira consistiu na vistoria de todas as partes de uma planta (folhas, ramos, brotos, brácteas, flores, botões e maçãs) do interior da área amostral, com a contabilização de todos os espécimes adultos e ninfas de percevejos observados.

Para ambos os métodos de amostragem quando necessário, foram coletados e acondicionados em frascos com 70% etanol aqueles insetos que não puderam ser identificados em campo e conduzidos ao laboratório para posterior identificação. A identificação das espécies foi realizada através de informações disponibilizadas via *world wide web* pelo Museu Digital de Entomologia da ESALQ/USP (www.me.esalq.usp.br/index_i.php) e por meio de chaves de identificação (SILVA et al., 1968; PAPAVERO, 1983; ALMEIDA et al., 1998; GALLO et al. 2002).

2.5 Avaliação de injúrias e dano

Na safra 2008/2009, após a quarta avaliação da população de percevejos, maçãs de três categorias de tamanho [pequenas (< que 2,5 cm de diâmetro), médias ($\approx$ 2,5 cm de diâmetro) e grandes (> que 2,5 cm de diâmetro)], foram coletadas para a avaliação de sintomas de injúrias e dano causados por esses insetos. Utilizando-se um gabarito confeccionado com papelão e contendo um orifício com 2,5 cm de diâmetro, três maçãs em cada categoria de tamanho, da primeira ou segunda posição do 4º ou 5º ramo reprodutivo, foram aleatoriamente selecionadas e coletadas de três plantas diferentes da área útil de cada parcela (Bt e não-Bt), totalizando 36 maçãs avaliadas em cada categoria para cada variedade.

O critério adotado para seleção de maçãs foi de que maçãs consideradas menores eram aquelas que o orifício do gabarito de papelão apresentava tamanho pequeno (< que 2,5 cm de diâmetro), as que se encaixavam no gabarito eram consideradas de tamanho médio ($\approx$ 2,5 cm de diâmetro) e aquelas com tamanho maior que o orifício dos gabaritos, eram consideradas de tamanho grande (> que 2,5 cm de diâmetro). Após a coleta, as maçãs

foram levadas ao laboratório para avaliação do número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo (Figuras 3I, 3A1 e 3A2), número de puncturas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo (Figuras 3II, 3B1 e 3B2) e número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã (Figuras 3III e 3C1).

2.6 Produtividade e qualidade da fibra

Para estimativa da produção das variedades de algodoeiro estudadas após o período de infestação dos percevejos, a colheita manual do algodão produzido nas três linhas centrais de cada parcela nas safras 2007/2008 e 2009/2010 foi realizada respectivamente aos 205 e 152 DAE. Na safra 2008/2009, o algodão produzido nas cinco linhas centrais de cada parcela foi colhido aos 144 DAE. A produção obtida na área colhida foi inicialmente pesada em balança de precisão e posteriormente beneficiada em uma descaroçadora de rolo portátil. Após a obtenção da produção de algodão em caroço e pluma da área específica de cada parcela, o valor foi extrapolado para kg/ha. Uma amostra de algodão em pluma de 200 g foi retirada para avaliação dos parâmetros de qualidade de fibra de resistência (gf/tex), índice *micronaire*, índice de amarelamento e conteúdo de fibras curtas (%), por meio de análise com equipamento *HVI – High Volume Instruments* (Premier ART 2TM, Premier Evolvics Pvt. Ltd., Coimbatore, India).

2.7 Análise estatística

Em cada safra foi realizada uma análise descritiva da incidência dos espécimes (adultos e ninfas) dos percevejos observados em cada variedade. Separadamente para cada método de amostragem e variedade (Bt e não-Bt) foi apresentado o número total de espécimes contabilizados em todas as avaliações (abundância), com a respectiva frequência relativa.

A dinâmica populacional de adultos e ninfas das espécies que ocorreram em pelo menos dois, dos três anos de estudo, foi analisada de maneira independente para cada safra e método de amostragem. Através de um esquema bifatorial (2×5), foi analisada a incidência dos espécimes nas variedades de algodoeiro estudadas (Bt e não-Bt), a dinâmica ao longo das cinco avaliações ou estádios fenológicos (caracterizado pelo número de nós acima da flor branca – NAFB) e a resposta na interação entre essas fontes de variação, obedecendo ao delineamento inteiramente casualizado.

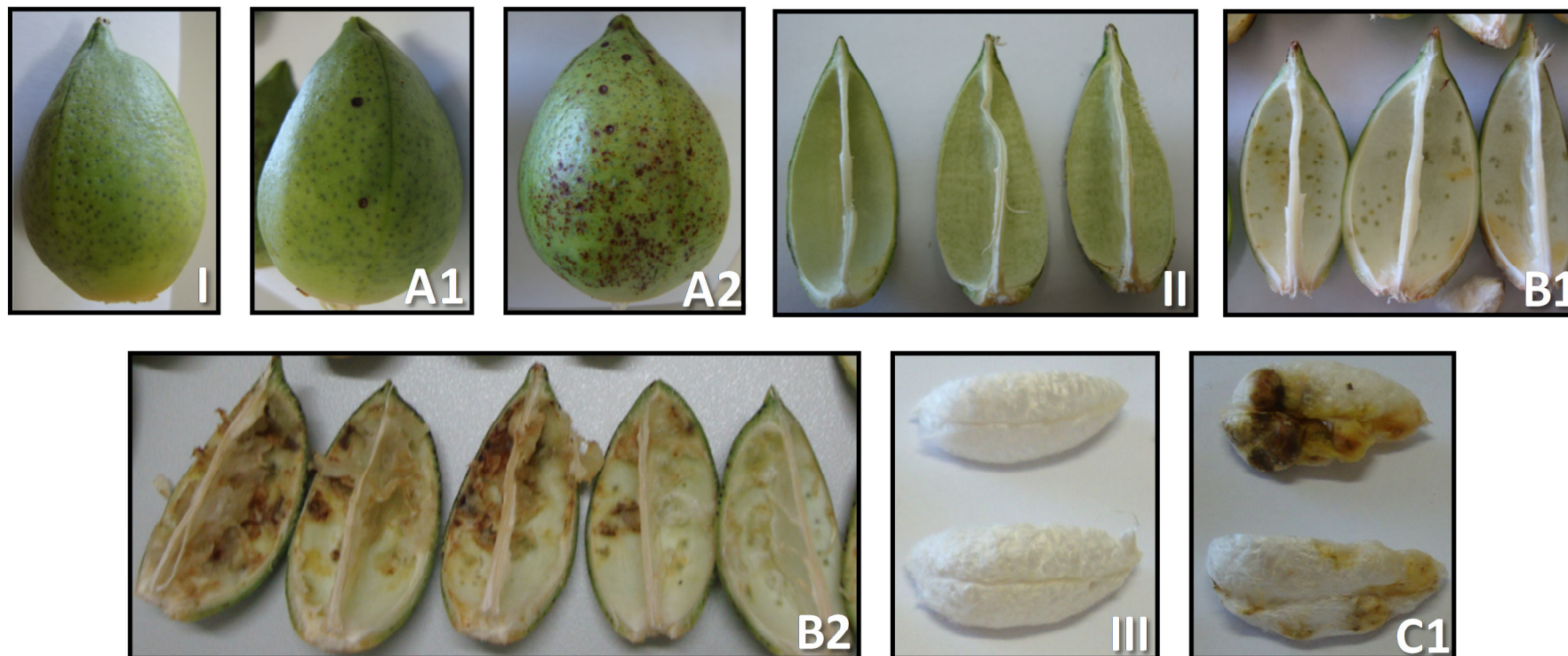


Figura 3. Injúrias e dano resultantes do ataque de percevejos em maçãs de algodoeiro: lóculos sem sinais externos (pintas) sobre o exocarpo (I) e com sinais (A1 e A2), lóculos sem sinais de puncturas sobre o mesocarpo (II) e com sinais (B1), lóculos apresentando calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo (B2), e fibras imaturas sem injúrias (III) e manchadas (C1). Dourados, MS, 2012.

Para isso, os dados de número médio de espécimes por pano-de-batida e planta inteira foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e analisados com base na metodologia de análise estatística de Medidas Repetidas no Tempo (MRT), através do procedimento MIXED do SAS[®] (LITTEL et al., 1998; SAS INSTITUTE, 2008). Inicialmente, foram testadas oito matrizes de variância e covariância, selecionando a matriz mais adequada pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) (BURNHAM & ANDERSON, 2004), com posterior análise de variância ($P \leq 0,05$) e teste de comparação de médias de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$) através do comando LS MEANS do SAS[®].

A razão ninfa/adulto (n/a) das espécies *E. heros* e *E. mediatubunda* foram comparadas separadamente para cada tipo de amostragem, uma vez que essas espécies de pentatomídeos foram as mais abundantes em duas das três safras estudadas. A razão (n/a) média foi obtida com os dados originais de todas as avaliações em que se observaram ninfas e adultos, independente de safra e variedade. A comparação entre espécies foi realizada empregando-se o teste de comparação de médias de t de Student ($P \leq 0,05$), por meio do procedimento TTEST do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008).

A produção de algodão em caroço e pluma, bem como os parâmetros de qualidade de fibra estudados (resistência, índice *micronaire*, grau de amarelamento e porcentagem de fibras curtas), foi comparada entre variedades pelo teste t de Student, de forma independente para cada safra, por meio do procedimento TTEST do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008). Adicionalmente, a produção de algodão em caroço e pluma obtida pelas duas variedades foi comparada entre as diferentes safras, através de análise de variância ($P \leq 0,05$), seguida de teste de comparação de médias de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o procedimento GLM do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008).

O número médio de sintomas de injúrias por lóculo [número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo e número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo] e número médio de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã, avaliados em maçãs de diferentes categorias de tamanho (pequenas, médias e grandes) na safra 2008/2009; foram inicialmente transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ visando a normalização dos dados e homogeneização das variâncias, e posteriormente submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$) e teste de comparação de médias de Tukey ($P \leq 0,05$) entre as categorias, por meio do procedimento GLM do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008).

3 RESULTADOS

3.1 População de percevejos

Os espécimes de percevejos (Hemiptera) observados ao longo dos três anos de estudo nas variedades de algodoeiro (Bt e não-Bt) foram representados pela família Pentatomidae [*Euschistus heros* (Fabr.), *Edessa meditabunda* (Fabr.), *Nezara viridula* (L.), *Chinavia* spp., *Piezodorus guildinii* (West.) e *Dichelops melacanthus* (Dallas)], pela família Rhopalidae [*Niesthrea sidae* (Fabr.)], Pyrrhocoridae, (*Dysdercus* sp.), e pela família Coreidae, [*Leptoglossus zonatus* (Dallas)].

Em todas as safras, o número de espécimes (adultos e ninfas) de percevejos foi semelhante para ambas as variedades, bem como a composição do complexo de percevejos pelas espécies observadas. Em relação ao método de amostragem utilizado, foi contabilizado maior número de indivíduos no método do pano-de-batida do que em planta inteira, especialmente para pentatomídeos (Figuras 4 e 5).

Nas três safras foram contabilizados espécimes de *E. heros*, *E. meditabunda*, *N. viridula*, *N. sidae* e de *Dysdercus* sp., enquanto espécimes de *N. viridula*, que não foram observados na safra 2008/2009. Em conjunto estas espécies representaram mais de 97% do total do número de percevejos contabilizados em ambas as variedades e métodos de amostragem. A frequência relativa das demais espécies (*Chinavia* spp., *P. guildinii*, *D. melacanthus* e *L. zonatus*) variou de 0 a 1,2%, dependendo da safra, variedade de algodão (Bt e não-Bt) e método de amostragem.

Particularmente, as espécies que apresentaram maior número foram *E. heros*, *E. meditabunda* e *N. sidae*, compondo mais de 69% dos espécimes observados em ambos os métodos de amostragem, variedades e safras. *E. heros* foi a espécie mais abundante nas safras 2007/2008 e 2009/2010 e *N. sidae* a espécie mais abundante na safra 2008/2009.

O pentatomídeo *E. meditabunda* foi a segunda espécie mais abundante nas safras 2007/2008 e 2009/2010. Embora o número de adultos de *E. heros* observado tenha sido maior, foi contabilizado maior número de ninfas de *E. meditabunda* em relação às de *E. heros*. O pentatomídeo *N. viridula* foi o terceiro mais abundante, porém, com nenhum espécime sendo observado na segunda safra de estudo.

Na safra 2007/2008, pelo método de amostragem do pano-de-batida, o número de espécimes de *E. heros* [adultos (ad)=978 e ninfas (ni)=91], *E. meditabunda* (ad=108

e ni=11), *N. viridula* (ad=36 e ni=31), *N. sidae* (ad=38 e ni=110) e *Dysdercus* sp. (ad=9 e ni=11), corresponderam, respectivamente, a 68,7, 14,07, 4,31, 9,51, e 1,29% da população observada na variedade Bt e 67,01 (*E. heros*: ad=972 e ni=127), 17,87 (*E. meditabunda*: ad=136 e ni=157), 2,93 (*N. viridula*: a=28 e ni=20), 8,17 (*N. sidae*: a=41 e n=93) e 1,95% (*Dysdercus* sp.: ad=16 e ni=26) da população observada na variedade não-Bt (Figura 4–A).

No método de amostragem planta inteira, na mesma safra, a frequência relativa de *E. heros* (ad=437 e ni=52), *E. meditabunda* (ad=34 e ni=35), *N. viridula* (ad=14 e ni=18), *N. sidae* (ad=49 e ni=28) e *Dysdercus* sp. (ad=6 e ni=1), foi respectivamente de 70,46, 9,94, 4,61, 11,10 e 1,01% na variedade Bt e de 67,78 (ad=430 e ni=56: *E. heros*), 13,53 (*E. meditabunda*: ad=48 e ni=49), 3,91 (*N. viridula*: ad=12 e ni=16), 11,44 (*N. sidae*: ad=59 e ni=23) e 1,95% (*Dysdercus* sp.: ad=8 e ni=6) na variedade não-Bt (Figura 5–A).

Na safra 2008/2009, em que nenhum espécime de *N. viridula* foi observado, pelo método de amostragem do pano-de-batida, *E. heros* (ad=86 e ni=5), *E. meditabunda* (ad=2 e ni=0), *N. sidae* (ad=234 e ni=0) e *Dysdercus* sp. (ad=79 e ni=0), representaram, respectivamente, 22,41, 0,49, 57,64 e 19,46% dos espécimes observados na variedade Bt, e 22,17 (*E. heros*: ad=98 e ni=0), 4,30 (*E. meditabunda*: ad=16 e ni=3), 43,67 (*N. sidae*: ad=193 e ni=0) e 29,19% (*Dysdercus* sp.: ad=126 e ni=3) dos espécimes observados na variedade não-Bt (Figura 4–B). Em contrapartida, pelo método da planta inteira, *E. heros* (ad=20 e ni=0), *E. meditabunda* (ad=1 e ni=0), *N. sidae* (ad=246 e ni=0) e *Dysdercus* sp. (ad=16 e ni=0), representaram, respectivamente, 7,07, 0,35, 86,93 e 5,65% dos espécimes observados na variedade Bt, e 14,65 (*E. heros*: ad=40 e ni=0), 1,10 (*E. meditabunda*: ad=2 e ni=1), 73,99 (*N. sidae*: ad=202 e ni=0) e 10,26% (*Dysdercus* sp.: ad=28 e ni=0) dos espécimes observados na variedade não-Bt (Figura 5–B).

Análogo ao que foi observado na safra 2007/2008, na safra 2009/2010 os espécimes de *E. heros* (ad=1616 e ni=62), *E. meditabunda* (ad=236 e ni=236), *N. viridula* (ad=8 e ni=0), *N. sidae* (ad=123 e ni=0) e *Dysdercus* sp. (ad=23 e ni=0), representaram pelo método do pano-de-batida, respectivamente, 72,27, 20,33, 0,34, 5,56 e 0,99% da população de percevejos observada na variedade Bt, e 69,57 (*E. heros*: ad=1564 e ni=48), 22,92 (*E. meditabunda*: ad=230 e ni=301), 1,60 (*N. viridula*: ad=14 e ni=23), 4,45 (*N. sidae*: ad=103 e ni=0) e 1,08% (*Dysdercus* sp.: ad=25 e ni=0) na variedade não-Bt (Figura 4–C). Da mesma forma, pelo método de amostragem da planta

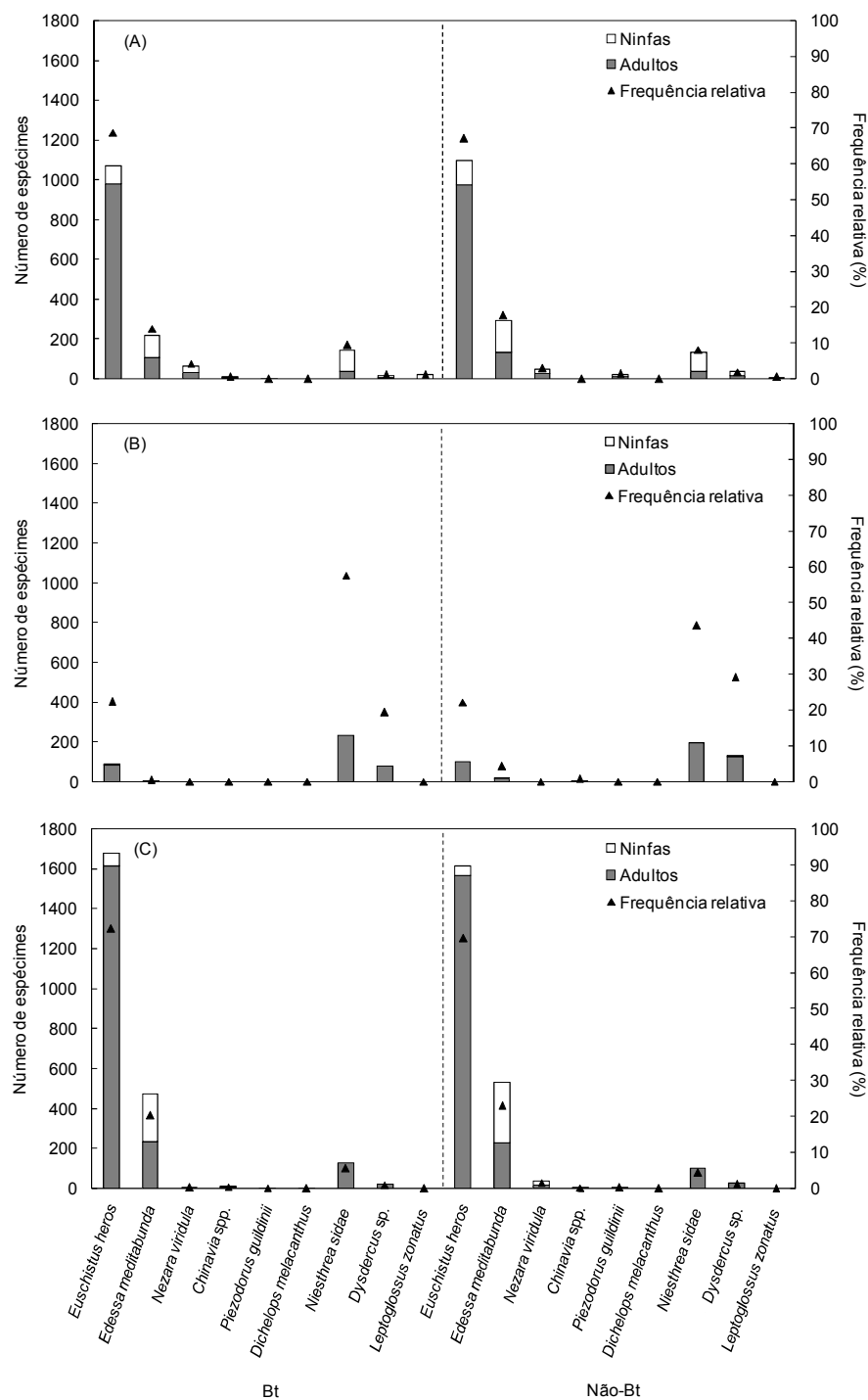


Figura 4. Abundância e frequência relativa de heterópteros-pragas na amostragem pano-de-batida nas safras 2007/2008 (A), 2008/2009 (B) e 2009/2010 (C) em algodoeiro Bt e não-Bt (n=120). Dourados, MS.

inteira, na safra 2009/2010, foram obtidos números de espécimes de *E. heros* (ad=553 e ni=10), *E. mediatubunda* (ad=55 e ni=35), *N. viridula* (ad=3 e ni=0), *N. sidae* (ad=232 e ni=9) e *Dysdercus* sp. (ad=4 e ni=0), que representaram, respectivamente, 62,35, 9,97, 0,33, 26,69 e 0,44% da população de percevejos observada na variedade Bt, e 60,51 (*E.*

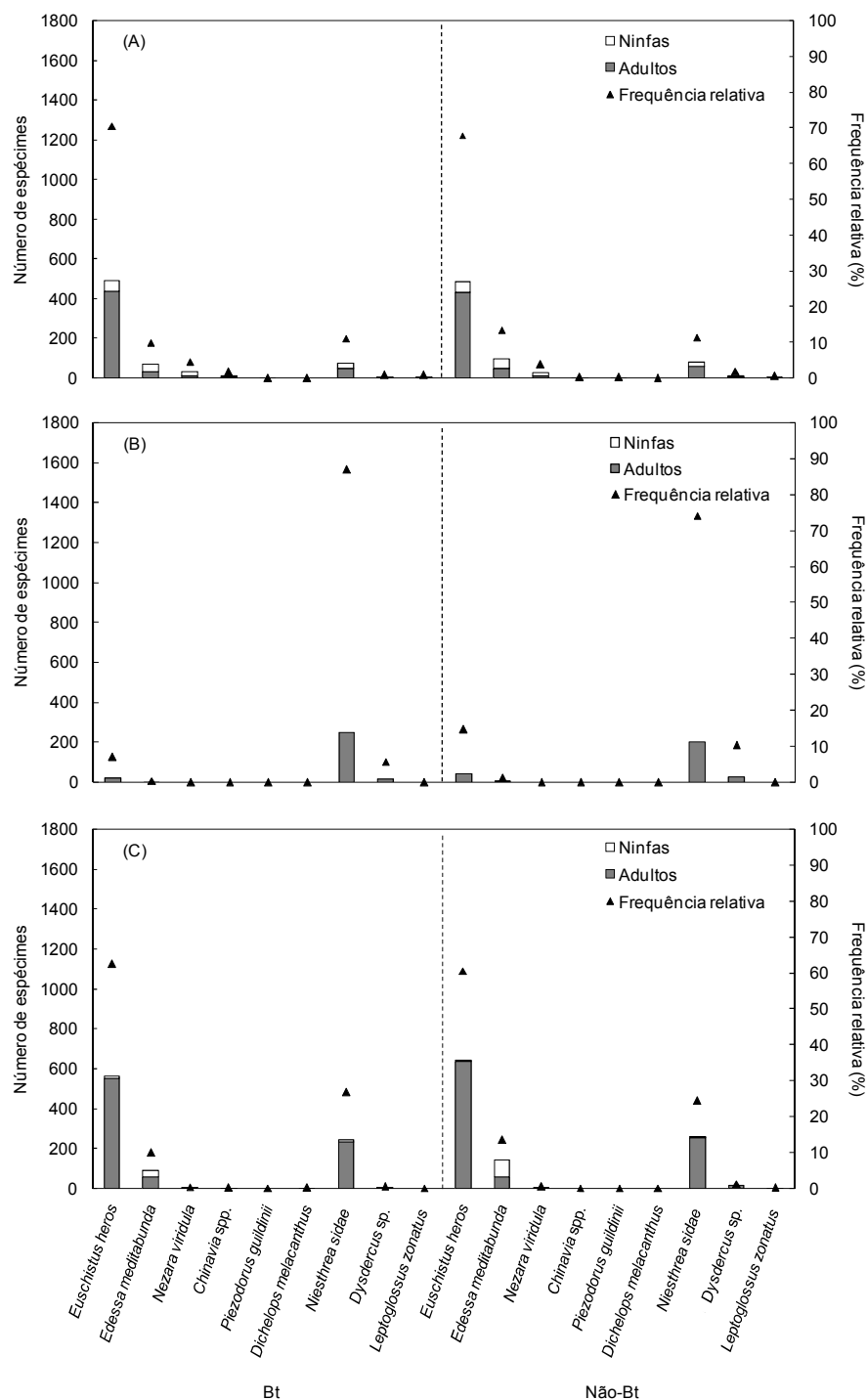


Figura 5. Abundância e frequência relativa de heterópteros-pragas na amostragem planta inteira nas safras 2007/2008 (A), 2008/2009 (B) e 2009/2010 (C) em algodoeiro Bt e não-Bt (n=300). Dourados, MS.

heros: ad=635 e ni=7), 13,38 (*E. mediatubunda*: ad=58 e ni=84), 0,47 (*N. viridula*: ad=5 e ni=0), 24,32 (*N. sidae*: ad=256 e ni=2) e 1,23% (*Dysdercus sp.*: ad=13 e ni=0) da população observada na variedade não-Bt (Figura 5–C).

3.2 Interações entre densidade populacional, variedade e fases fenológicas

O número de espécimes (adultos e ninfas) de *E. heros*, *E. mediatubunda*, *N. viridula*, *N. sidae* e *Dysdercus* sp. observados pelo método do pano-de-batida não foram alterados significativamente pelo tipo de variedade (Va=Bt e não-Bt) e a interação variedade (Va) vs. estágio fenológico [Ef=cinco avaliações (NAFB – número de nós acima da última flor branca)] em todas as safras estudadas, com exceção da incidência de ninfas de *N. viridula* na safra 2009/2010, em que ambas as fontes de variação foram significativas (Tabelas 3 e 4).

O mesmo padrão de respostas não significativas das fontes de variação variedade (Va) e interação (Va vs. Ef) foi obtido no método da planta inteira, no entanto, com a interação Va vs. Ef apresentando-se estatisticamente significativa apenas para o número de adultos de *N. sidae* observados nas safras 2007/2008 e 2008/2009, e apenas Va, para o número de ninfas de *E. mediatubunda* observados na safra 2009/2010 (Tabela 6).

Contudo, em duas safras, pelos dois métodos de amostragem, a dinâmica populacional de ninfas e adultos das espécies estudadas foi alterada significativamente ao longo das avaliações [estágio fenológico (Ef)] independentemente do tipo de variedade, com a fonte de variação Ef, apresentando-se estatisticamente significativa. As exceções foram que no método de amostragem da planta inteira, apenas os espécimes ninfas de *Dysdercus* sp. na safra 2007/2008 apresentaram o mesmo nível populacional ao longo das avaliações (NAFB), bem como a população de ninfas de *E. heros* e *E. mediatubunda* observada na safra 2008/2009, demonstrado pela não significância de Ef.

Da mesma forma, a incidência de adultos de *E. mediatubunda* não foi significativamente alterada ao longo das avaliações nas safras 2008/2009 pelo método da planta inteira, assim como o número de ninfas de *N. viridula* na safra 2009/2010, em razão da ausência de significância estatística observada na fonte de variação Ef. No entanto, somente o número de ninfas de *E. heros* e *N. sidae* observados pelo método de amostragem da planta inteira na safra 2007/2008 e de *E. mediatubunda* na safra 2009/2010 é que apresentaram alteração significativa da densidade populacional ao longo das avaliações, pela significância estatística detectada em Ef.

De maneira geral, a incidência de percevejos (adultos e ninfas) e o número médio final de espécimes observados não apresentou diferença significativa entre as

Tabela 3. Significância do teste F da análise de variância das fontes de variação estudadas, em função da infestação de espécimes adultos de heterópteros-pragas em algodoeiro, estimada pelo método de amostragem do pano de batida, em três safras. Dourados, MS, 2012.

Espécie ¹ Fontes de variação ² e Estrutura de covariância ³	Safras								
	2007/2008			2008/2009			2009/2010		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P	g.l.	F	P
<i>Euschistus heros</i>									
Variedade (Va)	1	0,00	0,96	1	0,61	0,44	1	0,26	0,61
Estádio fenológico (Ef)	4	172,30	<0,01	4	22,20	<0,01	4	142,08	<0,01
V vs. Ef	4	0,20	0,93	4	1,23	0,30	4	0,12	0,97
Estrutura de covariância	UNR			ARH(1)			ARH(1)		
<i>Edessa meditabunda</i>									
Variedade (Va)	1	1,47	0,23	1	3,58	0,07	1	0,02	0,89
Estádio fenológico (Ef)	4	15,04	<0,01	4	3,47	0,01	4	31,41	<0,01
V vs. Ef	4	0,55	0,69	4	1,45	0,22	4	0,42	0,79
Estrutura de covariância	CSH			AR(1)			ARH(1)		
<i>Nezara viridula</i>									
Variedade (Va)	1	0,84	0,37	- ⁴	-	-	1	1,66	0,21
Estádio fenológico (Ef)	4	16,77	<0,01	-	-	-	4	5,27	<0,01
V vs. Ef	4	0,27	0,89	-	-	-	4	1,35	0,25
Estrutura de covariância	CS			-			VC		
<i>Niesthrea sidae</i>									
Variedade (Va)	1	0,20	0,65	1	1,24	0,27	1	2,49	0,12
Estádio fenológico (Ef)	4	14,82	<0,01	4	62,94	<0,01	4	11,62	<0,01
V vs. Ef	4	0,32	0,86	4	1,12	0,35	4	2,27	0,07
Estrutura de covariância	VC			ARH(1)			ARH(1)		
<i>Dysdercus</i> sp.									
Variedade (Va)	1	0,55	0,46	1	3,02	0,09	1	0,06	0,80
Estádio fenológico (Ef)	4	0,67	0,61	4	18,50	<0,01	4	4,62	<0,01
V vs. Ef	4	1,02	0,40	4	2,57	0,06	4	1,04	0,38
Estrutura de covariância	CSH			UNR			VC		

¹*Euschistus heros*, *Edessa meditabunda* e *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), *Niesthrea sidae* (Heteroptera: Rhopalidae) e *Dysdercus* sp. (Heteroptera: Pyrrhocoridae). ²Variedade: Bt (NuOpal®) e não-Bt (DeltaOpal®); Estádio fenológico: cinco fases consecutivas do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro determinadas em função do número de nós acima da última flor branca (NAFB). ³Estrutura de covariância utilizada para realizar a análise de variância e escolhida pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) dentre oito estruturas de covariância: simetria composta (CS), simetria composta heterogênea (CSH), auto-regressiva de primeira ordem [AR(1)], auto-regressiva de primeira ordem heterogênea [ARH(1)], auto-regressiva de médias móveis de primeira ordem [ARMA(1,1)], Toeplitz heterogênea [TOEPH], não estruturada com correlações (UNR) e componentes de variância (VC). ⁴Indica que a análise não foi realizada devido a não observação de nenhum espécime.

variedades ao longo das avaliações. No entanto, a dinâmica populacional variou significativamente ao longo dos estádios fenológicos.

Tabela 4. Significância do teste F da análise de variância das fontes de variação estudadas, em função da infestação de ninfas de heterópteros-pragas em algodoeiro, estimada pelo método de amostragem do pano de batida, em três safras. Dourados, MS, 2012.

Espécie ¹ Fontes de variação ² e Estrutura de covariância ³	Safras								
	2007/2008			2008/2009			2009/2010		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P	g.l.	F	P
<i>Euschistus heros</i>									
Variedade (Va)	1	0,79	0,38	1	4,08	0,06	1	0,25	0,61
Estádio fenológico (Ef)	4	10,54	<0,01	4	1,70	0,15	4	16,48	<0,01
V vs. Ef	4	0,39	0,81	4	1,70	0,15	4	0,20	0,93
Estrutura de covariância	UNR			VC			ARMA(1,1)		
<i>Edessa meditabunda</i>									
Variedade (Va)	1	2,87	0,10	1	1,86	0,18	1	0,62	0,44
Estádio fenológico (Ef)	4	41,02	<0,01	4	0,79	0,53	4	32,99	<0,01
V vs. Ef	4	1,64	0,17	4	0,79	0,53	4	0,86	0,49
Estrutura de covariância	ARH(1)			VC			ARH(1)		
<i>Nezara viridula</i>									
Variedade (Va)	1	1,24	0,22	- ⁴	-	-	1	6,31	0,02
Estádio fenológico (Ef)	4	9,10	<0,01	-	-	-	4	2,89	0,03
V vs. Ef	4	1,19	0,32	-	-	-	4	2,89	0,03
Estrutura de covariância	CS			-			VC		
<i>Niesthrea sidae</i>									
Variedade (Va)	1	0,75	0,39	-	-	-	-	-	-
Estádio fenológico (Ef)	4	62,14	<0,01	-	-	-	-	-	-
V vs. Ef	4	1,46	0,22	-	-	-	-	-	-
Estrutura de covariância	AR(1)			-			-		
<i>Dysdercus</i> spp.									
Variedade (Va)	1	1,05	0,31	1	1,00	0,32	-	-	-
Estádio fenológico (Ef)	4	2,36	0,06	4	1,00	0,41	-	-	-
V vs. Ef	4	2,22	0,07	4	1,00	0,41	-	-	-
Estrutura de covariância	VC			VC			-		

¹*Euschistus heros*, *Edessa meditabunda* e *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), *Niesthrea sidae* (Heteroptera: Rhopalidae) e *Dysdercus* sp. (Heteroptera: Pyrrhocoridae). ²Variedade: Bt (NuOpal®) e não-Bt (DeltaOpal®); Estádio fenológico: cinco fases consecutivas do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro determinadas em função do número de nós acima da última flor branca (NAFB). ³Estrutura de covariância utilizada para realizar a análise de variância e escolhida pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) dentre oito estruturas de covariância: simetria composta (CS), simetria composta heterogênea (CSH), auto-regressiva de primeira ordem [AR(1)], auto-regressiva de primeira ordem heterogênea [ARH(1)], auto-regressiva de médias móveis de primeira ordem [ARMA(1,1)], Toeplitz heterogênea [TOEPH], não estruturada com correlações (UNR) e componentes de variância (VC). ⁴Indica que a análise não foi realizada devido a não observação de nenhum espécime.

3.3 Dinâmica populacional

3.3.1 Pentatomidae

Em ambos os métodos de amostragem, o crescimento populacional de adultos de *E. heros* foi significativo a partir da segunda avaliação nas safras 2007/2008 e 2009/2010, com médias estatisticamente maiores no método pano-de-batida próximo ao período de colheita da soja (R9) adjacente à área experimental. Entretanto, redução

Tabela 5. Significância do teste F da análise de variância das fontes de variação estudadas, em função da infestação de espécimes adultos de heterópteros-pragas em algodoeiro, estimada pelo método de amostragem da planta inteira, em três safras. Dourados, MS, 2012.

Espécie ¹ Fontes de variação ² e Estrutura de covariância ³	Safras								
	2007/2008			2008/2009			2009/2010		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P	g.l.	F	P
<i>Euschistus heros</i>									
Variedade (Va)	1	0,21	0,65	1	0,00	0,99	1	2,11	0,16
Estádio fenológico (Ef)	4	62,43	<0,01	4	4,16	<0,01	4	127,76	<0,01
V vs. Ef	4	0,31	0,87	4	1,73	0,15	4	0,38	0,82
Estrutura de covariância	CSH			CSH			CSH		
<i>Edessa mediatubunda</i>									
Variedade (Va)	1	1,08	0,30	1	1,00	1,00	1	0,40	0,53
Estádio fenológico (Ef)	4	9,26	<0,01	4	0,75	0,56	4	12,32	<0,01
V vs. Ef	4	1,01	0,40	4	1,25	0,29	4	0,36	0,83
Estrutura de covariância	CS			VC			CSH		
<i>Nezara viridula</i>									
Variedade (Va)	1	0,22	0,64	- ⁴	-	-	1	0,30	0,59
Estádio fenológico (Ef)	4	4,78	<0,01	-	-	-	4	1,73	0,15
V vs. Ef	4	0,46	0,76	-	-	-	4	1,64	0,17
Estrutura de covariância	CS			-			AR(1)		
<i>Niesthrea sidae</i>									
Variedade (Va)	1	0,25	0,62	1	1,16	0,29	1	0,33	0,57
Estádio fenológico (Ef)	4	19,54	<0,01	4	6,85	<0,01	4	27,58	<0,01
V vs. Ef	4	3,05	0,02	4	2,74	0,03	4	0,76	0,55
Estrutura de covariância	CS			CSH			CSH		
<i>Dysdercus</i> spp.									
Variedade (Va)	1	0,32	0,57	1	0,67	0,42	1	2,19	0,15
Estádio fenológico (Ef)	4	2,65	0,03	4	2,59	0,04	4	2,81	0,03
V vs. Ef	4	0,90	0,46	4	0,46	0,76	4	1,11	0,35
Estrutura de covariância	AR(1)			VC			VC		

¹*Euschistus heros*, *Edessa mediatubunda* e *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), *Niesthrea sidae* (Heteroptera: Rhopalidae) e *Dysdercus* sp. (Heteroptera: Pyrrhocoridae). ²Variedade: Bt (NuOpal[®]) e não-Bt (DeltaOpal[®]); Estádio fenológico: cinco fases consecutivas do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro determinadas em função do número de nós acima da última flor branca (NAFB). ³Estrutura de covariância utilizada para realizar a análise de variância e escolhida pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) dentre oito estruturas de covariância: simetria composta (CS), simetria composta heterogênea (CSH), auto-regressiva de primeira ordem [AR(1)], auto-regressiva de primeira ordem heterogênea [ARH(1)], auto-regressiva de médias móveis de primeira ordem [ARMA(1,1)], Toeplitz heterogênea [TOEPH], não estruturada com correlações (UNR) e componentes de variância (VC). ⁴Indica que a análise não foi realizada devido a não observação de nenhum espécime.

significativa da população deste inseto foi observada após a colheita da leguminosa na safra 2009/2010 (Figuras 6–1A e 1C).

O número de ninfas de *E. heros* permaneceu sempre abaixo do número de adultos, aumentando significativamente ao longo das avaliações na safra 2007/2008, em ambos os métodos de amostragem, embora na safra 2009/2010, tenha sido observado apenas um pico populacional, que resultou em média significativamente maior na segunda avaliação pelo método do pano-de-batida.

Tabela 6. Significância do teste F da análise de variância das fontes de variação estudadas, em função da infestação de ninfas de heterópteros-pragas em algodoeiro, estimada pelo método de amostragem da planta inteira, em três safras. Dourados, MS, 2012.

Espécie ¹ Fontes de variação ² e Estrutura de covariância ³	Safras								
	2007/2008			2008/2009			2009/2010		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P	g.l.	F	P
<i>Euschistus heros</i>									
Variedade (Va)	1	0,07	0,79	- ⁴	-	-	1	0,43	0,51
Estádio fenológico (Ef)	4	8,44	<0,01	-	-	-	4	1,93	0,11
V vs. Ef	4	1,26	0,29	-	-	-	4	1,69	0,16
Estrutura de covariância	ARH(1)			-			VC		
<i>Edessa mediatubunda</i>									
Variedade (Va)	1	0,57	0,45	1	1,00	0,32	1	4,34	0,04
Estádio fenológico (Ef)	4	1,75	0,14	4	1,00	0,41	4	4,36	<0,01
V vs. Ef	4	1,14	0,34	4	1,00	0,41	4	1,31	0,27
Estrutura de covariância	CSH			VC			TOEPH		
<i>Nezara viridula</i>									
Variedade (Va)	1	0,04	0,84	-	-	-	-	-	-
Estádio fenológico (Ef)	4	9,81	<0,01	-	-	-	-	-	-
V vs. Ef	4	2,54	0,04	-	-	-	-	-	-
Estrutura de covariância	AR(1)			-			-		
<i>Niesthrea sidae</i>									
Variedade (Va)	1	0,29	0,59	-	-	-	1	2,10	0,16
Estádio fenológico (Ef)	4	15,92	<0,01	-	-	-	4	1,21	0,31
V vs. Ef	4	1,45	0,22	-	-	-	4	1,09	0,36
Estrutura de covariância	VC			-			VC		
<i>Dysdercus</i> spp.									
Variedade (Va)	1	3,87	0,06	-	-	-	-	-	-
Estádio fenológico (Ef)	4	1,01	0,40	-	-	-	-	-	-
V vs. Ef	4	1,16	0,33	-	-	-	-	-	-
Estrutura de covariância	VC			-			-		

¹*Euschistus heros*, *Edessa mediatubunda* e *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), *Niesthrea sidae* (Heteroptera: Rhopalidae) e *Dysdercus* sp. (Heteroptera: Pyrrhocoridae). ²Variedade: Bt (NuOpal®) e não-Bt (DeltaOpal®); Estádio fenológico: cinco fases consecutivas do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro determinadas em função do número de nós acima da última flor branca (NAFB). ³Estrutura de covariância utilizada para realizar a análise de variância e escolhida pelo Critério de Informação de Akaike (AIC) dentre oito estruturas de covariância: simetria composta (CS), simetria composta heterogênea (CSH), auto-regressiva de primeira ordem [AR(1)], auto-regressiva de primeira ordem heterogênea [ARH(1)], auto-regressiva de médias móveis de primeira ordem [ARMA(1,1)], Toeplitz heterogênea [TOEPH], não estruturada com correlações (UNR) e componentes de variância (VC). ⁴Indica que a análise não foi realizada devido a não observação de nenhum espécime.

Na safra 2008/2009, a incidência de adultos de *E. heros* foi estatisticamente maior nas primeiras avaliações, com posterior redução da população próximo à colheita da soja, assim como observado na safra 2009/2010, contudo, com menores valores do que aqueles observados nas safras 2007/2008 e 2009/2010, em ambos os métodos de amostragem (Figuras 5 e 6–1B).

Particularmente, pelo método de amostragem da planta inteira, apenas o número de adultos observados na primeira avaliação na safra 2008/2009 foi estatisticamente maior do que o obtido nas demais avaliações nessa mesma safra.

Para a espécie *E. meditabunda*, ninfas e adultos apresentaram aumento estatístico significativo do número de espécimes em ambos os métodos de amostragem nas safras 2007/2008 e 2009/2010, sendo que pelo método da planta inteira, a população de ninfas apresentou aumento significativo apenas na safra 2009/2010, com picos populacionais coincidindo com o período de colheita da soja (Figura 6 e 7–2A e 2C). Poucos espécimes adultos de *E. meditabunda* foram observados na safra 2008/2009 pelo método de amostragem do pano-de-batida. Porém, foi detectado aumento estatístico significativo do número de espécimes após a colheita da soja, assim como observado nas demais safras (Figura 6–2B). De maneira semelhante ao que foi observado para *E. heros*, maior número de espécimes de *E. meditabunda* foram obtidos pelo método de amostragem pano-de-batida do que com planta inteira, porém, com o número de ninfas estando sempre próximo ou abaixo do número de adultos ao longo das avaliações.

Para a terceira espécie de pentatomídeo mais abundante, *N. viridula*, de forma semelhante ocorreu aumento estatístico significativo do número de espécimes de adultos e ninfas nas safras 2007/2008 e 2009/2010, ao longo das avaliações realizadas pelo método do pano-de-batida, assim como observado para *E. heros* e *E. meditabunda* no momento em que a soja cultivada ao redor da área experimental encontrava-se próxima de ser colhida (Figura 6–1A, 2A e 3A). No entanto, na safra 2008/2009, *N. viridula* não foi observado pelo método do pano-de-batida (Figura 6–3B).

Foi verificado aumento estatístico significativo do número de ninfas e adultos de *N. viridula* observados pelo método da planta inteira apenas na safra 2007/2008. Este aumento significativo foi observado ao longo das avaliações, com médias significativamente maiores de espécimes próximos à colheita da soja circunvizinha, assim como detectado para as demais espécies de pentatomídeos e pelo método de amostragem do pano-de-batida nessa mesma safra (Figura 7–3A). Nas demais safras (2008/2009 e 2009/2010), *N. viridula* não foi observado pelo método da planta inteira (Figura 7–3B e 3C).

3.3.2 Rhopalidae

A população de adultos de *N. sidae* apresentou aumento significativo pelos dois métodos de amostragem nas safras 2007/2008 e 2009/2010, próximo ou após o período de colheita da soja, assim como detectado para as espécies de pentatomídeos

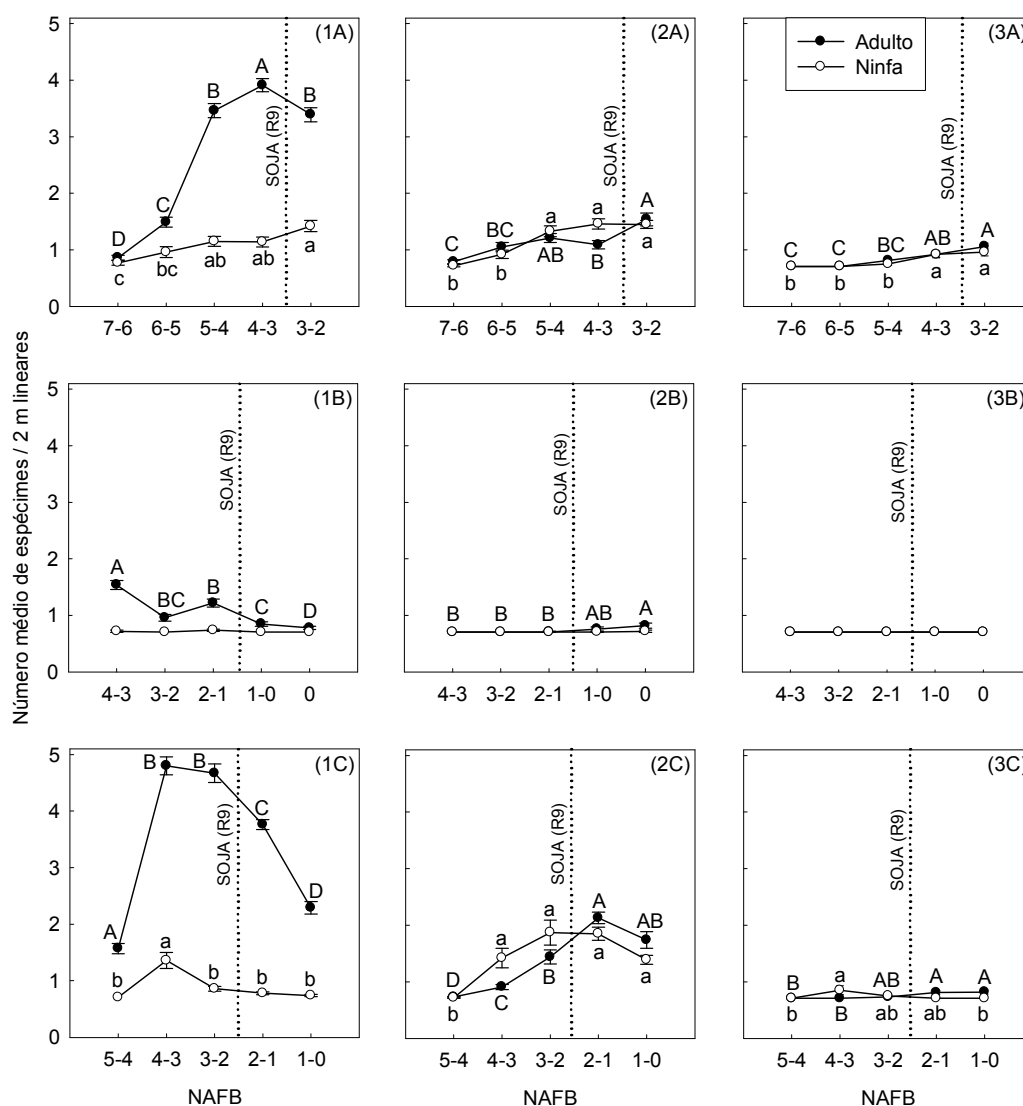


Figura 6. Dinâmica populacional de pentatomídeos-pragas (1=*Euschistus heros*, 2=*Edessa meditabunda* e 3=*Nezara viridula*) estimada pelo método de amostragem do pano de batida (2 m lineares) em diferentes momentos da fase reprodutiva de algodoeiro (NAFB – Número de nós acima da última flor branca), em três safras (A=2007/2008, B=2008/2009 e C=2009/2010) (n=24). Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de ($x+0,5$). Letras representam a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$) para cada espécime ao longo do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro (NAFB). Médias de adultos acompanhadas por letras maiúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias de ninfas acompanhadas por letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias dos espécimes que não são acompanhadas por letras não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($p < 0,05$) [1B (ninfas) e 2B (ninfas)] ou foram espécimes não observados [3B (ninfas e adultos)].

(Figuras 8 e 9–4A e 4C). Ninfas de *N. sidae* foram observadas somente na safra 2007/2008, apresentando aumento estatístico significativo pelos dois métodos de amostragem no mesmo período das avaliações.

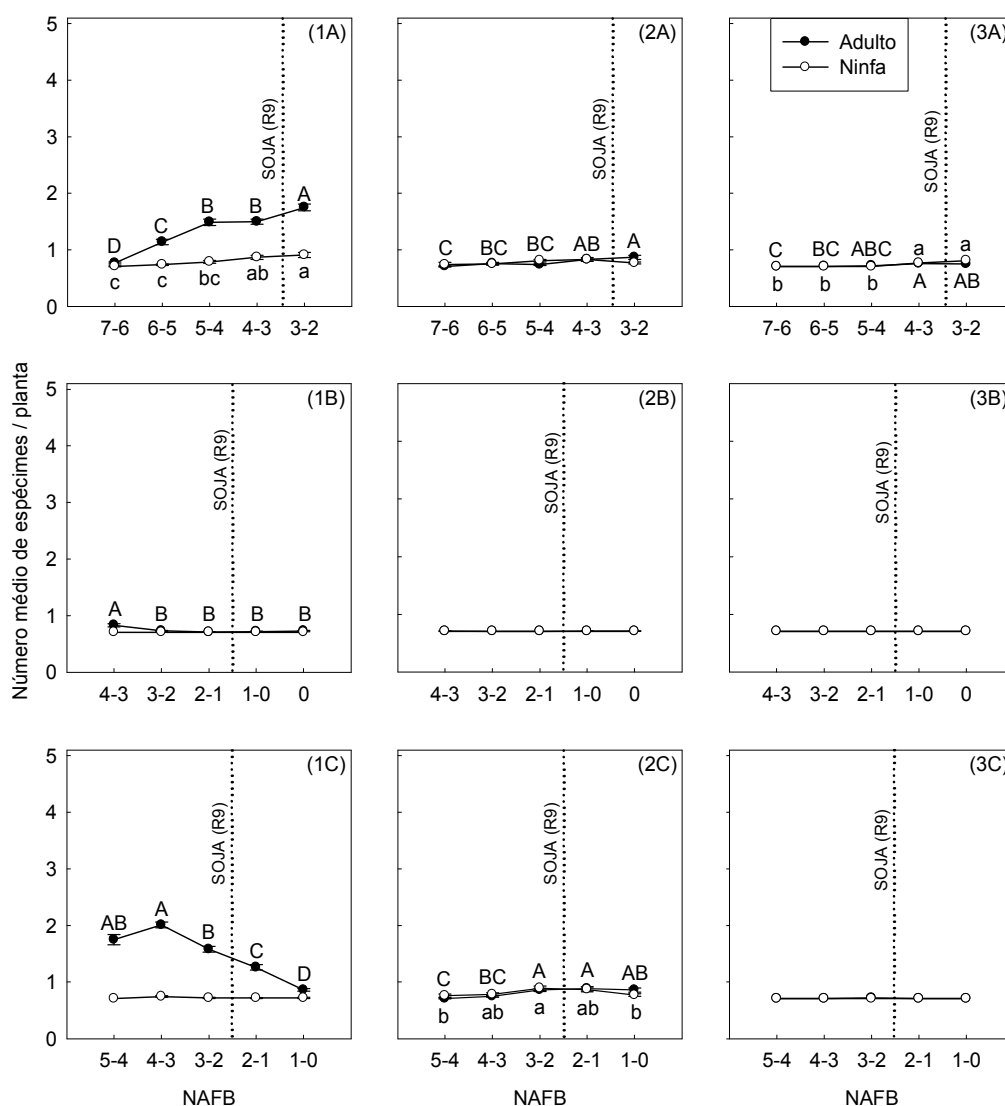


Figura 7. Dinâmica populacional de pentatomídeos-pragas (1=*Euschistus heros*, 2=*Edessa meditabunda* e 3=*Nezara viridula*) estimada pelo método de amostragem da planta inteira em diferentes momentos da fase reprodutiva de algodoeiro (NAFB – Número de nós acima da última flor branca), em três safras (A=2007/2008, B=2008/2009 e C=2009/2010) (n=24). Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. Letras representam a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$) para cada espécime ao longo do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro (NAFB). Médias de adultos acompanhadas por letras maiúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias de ninfas acompanhadas por letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias dos espécimes que não são acompanhadas por letras não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($p < 0,05$) [2A (ninfas), 2B (ninfas e adultos), 1C (ninfas) e 3C (adultos)] ou foram espécimes não observados [1B (ninfas), 3B (adultos e ninfas) e 3C (ninfas)].

Na safra 2008/2009, a dinâmica populacional de adultos de *N. sidae* foi inversa, ou seja, médias estatisticamente maiores foram observadas nas primeiras

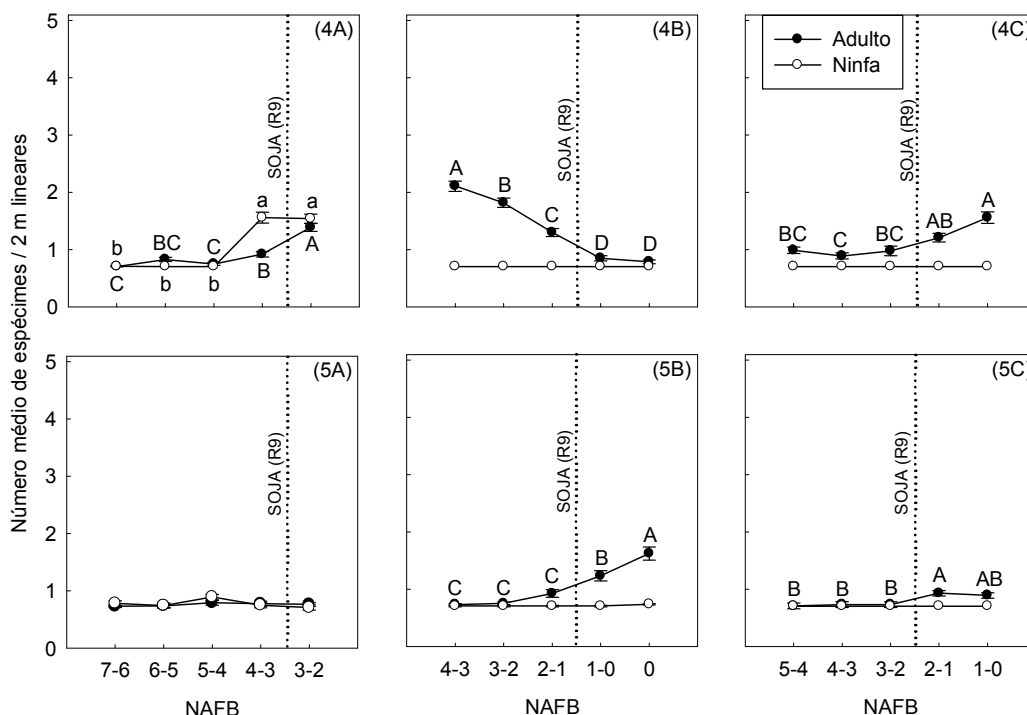


Figura 8. Dinâmica populacional de *Niestrea sidae* (4) e *Dysdercus* sp. (5) estimada pelo método de amostragem do pano de batida em diferentes momentos da fase reprodutiva de algodoeiro (NAFB – Número de nós acima da última flor branca), em três safras (A=2007/2008, B=2008/2009 e C=2009/2010) (n=24). Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. Letras representam a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$) para cada espécime ao longo do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro (NAFB). Médias de adultos acompanhadas por letras maiúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias de ninfas acompanhadas por letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias dos espécimes que não são acompanhadas por letras não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($p < 0,05$) [5A (adulto e ninfa) e 5B (ninfa)] ou foram espécimes não observados [4B (ninfa), 4C (ninfa) e 5C (ninfa)].

avaliações, com redução significativa após a colheita da soja, assim como observado para o pentatomídeo *E. heros* (Figuras 8 e 9–4B).

3.3.3 Pyrrhocoridae

Adultos do pirrocorídeo *Dysdercus* sp. apresentaram aumento populacional estatístico significativo pelo método de amostragem da planta inteira nas três safras estudadas (2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010) e pelo método do pano-de-batida nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (Figuras 6B e 6C; 7 e 8–5A).

Da mesma maneira como observado para as demais espécies de percevejos, o crescimento populacional de adultos deste gênero foi significativamente maior próximo

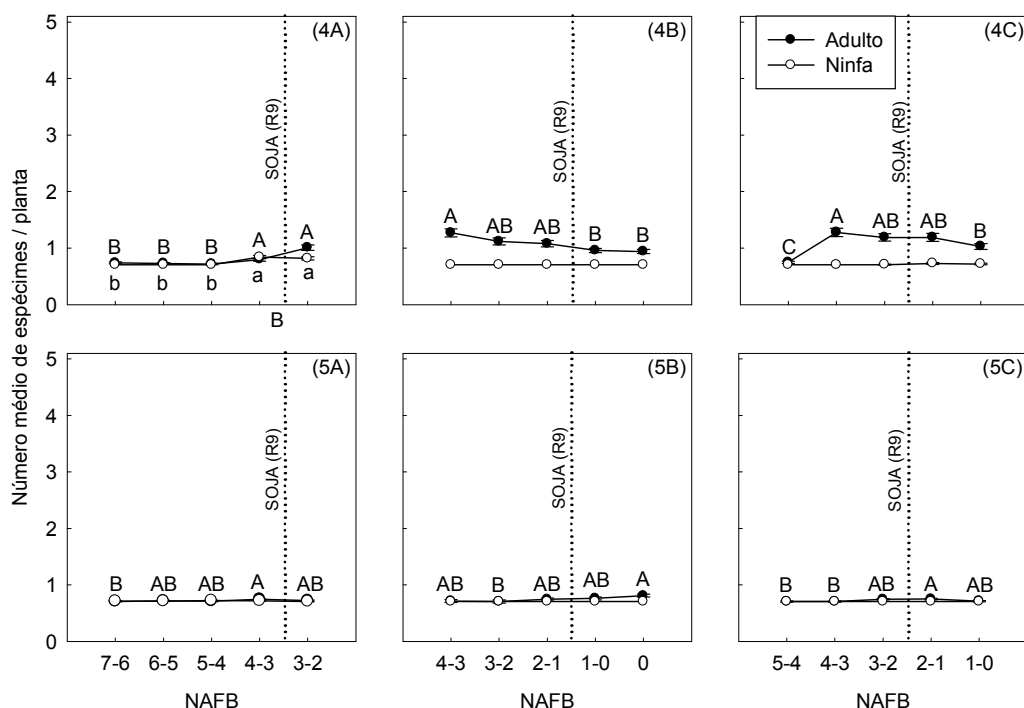


Figura 9. Dinâmica populacional de *Niestrea sidae* (4) e *Dysdercus* sp. (5) estimada pelo método de amostragem da planta inteira em diferentes momentos da fase reprodutiva de algodoeiro (NAFB – Número de nós acima da última flor branca), em três safras (A=2007/2008, B=2008/2009 e C=2009/2010) (n=24). Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. Letras representam a comparação de médias pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$) para cada espécime ao longo do desenvolvimento reprodutivo do algodoeiro (NAFB). Médias de adultos acompanhadas por letras maiúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias de ninfas acompanhadas por letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer ($P \leq 0,05$). Médias dos espécimes que não são acompanhadas por letras não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($p < 0,05$) [4C (ninfa) e 5A (ninfa)] ou foram espécimes não observados [4B (ninfa), 5B (ninfa) e 5C (ninfa)].

ao período de colheita da soja que circundava a área experimental, sendo que particularmente na safra 2008/2009, o número de espécimes obtidos por pano-de-batida e planta inteira, foi próximo daquele obtido para *N. sidae* e maior do que aquele obtido para os pentatomídeos *E. meditabunda* e *N. viridula* ao longo das avaliações (Figuras 8 e 9–5B).

Ao contrário do que ocorreu com o *N. sidae* e *E. heros* na safra 2008/2009, verificou-se pelos dois métodos de amostragem aumento estatístico significativo do número de adultos de *Dysdercus* sp. ao longo tempo.

Apesar de ter sido observado ninfas de *Dysdercus* sp. no método do pano-de-batida na safra 2009/2010, e no método planta inteira nas safras 2008/2009 e 2009/2010, o crescimento populacional de ninfas para este gênero não foi significativo ao longo das avaliações.

3.4 Colonização das variedades de algodoeiro

A análise das interações significativas entre Va (variedade) e Ef (estádio fenológico), detectadas para o pentatomídeo *N. viridula* [ninfas por planta (safra 2007/2008) e adultos por pano de batida (safra 2009/2010)], e para o ropalídeo *N. sidae* [adultos por planta (safras 2007/2008 e 2008/2009)], revelaram que a diferença obtida entre variedades de algodão Bt e não-Bt foi observada em somente uma, das cinco avaliações realizadas, porém, com as maiores médias variando entre as variedades.

Na amostragem planta inteira, ninfas de *N. viridula* na safra 2007/2008 apresentaram um pico populacional na segunda avaliação na variedade não-Bt, que resultou em média estatisticamente maior do que a observada na variedade Bt, onde não foram observados ninfas dessa espécie. Da mesma forma, quando utilizado o método de amostragem do pano-de-batida, um pico populacional ocorrido na última avaliação na safra 2009/2010, em função do aumento significativo da população ao longo das avaliações, resultou em diferença estatística significativa entre as variedades para o número de adultos de *N. viridula* observados. No entanto, verificou-se média de espécimes significativamente maior, sendo observada na variedade Bt (Tabela 7).

Para *N. sidae*, um padrão de resposta semelhante foi obtido para adultos desse ropalídeo observados pelo método de amostragem da planta inteira em duas safras. Na safra 2007/2008, o aumento populacional ao longo das avaliações resultou em diferença estatística significativa entre as variedades na última avaliação, com a variedade não-Bt, apresentando média significativamente maior do que a Bt. Já na safra 2008/2009, a diferença entre variedades foi observada apenas na primeira avaliação, no entanto com a variedade Bt, apresentando média significativamente maior do que a não-Bt, seguida de redução significativa da população ao longo das avaliações (Tabela 8). Independente das avaliações, ao analisar a diferença de infestação por espécimes de percevejos entre as variedades, detectou-se que na safra 2009/2010, o número de ninfas de *E. meditabunda* e *N. viridula* observados respectivamente pelo método da planta inteira e pano-de-batida, foi estatisticamente maior na variedade não-Bt do que na variedade Bt (Figura 10).

Tabela 7. Dinâmica populacional de ninfas e adultos de *Nezara viridula* estimada pelo método da planta inteira e pano de batida (2 m lineares) em diferentes momentos da fase reprodutiva do algodoeiro (NAFB – Número de nós acima da última flor branca) Bt e não-Bt (n=12). Safras 2007/2008 e 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Safr 2007/2008 (Ninfas – planta inteira)					
Variedade	NAFB				
	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2
Bt	0,70(±0,00) ¹ Aa ²	0,70(±0,00)Ba	0,70(±0,00)Aa	0,70(±0,00)Aa	0,70(±0,00)Aa
Não-Bt	0,70(±0,00)Ab	0,98(±0,15)Aa	0,79(±0,05)Aab	0,73(±0,02)Ab	0,70(±0,00)Ab

Safr 2009/2010 (Adultos – batida de pano: 2 m lineares)					
Variedade	NAFB				
	5-4	4-3	3-2	2-1	1-0
Bt	0,71(±0,02)Ab	0,71(±0,02)Ab	0,71(±0,02)Ab	0,75(±0,02)Ab	0,84(±0,02)Aa
Não-Bt	0,71(±0,02)Aa	0,71(±0,02)Aa	0,71(±0,02)Aa	0,79(±0,02)Aa	0,78(±0,02)Ba

¹Médias (±EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de (x+0,5). ²Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, não apresentam diferença estatística pelo teste t de Student (P≤0,05); médias seguidas por letras minúsculas iguais, na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer (P≤0,05).

Tabela 8. Dinâmica populacional de adultos de *Niestrea sidae* estimada pelo método da planta inteira em diferentes momentos da fase reprodutiva do algodoeiro (NAFB – Número de nós acima da última flor branca) Bt e não-Bt (n=12). Safras 2007/2008 e 2008/2009. Dourados, MS, 2012.

Safr 2007/2008					
Variedade	NAFB				
	7-6	6-5	5-4	4-3	3-2
Bt	0,73(±0,01) ¹ Ab ²	0,75(±0,02)Aab	0,74(±0,02)Ab	0,83(±0,04)Aab	0,92(±0,05)Ba
Não-Bt	0,74(±0,02)Ab	0,71(±0,01)Ab	0,70(±0,00)Ab	0,77(±0,03)Ab	1,10(±0,07)Aa

Safr 2008/2009					
Variedade	NAFB				
	4-3	3-2	2-1	1-0	0
Bt	1,44(±0,10)Aa	1,18(±0,07)Aab	1,04(±0,06)Ab	0,94(±0,05)Ab	0,90(±0,03)Ab
Não-Bt	1,09(±0,07)Ba	1,05(±0,09)Aa	1,13(±0,09)Aa	0,97(±0,04)Aa	0,97(±0,06)Aa

¹Médias (±EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de (x+0,5). ²Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, não apresentam diferença estatística pelo teste t de Student (P≤0,05); médias seguidas por letras minúsculas iguais, na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey-Kramer (P≤0,05).

3.5 Razão ninfa/adulto

Independente do tipo de variedade de algodão (Bt ou não-Bt), maior número de ninfas em relação ao número de adultos – razão ninfa/adulto (n/a) foi obtido para *E. meditabunda* quando comparado com *E. heros*, em ambos os métodos de amostragem (Pano de batida: t=5,93; g.l.=58,1; P<0,01 / Planta inteira: t=6,80; g.l.=125; P<0,01) (Figura 11). A diferença da razão n/a de *E. meditabunda* em relação a *E. heros*, foi quase 2,5 vezes maior pelos dois métodos de amostragem.

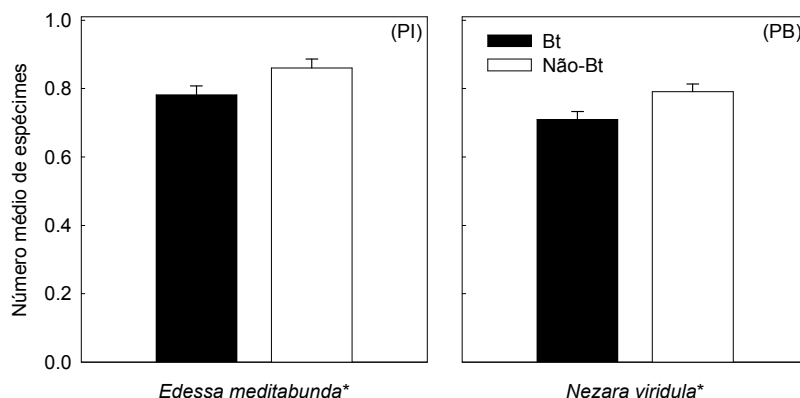


Figura 10. Incidência de ninfas de *Edessa mediatibunda* por planta inteira (PI) e *Nezara viridula* por pano de batida (PB), em algodoeiro Bt e não-Bt cultivados na safra 2009/2010 (n=60). Dourados, MS. *Indica que as médias ($\pm$ EP) das variedades, para cada espécie, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$). Médias obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$.

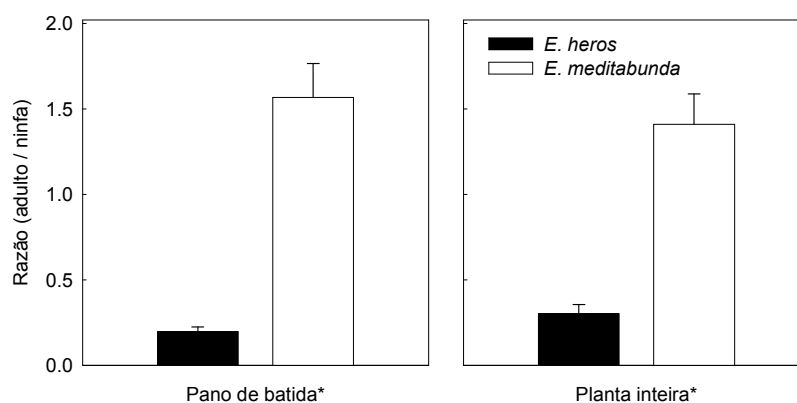


Figura 11. Razão média entre ninfas e adultos de *Euschistus heros* e *Edessa mediatibunda* obtida pelo método de amostragem do pano de batida e planta inteira, em algodoeiro. Dourados, MS, 2012. *Indica que as médias ($\pm$ EP) das espécies, para cada método de amostragem, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$). Médias obtidas com os dados originais das amostragens em que foram observados adultos e ninfas (safras 2007/2008 e 2009/2010). Pano de batida (*E. heros*: n=93; *E. mediatibunda*: n=121). Planta inteira (*E. heros*: n=64; *E. mediatibunda*: n=50).

3.6 Produção e qualidade da fibra

A produção média de algodão em caroço e pluma da variedade de algodão não-Bt foi numericamente superior àquela obtida na variedade Bt, nas três safras do estudo (2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010) (Figura 12). Contudo, diferenças numéricas estatísticas entre as variedades foram observadas apenas para a produção de algodão em

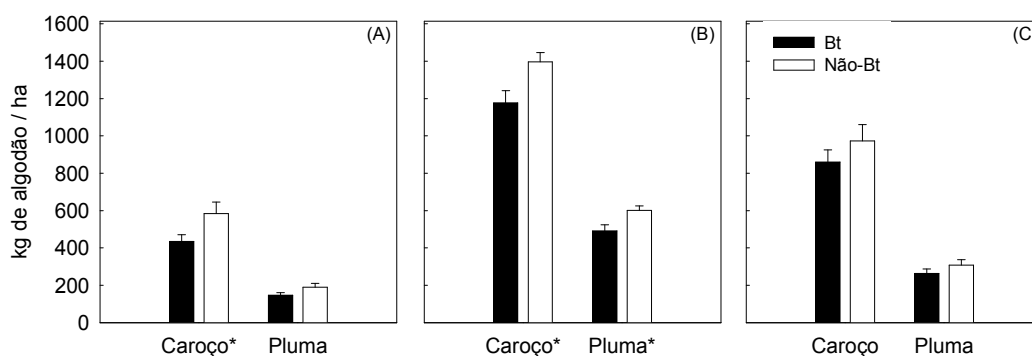


Figura 12. Produção média de algodão em caroço e pluma, em três safras, de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt infestada por percevejos (A=2007/2008, B=2008/2009 e C=2009/2010) (n=12). Dourados, MS.

*Indica que as médias ($\pm$ EP) das variedades, nos respectivos parâmetros de produção, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

caroço na safra 2007/2008 (Algodão caroço: $t=2,08$; g.l.=18; $P=0,05$ / Algodão pluma: $t=1,77$; g.l.=19,4; $P=0,09$) (Figura 12–A).

Na safra 2008/2009, tanto a produção média de algodão em caroço quanto de pluma pela variedade não-Bt, apresentaram valores estatisticamente maiores do que o produzido pela variedade Bt (Algodão caroço: $t=2,68$; g.l.=20,1; $P<0,01$ / Algodão pluma: $t=2,79$; g.l.=19,8; $p<0,01$) (Figura 12–B). Na safra 2009/2010, também não foram detectadas diferenças estatísticas significativas para os parâmetros de produção avaliados (Algodão caroço: $t=1,03$; g.l.=20,4; $P=0,31$ / Algodão pluma: $t=1,21$; g.l.=21,3; $P=0,23$) (Figura 12–C).

Quando comparada a produção de algodão em caroço e pluma entre as safras, obteve-se produtividade significativamente maior das variedades na safra 2008/2009 em relação as demais safras, com menor produção obtida na safra 2007/2008 (Algodão caroço: $F=68,47$; g.l.=2, 69; $P<0,01$ / Algodão pluma: $F=110,01$; g.l.=2, 69; $P<0,01$) (Figura 13).

Com relação aos parâmetros de qualidade de fibra, apenas para a resistência de fibra na safra 2008/2009 foi observada diferença estatística significativa entre as variedades Bt e não-Bt ($t=2,02$; g.l.=21,2; $P=0,05$) (Figura 14–I). Nas demais safras, não foram observadas diferenças estatísticas significativas para a resistência de fibra entre as variedades de algodão Bt e não-Bt (safra 2007/2008: $t=0,02$; g.l.=21,5; $p=0,98$, e safra 2009/2010: $t=0,05$; g.l.=21,1; $p=0,96$), assim como para os demais parâmetros de qualidade de fibra em todas as safras (índice *micronaire* – safra 2007/2008: $t=0,82$;

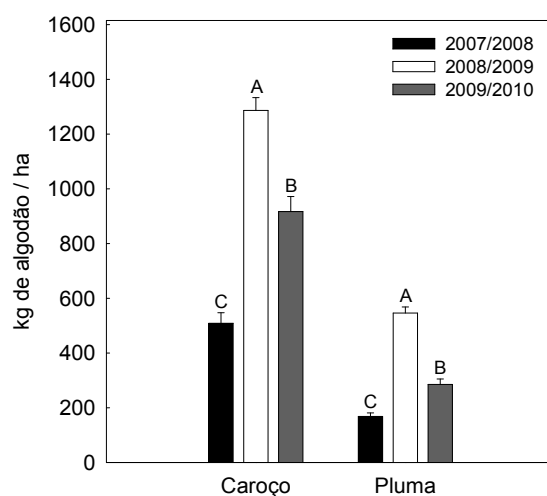


Figura 13. Comparação, entre safras consecutivas, da produção média de algodão em caroço e pluma de algodoeiro infestado por percevejos (n=72). Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) das safras acompanhadas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para cada parâmetro de produção.

g.l.=20,7; $P=0,42$, safra 2008/2009: $t=0,03$; g.l.=21,9; $P=0,97$, e safra 2009/2010: $t=0,92$; g.l.=20,9; $P=0,36$ / índice de amarelamento – safra 2007/2008: $t=0,28$; g.l.=22; $P=0,78$, safra 2008/2009: $t=0,68$; g.l.=13,6; $P=0,51$, e safra 2009/2010: $t=0,00$; g.l.=15,7; $P=1,00$ / conteúdo de fibras curtas – safra 2007/2008: $t=1,25$; g.l.=18,1; $P=0,22$, safra 2008/2009: $t=0,14$; g.l.=20,3; $P=0,88$, e safra 2009/2010: $t=1,34$; g.l.=20,5; $P=0,19$) (Figuras 14–II, III e IV).

3.7 Injúrias e dano

Os sintomas de injúrias e de dano apresentaram diferença estatística significativa entre as diferentes categorias de tamanho de maçãs [pequena ($<$ que 2,5 cm de diâmetro), média ($\approx$ 2,5 cm de diâmetro) e grande ($>$ que 2,5 cm de diâmetro)], em ambas as variedades (Bt e não-Bt) (Figura 15).

Todos os sintomas de injúrias e dano avaliados em maçãs da variedade não-Bt, exceto do número de puncturas internas sobre o mesocarpo, foram estatisticamente maiores em maçãs de tamanho médio, em relação às maçãs de tamanho pequeno e grande, que por sua vez não se diferenciaram estatisticamente entre si (sinais de puncturas no exocarpo: $F=4,36$; g.l.=2, 104; $P=0,01$, sinais de puncturas no mesocarpo: $F=1,90$; g.l.=2, 104; $P=0,15$, calos celulares no mesocarpo: $F=6,24$; g.l.=2, 104; $P=0,02$, e lóculos com fibras imaturas manchadas: $F=7,34$; g.l.=2, 104; $P<0,01$).

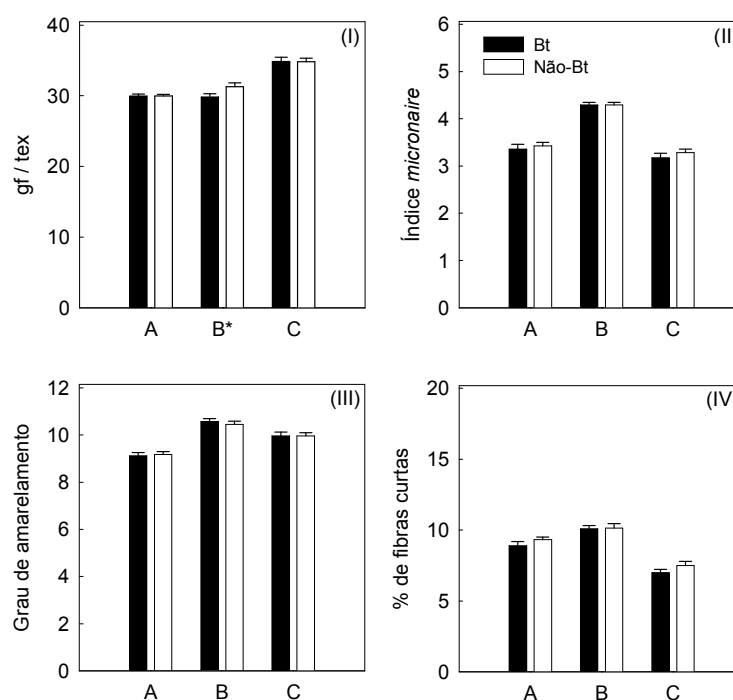


Figura 14. Parâmetros médios de qualidade de fibra (I=resistência, II=*micronaire*, III=amarelamento e IV=conteúdo de fibras curtas) de algodoeiro Bt e não-Bt infestado por percevejos, em três safras (A=2007/20008, B=2008/2009 e C=2009/2010) (n=12). Dourados, MS. *Indica que as médias ($\pm$ EP) das variedades, na respectiva safra, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Para a variedade de algodão Bt, maçãs de tamanho pequeno e médio apresentaram valores estatisticamente maiores do que aqueles observados em maçãs grandes para o número médio de calos celulares presentes no mesocarpo ($F=8,46$; g.l.=2, 105; $P<0,01$) e número médio de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã ($F=5,05$; g.l.=2, 105; $P<0,01$) (Figuras 15–III e IV). Contudo, para os demais sintomas de injúria avaliados, maçãs pequenas e médias variaram quanto à manifestação de sintomas de ataque de percevejos, apresentando médias estatisticamente maiores do que o obtido em maçãs grandes, respectivamente para o número médio de sinais externos sobre o exocarpo ($F=9,13$; g.l.=2, 105; $P<0,01$) e número de puncturas internas sobre o mesocarpo ($F=6,40$; g.l.=2, 105; $P<0,01$) (Figuras 15–I e II).

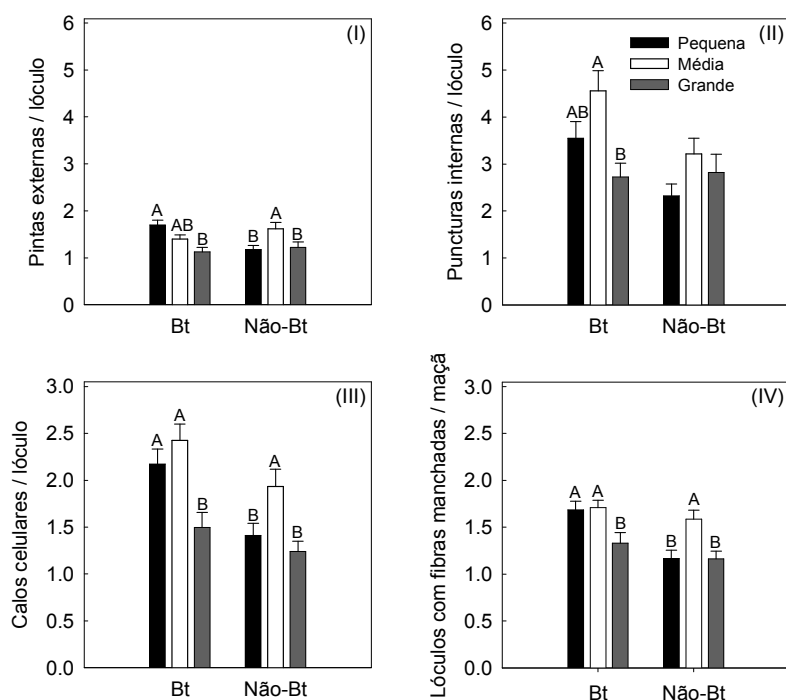


Figura 15. Sintomas de ataque e injúria de percevejos [I=marcas (pintas) escuras no exocarpo, II=sinais de puncturas no mesocarpo, III=calos celulares (“verrugas”) no mesocarpo e IV=lóculos com fibras imaturas manchadas], em maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt de tamanho pequeno (<2,5 cm de diâmetro), médio ($\approx$ 2,5 cm de diâmetro) e grande (>2,5 cm de diâmetro) (n=36). Safra 2008/2009. Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de (x+0,5). Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Médias, para cada variedade, que não são acompanhadas por letras, não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($P \leq 0,05$).

4 DISCUSSÃO

Tanto o algodão Bt como seu isogênico não transgênico foram infestados e colonizados pelo mesmo complexo de percevejos. Particularmente, a composição de espécies de percevejos observada, em especial a de pentatomídeos-pragas, foi similar à detectada por THOMAZONI et al. (2010) em algodoeiro NuOpal Bollgard® (Bt) e DeltaOpal® (não-Bt) na mesma região do estudo, na safra anterior ao início deste estudo. A semelhança do que detectamos, esses autores também não observaram diferenças significativas na abundância desse grupo de sugadores entre a variedade Bt e não-Bt estudadas. Ainda, maiores números de insetos foram extraídos das plantas pelo método do pano-de-batida em relação ao método da planta inteira, corroborando com nossos resultados.

Ao contrário do observado por THOMAZONI et al. (2010), que detectaram o mirídeo *Horciasoides nobilellus* (Berg., 1883), o pirrocorídeo *Dysdecus* spp. e pentatomídeos, sem observar nenhuma espécie de ropalídeo, em nosso estudo, observamos o ropalídeo *N. sidae*. Todavia, maiores números de espécimes de pentatomídeos também foram observados em nosso estudo. Esse fato pode ter sido em função da diferença de época de cultivo entre os dois estudos, localização da área experimental dentro da região em questão, metodologia experimental (e.g. soja cultivada nas adjacências), associado à diferentes condições climáticas, que, sabidamente, são capazes de interferir na bioecologia de heterópteros-pragas (PANIZZI & PARRA, 2009). Em adição, a incidência de percevejos-rajados (onde são incluídos mirídeos e ropalídeos) em algodoeiro cultivado no Cerrado brasileiro é associada a períodos de clima seco (veranicos) (SANTOS, 1999), e à presença de hospedeiros alternativos (e.g. plantas daninhas e culturas hospedeiras) na área de cultivo ou nas proximidades dos algodoeiros (LOGARZO et al., 2005; TOEWS & SHURLEY, 2009). Isso ajuda a explicar o menor número de mirídeos observado nos anos em que o índice de pluviosidade foi maior, e com distribuição regular (safras 2007/2008 e 2009/2010) (Tabela 1), em relação à incidência de pentatomídeos. Possivelmente, a condição de clima mais seco experimentada na safra 2008/2009 favoreceu *N. sidae* e desfavoreceu os pentatomídeos, podendo-se associar condições de clima úmido o favorecimento da incidência de Pentatomidae em algodoeiro. Adicionalmente, o fenômeno da competição interespecífica foi detectada entre lepidópteros e heterópteros em algodoeiro (ZEILINGER et al., 2011), o que torna possível a existência de competição entre espécies de percevejos-pragas na cultura do algodoeiro, particularmente

entre as espécies mais abundantes: pentatomídeos e percevejos-rajados (ropalídeos e mirídeos).

O fato dos espécimes de sugadores identificados neste estudo apresentarem abundância equivalente em ambas as variedades de algodoeiro (Bt e não-Bt), reforça a afirmativa de que a proteína Cry1Ac expressa na variedade Bollgard® não tem efeito sobre percevejos em condições neotropicais de cultivo, assim como observado em outras partes do mundo, como Estados Unidos (TOEWS et al., 2009; OLSON et al., 2011), Austrália (KHAN & BAUER, 2001), China (WU et al., 2002; WANG et al., 2008) e Índia (ARSHAD et al., 2009). Dessa maneira, esse grupo de pragas sugadoras apresenta potencial para adquirir importância primária (“chave”) em sistemas de cultivo de algodoeiro no Brasil em que um número reduzido de aplicações de inseticidas de amplo espectro tem sido experimentado (HARDIN et al., 1995; MEN et al., 2005; LU et al., 2010).

Os pentatomídeos-pragas *Euschistus servus* (Say, 1832) e *N. viridula* são capazes de colonizar o algodoeiro Bt ou não-Bt da mesma maneira, não apresentando preferência específica pela variedade transgênica ou convencional (OLSON et al., 2011), assim como espécies de mirídeos-pragas (LU et al., 2010). Fabáceas, em especial a cultura da soja, são mais atrativas para pentatomídeos em relação ao algodoeiro (Malvaceae) (McPHERSON, 1996; BUNDY & McPHERSON, 2000; OLSON et al., 2011), relacionando-se a incidência desse grupo de pragas nessa malvácea em função da maturidade e fenologia da soja ou de outra leguminosa (e.g. amendoim) colonizada pela praga, quando cultivada na adjacência do algodoeiro (TOEWS & SHURLEY, 2009; HUANG & TOEWS, 2011).

Embora em algumas situações tenha sido constatada diferença entre as variedades Bt e não-Bt quanto à incidência das espécies do estudo, destaca-se que as mesmas ocorreram em situações e condições específicas (safra, método de amostragem e/ou avaliação), não se mostrando como um padrão de resposta do efeito da variedade Bt (proteína Cry1Ac), sobre esses insetos. Insetos sugadores não são controlados por cristais de Bt expressos em tecidos de algodoeiro transgênico (NARANJO et al., 2009), o que ficou evidente pelos resultados obtidos.

Como detectado neste estudo, o movimento de pentatomídeos, da soja para o algodoeiro, ocorre ao final do ciclo da leguminosa, e as condições de cultivo nos sistemas de produção de soja e algodão do Cerrado (e.g. escalonamento do cultivo da soja e cultivos de soja e algodoeiro muito próximos, vicinais ou sequenciais), proporciona a constante dispersão desses insetos da soja em maturação, para o algodoeiro cultivado nas adjacências (BUNDY & McPHERSON, 2000). Ressalta-se que no momento de maturação da soja, o algodoeiro

encontra-se em fase de florescimento e frutificação, estando muito suscetível ao ataque desses insetos (WILLRICH et al., 2004a), o que exige maior período de atenção por parte dos produtores. Quanto mais próximo a cultura da soja das lavouras e algodoeiro, maior o potencial de dano na produção e redução da qualidade da fibra pelos pentatomídeos-pragas (TOEWS & SHURLEY, 2009).

Dado ao aumento significativo da incidência de ninfas de *E. heros* e *E. meditabunda* em ambas as variedades, constatou-se a colonização dos pentatomídeos nos dois tipos de algodoeiro. Ninfas de pentatomídeos, especialmente as de últimos ínstar, tem sido relatadas como as que causam mais danos ao algodoeiro (GREENE & HERZOG, 1999). Fases imaturas de percevejos não são capazes de dispersar a grandes distâncias, mas os adultos podem facilmente se dispersar através do voo para o algodoeiro (HUANG & TOEWS, 2011), alimentam-se de maçãs em pleno desenvolvimento e interferindo no potencial produtivo da cultura (WILLRICH et al., 2004b). O monitoramento de espécimes adultos desses insetos com o uso de feromônio sexual tem sido empregado em cultivos de algodoeiro nos EUA para se detectar o início das infestações (TILLMAN et al., 2010), podendo, essa técnica, também ser eficientemente empregada no Brasil para esse fim, a partir do início da fase de maturação da soja com o uso de feromônios sintéticos.

De modo particular, a espécie de pentatomídeo *E. meditabunda* apresentou maior razão ninfa/adulto (n/a), revelando uma maior capacidade de adaptação ao algodoeiro em relação à *E. heros*, espécie esta que apresentou maior número de adultos, e que é sabidamente a principal espécie de percevejo praga incidente em soja no Brasil atualmente (DEGRANDE & VIVAN, 2008). Maçãs e botões florais de algodoeiro são considerados como fonte de alimento inadequado para o desenvolvimento ninfal de *E. heros* (AZAMBUJA, 2012), o que pode explicar um menor número de ninfas dessa espécie observada em nosso estudo em relação aos adultos. *E. meditabunda*, comumente chamado de percevejo-asa-preta-da-soja (DEGRANDE & VIVAN, 2008), é facilmente encontrado se alimentando em ramos de espécies de solanáceas e leguminosas, em especial arbustivas e herbáceas, associando esse fato, a características do seu aparelho bucal sugador (rosto), que é mais curto, quando comparado ao de outras espécies de pentatomídeos-pragas sugadoras de sementes (PANIZZI & MACHADO NETO, 1992; SILVA et al., 2006; PANIZZI & SILVA, 2009; LIMA et al., 2010). Dessa forma, o algodoeiro, como espécie herbácea, se mostra com grande potencial de se tornar hospedeiro multiplicador de *E. meditabunda* nos agroecossistemas soja-algodoeiro com número reduzido de aplicações de inseticidas de amplo espectro, uma vez que essa planta possui inúmeros ramos (vegetativos e reprodutivos) que a compõem.

Nesses casos, dado a disponibilidade de alimento e proteção pela cultura do algodoeiro, a continuidade de gerações das espécies desses sugadores, subsequentes às ocorrentes em soja, poderá acarretar o aumento populacional desse grupo de pragas em curto-médio prazo, agravando o problema com esse grupo de pragas nos sistemas de produção soja-algodão. Percevejos mirídeos e pentatomídeos são insetos polípagos, com ampla gama de hospedeiros, cultivados ou não (PANIZZI, 1997, 2000; LOGARZO et al., 2005), o que proporciona grande capacidade de infestação e reinfestação de lavouras cultivadas durante a safra e sob condições favoráveis, visto que podem infestar plantas daninhas nas adjacências e dentro dos cultivos, além de entrarem em estado de dormência na entressafra em plantas cultivadas para a cobertura do solo (PANIZZI & VIVAN, 1997).

É grande o número de hospedeiros de pentatomídeos-pragas na Região Neotropical (PANIZZI, 1997, 2000; PANIZZI et al., 2000), no entanto, pouco se sabe sobre as plantas hospedeiras de ropalídeos e mirídeos pragas em sistemas de cultivo de culturas anuais no Brasil. Possivelmente, alguma condição específica (e.g. presença de plantas daninhas na área), condições climáticas e competição interespecífica, possa explicar a diferença de presença e abundância destas espécies em condições de cultivo brasileiras, como já mencionado anteriormente.

Particularmente, MICHEL (1993) relata a ocorrência de mais de 12 espécies de mirídeos, 10 espécies de pirrocorídeos e 21 espécies de pentatomídeos, em algodoeiro cultivado no Brasil, dentre espécies pragas e benéficas (predadores), demonstrando o grande potencial desses insetos em colonizar os algodoais. A entomofauna de percevejos-rajado (Miridae) já foi estudada em estados do Sudeste brasileiro, com relatos de mais de 300 espécies com base em dados da literatura (FERREIRA, 1999; FERREIRA et al., 2001, 2006; BARCELLOS, 2011), no entanto, pouco se sabe sobre a bioecologia dessa entomofauna, especialmene de ropalídeos de importância agrícola no agroecossistema em que o algodoeiro é inserido considerando-se as principais regiões produtoras de algodão do País (Centro-Oeste).

MUSSER et al. (2007) consideram o método de amostragem do pano-de-batida como o mais eficiente para a captura de mirídeos da espécie *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) em algodoeiro na fase de florescimento nos EUA. A mobilidade reduzida, e a agilidade e capacidade de vôo dos percevejos-pragas (PANIZZI & PARRA, 2009), fazem com que métodos de amostragem desses insetos em cultivos anuais proporcionem maior chance de captura (e.g. pano-de-batida ou rede de varredura), sejam adotados para esses insetos. O método de amostragem de percevejos-pragas utilizando o pano de batida em

lavouras de algodoeiro e soja cultivada nos Estados Unidos tem sido amplamente adotado pelos produtores para a tomada de decisão de quando controlar esses insetos em função de níveis de controle pré-estabelecidos (HOKYO & KIRITAKI, 1962; TODD & HERZOG, 1980; BACHELER et al., 2010).

No Brasil, a amostragem de percevejos-pragas na cultura da soja é recomendada para que seja realizada com pano-de-batida, desde que as práticas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) começaram a ser empregadas na cultura da soja em meados da década de 70 (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Atualmente, o método de amostragem de insetos-pragas empregados nas lavouras de algodoeiro do Cerrado Brasileiro, para estimação da população e/ou sintomas de injúrias e tomada de decisão quanto ao uso ou não de alguma medida de controle, é realizado vistoriando-se as plantas individualmente (método da planta inteira) (DEGRANDE, 1998). Apesar disso, há que se considerar a adoção de métodos de amostragem alternativos de percevejos-pragas em algodoeiro como já é realizado em países como os EUA (BACHELER et al., 2010). Dentre os métodos de amostragem que podem ser empregado nos algodoads (Bt e não-Bt) do Brasil, está o método da batida-de-pano e/ou avaliação de sintomas de injúrias e danos em maçãs, para se detectar índices de infestação e estimar a população de percevejos na cultura, uma vez que nosso trabalho possibilitou a constatação de maiores números de espécimes pelo método do pano-de-batida e a detecção de injúrias em maçãs de determinado tamanho.

Especificamente, a avaliação de sintomas de injúrias e danos em maçãs de determinado tamanho é utilizada pelos produtores norte-americanos para a constatação do ataque de percevejos em algodoads e decisão de se tomar alguma medida de controle (BACHELER et al., 2010). Maçãs com tamanho igual ou menor a 25 mm de diâmetro são tidas como preferidas pelos percevejos (WILLRICH et al., 2004a). Isso corrobora com nossos resultados, em que maior quantidade de sintomas de injúrias e danos foi observada em maçãs com diâmetro igual ou menor que 25 mm, indicando que maçãs com esse tamanho específico devem ser tomadas como as preferidas para avaliação dos sintomas de injúrias da praga nas lavouras de algodoeiro em condições brasileiras. De maneira geral, frutos em formação promovem maior fonte nutricional e condições favoráveis para os pentatomídeos se alimentarem, uma vez que oferecem menos resistência à penetração do rostro e constantemente são nutridos para sua formação (PANIZZI & SILVA, 2009, ESQUIVEL, 2012).

As variedades testadas neste trabalho são consideradas isogênicas (mesmo parental), com o potencial produtivo e de qualidade de fibra da variedade Bt, determinada como iguais

ou superiores aos da variedade não-Bt (CANCI, 2007). No entanto, o que foi observado é que sob as mesmas condições de infestação de percevejos, a variedade não-Bt se mostrou mais produtiva e sem diferenças nos parâmetros de qualidade de fibra entre as variedades. Esse fato levanta hipóteses sobre a real existência de derivação da variedade não-Bt pela variedade Bt ou da mudança do fenótipo quando a variedade Bt é submetida a uma condição adversa inesperada, como um surto populacional de percevejos. Sugere-se, que dentre outros fatores, o tipo de variedade cultivada pode influenciar nos danos dos percevejos e consequentemente na produtividade das lavouras (ROBERTS, 2006).

A dispersão de espécies de pentatomídeos de soja com variedades de diferentes ciclos de maturação, para as variedades de algodoeiro Bt e não-Bt, NuCOTN 33b[®] e DPL 5415[®], foi observada do início do florescimento até o aparecimento das primeiras maçãs, com picos populacionais dos pentatomídeos ocorrendo ao longo de todo o período de formação das maçãs, sem que houvesse diferença significativa de produtividade entre as variedades de algodoeiro (BUNDY & McPHERSON, 2000). Da mesma maneira, foi constatada em cinco variedades transgênicas, 4793R[®], 4793R[®], 4691B[®] (Bt), 4892BR[®] (Bt), BXN47[®] e BXN49B[®] (Bt), essencialmente derivadas da não-Bt, Stoneville 474[®], o mesmo desempenho produtivo e de qualidade de fibra, quando submetidas ao controle ou não de pentatomídeos (BAUER, 2006).

Como a ocorrência de *E. heros* foi maior, é de se esperar que a maior quantidade de danos tenha sido ocasionada por essa espécie. No caso de *E. servus*, a produtividade do algodão em caroço, obtidas de maçãs expostas a uma infestação de 30 indivíduos adultos/6,70 m² nas fases entre 6-9 e ≤ 3 NAFB, foi significativamente menor da que a produtividade dos capulhos de um algodoeiro não infestado (WILLRICH et al., 2004b). O monitoramento dos pentatomídeos para definição do momento mais adequado para o controle desses insetos deve ser iniciado a partir da fase de formação de maçãs (WILLRICH et al., 2004a).

Nossos resultados evidenciam que a amostragem de pentatomídeos e mirídeos nas lavouras de algodão brasileiras ao longo de todo período de formação das maçãs, principalmente quando há soja em fase de maturação próxima da área cultivada, torna-se essencial, visto o potencial de infestação dessas espécies, especialmente de *E. heros*, pela dispersão da soja em final de ciclo, nos períodos em que o algodoeiro está mais suscetível ao ataque desses insetos sugadores.

Dessa maneira, estudos ao longo de várias safras que busquem a compreensão bioecológica dos percevejos pentatomídeos e ropalídeos nos agroecossistemas em que variedades de algodoeiro Bt e não-Bt são introduzidas no Brasil, se fazem necessários para

que a determinação e validação de táticas de manejo integrado desse complexo de pragas, nos diferentes sistemas de produção de algodão brasileiros sejam alcançados, constatado o potencial de infestação e de dano desses insetos neste estudo.

5 CONCLUSÕES

O complexo de percevejos-pragas observado na fase reprodutiva dos algodoeiros Bt e não-Bt e nas três safras do estudo foi constituído principalmente pelas espécies de pentatomídeos *E. heros*, *E. meditabunda*, *N. viridula* e pelo mirídeo *N. sidae*, sendo *E. heros* a espécie mais abundante.

A maturação da soja cultivada nas adjacências de áreas de produção de algodão influencia a invasão do complexo de percevejos pentatomídeos fitófagos da soja para o algodoeiro.

A infestação das espécies de percevejos, em especial de pentatomídeos, não apresentou diferença significativa entre variedades Bt e não-Bt, sendo capazes de colonizar os algodoeiros indiferentemente.

Ninfas de *Edessa meditabunda* mostraram-se mais adaptadas ao algodoeiro do que ninfas de *E. heros*.

A produção de algodão de ambas as variedades foi semelhante, sob a mesma condição de infestação de percevejos, apesar da detecção de alguma diferenças, com a variedade Bt sendo mais produtiva.

A qualidade da fibra não se diferenciou entre os genótipos Bt e não-Bt sob a mesma condição de infestação de percevejos.

Maças de tamanho menor ou igual a 2,5 cm de diâmetro apresentam número maior de sintomas de ataque por percevejos, do que maçãs maiores que 2,5 cm.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Editora: Holos, Ribeirão Preto, Brasil, 78 p., 1998.
- ARSHAD, M.; SUHAIL, A.; GOGI, M.; YASEEN, M.; ASGHAR, M. Farmers' perceptions of insect pests and pest management practices in Bt cotton in the Punjab, Pakistan. **International Journal of Pest Management**, v. 55, p. 1–10, 2009.
- AZAMBUJA, R. **Biologia comparada de *Euschistus heros* (Fabr.) e *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja *Glycine max* (L.) e algodoeiro *Gossypium hirsutum* (L.)**. 2012. 65 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2012.
- BACHELER, J.; HERBERT, D.A.; GREENE, J.; ROBERTS, P.; TOEWS, M.; BLINKA, E. **Scouting for stink bug damage in Southeast cotton: description and use of a pocket scouting decision aid**. NC State University A&T State University Cooperative Extension, EUA, 2010, 2 p. (E10-52856, AG-730W, 04/2010 BS).
- BARBOUR, K.S. & BACHELER, J.S. Reduction in yield and quality of cotton damaged by green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p. 842–845, 1990.
- BARCELLOS, A.; SCHMIDT, L.S.; FERREIRA, P.S.F. Composition and structure of a Miridae (Hemiptera, Heteroptera) assemblage from a relict of deciduous rainforest in southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 101, p. 115–120, 2001.
- BAUER, P. J.; McALISTER, D.; ROOF, M. Textile performance of conventional and transgenic cotton with and without stink bug control. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, San Antonio, TX, EUA, p. 1855, 2006.
- BOMMIREDDY, P. L.; LEONARD, B. R.; TEMPLE, J. H. Influence of *Nezara viridula* feeding on cotton yield, fiber quality, and seed germination. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, p. 1560–1568, 2007.
- BUNDY, C.S. & McPHERSON, R.M. Dynamics and seasonal abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in a cotton-soybean ecosystem. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p. 697–706, 2000.
- BUNDY, C.S.; McPHERSON, R.M.; HERZOG, G.A. An examination of the external and internal signs of cotton boll damage by stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Entomological Science**, v. 35, p. 402–410, 2000.
- BURNHAM, K. & ANDERSON, D. R. Multimodel inference: understanding AIC and AIB in model selection. **Sociol. Meth. Res.**, v. 33, p. 261–304, 2004.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: sexto levantamento**. Safra 2011/2012. Brasília: Conab. 35 p. 2012.

CANCI, P. Algodão geneticamente modificado (variedades transgênicas). In: Congresso Brasileiro de Algodão, 6., 2007, Uberlândia. **Mini-curso: manejo de cultivares transgênicas**. Uberlândia, MG. 2007. 1 CD-Rom.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente a insetos**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, CTNBio, 2005. 13 p. (Parecer Técnico, 513/2005).

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente a insetos**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, CTNBio, 2009a. 25 p. (Parecer Técnico, 1832/2009).

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente a insetos**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, CTNBio, 2009b. 35 p. (Parecer Técnico, 1757/2009).

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente a insetos**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, CTNBio, 2011. 28 p. (Parecer Técnico, 2795/2011).

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle de pragas do algodoeiro**. Dourados: UFMS, 1998. 60 p.

DEGRANDE, P. E., OLIVEIRA, M. A. DE, RIBEIRO, J. F., BARROS, R., NOGUEIRA, R. F., RODRIGUES, A. L. L., FERNANDES, M. G. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, p. 291–294, 2003.

DEGRANDE, P.E. & FERNANDES, M.G. O Brasil com Bt. **Revista Cultivar**. n. 87. p. 16–21, 2006.

DEGRANDE, P.E. & VIVAN, L.M. Pragas da soja. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2008**. Rondonópolis: Carrion & Carracedo, 2008. p. 123–160. (Boletim de Pesquisa de Soja, 12).

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção**. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS, Brasil, 2001.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2007** (Sistemas de produção, 11). Embrapa, Londrina, Brasil, 2006.

ESQUIVEL, J. F. Estimating potential stylet penetration of southern green stink bug – A mathematical modeling approach. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 140, p. 163–170, 2011.

FEHR, W. R. & CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development** (Special Report 80). Iowa State University of Science and Technology, IA., 1977.

FERREIRA, P. S. F. Miridae. In: BRANDÃO, C. R. F. & CANCELLO, E. M. (Eds.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo, FAPESP, 1999. Invertebrados Terrestres. v. 5, p.94–100.

FERREIRA, P. S. F.; SILVA, E. R. & COELHO, L. B. N. Miridae (Heteroptera) fitófagos e predadores de Minas Gerais, Brasil, com ênfase em espécies com potencial econômico. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 91, p. 159–169, 2001.

FERREIRA, P. S. F.; PIRES, E. M.; PAULA, A. S. & COELHO, L. A. Geographic distribution of Miridae in Minas Gerais State, Brazil (Hemiptera: Heteroptera). **Zootaxa**. v. 1123, p. 1–19, 2006.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA, S.; CARVALHO, R.; BAPTISTA, G.; BERTI, E.; PARRA, J. R.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. S. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz. São Paulo: FEALQ. 920 p., 2002.

GREENE, J.K. & HERZOG, G. A. Managing of stink bugs using symptoms of boll injury as a monitoring tool. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Memphis, TN, EUA, p. 1041–1047, 1999.

GREENE, J.K. & TURNIPSEED, S.G. Stink bug thresholds in transgenic Bt cotton. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Nashville, TN, EUA, Proceedings, p. 936–938, 1996.

GREENE, J.K.; TURNIPSEED, S.G.; SULLIVAN, M.J.; MAY, O.L. Treatment thresholds for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 403–409, 2001.

GREENE, J.K.; BUNDY, C.S.; ROBERTS, P.M.; LEONARD, B.R. **Identification and Management of Common Boll Feeding Bugs in Cotton**. Clemson Extension Report, EB158, Clemson University, Blackville, SC, EUA, 2006.

GOODELL, P.B. & ELSSWORTH, P.C. Second International *Lygus* Symposium. **Journal of Insect Science**, v. 8, 27 p., 2007.

GORE, J.; LEONARD, B.R.; GABLE, R.H. Distribution of bollworm, *Helicoverpa zea* (Boddie), injured reproductive structures on genetically engineered *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* Berliner cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 699–705, 2003.

HARDEE, D.D. & HARRIS, F.A. Erradicting the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae): A clash between a highly succesfull insect, good scientific achivement, and differing agricultural philosophies. **American Entomologist**, v. 49, p. 82–97, 2003.

HARDIN, M.R.; BENREY, B.; COLL, M.; LAMP, W.O.; RODERICK, G.K.; BARBOSA, P. Arthropod pest resurgence: an overview of potential mechanisms. **Crop Protection**, v. 14, p. 3–18, 1995.

HERBERT, A.; BLINKA, E.; BACHELER, J.; VAN DUYN, J. **Managing stink bugs in cotton: research in the southeast region**. Virginia Cooperative Extension. Publication 444–390. 20 p., 2009.

HERBERT, J.J. & TOEWS, M.D. Seasonal Abundance and Population Structure of Brown Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) in Farmscapes Containing Corn, Cotton, Peanut, and Soybean. **Annals of Entomological Society of America**, v. 104, n. 5, p. 909–918, 2011.

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

HOKYO, N. & KIRITANI, K. Sampling design for estimating the population of the southern green stink bug, *Nezara viridula* (Pentatomidae, Hemiptera) in the paddy field. **Japanese Journal of Ecology**, v. 12, p. 228–235, 1962.

HUANG, T. & TOEWS, M. D. Intercrop movement of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Georgia. In: 59th Annual Meeting of the Entomological Society, 2011, Reno, NV, EUA. **59th Annual Meeting of the Entomological Society of America Proceedings**, 2011.

HUANG, T. & TOEWS, M. D. Feeding preference movement of *Nezara viridula* and *Euschistus servus* (Hemiptera: Pentatomidae) on individual cotton plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, p. 847–853, 2012.

KAPLAN, I. & DENNO, R.F. Interspecific interactions in phytophagous insects revisited: a quantitative assessment of competition theory. **Ecology Letters**, v. 10, p. 977–994, 2007.

KHAN, M. & BAUER, R. Comparing damage from green mirid and green vegetable bug. **Australian Cotton Grower**, v. 22, p. 16–18, 2001.

KLEFFMANN GROUP. Intelligence Services: Farmers Solutions. Disponível em: <<http://www.kleffmann.com/opencms/opencms/pt/>>. Acesso em: 25jan. 2011.

LIMA, M.S.; FERNANDES, J.A.M.; LIMA, I.M.M. Record of *Edessa scabriventris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) associated to *Eugenia uniflora* (Brazilian-Cherry) and *Psidium guajava* (Guava) (Myrtaceae), in north-northeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 674–675, 2010.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1216–1231, 1998.

LOGARZO, G. A.; WILLIAMS III, L.; CARPINTERO, D. L. Plant bugs (Heteroptera: Miridae) associated with roadside habitats in Argentina and Paraguay: host plant, temporal, and geographic range effects. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 98, p. 694–702, 2005.

LU, Y.; WU, K.; JIANG, Y.; XIA, B.; LI, P.; FENG, H.; WYCKHUYS, K. A. G.; GUO, Y. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. **Science**, v. 328, p. 1151–1154, 2010.

McCOLL, S.A.; KHAN, M.; UMINA, P.A. Review of biology and control of *Creontides dilutus* (Stal) (Hemiptera: Miridae). **Australian Journal of Entomology**, v. 50, p. 107–117, 2011.

McPHERSON, R.M. Relationship between soybean maturity group and the phenology and the abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae): impact on yield and quality. **Journal of Entomological Science**, v. 31, p. 199–208, 1996.

MEN, X.; GE, F.; EDWARDS, C.A.; YARDIM, E.N. The influence of pesticide applications on *Helicoverpa armigera* Hübner and sucking pests in transgenic Bt cotton and non-transgenic cotton in China. **Crop Protection**, v. 24, p. 319–324, 2005.

MICHEL, B. **Entomofauna de los algodones paraguayos: Hemiptera Heteroptera**. C.I.R.A.D. – C.A. / U.R. Entomologie Appliquée, 1993. 132 p.

MUSSER, F.R.; STEWART, S.; BAGWELL, R.; LORENZ, G.; CATCHOT, A.; BURRIS, E.; COOK, D.; ROBBINS, J.; GREENE, J.; STUDEBARKER, G.; GORE, J. Comparison of Direct and Indirect Sampling Methods for Tarnished Plant Bug (Hemiptera: Miridae) in Flowering Cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 6, p. 1916–1923, 2007.

MUSSER, F.; R.; KNIGHTEN, K.S.; REED, J.T. Comparison of cotton damage from tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) and Southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) adults and nymphs. **Midsouth Entomologist**, v. 2, p. 1–9, 2008.

NARANJO, S.E.; RUBERSON, J.R.; SHARMA, H.C.; WILSON, L.; WU, K.A. **The present and future role of insect-resistant genetically modified cotton in IPM**. In: ROMEIS, J.; SHELTON, A.M.; KENNEDY, G.G. (Eds.). *Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs*. Springer: New York, NY, EUA, 2008, p. 159–193.

NARANJO, S. E. Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. **CAB reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, Warsaw, v. 4, p. 1–23, 2009.

OLSON, D. M.; RUBERSON, J. R.; ZEILINGER, A. R.; ANDOW, D. A. Colonization preference of *Euschistus servus* and *Nezara viridula* in transgenic cotton varieties, peanut, and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 139, p. 161–169, 2011.

PANIZZI, A. R. Wild host of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crop. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 99–122, 1997.

PANIZZI, A.R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 1–12, 2000.

PANIZZI, A.R. & MACHADO-NETO, E. Development of nymphs and feeding habits of nymphal and adult *Edessa meditabunda* (Heteroptera: Pentatomidae) on soybean and sunflower. **Annals of Entomological Society of America**, v. 85, p. 477–481, 1992.

PANIZZI, A.R.; McPHERSON, J.E.; JAMES, D.G.; JAVAHERY, M. & McPHERSON, R. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W. & PANIZZI, A.R. (Eds.). **Heteroptera of economic importance**. CRC Press LLC: Boca Raton, FL, EUA, 2000, p. 421–474.

PANIZZI, A.R. & PARRA, J.R.P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**. Londrina: Embrapa, 2009. cap. 1, p. 21–37.

PANIZZI, A.R. & VIVAN, L.M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, in overwintering sites, and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 213–217, 1995.

PANIZZI, A.R. & SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**. Londrina: Embrapa, 2009. cap. 1, p. 465–522.

PAPA, G. Pragas e seu controle. In: MORESCO, E. **Algodão: pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: FACUAL, 2006. p. 206–239.

PAPAVERO, N. **Fundamentos práticos de taxonomia zoológica: Coleções, bibliografia, nomenclatura**. Museu Paraense Emílio Goeldi/Soc. Bras. Zool., Belém, Brasil, p. 285, 1994.

ROBERTS, P. M. Observations of emerging pests in low spray environments. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Memphis, TN, EUA, p. 1034, 1999.

GREENE, J.K. & HERZOG, G. A. Managing of stink bugs using symptoms of boll injury as a monitoring tool. **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Memphis, TN, EUA, p. 1041–1047, 1999.

SANTOS, W.J. **Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro**. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. (Eds.) *Cultura do Algodoeiro*. Piracicaba, Potafôs, Brasil, p.133–174, 1999.

SANTOS, W.J. **Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro**. In: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, p. 133-174, 2001.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 9.2: user's guide**. SAS Institute, Cary, NC, 2008.

SIEBERT, M.W.; LEONARD, B.R.; GABLE, R.H.; LAMOTTE, L.R. Cotton boll age influences feeding preference by brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 82–87, 2005.

SILVA, A.G. D'A; GONÇALVES, C.R. ; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, E L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitos e predadores: Insetos, hospedeiros e inimigos naturais**. Tomo 1º, Parte II. Min. Agric./Dep. Def. e Insp. Agropec./Serv. Def. Sanit. Veg., Rio de Janeiro, Brasil, 622 p., 1968.

SILVA E.J.E.; FERNANDES J.A.M.; GRAZIA J. Caracterização do grupo *Edessa rufomarginata* e descrição de sete novas espécies (Heteroptera, Pentatomidae, Edessinae). **Iheringia. Série Zoologia**. v. 96, p. 345–362, 2006.

THOMAZONI, D. ; DEGRANDE, P. E. ; SILVIE, P. ; FACCENDA, O. Impact of Bollgard genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 6167–6176, 2010.

TILLMAN, P.G.; ALDRICH, J.R.; KHRIMIAN, A.; COTTRELL, T.E. Pheromone attraction and cross-attraction of *Nezara*, *Acrosternum*, and *Euschistus* spp. stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in the field. **Environmental Entomology**, v. 39, p. 610–617, 2010.

TODD, J.W. & HERZOG, D.C. **Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean**. Sampling Methods in Soybean Entomology (ed. Kogan, M. & Herzog, D. C.), pp. 438–478. Springer, New York, NY, USA, 1980.

TOEWS, M.D. & SHURLEY, W.D. Crop juxtaposition affects cotton fiber quality in Georgia farmscapes. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 1515–1522, 2009.

TOEWS, M.D.; BLINKA, E.L.; VAN DUYN, J.W.; HERBERT, D.A. Jr.; BACHELER, J.S.; ROBERTS, P.M.; GREENE, J.K. Fidelity of External Boll Feeding Lesions to Internal Damage for Assessing Stink Bug Damage in Cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1344–1351, 2009.

WANG, S.; JUST, D.R.; PINSTRUP-ANDERSEN, P. Bt-cotton and secondary pests. **International Journal of Biotechnology**, v. 10, p. 113–121, 2008.

WARD, A. L. Development of a treatment threshold for sucking insects in determinate Bollgard II transgenic cotton grown in winter production areas. **Australian Journal of Entomology**, v. 44, p. 310–315, 2005.

WENE, G.P. & SHEETS, L.W. Notes on and Control of Stink Bugs Affecting Cotton in Arizona. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, p. 60–62, 1964.

WILLIAMS, M.R. **Cotton insect losses – 2010**. Disponível em: < <http://www.entomology.msstate.edu/resources/tips/cotton-losses/data/2010/>>. Acesso em: 23dez. 2011.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; GABLE, R. H.; LAMOTTE, L. R. Boll injury and yield losses in cotton associated with brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) during flowering. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1828–1834, 2004a.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; TEMPLE, J. Injury to preflowering and flowering cotton by brown stink bug and southern green stink bug. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 924–933, 2004b.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; PADGETT, G. B. Influence of southern green stink bug, *Nezara viridula* L., on late-season yield losses in cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Economic Entomology**, v. 33, p. 1095–1101, 2004c.

WOLFENBARGER, L.; NARANJO, S.E.; LUNDGREN, J.; BITZER, R.; WATRUD, L. Bt crop effects on functional guilds of non-target arthropods: a meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 3, p. 2118, 2008.

WU, K.; LI, W.; FENG, H.; GUO, Y. Seasonal abundance of the mirids, *Lygus lucorum* and *Adelphocoris* spp. (Hemiptera:Miridae) on Bt cotton in northern China. **Crop Protection**. v. 21, p. 997–1002, 2002.

ZEILINGER, A. R.; OLSON, D. M.; ANDOW, D. A. Competition between stink bug and heliothine caterpillar pests on cotton at within-plant spatial scales. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 141, p. 59–70, 2011.

CAPÍTULO 2

Ataque, injúria e dano do percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) em maçãs de algodoeiro Bt (Bollgard®) (Cry1Ac) e não-Bt

Miguel Ferreira Soria¹ e Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

RESUMO – *Euschistus heros* (Fabr.) é um dos percevejos sugadores de maçãs de algodoeiro que tem adquirido importância no sistema de produção de algodão Bt no Brasil, pelo fato de estar mais adaptado às condições ambientais das regiões produtoras do Cerrado brasileiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de injúria e dano de *E. heros* (adultos e ninfas de 5º instar) em maçãs de variedade Bt (MON531) e de sua variedade isogênica não-Bt sob condições de Cerrado. Para isso, dois estudos foram realizados em Dourados, MS, Brasil: (I) avaliação da infestação de maçãs com 25 mm de diâmetro por um adulto de *E. heros*, e (II) avaliação da infestação de maçãs de diferentes idades (6, 12 e 18 dias após a antese - DAA) por um adulto ou ninfa de 5º instar de *E. heros*. Os percevejos foram confinados junto às maçãs por um período de quatro ou cinco dias no campo. Após este período foi realizada a avaliação de sintomas internos e externos de injúrias nos lóculos das maçãs, bem como a % de abscisão dessas estruturas. Avaliou-se o peso de algodão em caroço proveniente de maçãs que permaneceram na planta por ocasião da infestação e que não foram retiradas das plantas para avaliação de sintomas internos de injúrias. Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior teste de comparação de médias de Tukey ($p \leq 0,05$). Uma análise de correlação de Pearson ($p \leq 0,05$) foi realizada entre os sintomas de injúria para o estudo I. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para as duas variedades, independente da idade da maçã, o número de sinais internos de puncturas foi maior em maçãs atacadas por ninfas, embora o número de sinais externos de puncturas não tenha se diferenciado entre os tipos de maçãs. Já o número de calos celulares internos ("verrugas") foi maior em maçãs com 12 DAA, assim como a % de abscisão foi maior em maçãs com 6 DAA quando infestadas por ninfas. O ataque de adultos e ninfas ocasionou descoloração significativa das fibras imaturas tanto para maçãs da variedade Bt quanto para as da não-Bt, bem como a redução do índice *micronaire*. Adultos e ninfas causaram redução significativa do peso do algodão em caroço

em ambas as variedades, com as maçãs de 6 e 12 DAA, apresentando maior suscetibilidade ao ataque do percevejo. Sinais internos de puncturas e verrugas apresentam correlação moderada com sinais externos de puncturas. Esses resultados contribuem para o manejo integrado de pentatomídeos-praga em algodoeiro Bt e não-Bt no Brasil.

Palavras-chave: Hemiptera, Pentatomidae, sugador-praga, prejuízos, Cerrado brasileiro

CAPÍTULO 2

Attack, injury and damage of the Neotropical brown stink bug on bolls of Bt (Bollgard®) (Cry1Ac) and non-Bt cotton

Miguel Ferreira Soria¹ and Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

ABSTRACT – *Euschistus heros* (Fabr.) is one of the boll-feeding bugs that is acquiring importance on the Bt-cotton production system of Brazil due the fact that this species is more adapted to the environmental conditions of the cotton production regions in the Brazilian Cerrado. This work had as objective to assess the capability of injury and damage of *E. heros* (adults and 5^o instar nymphs) on bolls of a Bt variety (MON 531) and on bolls of its isogenic non-Bt line in Cerrado conditions. For that, two trials were carried out in Dourados, MS, Brazil: (I) assessment of the infestation of bolls with 25 mm of diameter by one adult of *E. heros*, and (II) assessment of the infestation of bolls of different ages (6, 12 and 18 days before anthesis – DBA) by one adult or 5^o instar nymph of *E. heros*. The stink bugs were confined with the bolls for a period of four to five days in the field. Before the period of confinement the assessment of internal and external symptoms of injuries on the bolls locks were assessed, as well as the % of abscission of those structures. Cotton yield was assessed from bolls that remained on the plant by the occasion of the infestation and that were not removed from the plants to the assessment of internal injury symptoms. The data was submitted to an analysis of variance with the means been compared by Tukey's test ($p \leq 0,05$). One Pearson's correlation analysis ($p \leq 0,05$) was done for the symptoms of injuries in the study I. The experimental design adopted was the completely randomized. For both varieties, despite the boll age, the number of internal signs of punctures was higher on bolls attacked by nymphs, despite the fact that the number of external signs did not differ among the bolls type. The number of internal "warts" was higher on bolls with 12 DBA, as well the % of abscission was higher on bolls with 6 DBA when infested by nymphs. The attack of adults and nymphs caused a significant lint yellowness of immature fibers for both varieties and decrease of micronaire index. The adults and nymphs caused a significant reduction of cotton bolls yield in both varieties, with boll of 6 and 12 DBA presenting higher susceptibility to the stink bug

attack. Internal signs of punctures and warts presented moderate correlation with external signs of punctures. Those results contribute to the development of management of pentatomid pests on Bt and non-Bt cotton in Brazil.

Key words: Hemiptera, Pentatomidae, sucking pests, losses, Brazilian Cerrado

1 INTRODUÇÃO

Nos tradicionais sistemas de produção de algodão do Cerrado brasileiro, os percevejos pentatomídeos fitófagos, especialmente os dispersantes de culturas anuais com ciclo mais curto ou precoce que o do algodoeiro como a soja, são controlados indiretamente pelas aplicações de inseticidas de amplo espectro direcionadas principalmente para o controle de *Anthonomus grandis* Boh., 1843 (bicudo) e *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (lagarta da maçã).

No entanto, nas últimas safras, semelhante ao ocorrido nos Estados Unidos e Austrália (McCOLL et al., 2011; OLSON et al., 2011; ZEILINGER et al., 2011), o cultivo de variedades geneticamente modificadas resistentes a lepidópteros-pragas (Bt), aliado a ações regionais de combate de populações do bicudo e/ou ao sistema de cultivo adensado/safrinha, tem possibilitado a redução no número de aplicações de inseticidas para o controle de *A. grandis* e/ou *H. virescens* e promovido a infestação dos algodoeiros por pentatomídeos-pragas dispersantes da soja cultivadas nas adjacências, com maior intensidade e frequência, resultando em prejuízos ainda não mensurados.

Este cenário é observado quando o algodoeiro e a soja são cultivados no mesmo tempo e espaço, o que propicia, ao final do ciclo da leguminosa, a dispersão dos percevejos em busca de alimento e abrigo para as plantas de algodoeiro (BUNDY & McPHERSON, 2000; SORIA et al., 2009), causando danos à produção e à qualidade das fibras, pelas injúrias decorrentes da sucção da seiva das estruturas reprodutivas das plantas, especialmente de maçãs em início de formação (GREENE & HERZOG, 1999; WILLRICH et al., 2004a,b; BOMMIREDDY et al., 2007).

Nesta situação, o algodoeiro normalmente se encontra em pleno desenvolvimento reprodutivo, o que o torna mais suscetível ao ataque dos percevejos (GREENE et al., 2006), sendo esse fato comum nas principais regiões produtoras de algodão do Cerrado Brasileiro, uma vez que a cultura do algodão divide espaço com a soja e ocupa aproximadamente 9% da área cultivada com essas duas culturas nesse bioma (CONAB, 2012).

No Cerrado brasileiro, *Euschistus heros* (Fabr., 1798) (percevejo marrom), *Edessa meditabunda* (Fabr., 1794) (percevejo-edessa), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) (percevejo-verde-pequeno), *Nezara viridula* (L., 1758) (percevejo-verde), *Chinavia* spp. (percevejo-acrosterno), *Dichelops melachantus* (Dallas, 1851) (percevejo-brriga-verde) e *Thyanta perditor* (Fabr., 1794) (percevejo-tianta), são as principais espécies de percevejos

pentatomídeos fitófagos que ocorrem na soja e que atacam o algodoeiro (BASTOS, 2002; BELTRÃO et al., 2002; CRUZ-JÚNIOR et al., 2003; THOMAZONI et al., 2010). Dentre essas espécies, *E. heros* pode ser considerado o pentatomídeo que oferece maior risco fitossanitário para o algodoeiro cultivado no Cerrado, já que parece estar melhor adaptado às condições ambientais que ocorrem nessa região e ser considerado o principal pentatomídeo praga infestante da cultura da soja no Brasil (PANIZZI & VIVAN, 1995; PANIZZI, 2000; COSTA et al., 1998; DEGRANDE & VIVAN, 2008; SALUSO et al., 2011).

As maçãs que são atacadas por pentatomídeos e que não sofrem queda das plantas apresentam sintomas característicos de injúria, como manchas circulares pretas sobre o exocarpo e sinais escuros de puncturas ou “verrugas” (calos celulares) sobre o mesocarpo (WENE & SHEETS, 1964; GREENE et al., 2006), sendo que a avaliação desses sintomas tem sido utilizada como técnica alternativa de monitoramento de populações para determinação do nível de controle desses insetos em cultivos de algodão (Bt ou não-Bt) nos Estados Unidos (GREENE & HERZOG, 1999; MUSSER et al., 2007; BLINKA et al., 2008; TOEWS et al., 2009).

Embora diversos trabalhos demonstrem a capacidade de dano e caracterização de injúrias das espécies de pentatomídeos-praga *Euschistus servus* (Say, 1832), *N. viridula*, *Acrosternum (Chinavia) hilare* (Say, 1832) (percevejo-acrosterno), *Piezodorus hybneri* (Gmelin, 1788) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (percevejo-verde-pequeno) sobre algodoeiro (WENE & SHEETS, 1964; GREENE et al., 1999, 2001; CRUZ JÚNIOR et al., 2003; WARD, 2005; SIEBERT et al., 2005; BOMMIREDDY et al., 2007), é incipiente o conhecimento do potencial de dano e injúria de *E. heros* em algodoeiro, especialmente sobre variedades Bt cultivados em condições neotropicais.

Adicionalmente, alguns estudos tem demonstrado variabilidade da suscetibilidade da produção de algodão e qualidade da fibra de maçãs em função da idade dos frutos, com estruturas de diâmetro $\leq$ a 25 mm, ou com acúmulo de graus de calor (agc) $\leq$ a 280, sendo consideradas as mais suscetíveis ao ataque de ninfas e/ou adultos (GREENE et al., 1996; CRUZ-JÚNIOR et al., 2003; BOMMIREDDY et al., 2007; MUSSER et al., 2008). Outro fato é que pentatomídeos são capazes de transmitir patógenos às maçãs de algodoeiro, resultando na podridão das fibras (MITCHELL, 2004; MEDRANO et al., 2007, 2011).

Dentro do contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP), ataque pode ser definido como o processo de alimentação do inseto ou ácaro sobre a planta/cultura de interesse econômico, injúria, como qualquer alteração deletéria e/ou fisiológica decorrente do ataque,

na planta ou em parte dela, e dano, como a perda ocasionada na produção devido a injúria decorrente do ataque (CROCOMO, 1990; DENT, 2000).

Neste contexto, considerando as mudanças nos atuais sistemas de produção de algodão do Cerrado que favorecem a infestação de pentatomídeos-pragas, especialmente de *E. heros*, esta pesquisa objetivou avaliar aspectos relacionados à capacidade de injúria e dano de adultos e ninfas de *E. heros* em maçãs de diferentes idades de algodoeiro Bt (Cry1Ac) e não-Bt cultivado sob condições Cerrado, visando obter informações para auxiliar o manejo integrado desse complexo de pragas em cultivos de algodão do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

Para avaliar o potencial de injúria e dano de *E. heros* em maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt, foram realizados dois estudos em duas safras e locais diferentes sob condições de campo. O primeiro estudo (I) foi realizado na safra 2008/2009, de 14 de janeiro a 17 de junho de 2009, no Laboratório de Entomologia Aplicada e Biotecnologia (22°11' Sul, 54° 56' Oeste e 459 m de altitude), da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil. Já o segundo estudo (II) foi realizado na safra 2009/2010, de 06 de dezembro de 2009 a 27 de abril de 2010, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA) (22°14' S, 54° 59' O e 404 m de altitude), da FCA, UFGD, Dourados, MS, Brasil.

No estudo I, maçãs de algodão Bt e não-Bt de tamanho pré-definido foram infestadas com um adulto de *E. heros*, e no estudo II, maçãs Bt e não-Bt de três idades diferentes foram infestadas com um adulto ou uma ninfa de 5° ínstar de *E. heros*.

O solo nos dois locais de estudo, foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) de textura argilosa. A precipitação total e temperatura média ocorridas nas safras 2008/2009 e 2009/2010, ao longo do período experimental, foram respectivamente, de 1245 e 1694 mm, e de 23°C, em ambas as safras, conforme dados obtidos pela estação meteorológica da UFGD (<http://www.ufgd.edu.br/clima>).

2.2 Área experimental

Para a obtenção das maçãs de algodoeiro alvo das infestações, foram cultivadas as variedades Bt [NuOpal® Bollgard® (Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP)], capaz de expressar a proteína inseticida Cry1Ac que controla os lepidópteros-pragas *Alabama argillacea* (Hübner, 1823), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Pectinophora gossypiella*, e sua isolinha não-Bt [DeltaOpal® (Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP)].

As áreas de cultivo de cada variedade foram constituídas de duas faixas de 180 m², dispostas a uma distância máxima de 2 m uma da outra (lado a lado), formadas por oito linhas de cultivo de 25 m de comprimento espaçadas 0,9 m na safra 2008/2009, e por 10 linhas de 20 m espaçadas 0,9 m na safra 2009/2010. Em ambos os locais e previamente à semeadura, o

solo das áreas experimentais foi preparado e corrigido seguindo as recomendações agronômicas para o plantio convencional de algodoeiro (EMBRAPA, 2001).

Após o preparo do solo, as linhas de semeadura foram demarcadas com cultivador. A adubação de base foi realizada com uma semeadora-adubadora de precisão antes da demarcação das linhas de semeadura, utilizando 400 kg/ha do adubo 10-20-20 (N-P-K+Ca=10,0%; S=4,1%; B=0,054%; Mn=0,06% e Zn=0,27%) e 500 kg/ha do adubo 02-20-18 (N-P-K+Ca=9,0% e S=5%), respectivamente nas safras 2008/2009 e 2009/2010.

A semeadura foi realizada manualmente a uma densidade de 12-14 sementes/m nos dias 14 de janeiro de 2009 e 06 de dezembro de 2009, respectivamente nas safras 2008/2009 e 2009/2010. A emergência das plântulas ocorreu cinco dias após a semeadura, sendo realizado um desbaste aos 10-15 dias após a emergência (DAE), obtendo-se um estande final de 9-10 plantas/m.

As sementes de ambas as variedades foram tratadas com os fungicidas carbendazim e tiram (Derosal Plus[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 0,3 g de carbendazim/kg de semente + 0,7 g de tiram/kg de semente), e com o inseticida fipronil (Standak[®], BASF S.A., São Paulo, SP, 0,5 g de i.a./kg de semente). Na safra 2008/2009, quando necessário (períodos de estiagem), foi empregada irrigação por aspersão no período de estabelecimento (semeadura e emergência) e ao longo do ciclo da cultura.

Aos 39 e 54 DAE, foram realizadas uma adubação nitrogenada de cobertura com 250 kg/ha de sulfato de amônio e 150 kg/ha de uréia, respectivamente nas safras 2008/2009 e 2009/2010. Quando necessário, o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual, mantendo as plantas sempre livres da matocompetição.

O uso de acaricidas (e.g. avermectinas) e inseticidas (e.g. benzoiluréias, carbamatos, organofosforados, piretroides, piridinas, neonicotinoides e/ou espinosinas) foi empregado sistematicamente em pulverizações espaçadas de 3-7 dias em ambas as variedades desde a fase de emergência, utilizando-se da dosagem comercial de rótulo. Essas aplicações objetivaram prevenir qualquer tipo de ataque e injúrias de pragas desfolhadoras e/ou sugadoras sobre as estruturas reprodutivas, sendo realizadas até no máximo oito dias antes da infestação das maçãs com os percevejos. Excepcionalmente, inseticidas específicos para o controle de afídeos e lagartas (e.g. piridinas e benzoiluréias) foram aplicados até cinco dias antes das infestações.

Independente de a variedade Bt cultivada apresentar eficiência de controle de lagartas de *A. argillacea*, *H. virescens* e *P. gossypiella*, as plantas dessa variedade também receberam as mesmas aplicações de inseticidas que a variedade não-Bt recebeu para o

controle de lepidópteros, de forma a uniformizar o controle de ácaros e outros insetos pragas em ambas as variedades. Após o período de infestação dos percevejos, as aplicações sistemáticas de inseticidas e acaricidas foram retomadas até o final do ciclo das variedades (completa abertura de capulhos). Dessa forma, as maçãs foram submetidas exclusivamente ao ataque e injúrias dos percevejos utilizados nas infestações das maçãs.

O controle de *Ramularia areola* Atk. foi realizado somente na safra 2009/2010 (estudo II), aos 25 DAE, utilizando os fungicidas azoxistrobina e ciproconazol (Priori Xtra[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., São Paulo, SP, 200 g de azoxistrobina/ha + 40 g de ciproconazol/ha).

Nesta mesma safra, os herbicidas glufosinato (Finale[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 600 g de i.a./ha) e sal de amônio de glifosato (Roundup Ultra[®], Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP, 1.787,5 g de i.a./ha) foram aplicados como dessecantes ao final do ciclo das plantas. Não foram utilizados reguladores de crescimento e maturadores em ambas as safras. A vazão de pulverização de todos os agroquímicos aplicados variou de 150-200 l/ha.

2.3 Tratamentos

No estudo I, dos 23 m centrais das seis linhas centrais de cada área experimental (área útil), foram selecionadas das plantas em pleno desenvolvimento reprodutivo maçãs Bt e não-Bt de tamanho médio (≈ 25 mm de diâmetro), utilizando-se um gabarito de papelão que continha um orifício de 25 mm de diâmetro (Figura 1). As maçãs que se encaixavam perfeitamente no gabarito eram consideradas de tamanho médio e então selecionadas, constituindo as unidades experimentais ou parcelas. Uma maçã por planta da primeira posição do 4^o-6^o ramo reprodutivo (terço médio) foi selecionada ao acaso, num total de 40 maçãs (20 infestadas e 20 não infestadas – controle) destinadas para a avaliação de sintomas de ataque e injúria logo após o período de infestação com os percevejos, e 32 maçãs (16 infestadas e 16 não infestadas – controle), para a avaliação de sintomas de injúria e dano nos capulhos oriundos de maçãs infestadas com um percevejo.

No estudo II, maçãs com idade de 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA), apresentando respectivamente, aproximadamente 14, 24 e 31 mm de diâmetro foram obtidas das plantas da variedade Bt e não-Bt para serem infestadas com um adulto ou ninfa de 5^o ínstar de *E. heros*. Para isso, plantas que constituíram a área útil das áreas experimentais (18 m centrais das seis linhas centrais) de cada variedade (Bt e não-Bt), foram monitoradas quanto à presença de flores brancas (antese) nas primeiras e segundas posições dos ramos reprodutivos a partir da



Figura 1. Gabarito de papelão utilizado para a seleção de maçãs de algodoeiro. Maçã de 25 mm de diâmetro encaixada no orifício do gabarito até a maior largura do diâmetro (I), observada por cima (II) e por baixo (III) após o encaixe. Dourados, MS, 2012.

segunda semana de florescimento. Em cada monitoramento, os mesmos ramos de todas as plantas vistoriadas eram checados visando a presença de flor branca.

Uma flor branca por planta, num total de cinco por linha de cultivo eram marcadas e datadas a cada três dias. No momento em que as flores marcadas atingiram as idades desejadas (6, 12 e 18 DAA) já como maçãs, as mesmas eram infestadas com um adulto de *E. heros*, ou uma ninfa de 5º instar de *E. heros*, ou não eram infestadas (controle), totalizando nove tratamentos dentro de um esquema bifatorial 3×3, em que as três idades (diâmetros) de maçãs correspondiam à primeira fonte de variação e as três condições de infestação, à segunda fonte de variação.

Num total de oito maçãs obtidas (repetições) por tratamento, 72 maçãs foram avaliadas para sintomas de ataque e injúria logo após o período de infestação, e outras 72 maçãs destinadas à avaliação de sintomas de injúria e dano ao final do ciclo, nos capulhos oriundos de maçãs infestadas.

As primeiras maçãs infestadas (18 DAA) localizavam-se nos terços médios e inferior das plantas, as que foram infestadas em seguida (12 DAA), no terço médio, e as últimas (6 DAA), no terço superior das plantas.

2.4 Percevejos

No estudo I (safra 2008/2009) as maçãs foram infestadas com percevejos adultos coletados em soja, cultivar CD-219 RR[®] (Coodetec, Cascavel, PR), cultivada no Laboratório de Entomologia Aplicada e Biotecnologia da UFGD, sem o uso de inseticidas para o controle de sugadores.

Os espécimes foram coletados com auxílio de pano de batida e rede de varredura, permanecendo por 48 horas sem alimento (inanição) no interior de recipiente plástico transparente (20×30×10 cm) com tampa vazada recoberta com tecido tipo *voil*, mantido em temperatura ambiente sob sombra, previamente a infestação, para favorecer o ataque às maçãs.

Os percevejos utilizados no estudo II foram obtidos de uma colônia de *E. heros* estabelecida no ano de 2009 no laboratório, por meio de posturas provenientes do Laboratório de Bioecologia de Hemiptera da Embrapa Soja, Londrina, PR. Aproximadamente seis meses após o estabelecimento da criação em laboratório, novas posturas oriundas de fêmeas coletadas de soja e algodoeiro em áreas experimentais da FCA e da FAECA–UFGD foram introduzidas na colônia, objetivando o aumento da heterogeneidade genética e fenotípica dos espécimes criados em laboratório.

A colônia foi mantida em sala de criação de insetos sob condições constantes de fotoperíodo (14 h), temperatura ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa ($65\pm 5\%$). Todos os estágios (ovos, ninfas e adultos) foram criados em um único tipo de recipiente plástico transparente (20×30×10 cm) – recipiente/*container* de criação, com tampa vazada recoberta com tecido tipo *voil* e fundo forrado com papel filtro. O papel filtro servia como superfície rugosa para favorecer o caminhar dos insetos no interior do recipiente, além de facilitar a limpeza do mesmo.

Adultos recém emergidos eram sexados aos 1-7 dias de idade e mantidos em grupos de 20-25 casais no interior do recipiente para acasalamento. Todos os percevejos adultos foram criados com vagens verdes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e frutos imaturos de ligustro [*Ligustrum lucidum* (Ait.)], sendo suplementados com sementes secas de soja (*Glycine max* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). Ninfas de 1º instar não receberam alimento, e ninfas de 2º até 5º instar foram alimentadas apenas com vagens de feijão e frutos de ligustro. A umidade no interior dos recipientes era mantida umedecendo o papel filtro com água destilada ou pelas vagens de feijão, quando estes últimos eram fornecidos aos percevejos. Aproximadamente 10 a 15 vagens de feijão e quatro cachos pequenos de frutos de ligustro eram fornecidos no interior dos recipientes de criação a cada troca de alimento. As sementes secas (≈ 40 g de cada tipo) foram disponibilizadas soltas no interior dos recipientes. Independente do estágio de desenvolvimento, as vagens de feijão e frutos de ligustro eram trocados três vezes por semana, enquanto as sementes secas trocadas uma vez por semana.

Quatro discos de algodão para o uso de cosméticos foram disponibilizados no interior dos recipientes com adultos para servirem de substrato de oviposição para as fêmeas. Todas as posturas eram coletadas três vezes por semana com auxílio de uma pinça entomológica, coincidindo com os períodos de troca de alimento e limpeza da sala de criação. A cada troca de ínstar, a partir do segundo, ou semanalmente para os adultos, os recipientes sujos eram trocados por limpos. Os recipientes sujos recebiam uma lavagem em solução de água com detergente neutro, passando posteriormente por um período de 48 h imersos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, e ao final recebiam uma aplicação de álcool 70% na superfície interna, antes de serem novamente reutilizados. Assim como no estudo I, os percevejos utilizados no estudo II permaneceram por 48 h sem receber nenhum tipo de alimento antes das infestações, aclimatando-se em condições ambientais naturais sob sombra. Os espécimes de 5º ínstar apresentavam no momento da infestação de 1-2 dias de idade, e os adultos, de 5-7 dias.

2.5 Infestação

Em ambos os estudos, após a seleção das maçãs (estudo I) ou flores (estudo II) das variedades de algodão Bt e não-Bt, todas as estruturas inclusive as que não foram infestadas (controle), foram confinadas em uma gaiola modificada de GREENE et al. (1999), confeccionada com copo plástico transparente de 200 ml, tecido tipo tule e cliques. As gaiolas consistiam do copo plástico vazado servindo de estrutura, e do tecido tule (10×20 cm) costurado apenas nas extremidades laterais e recobrimdo o copo, servindo de sustentação da estrutura. A parte vazada do copo era disposta sobre a maçã ou flor branca, permitindo o confinamento da estrutura reprodutiva no interior da gaiola. O tecido tule que sobrava na parte inferior e superior ao copo, era enrolado e preso com cliques, de forma justa ao copo (parte superior da gaiola) e ao ramo que sustentava a estrutura (parte inferior da gaiola), suspendendo a gaiola (Figura 2). Os cliques facilitavam a abertura e fechamento da parte superior da gaiola para a infestação e desinfestação dos percevejos sem a necessidade de manipular a maçã, bem como a retirada das gaiolas.

Os percevejos foram confinados junto às maçãs por cinco dias no estudo I e quatro dias no estudo II, sendo metade dos espécimes utilizados machos, e metade fêmeas, para que o efeito de possíveis diferenças quanto a capacidade de injúria entre sexos fosse anulado. A mortalidade e abscisão das estruturas eram checadas duas vezes ao dia, realizando-se a troca

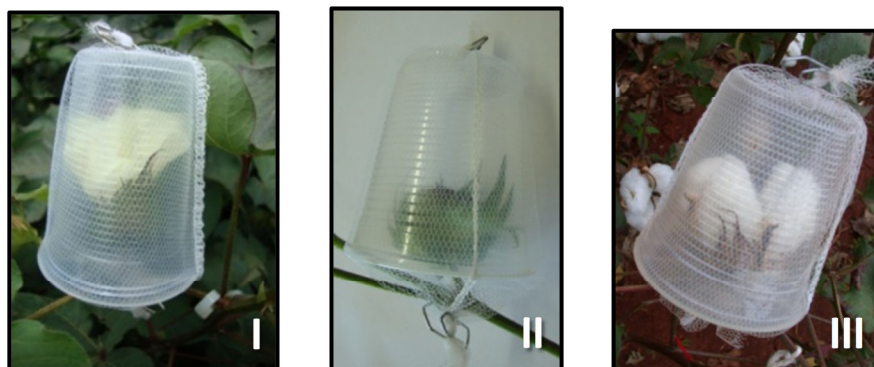


Figura 2. Gaiola utilizada para a infestação das maçãs de algodoeiro com *E. heros*, apresentando uma flor branca (I), maçã (II) e capulho (III). Dourados, MS, 2012.

dos espécimes mortos por outros vivos, considerando-se a maçã abscindida como parcela perdida.

2.6 Avaliação de ataque, injúrias e danos

Após o período de infestação, as maçãs avaliadas para sintomas de ataque e injúria foram retiradas das plantas juntamente com os percevejos e gaiolas. As maçãs que foram deixadas nas plantas para avaliação de sintomas de injúria e dano ao final do ciclo permaneceram engaioladas até o momento da retirada dos capulhos, protegendo as estruturas do ataque de outras pragas até a colheita.

Tanto as maçãs quanto os capulhos colhidos das plantas foram levados para o laboratório. Nas maçãs foi avaliado o número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo, o número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo e o número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã. Nos capulhos foi obtido o número de lóculos com fibras manchadas e o número de lóculos com fibras carimãs (Figura 3).

Apenas no estudo II, e para as maçãs que foram coletadas das plantas para avaliação de sintomas de injúrias e dano, a porcentagem de abscisão de estruturas através da contagem de frutos abscindidos ao longo e após o período de infestação foi obtida, uma vez que no estudo I não houve abscisão de maçãs.

O potencial de dano foi mensurado pela produção de algodão dos capulhos (caroço e pluma) oriundos das maçãs infestadas e não infestadas, pesando-se o algodão em caroço retirado de cada capulho, e após o beneficiamento, por meio de descaroçadora de rolo portátil, pesando-se a pluma. Adicionalmente, o algodão em pluma produzido pelos capulhos no estudo II foi analisado em equipamento *HVI – High Volume Instruments* (Premier ART 2™,

Premier Evolvics Pvt. Ltd., Coimbatore, India), obtendo-se os valores médios de índice *micronaire* e de amarelamento das fibras.

No estudo II, a quantidade de algodão produzido pelas maçãs localizadas no terço superior das plantas (6 DAA) não foi suficiente para análise em *HVI*, o que impossibilitou a análise de qualidade da fibra neste estudo, uma vez que a quantidade mínima de fibra requerida para essa análise não foi alcançada.

2.7 Análise estatística

Em ambos os estudos, os dados do número médio dos sintomas de ataque e injúrias por lóculo [número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo e número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo], maçã (número médio de lóculos com fibras imaturas manchadas) e capulho (número de lóculos com fibras carimãs e com fibras manchadas), foram analisados com os dados originais transformados em $\sqrt{x + 0.5}$. A análise da produção de algodão em caroço e pluma foi realizada com os dados originais não transformados, assim como a dos índices *micronaire* e de amarelamento para o estudo I.

Os dados de porcentagem de abscisão de maçãs obtidos no estudo II foram transformados em $\arcsen\left(\frac{\sqrt{P(\%)}}{100}\right)$ para fins de análise estatística. No entanto, para melhor visualização foram apresentados os resultados com os dados originais. Todas as transformações de dados foram utilizadas com o objetivo de normalização dos dados.

No estudo I, de maneira independente para cada variedade (Bt e não-Bt), empregou-se o teste t de Student ($P \leq 0,05$) para comparar os sintomas de ataque, injúrias e dano entre as maçãs (infestadas ou não), por meio do procedimento TTEST do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008).

No estudo II, as variáveis avaliadas foram analisadas seguindo um esquema bifatorial 3×3, também de maneira independente para cada variedade (Bt e não-Bt), em que as três idades de maçãs (6, 12 e 18 DAA), correspondiam à primeira fonte de variação [Maçã (M)] e as três condições de infestação (um adulto ou ninfa de 5º instar de *E. heros*, e controle – sem infestação), à segunda fonte de variação [Infestação (I)]. Para isso, empregou-se uma análise de variância ($P \leq 0,05$) dentro do modelo fatorial em questão, seguido de teste de comparação de médias de Tukey ($P \leq 0,05$) para as fontes de variação significativas (M, I ou M vs. I), por meio do procedimento GLM do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008).

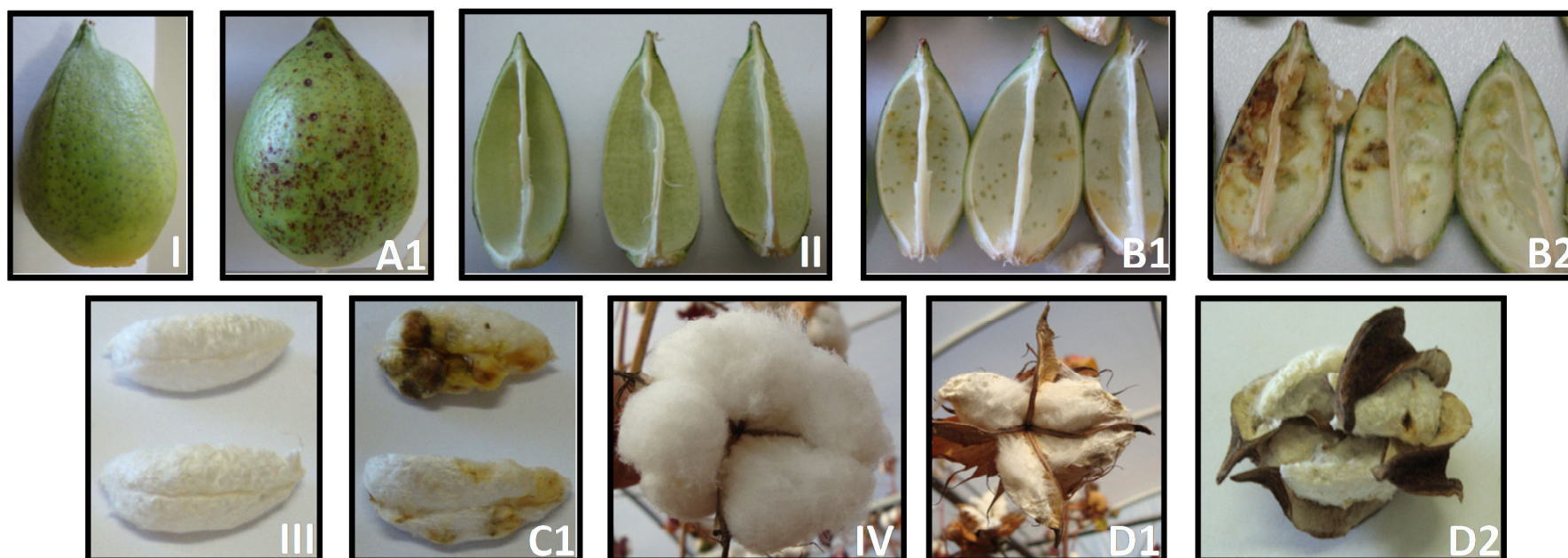


Figura 3. Sintomas de ataque e injúrias avaliados nas maçãs infestadas por *E. heros* e nos capulhos oriundos de maçãs infestadas: lóculos sem sinais externos (pintas) sobre o exocarpo (I) e com sinais (A1), lóculos sem sinais de puncturas sobre o mesocarpo (II) e com sinais (B1), lóculos apresentando calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo (B2), fibras imaturas sem injúrias (III) e manchadas (C1), capulho sem sinais de injúria (IV), e com lóculos carimãs e fibras manchadas (D1 e D2). Dourados, MS, 2012.

3 RESULTADOS

3.1 Adulto de *E. heros* vs. maçãs de diâmetro médio

3.1.1 Sintomas de ataque e injúrias

Para ambas as maçãs de diâmetro médio (25 mm) das variedades estudadas (Bt e não-Bt), o número de puncturas internas (Bt: $t=5,36$; g.l.=19; $p<0,01$ / não-Bt: $t=4,45$; g.l.=19,1; $p<0,01$) e calos celulares (“verrugas”) (Bt: $t=4,17$; g.l.=26,7; $p<0,01$ / não-Bt: $t=3,51$; g.l.=19; $p<0,01$) sobre o mesocarpo dos lóculos, e o número de lóculos com fibras imaturas manchadas das maçãs (Bt: $t=4,59$; g.l.=27,2; $p<0,01$ / não-Bt: $t=4,61$; g.l.=19; $p<0,01$), foram estatisticamente maiores nas maçãs infestadas do que nas não infestadas, evidenciando o ataque e injúria do percevejo sobre os frutos, independente da variedade testada (Tabela 1).

Tabela 1. Número médio ($\pm$ erro padrão) de sintomas de ataque e injúria de adulto de *Euschistus heros* em maçãs ($\approx 2,5$ cm de diâmetro) de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt (n=20). Safra 2008/2009. Dourados, MS.

Sintomas ⁽¹⁾	Maçã Bt		Maçã não-Bt	
	Infestada	Controle	Infestada	Controle
PE	$0,97 \pm 0,12^{ns}$	$0,77 \pm 0,05$	$1,07 \pm 0,12^*$	$0,80 \pm 0,05$
PI	$3,98 \pm 0,61^*$	$0,70 \pm 0,00$	$3,14 \pm 0,54^*$	$0,73 \pm 0,03$
CC	$1,82 \pm 0,21^*$	$0,84 \pm 0,10$	$1,80 \pm 0,31^*$	$0,70 \pm 0,00$
LFIM	$1,38 \pm 0,11^*$	$0,80 \pm 0,05$	$1,21 \pm 0,11^*$	$0,70 \pm 0,00$

⁽¹⁾PE=número de marcas (pintas) escuras no mesocarpo por lóculo, PI=número de sinais de puncturas no endocarpo por lóculo, CC=número de calos celulares (“verrugas”) no endocarpo por lóculo e LFIM=número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de ($x+0,5$). ^{ns}Indica que as médias dos tratamentos, para cada genótipo, não se diferenciam estatisticamente pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$). *Indica que as médias dos tratamentos, para cada genótipo, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

Particularmente, o número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo não apresentou diferença significativa entre maçãs infestadas ou não da variedade Bt ($t=1,43$; g.l.=24,7; $p=0,16$), porém, maçãs infestadas da variedade não-Bt apresentaram número estatisticamente maior de sinais externos sobre o exocarpo do que nas maçãs não-infestadas ($t=2,05$; g.l.=26,1; $p=0,05$).

Da mesma maneira, a avaliação de injúrias em capulhos oriundos de maçãs Bt e não-Bt infestadas resultou em número médio de lóculos carimãs e com fibras maduras manchadas, estatisticamente maiores do que aqueles oriundos de maçãs não-infestadas

Tabela 2. Número médio ($\pm$ erro padrão) de sintomas de injúria de adulto de *Euschistus heros* em capulhos de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt oriundos de maçãs ($\approx 2,5$ cm de diâmetro) infestadas e não infestadas (n=16). Safra 2008/2009. Dourados, MS.

Sintomas ⁽¹⁾	Capulho Bt		Capulho não-Bt	
	Maçã infestada	Controle	Maçã infestada	Controle
LC	1,22 $\pm$ 0,13*	0,73 $\pm$ 0,03	1,46 $\pm$ 0,14*	0,79 $\pm$ 0,06
LFMM	1,52 $\pm$ 0,16*	0,82 $\pm$ 0,09	1,70 $\pm$ 0,12*	1,08 $\pm$ 0,11

⁽¹⁾LC=número de lóculos “carimãs” por capulho e LFMM=número de lóculos com fibras maduras manchadas por capulho. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de ($x+0,5$).
*Indica que as médias dos tratamentos, para cada genótipo, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

em ambas as variedades estudadas (Bt: $t=3,69$; g.l.=16,9; $p < 0,01$ / não-Bt: $t=4,37$; g.l.=20,6; $p < 0,01$) (Tabela 2).

3.1.2 Produtividade das maçãs e qualidade da fibra

A produção de algodão em caroço e pluma foi significativamente em ambas as variedades quando infestadas por um adulto de *E. heros* (Figura 4). Na variedade Bt, a redução da produção de algodão em caroço foi de 17% ($t=3,01$; g.l.=24,5; $p < 0,01$), enquanto que na variedade não-Bt foi de 24% ($t=2,70$; g.l.=29,3; $p = 0,01$). Já a redução da produção de algodão em pluma foi em média de 31% nas maçãs infestadas de ambas as variedades (Bt: $t=3,42$; g.l.=29,6; $p < 0,01$ / não-Bt: $t=3,42$; g.l.= 29,6; $p < 0,01$).

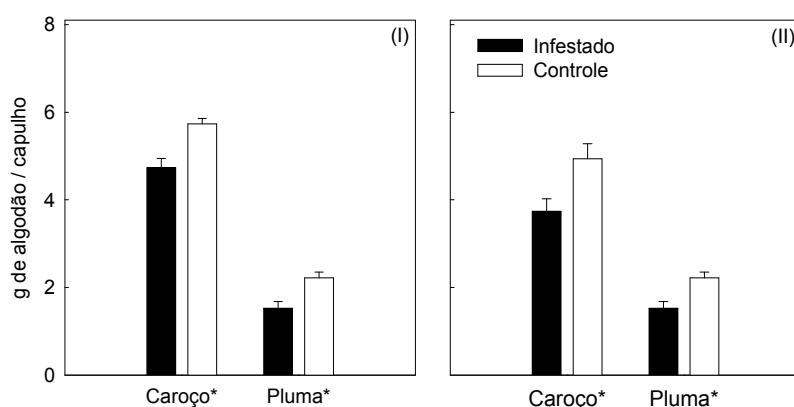


Figura 4. Produção de algodão em caroço e pluma de maçãs ($\approx 2,5$ cm de diâmetro) de variedade de algodoeiro Bt (I) e não-Bt (II) infestadas com um adulto de *Euschistus heros* (n=16). Safra 2008/2009. Dourados, MS. *Indica que as médias ($\pm$ EP) dos tratamentos, para cada parâmetro de produção, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

A infestação por um adulto de *E. heros* apresentou redução significativa no índice *micronaire* da fibra de algodão produzida por ambas as maçãs. Apenas maçãs da

variedade Bt apresentaram aumento significativo do grau de amarelamento das fibras (Figura 5). A redução do índice *micronaire* foi de 12% em fibras oriundas de maçãs Bt que sofreram infestação ($t=10,72$; g.l.=15,9; $p<0,01$) e de 5% em fibras oriundas de maçãs não-Bt infestadas ($t=6,5$; g.l.=14,7; $p<0,01$). O aumento do grau de amarelamento das fibras de algodão Bt das maçãs que foram infestadas foi de 11% ($t=3,27$; g.l.=19,4; $p<0,01$), e de 4% nas fibras das maçãs de algodão não-Bt infestadas ($t=1,74$; g.l.=24,3; $p=0,09$).

3.1.3 Correlação entre sintomas de injúrias e produção de algodão

A análise de correlação entre os sintomas de ataque e injúrias apresentou significância para todas as comparações obtidas pela matriz de correlação, em ambas as variedades estudadas (Tabela 3). A correlação entre o número de puncturas internas e calos celulares sobre o mesocarpo e de lóculos com fibras imaturas manchadas manteve-se entre 0,70 e 0,89 em ambas as variedades, apresentando forte correlação positiva entre si.

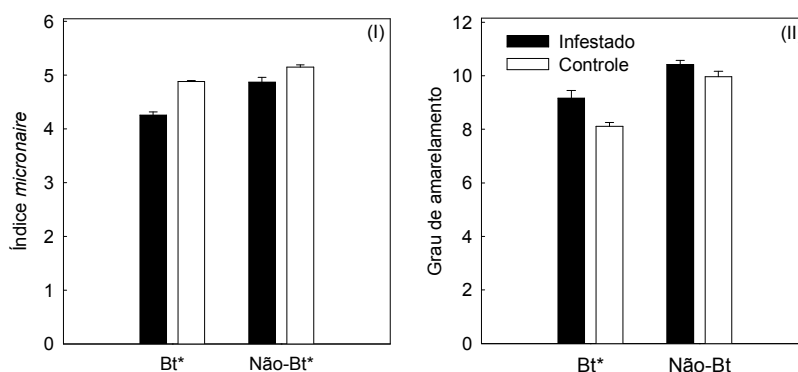


Figura 5. Índice *micronaire* (I) e grau de amarelamento (II) de fibras oriundas de maçãs ($\approx 2,5$ cm de diâmetro) de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt infestadas com um adulto de *Euschistus heros* ($n=16$). Safra 2008/2009. Dourados, MS. *Indica que as médias ($\pm$ EP) dos tratamentos, para cada variedade, são estatisticamente diferentes pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

De maneira contrária, a correlação entre o número de sinais externos (pintas) com os demais sintomas de injúrias avaliados internamente nas maçãs manteve-se entre 0,20 e 0,69, apresentando correlação positiva, variando de fraca a moderada, tanto em maçãs Bt quanto em não-Bt.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre sintomas de ataque e injúria de adulto de *Euschistus heros* em maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt (n=40). Safra 2008/2009. Dourados, MS.

Maçã Bt			
Sintomas ⁽¹⁾	Coeficiente de correlação (r) ⁽²⁾		
	PE	PI	CC
PI	0,426**	-	-
CC	0,451**	0,763**	-
LFIM	0,348*	0,729**	0,707**
Maçã não-Bt			
Sintomas	Coeficiente de correlação (r)		
	PE	PI	CC
PI	0,554**	-	-
CC	0,593**	0,758**	-
LFIM	0,604**	0,899**	0,740**

⁽¹⁾PE=número de marcas (pintas) escuras no mesocarpo por lóculo, PI=número de sinais de puncturas no endocarpo por lóculo, CC=número de calos celulares (“verrugas”) no endocarpo por lóculo e LFIM=número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã. ⁽²⁾Coeficiente de correlação obtido com os dados originais de maçãs infestadas e controle transformados em raiz quadrada de (x + 0,05). *Correlação significativa (P≤0,05). **Correlação significativa (P≤0,01).

Quando a correlação entre os sintomas de injúrias em capulhos (número médio de lóculos carimãs e com fibras maduras manchadas) tanto de variedades Bt quanto de não-Bt, foram analisados entre si, níveis significativos de correlação positiva foram observados. De maneira contrária, quando a análise de correlação foi realizada entre a produção de algodão em caroço e pluma e os sintomas de injúrias em capulhos, níveis significativos de correlação negativa foram observados (Tabela 4).

Não foi detectada correlação significativa entre o número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo e a produção de algodão em caroço e pluma em ambas as variedades. Particularmente para a variedade Bt, a correlação entre sinais externos sobre o exocarpo e o número de lóculos carimãs foi significativa e moderada, e para o número de lóculos com fibras maduras manchadas, a correlação não foi significativa. O contrário foi obtido para a variedade não-Bt.

A correlação entre a produção de algodão em caroço e pluma com sintomas de injúrias avaliados em capulhos Bt e não-Bt variou de -0,40 a -0,80, podendo ser considerada de forte a moderada.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre o peso de algodão em caroço e pluma e sintomas de ataque e injúria de adulto de *Euschistus heros* em maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt (n=32). Safra 2008/2009. Dourados, MS.

Maçã Bt				
Parâmetros ⁽¹⁾	Coeficiente de correlação (r) ⁽²⁾			
	PAC	PAP	PE	LC
PAP	0,926**			
PE	-0,246 ^{ns}	-0,293 ^{ns}		
LC	-0,654**	-0,815**	0,423*	
LFMM	-0,412*	-0,618**	0,288 ^{ns}	0,686**
Maçã não-Bt				
Parâmetros	Coeficiente de correlação (r)			
	PAC	PAP	PE	LC
PAP	0,948**			
PE	-0,128 ^{ns}	-0,250 ^{ns}		
LC	-0,718**	-0,827**	0,283 ^{ns}	
LFMM	-0,488**	-0,624**	0,475**	0,659**

⁽¹⁾PAP=produção de algodão em pluma (g) por capulho, PAC=produção de algodão em caroço (g) por capulho, LC=número de lóculos “carimãs” por capulho e LFMM=número de lóculos com fibras maduras manchadas por capulho. ⁽²⁾Coeficiente de correlação obtido com os dados originais de maçãs infestadas e controle transformados em raiz quadrada de (x + 0,05). ^{ns}Correlação não significativa (P≤0,05). *Correlação significativa (P≤0,05). **Correlação significativa (P≤0,01).

3.2 Adulto e ninfa de *E. heros* vs. maçãs de idades diferentes

3.2. 1 Sintomas de ataque e injúrias

A análise de variância bifatorial (3×3) realizada para as fontes de variação estudadas [idade de maçã (M), tipo de infestação (I) e interação M vs. I], de forma independente para cada variedade (Bt e não-Bt), resultou em diferenças que variaram quanto o nível de significância do teste F, dependendo do sintoma de ataque ou injúria avaliado (Tabela 5).

O número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo, bem como a porcentagem de abscisão de maçãs se diferenciou entre as maçãs de diferentes idades (M) (6, 12 e 18 DAA – dias após a antese), independente da variedade.

A fonte de variação tipo de infestação (I) (um adulto ou ninfa de 5º instar de *E. heros*, e sem infestação), apresentou diferença estatística significativa entre seus níveis para o número de lóculos com fibras imaturas manchadas e o número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo, em ambas as variedades. Contudo, o número de sinais externos no exocarpo e a porcentagem de abscisão de

Tabela 5. Significância do teste F da análise de variância das fontes de variação estudadas, em função de sintomas de ataque e injúria causados por *Euschistus heros*, em maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt com diferentes idades (n=8). Safra 2009/2010. Dourados, MS.

Parâmetro ⁽¹⁾ e Fontes de variação ⁽²⁾	Maçã					
	Bt (g.l. do erro=55)			Não-Bt (g.l. do erro=54)		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P
Puncturas externas (PE)						
Maçãs (M)	2	1,45	0,24	2	1,41	0,25
Infestação (I)	2	1,99	0,14	2	4,06	0,02
M vs. I	4	0,02	0,99	4	0,23	0,91
CV(%) ⁽³⁾		67,93			56,23	
Puncturas internas (PI)						
Maçãs (M)	2	3,84	0,02	2	6,62	<0,01
Infestação (I)	2	22,50	<0,01	2	33,09	<0,01
M vs. I	4	1,20	0,32	4	1,47	0,22
CV(%)		54,65			35,96	
Calos celulares (CC)						
Maçãs (M)	2	6,83	<0,01	2	3,28	0,04
Infestação (I)	2	20,49	<0,01	2	5,92	<0,01
M vs. I	4	2,48	0,05	4	2,81	0,03
CV(%)		28,91			39,42	
Fibras manchadas (LFIM)						
Maçãs (M)	2	1,16	0,32	2	2,00	0,14
Infestação (I)	2	18,11	<0,01	2	4,99	0,01
M vs. I	4	0,33	0,85	4	1,63	0,18
CV(%)		36,94			44,50	
Abscisão de maçãs (ABSC)						
Maçãs (M)	2	6,84	<0,01	2	29,84	<0,01
Infestação (I)	2	1,11	0,33	2	14,37	<0,01
M vs. I	4	0,64	0,63	4	14,37	<0,01
CV(%)		265,92			155,32	

⁽¹⁾PE=número de marcas (pintas) escuras no mesocarpo por lóculo, PI=número de sinais de puncturas no endocarpo por lóculo, CC=número de calos celulares (“verrugas”) no endocarpo por lóculo, LFIM=número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã e ABSC=% de abscisão de maçãs.

⁽²⁾Maçã: 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA); Infestação: adulto de *E. heros*, ninfa de 5º instar de *E. heros* e controle (sem infestação). ⁽³⁾Coefficiente de variação (%). Análises realizadas com os dados originais transformados em raiz de (x+0,5), à exceção da porcentagem de abscisão de maçãs (ABSC), onde os dados foram transformados em arcsen de [raiz(x/100)].

maçãs apresentaram diferença estatística entre os níveis de infestação somente para maçãs da variedade não-Bt.

Quando a análise foi realizada para a interação da infestação de adultos ou ninfas sobre as maçãs com diferentes idades, foi detectada diferença estatística significativa para o número de calos celulares sobre o mesocarpo entre os

tratamentos resultantes da interação, para ambas as variedades. Particularmente, esta interação apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos para a porcentagem de abscisão de maçãs, apenas para a variedade não-Bt.

3.2.2 Injúrias em capulhos e perdas na produção

Da mesma maneira como detectado para os sintomas de ataque e injúrias em maçãs, os sintomas de injúrias avaliados em capulhos oriundos de maçãs infestadas, bem como a produção de algodão e pluma dessas estruturas, variaram quanto ao nível de significância observados pelas diferentes fontes de variação estudadas (M, I ou M vs. I) (Tabela 6).

Tabela 6. Significância do teste F da análise de variância das fontes de variação estudadas, em função de sintomas de injúria causados por *Euschistus heros* em capulhos oriundos de maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt com diferentes idades, e do potencial produtivo dos capulhos (n=8). Safra 2009/2010. Dourados, MS.

Parâmetro ⁽¹⁾ e Fontes de variação ⁽²⁾	Maçã					
	Bt (g.l. do erro=62)			Não-Bt (g.l. do erro=63)		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P
Lóculos “carimãs” (LC)						
Maçãs (M)	2	9,83	<0,01	2	7,32	<0,01
Infestação (I)	2	6,68	<0,01	2	1,68	0,19
M vs. I	4	1,72	0,16	4	4,56	<0,01
CV(%)		39,57			38,72	
Fibras manchadas (LFMM)						
Maçãs (M)	2	0,97	0,38	2	4,45	0,01
Infestação (I)	2	18,97	<0,01	2	5,63	<0,01
M vs. I	4	0,19	0,94	4	0,74	0,56
CV(%)		30,96			23,62	
Algodão caroço (PAC)						
Maçãs (M)	2	42,84	<0,01	2	21,72	<0,01
Infestação (I)	2	9,46	<0,01	2	3,93	0,02
M vs. I	4	1,32	0,27	4	1,00	0,41
CV(%)		47,03			53,30	
Algodão pluma (PAP)						
Maçãs (M)	2	24,95	<0,01	2	9,81	<0,01
Infestação (I)	2	10,23	<0,01	2	4,39	0,01
M vs. I	4	1,45	0,22	4	1,08	0,37
CV(%)		53,07			61,39	

⁽¹⁾LC=número de lóculos “carimãs” por capulho, LFMM=número de lóculos com fibras maduras manchadas por capulho, PAC=produção de algodão em caroço (g) por capulho e PAP=produção de algodão em pluma (g) por capulho. ⁽²⁾Maçã: 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA); Infestação: adulto de *E. heros*, ninfa de 5º instar de *E. heros* e controle (sem infestação). ⁽³⁾Coefficiente de variação (%). Análises realizadas com os dados originais transformados em raiz de (x+0,5), à exceção da produção de algodão em caroço e pluma, onde os dados não foram transformados.

Maças com idades diferentes (M) de ambas as variedades (Bt e não-Bt) apresentaram diferença quanto ao número de lóculos carimãs e a produção de algodão em caroço e pluma. No entanto, o número de lóculos com fibras maduras manchadas apresentaram diferenças entre os tipos de maçãs, apenas para a variedade não-Bt.

Em ambas as variedades, para o número de lóculos com fibras imaturas manchadas e para a produção de algodão em caroço e pluma, a infestação por adultos, ninfas e o controle (sem infestação) – níveis de (I) – apresentaram alguma diferença entre si. O número de lóculos carimãs apresentou diferença estatística significativa entre os níveis de (I), apenas para a variedade Bt.

A interação M vs. I apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos apenas para número de lóculos carimãs da variedade não-Bt.

3.2.3 Influência do tamanho de maçãs sobre a suscetibilidade ao ataque de *E. heros*

O número puncturas internas sobre o mesocarpo dos lóculos das maçãs aumentou progressivamente conforme a idade das maçãs, demonstrando maior quantidade de ataques ou picadas de prova em maçãs mais velhas (Figura 6–I). De maneira geral, maçãs de ambas as variedades com 18 DAA apresentaram número de sinais de puncturas internas estatisticamente maiores do que os observados em maçãs com 6 DAA. Maças com 12 DAA apresentaram número de puncturas internas estatisticamente iguais do obtido em maçãs com 6 e 18 DAA na variedade Bt, mas apresentaram valores significativamente menores do obtido em maçãs com 18 DAA na variedade não-Bt.

O número de calos celulares (“verrugas”) observado sobre o mesocarpo das maçãs da variedade Bt com 12 DAA foi estatisticamente maior em relação ao obtido em maçãs com 6 e 18 DAA. Já na variedade não-Bt, o número de calos celulares foi estatisticamente maior em maçãs com 12 DAA, apenas em relação às maçãs com 6 DAA (Figura 6–II).

Para ambas as variedades, o número de lóculos carimãs foi estatisticamente maior em capulhos oriundos de maçãs infestadas aos 12 DAA, quando comparado às maçãs infestadas aos 18 DAA (Figura 7–I). Particularmente para a variedade Bt, o número de capulhos procedentes de maçãs infestadas aos 6 DAA não foi diferente estatisticamente daquele obtido em capulhos oriundos de maçãs infestadas aos 12 e 18

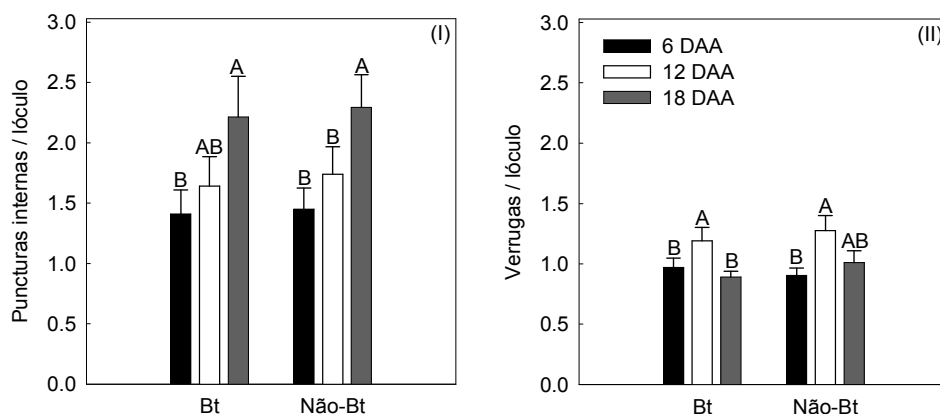


Figura 6. Sintomas de ataque de *Euschistus heros* [I=sinais de puncturas no endocarpo e II=calos celulares (“verrugas”) no endocarpo], em maçãs de algodoeiro de variedade Bt e não-Bt, infestadas aos 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA) (n=16). Safra 2009/2010. Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

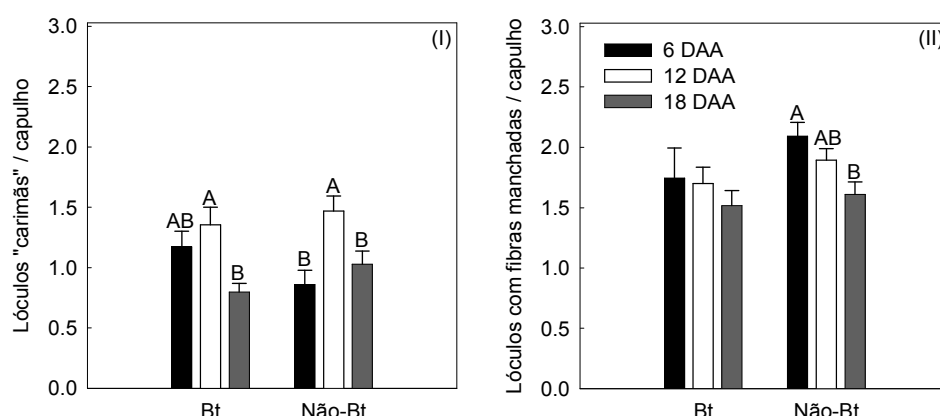


Figura 7. Sintomas de injúrias de *Euschistus heros* em capulhos [I=número de lóculos “carimãs” por capulho e II=número de lóculos com fibras maduras manchadas por capulho], oriundos de maçãs de algodoeiro de variedade Bt e não-Bt infestadas aos 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA) (n=16). Safra 2009/2010. Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Médias, para cada variedade, que não são acompanhadas por letras, não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($P \leq 0,05$).

DAA. Já para a variedade não-Bt, as respostas obtidas em capulhos oriundos de maçãs infestadas aos 6 e 18 DAA não apresentaram diferença estatística significativa entre si.

Apesar das respostas observadas apresentarem semelhança em ambas as variedades estudadas, o número de lóculos com fibras maduras manchadas apresentou diferença estatística entre os diferentes tamanhos de maçãs apenas para a variedade não-

Bt (Figura 7–II). Para esse parâmetro de injúria, um número estatisticamente maior de lóculos não-Bt com fibras maduras manchadas foi obtido em capulhos oriundos de maçãs infestadas aos 6 DAA quando comparado ao obtido em capulhos oriundos de maçãs infestadas aos 18 DAA. Já para os capulhos provenientes de maçãs infestadas aos 12 DAA, as médias foram estatisticamente semelhantes ao obtido em capulhos oriundos de maçãs infestadas aos 6 e 18 DAA.

3.2.4 Efeito do ataque de adulto e ninfa de *E. heros*

Analisando os diferentes tipos de infestação (um adulto, ninfa de 5º instar de *E. heros* e sem infestação) em relação à testemunha, observou-se que maçãs da variedade não-Bt que sofreram infestação de adultos ou ninfas apresentaram maior número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo, quando comparados à testemunha (Figura 8–I). O mesmo não foi detectado para maçãs da variedade Bt, não sendo observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

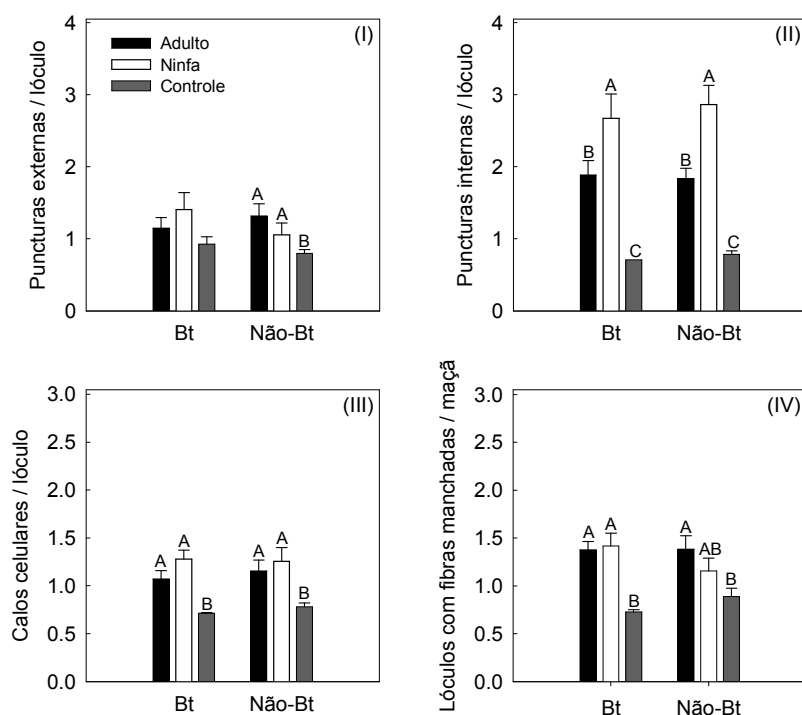


Figura 8. Sintomas de ataque e injúria de adulto e ninfa de 5º instar de *Euschistus heros* [I=marcas (pintas) escuras no mesocarpo, II=sinais de puncturas no endocarpo, III=calos celulares (“verrugas”) no endocarpo e IV=lóculos com fibras imaturas manchadas], em maçãs de algodoeiro de variedade Bt e não-Bt (n=16). Safra 2009/2010. Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de ($x+0,5$). Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Médias, para cada variedade, que não são acompanhadas por letras, não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($P \leq 0,05$).

O número de puncturas internas sobre o mesocarpo foi estatisticamente maior em maçãs infestadas por ninfas, quando comparado ao obtido pela infestação com adultos e pela testemunha, em ambas as variedades (Figura 8–II). Contudo, a infestação por adultos ainda resultou em número de puncturas internas estatisticamente maior do que o obtido na testemunha.

O número de calos celulares observado em maçãs infestadas por ninfas e adultos não apresentou diferença estatística entre si. No entanto, com ambas as condições de infestação, em ambas as variedades, verificou-se médias estatisticamente maiores do que o observado na testemunha (Figura 8–III).

A mesma resposta foi obtida para o número de lóculos com fibras imaturas manchadas na variedade Bt, em que maiores valores foram obtidos nas duas condições de infestação, porém não se diferenciando estatisticamente entre si, embora apresentando médias estatisticamente maiores do que o obtido na testemunha (Figura 8–IV). Para a variedade não-Bt, o número de lóculos com fibras imaturas manchadas de maçãs infestadas com ninfas, não apresentou diferença estatística significativa da testemunha.

Com relação às injúrias avaliadas ao final do ciclo das plantas, um número estatisticamente maior de lóculos carimãs foi observado em capulhos da variedade não-Bt oriundos de maçãs infestadas, quando comparados à testemunha, embora não se diferenciasssem estatisticamente entre si (Figura 9–I).

De maneira contrária, para a variedade Bt, apenas o número de lóculos carimãs observados em capulhos oriundos de maçãs infestadas com adultos é que se diferenciou da testemunha, e das maçãs infestadas com ninfas. Analisando o número de lóculos com fibras maduras manchadas, observou-se que em ambas as variedades, as maçãs que sofreram infestação tanto por adultos quanto por ninfas, apresentaram valores estatisticamente maiores do que o obtido na testemunha (Figura 9–II).

3.2.5 Efeito do ataque de adulto e ninfa de *E. heros* sobre abscisão de maçãs

A abscisão de estruturas após a infestação pelos percevejos (adulto e ninfa de 5º instar de *E. heros*) foi estatisticamente maior em maçãs com 6 DAA em ambas as variedades (29% em Bt e 37% em não-Bt) (Figura 10–I). Apesar de ter sido observado 4% de abscisão de maçãs com 12 DAA na variedade Bt, esse valor não se diferenciou estatisticamente do observado para maçãs com 18 DAA em que não houve abscisão. Já na variedade não-Bt, maçãs com 12 e 18 DAA não sofreram queda.

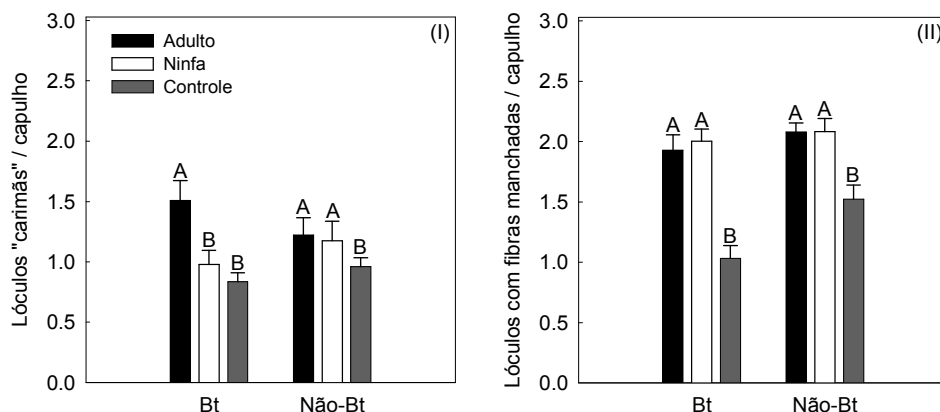


Figura 9. Sintomas de injúria de adultos e ninfas de 5º instar de *Euschistus heros* [I=número de lóculos "carimãs" por capulho e II=número de lóculos com fibras maduras manchadas por capulho], em capulhos de algodoeiro de variedade Bt e não-Bt oriundos de maçãs infestadas (n=16). Safra 2009/2010. Dourados, MS. Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de ($x+0,5$). Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

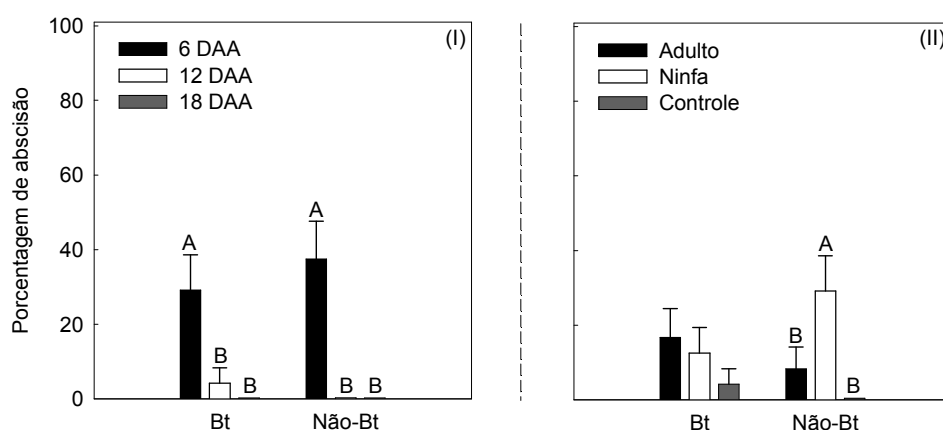


Figura 10. Abscisão de maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt pelo ataque de *Euschistus heros*, em função da idade da maçã (I) [6, 12 e 18 dias após a antese (DAA)] e do estágio de desenvolvimento do percevejo (II) (adulto e ninfa de 5º instar) (n=16). Análise realizada com dados transformados em arcsen de [$\text{raiz}(x/100)$], porém sendo apresentado médias obtidas com os dados originais. Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Médias, para cada variedade, que não são acompanhadas por letras, não apresentaram diferença estatística significativa na análise de variância ($P \leq 0,05$).

Considerando a infestação com *E. heros* em diferentes fases de desenvolvimento, a diferença de abscisão de maçãs foi observada apenas para a variedade não-Bt, em que 29% das maçãs atacadas por ninfas foram abscindidas, resultando em valor estatisticamente maior do que o observado em maçãs atacadas por adultos (8%), que por sua vez não se diferenciou estatisticamente da testemunha (Figura 10–II).

3.2.6 Produção de maçãs em função do ataque de adulto e ninfa de *E. heros*

A produção de algodão em caroço e pluma de capulhos oriundos de maçãs Bt e não-Bt infestadas aos 18 DAA foi estatisticamente maior do que o produzido pelas maçãs infestadas aos 6 DAA e 12 DAA, que por sua vez foram estatisticamente diferentes entre si, com o menor valor sendo observado em capulhos provenientes de maçãs infestadas aos 6 DAA (Figura 11–I).

O mesmo padrão de resposta foi observado para a produção de algodão em caroço para a variedade não-Bt, no entanto, com os valores de produção de algodão em pluma obtidos para capulhos procedentes de maçãs infestadas aos 12 e 18 DAA, não se diferenciando estatisticamente entre si, e sendo estatisticamente maiores do que o obtido em capulhos provenientes de maçãs infestadas aos 6 DAA (Figura 11–II).

Tanto a infestação por um adulto quanto por uma ninfa de 5^o ínstar de *E. heros* resultou em valores de produção de algodão em caroço e pluma na variedade Bt, estatisticamente iguais entre si e menores do que o observado na testemunha (Figura 11–III). A redução de produção de algodão em caroço foi de 44 e 27%, respectivamente quando as maçãs foram infestadas por um adulto ou ninfa de *E. heros*, assim como a produção de algodão em pluma foi reduzida 50 e 32%.

Na variedade não-Bt, a produção de algodão em caroço e pluma de capulhos oriundos de maçãs infestadas com ninfas foi estatisticamente menor do que o observado na testemunha, porém estatisticamente igual da obtida de capulhos oriundos de maçãs infestadas com adultos, apresentando redução de 33 e 41%, respectivamente, para a produção de algodão em caroço e pluma (Figura 11–IV). Nesta mesma variedade, a produção obtida por capulhos oriundos de maçãs infestadas por adultos não se diferenciou da testemunha.

3.2.7 Injúrias e danos de *E. heros* (adulto e ninfa) em maçãs de diferentes idades

3.2.7.1 Calos celulares (“verrugas”)

A análise do desdobramento das médias dos tratamentos da interação M vs. I que apresentaram significância pelo teste F revelou que maçãs da variedade Bt infestadas por ninfas aos 6 DAA apresentaram número de calos celulares no mesocarpo estatisticamente maior do que obtido em maçãs infestadas por adultos, que por sua vez não se diferiram da testemunha, em que não se observaram calos celulares (Tabela 7).

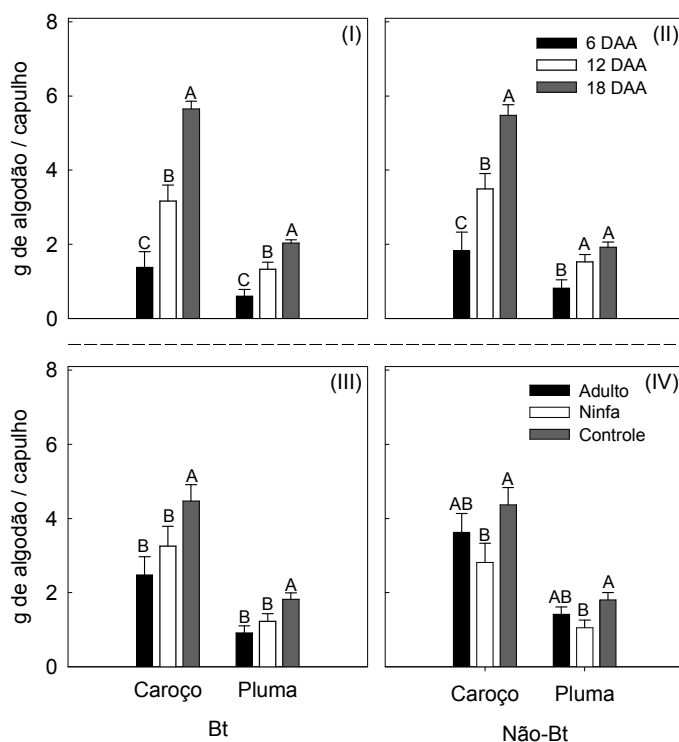


Figura 11. Produção de algodão em caroço e pluma de maçãs atacadas por *Euschistus heros*, em função da idade da maçã (I e II) [6, 12 e 18 dias após a antese (DAA)] e do estágio de desenvolvimento do percevejo (III e IV) (adulto e ninfa de 5º instar) (n=16). Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. Médias acompanhadas por letras iguais, para cada variedade, não se diferenciam pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 7. Número médio de calos celulares (“verrugas”) ($\pm$ erro padrão) no endocarpo de maçãs de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt infestadas aos 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA), com um adulto ou ninfa de 5º instar de *Euschistus heros* (n=8). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Infestação	Maçã Bt		
	6 DAA	12 DAA	18 DAA
Adulto	0,89 $\pm$ 0,08ABa	1,40 $\pm$ 0,15Aa	0,92 $\pm$ 0,05Aa
Ninfa	1,31 $\pm$ 0,13Aab	1,49 $\pm$ 0,18Aa	1,02 $\pm$ 0,10Ab
Controle	0,70 $\pm$ 0,00Ba	0,70 $\pm$ 0,00Ba	0,72 $\pm$ 0,01Aa
Infestação	Maçã Não-Bt		
	6 DAA	12 DAA	18 DAA
Adulto	1,00 $\pm$ 0,11Aa	1,35 $\pm$ 0,11ABa	1,09 $\pm$ 0,24Aa
Ninfa	1,00 $\pm$ 0,00Ab	1,76 $\pm$ 0,18Aa	1,00 $\pm$ 0,14Ab
Controle	0,70 $\pm$ 0,00Aa	0,70 $\pm$ 0,00Ba	0,93 $\pm$ 0,09Aa

¹Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de $(x+0,5)$. ²Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$); médias seguidas por letras minúsculas iguais, na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Maçãs com 12 DAA infestadas tanto por adultos quanto por ninfas não apresentaram diferença estatística entre si. No entanto, apresentaram número de calos

celulares estatisticamente maiores do que o obtido na testemunha. Já maçãs com 18 DAA infestadas por adultos e ninfas apresentaram médias estatisticamente iguais quanto ao número de calos celulares incidentes após a infestação.

Apenas a infestação por ninfas é que foi capaz de promover número de verrugas estatisticamente maior em maçãs com 12 DAA em relação ao observado em maçãs com 6 e 18 DAA, que por sua vez, não se diferiram estatisticamente entre si. Nas demais condições de infestação, o número de verrugas foi estatisticamente igual entre si.

Já a avaliação de calos celulares avaliados nos tratamentos oriundos da interação M vs. I em maçãs não-Bt, revelou que apenas maçãs infestadas por ninfas aos 12 DAA apresentaram número médio de verrugas estatisticamente maior do que o observado na testemunha, no entanto, não se diferenciando do observado em maçãs infestadas por adultos, que por sua vez foi estatisticamente igual ao obtido no controle. Particularmente, a infestação por ninfas resultou em maior número de calos celulares em maçãs infestadas aos 12 DAA, semelhante ao observado para a variedade Bt.

3.2.7.2 Lóculos carimãs

Com relação ao número de lóculos carimãs observados em capulhos não-Bt oriundos dos tratamentos da interação M vs. I, apenas aqueles provenientes de maçãs infestadas aos 12 DAA com adultos e ninfas é que apresentaram maior número de lóculos carimãs em relação à testemunha (Tabela 8). O ataque de ninfas ainda resultou em maior número de lóculos carimãs em maçãs infestadas aos 12 DAA quando comparados às maçãs infestadas aos 6 e 18 DAA.

Analisando a infestação por adultos isoladamente, o número de lóculos carimãs observados em maçãs infestadas aos 12 DAA foi estatisticamente maior apenas em relação às maçãs infestadas aos 6 DAA, uma vez que estruturas infestadas aos 18 DAA apresentaram número de lóculos carimãs estatisticamente iguais aos obtidos em maçãs infestadas aos 6 e 12 DAA.

Tabela 8. Número médio de lóculos “carimãs” ($\pm$ erro padrão) em capulhos de variedade de algodoeiro Bt e não-Bt oriundos de maçãs infestadas aos 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA), com um adulto ou ninfa de 5º instar de *Euschistus heros* (n=8). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Infestação	Maçã Não-Bt		
	6 DAA	12 DAA	18 DAA
Adulto	0,70 $\pm$ 0,00Ab	1,73 $\pm$ 0,19Aa	1,23 $\pm$ 0,22Aab
Ninfa	0,70 $\pm$ 0,00Ab	1,83 $\pm$ 0,14Aa	0,97 $\pm$ 0,20Ab
Controle	1,16 $\pm$ 0,19Aa	0,83 $\pm$ 0,08Ba	0,88 $\pm$ 0,11Aa

¹Médias ($\pm$ EP) obtidas com os dados originais transformados em raiz de (x+0,5). ²Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$); médias seguidas por letras minúsculas iguais, na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3.2.7.3 Abscisão de maçãs

Maçãs da variedade não-Bt infestadas aos 12 e 18 DAA tanto por ninfas quanto por adultos não sofreram abscisão, ao contrário do observado para maçãs infestadas aos 6 DAA (Tabela 9). Apesar disso, a porcentagem de abscisão de maçãs infestadas por adultos (25%), não se diferenciou estatisticamente da testemunha (0%), assim como das maçãs infestadas aos 12 e 18 DAA. Particularmente, a infestação por ninfas ocasionou quase 90% de abscisão de maçãs com 6 DAA.

Tabela 9. Abscisão média ($\pm$ erro padrão) de maçãs de variedade de algodoeiro não-Bt infestadas aos 6, 12 e 18 dias após a antese (DAA), com um adulto ou ninfa de 5º instar de *Euschistus heros* (n=8). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Infestação	Maçã Não-Bt		
	6 DAA	12 DAA	18 DAA
Adulto	25,00 $\pm$ 16,36Ba	0,00 $\pm$ 0,00Aa	0,00 $\pm$ 0,00Aa
Ninfa	87,50 $\pm$ 12,50Aa	0,00 $\pm$ 0,00Ab	0,00 $\pm$ 0,00Ab
Controle	0,00 $\pm$ 0,00Ba	0,00 $\pm$ 0,00Aa	0,00 $\pm$ 0,00Aa

¹Médias ($\pm$ EP) apresentadas, obtidas com os dados originais não transformados, porém análise estatística realizada com os dados transformados em arcsen de [raiz(x/100)]. ²Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$); médias seguidas por letras minúsculas iguais, na linha, não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4 DISCUSSÃO

O período de confinamento (4–5 dias) dos percevejos junto às maçãs de ambas as variedades (Bt e não-Bt), permitiu a manifestação de sintomas de injúrias pelo ataque de *E. heros*, bem como a redução da produção e perdas na qualidade da fibra. Todos os sintomas observados foram típicos do ataque de percevejos pentatomídeos (WEENE & SHEETS, 1964; GREENE et al., 2001), especialmente aqueles manifestados no interior das maçãs (e.g. puncturas internas e “calos celulares”), que representam de maneira confiável, os sintomas de ataque desses insetos em algodoeiro (BUNDY et al., 2000).

Pouco se sabe sobre a causa do crescimento dos “calos celulares” (verrugas) no mesocarpo de maçãs de algodoeiro pelo ataque desses insetos. No entanto, a descoloração e/ou apodrecimento da fibra ocorre por ocasião de injúrias às sementes e/ou transmissão de fitopatógenos (ESQUIVEL et al., 2010; MEDRANO et al., 2011). As picadas de prova do inseto, até encontrarem a semente, possivelmente são registradas pelos sinais internos de puncturas, associando-se o crescimento dos “calos celulares” às picadas, dado à elevada correlação positiva encontrada entre esses dois parâmetros neste estudo. Em estudo conduzido por BUNDY et al. (2000) foi verificada correlação positiva entre o número de estiletes oriundos de picadas de prova e o número de calos celulares em maçãs atacadas por pentatomídeos-pragas [*N. viridula*, *Euschistus servus* (Say, 1832) e *Chinavia hilare* (Say, 1832)]. Possivelmente, as picadas de prova são responsáveis por desencadear alguma reação fisiológica do fruto ao ataque resultando no crescimento dos “calos celulares” (MEDRANO et al., 2011).

Em nosso estudo, o número de puncturas internas no mesocarpo apresentou valores maiores do que o número de puncturas externas. Esses resultados são semelhantes aos obtidos para o ataque de ninfas de 5º instar de *N. viridula* e adultos de *E. servus*, em que se observaram maior número de puncturas internas sobre o mesocarpo em relação ao número de puncturas externas sobre o epicarpo de maçãs que sofreram o ataque desses insetos (GREENE & HERZOG, 1999; WILLRICH et al., 2004a). Os sintomas internos de injúrias são indicadores mais confiáveis da presença de pentatomídeos-pragas nos algodoads, uma vez que sintomas de puncturas no epicarpo subestimam a capacidade de injúria e dano desses percevejos em maçãs de algodoeiro (BUNDY et al., 2000), assim como detectado neste estudo.

Esta verificação pode ser confirmada pela elevada correlação positiva significativa observada entre o número de puncturas e verrugas sobre o mesocarpo, bem como pelo número de lóculos com fibras imaturas manchadas em ambas as variedades estudadas, sendo o oposto, verdade para a relação do número de sinais de puncturas externas e sintomas internos de injúrias. Adicionalmente, uma correlação significativa, embora moderada, também foi detectada entre o número de puncturas sobre o epicarpo e o número de puncturas e verrugas sobre o mesocarpo, bem como para o número de lóculos com fibras imaturas manchadas.

Apesar de BLINKA et al. (2008) terem obtido resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho para a correlação entre sintomas externos e internos de injúrias de pentatomídeos-pragas em maçãs de algodoeiro Bt (fraca correlação), estes autores afirmam que a utilização desse parâmetro como técnica de monitoramento para determinação do nível de controle desses percevejos é possível, uma vez que a correlação entre puncturas externas e internas aumenta proporcionalmente ao número de lesões externas. Adicionalmente, quanto maior o número de maçãs coletadas para a avaliação de sintomas externos sobre epicarpo, maior a confiabilidade desse parâmetro para a detecção do ataque de percevejos em algodoeiro (TOEWS et al., 2009), dado a alteração da relação entre esses dois tipos de sintomas de injúrias anteriormente mencionados.

Cabe destacar que a manifestação de sintomas externos (pintas escuras) pelo ataque desses percevejos sobre o epicarpo pode representar um grau avançado de injúria do percevejo à maçã ou ser confundido com outros tipos de sinais (e.g. pigmentação natural da maçã) e/ou injúrias por outros insetos, levando à imprecisão da avaliação e tornando necessário, a abertura do fruto para avaliação dos sintomas de injúrias internamente às maçãs. Outro ponto é que embora o número de puncturas externas tenha apresentado correlação negativa com a produção de algodão em caroço, a mesma foi muito baixa e estatisticamente não significativa ao nível de probabilidade testado, tornando ainda mais evidente que o número de puncturas sobre o epicarpo das maçãs, resultantes do ataque de adultos de *E. heros*, não representa o dano real ocasionado na produção de algodão em caroço de capulhos oriundos de maçãs atacadas.

Assim como detectado para *N. viridula* e *P. guildinii* (CRUZ JÚNIOR, 2004), nosso estudo revelou pela primeira vez, que *E. heros* também é capaz de afetar significativamente o rendimento e a qualidade da fibra de maçãs de algodoeiro. Neste sentido, *E. heros* considerado o principal pentatomídeo-praga incidente no Cerrado

brasileiro, atacando soja (DEGRANDE & VIVAN, 2008), pode ser agora considerado praga potencial em causar dano ao algodoeiro, elevando sua posição a praga-chave nos sistemas de produção de soja e algodão em que um menor número de aplicações de inseticidas de amplo espectro é utilizado mediante a adoção de variedades Bt e/ou mesmo a supressão do bicudo *A. grandis*, visto sua capacidade de dispersão da soja para o algodoeiro e o número de hospedeiros alternativos que tem ao longo do ano agrícola (PANIZZI, 1997; PANIZZI & SILVA, 2009; SORIA et al., 2010).

Os sintomas de injúrias e danos variam de acordo com o tamanho e idade da maçã. Dessa maneira, corroborando com resultados de estudos realizados com *N. viridula* e/ou *E. servus* na América do Norte (GREENE et al., 2001; WILLRICH et al., 2004a, 2004b; BOMMIREDDY et al., 2007), maçãs com idade menor ou igual 12 dias após a antese (DAA) – maçãs que acumularam entre 160 e 350 unidades de calor – com diâmetro menor ou igual a 25 mm, se mostram mais suscetíveis ao ataque de *E. heros*, possivelmente, por estarem ainda em fase de formação, fazendo com que frutos com esse diâmetro/idade apresentem maior suscetibilidade ao ataque de percevejos (STEWART et al., 2010; HUANG & TOEWS 2012). Maçãs de algodoeiro com esse diâmetro são selecionadas para o monitoramento da injúria desses insetos em algodoais dos Estados Unidos (BACHELER et al., 2010), por serem consideradas as preferidas para o ataque desse inseto, sendo essa prática, de acordo com nossos resultados possível de ser adotada nas condições de cultivo do Cerrado brasileiro.

Cabe ressaltar que a quantidade de puncturas internas observada nas maçãs, revelando as picadas de prova desse inseto, foi maior para a fase ninfal e em maçãs com 18 DAA, embora maçãs com 6 e 12 DAA foram as únicas que sofreram abscisão, especialmente aos 6 DAA. Maçãs mais desenvolvidas possivelmente exigem mais picadas de prova para que um lugar preferido para a alimentação (e.g. semente) seja encontrado, dado ao amadurecimento da estrutura e grau de desenvolvimento das fibras (STEWART et al., 2010). Apesar disso, em nosso estudo, a produção obtida por essas estruturas foi maior em relação às maçãs menos desenvolvidas, revelando maior tolerância, ou não suscetibilidade ao ataque de *E. heros* por essas estruturas, e maior suscetibilidade ao ataque pelas maçãs não abscindidas das plantas.

Estudos evidenciam maior quantidade de maçãs abscindidas pelo ataque de *N. viridula* e *P. guildinii* quando estas foram atacadas até dez dias após a antese em relação à maçãs mais velhas (CRUZ-JÚNIOR, 2004). Da mesma maneira, BOOMIREDDY et al., 2007 obtiveram maior abscisão de maçãs, quando o ataque por *N. viridula* ocorreu em

frutos com 0–50 unidades de calor, no entanto, apresentando os mesmos padrões de resposta tanto para adultos quanto para ninfas de 5º ínstar. Dependendo da fase de desenvolvimento do inseto, o dano pode ser maior ou menor, assim como evidenciado neste estudo.

Ninfas de *N. viridula* causaram mais danos à produção de algodão em caroço de maçãs com idade ≤ 14 -15 dias (GREENE et al., 2001). Infestações persistentes de ninfas de terceiro e quarto ínstars de *N. viridula* ocasionaram a abscisão de botões florais, afetando diretamente a produção de plantas de algodoeiro (WILLRICH et al., 2004b). Particularmente, em nosso estudo, ninfas de 5º ínstar de *E. heros* foram capazes de abscindir em quase 90% a quantidade de maçãs com 6 dias de idade. Isso evidencia que caso haja colonização dessa espécie na área cultivada, os danos por ninfas podem resultar em abscisão significativa de frutos das plantas, além de perdas com danos significativos no rendimento por unidade de área de cultivo.

Em adição, o adulto de *E. heros* é capaz de ocasionar a descoloração das fibras de algodão e diminuir o índice *micronaire*; parâmetros de qualidade, importantes para a comercialização da fibra (FONSECA & SANTANTA, 2002). De forma semelhante, BOMMIREDDY et al. (2007) detectaram que *N. viridula* podem afetar negativamente os valores de finura, força, uniformidade e comprimento da fibra, bem como aumentar a quantidade de fibras descoloridas, depreciando a qualidade da produção. O nível de controle desses insetos normalmente é considerado com base em perdas no rendimento (GREENE et al., 2001; WARD, 2005; BACHELER et al., 2010), no entanto, as perdas em qualidade de fibra também devem ser consideradas, como detectado em nosso estudo.

Outro fato é que o aparecimento de lóculos “carimãs” nas maçãs infestadas por *E. heros* foi significativamente maior do que as que não foram infestadas. De maneira semelhante, a porcentagem de capulhos com alguns ou todos os lóculos parcialmente abertos (“carimãs”) foram significativamente maiores quando maçãs estiveram confinadas na presença de adultos de *N. viridula* (WILLRICH et al., 2004a), evidenciando a associação desse tipo de injúria com a presença desses pentatomídeos-pragas e a importância de verificar estes locais, uma vez que, os lóculos “carimãs”, além de afetarem diretamente a potencial produtivo das plantas, prejudicam a qualidade da produção e a colheita mecânica do algodão (BÉLOT & VILELA, 2006).

Em conclusão, no que diz respeito ao monitoramento de pragas em lavouras de algodoeiro no Cerrado brasileiro, essa prática é normalmente realizada a cada três dias

(DEGRANDE, 1998). Conforme nossos resultados, esse intervalo de monitoramento pode ser considerado como um período adequado para se detectar o início da infestação de *E. heros*, ou de outra espécie de pentatomídeo-praga dispersante da soja, dado a manifestação de sintomas de injúrias em maçãs e o potencial de dano por esse pentatomídeo dentro desse período de infestação (a partir do quarto dia de infestação).

Dessa maneira, constatado o potencial de dano sobre o rendimento e qualidade da fibra, bem como sobre a possibilidade de se detectar sintomas de injúrias desse percevejo em algodoeiro no Brasil, mais estudos sobre a bioecologia e o impacto econômico de percevejos-pragas dessa família se tornam necessários, para que estratégias de controle, seguindo os preceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e utilizando técnicas alternativas de monitoramento, como a avaliação de sintomas externos e internos de injúrias sobre maçãs sejam consolidadas para os pentatomídeos-pragas, especialmente para *E. heros*, nos sistemas de produção de algodão Bt e não-Bt do Cerrado brasileiro.

5 CONCLUSÕES

O ataque de adultos e ninfas de 5^o ínstar de *E. heros* causa injúrias significativas em maçãs e capulhos de algodoeiro Bt e não-Bt.

O ataque do adulto de *E. heros* em maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt causa descoloração das fibras de algodão e redução do índice *micronaire*.

A formação de lóculos “carimãs” é significativamente maior em capulhos oriundos de maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt infestadas por *E. heros*.

Manchas circulares pretas sobre o epicarpo e sinais escuros de puncturas ou “verrugas” (calos celulares) sobre o mesocarpo de maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt são sintomas do ataque de *E. heros*.

O número de puncturas sobre o epicarpo de maçãs (sintomas externos de injúrias) não representa o dano real ocasionado na produção de algodão em caroço de capulhos oriundos de maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt atacadas por *E. heros*.

Os sintomas internos de injúrias (puncturas e calos celulares) observados em maçãs podem ser indicadores mais confiáveis da presença de *E. heros* nos cultivos de algodão Bt e não-Bt.

Sinais de puncturas e calos celulares sobre o mesocarpo podem ser utilizados com segurança para se detectar maçãs injuriadas por adultos e ninfas de 5^o ínstar de *E. heros* em cultivos de algodoeiro Bt e não-Bt.

Após o ataque de adultos ou ninfas de 5^o ínstar de *E. heros*, maçãs com 12 DAA exibem maior quantidade de calos celulares do que maçãs com 6 e 18 DAA.

Maçãs da variedade Bt com 6 DAA são mais suscetíveis ao ataque de adultos e ninfas de 5^o ínstar de *E. heros*.

A infestação de adultos e ninfas de 5^o ínstar de *E. heros* sobre maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt causam a redução significativa do rendimento de algodão em caroço e a descoloração da fibra.

6 REFERÊNCIAS

BACHELER, J.; HERBERT, D.A.; GREENE, J.; ROBERTS, P.; TOEWS, M.; BLINKA, E. **Scouting for stink bug damage in Southeast cotton: description and use of a pocket scouting decision aid**. NC State University A&T State University Cooperative Extension, EUA, 2010, 2 p. (E10-52856, AG-730W, 04/2010 BS).

BASTOS, C. S. **Complexo de percevejos da soja e percevejo-castanho-da-raiz: problemas ocasionados à cultura do Algodão**. Embrapa, Documentos, n. 103, p. 9-30, 2002.

BÉLOT, J. L. & VILELA, P. Colheita de algodão. In: MORESCO, E. **Algodão: pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: Facual. p. 305-324. 2006.

BELTRÃO, N. E. M.; FREIRE, E. C.; ARAÚJO, A. E. Possíveis causas da ocorrência de apodrecimento e aberrações morfológicas no fruto do algodoeiro herbáceo cultivar Sucupira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 6. n. 1, p. 509-514, 2002.

BLINKA, E.; VAN DUYN, J. W.; HERBERT, A.; MALONE, S.; ROBERTS, P. M., BACHELER, J. S.; BRADLEY, J. S. Association of external stink bug-induced cotton boll damage with internal damage, lint yield and quality. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Nashville, Tennessee, EUA, Proceedings, p. 1110-1115, 2008.

BOMMIREDDY, P. L.; LEONARD, B. R.; TEMPLE, J. H. Influence of *Nezara viridula* feeding on cotton yield, fiber quality, and seed germination. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, p. 1560–1568, 2007.

BUNDY, C.S. & McPHERSON, R.M. Dynamics and seasonal abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in a cotton-soybean ecosystem. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p. 697–706, 2000.

BUNDY, C.S.; McPHERSON, R.M.; HERZOG, G.A. An examination of the external and internal signs of cotton boll damage by stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Entomological Science**, v. 35, p. 402–410, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: sexto levantamento**. Safra 2011/2012. Brasília: Conab. 35 p. 2012.

COSTA, M. L. M.; BORGES, M.; VILELA, E. F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 4, p. 559-568, 1998.

CROCOMO, W. B. **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: CETESB, 1990. 360 p.

CRUZ-JÚNIOR, J. F. A.; NAKANO, O.; ROMANO, F. C. B.; CUNHA, U. S. Danos causados por *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) e *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) em maçãs de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). In: **Congresso Brasileiro do Algodão**, Goiânia-GO, Algodão: um Mercado em Evolução, 2003.

CRUZ-JÚNIOR, J. F. A. **Danos causados por *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) e *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) em maçãs de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.).** 2004. 41 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle de pragas do algodoeiro.** Dourados: UFMS, 1998. 60 p.

DEGRANDE, P.E. & VIVAN, L.M. Pragas da soja. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2008**. Rondonópolis: Carrion & Carracedo, 2008. p. 123–160. (Boletim de Pesquisa de Soja, 12).

DENT, D. **Insect pest management.** 2 ed. Ascot: CABI Bioscience, 2000. 432 p.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção.** Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS, Brasil, 2001.

ESQUIVEL, J. F.; MEDRANO, E. G.; BELL, A. A. Southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) as vectors of pathogens affecting cotton bolls — A brief review. **Southwestern Entomologist**, v. 35, n. 3, p:457-461. 2010.

FONSECA, R. G. & SANTANA, J. C. S. **Resultados de Ensaio HVI e Suas Interpretações (ASTM D-4605).** Embrapa Algodão. Circular Técnica n. 66, p. 1-13, 2002.

GREENE, J.K. & TURNIPSEED, S.G. Stink bug thresholds in transgenic Bt cotton. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Nashville, TN, EUA, Proceedings, p. 936–938, 1996.

GREENE, J.K. & HERZOG, G. A. Managing of stink bugs using symptoms of boll injury as a monitoring tool. **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Memphis, TN, EUA, p. 1041–1047, 1999.

GREENE, J. K.; TURNIPSEED, S. G.; SULLIVAN, M.J.; HERZOG, G. A. Boll damage by southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) and tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) caged on transgenic *Bacillus thuringiensis* cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 4, p. 941–944, 1999.

GREENE, J.K.; TURNIPSEED, S.G.; SULLIVAN, M.J.; MAY, O.L. Treatment thresholds for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 403–409, 2001.

GREENE, J.K.; BUNDY, C.S.; ROBERTS, P.M.; LEONARD, B.R. **Identification and Management of Common Boll Feeding Bugs in Cotton**. Clemson Extension Report, EB158, Clemson University, Blackville, SC, EUA, 2006.

HUANG, TA-I & TOEWS, M. D. Movement of immature stink bugs on individual cotton plants. In: In: 58th Annual Meeting of the Entomological Society, 2010, San Diego, CA, EUA. **58th Annual Meeting of the Entomological Society of America Proceedings**, 2010.

HUANG, T. & TOEWS, M. D. Feeding preference movement of *Nezara viridula* and *Euschistus servus* (Hemiptera: Pentatomidae) on individual cotton plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 105, p. 847–853, 2012.

McCOLL, S.A.; KHAN, M.; UMINA, P.A. Review of biology and control of *Creontides dilutus* (Stal) (Hemiptera: Miridae). **Australian Journal of Entomology**, v. 50, p. 107–117, 2011.

MEDRANO, E. G.; ESQUIVEL, J. F.; BELL, A. A. Transmission of cotton seed and boll rotting bacteria by the southern green stink bug (*Nezara viridula* L.). **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 436–444, 2007.

MEDRANO, E. G.; ESQUIVEL, J. F.; BELL, A. A.; GREENE, J. K.; ROBERTS, P. M.; BACHELER, J. S.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L.; NICHOLS, R. L. Analysis of Microscopic Injuries Caused by Southern Green Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Feeding on Cotton Bolls. **Southwestern Entomologist**, v. 36, n. 3, p. 233–245, 2011.

MITCHELL, P. L. Heteroptera as Vectors of Plant Pathogens. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 5, p. 519–545, 2004.

MUSSER, F.R.; STEWART, S.; BAGWELL, R.; LORENZ, G.; CATCHOT, A.; BURRIS, E.; COOK, D.; ROBBINS, J.; GREENE, J.; STUDEBARKER, G.; GORE, J. Comparison of Direct and Indirect Sampling Methods for Tarnished Plant Bug (Hemiptera: Miridae) in Flowering Cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 6, p. 1916–1923, 2007.

MUSSER, F.; R.; KNIGHTEN, K.S.; REED, J.T. Comparison of cotton damage from tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) and Southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) adults and nymphs. **Midsouth Entomologist**, v. 2, p. 1–9, 2008.

PANIZZI, A.R. & VIVAN, L.M. Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, in overwintering sites, and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 213–217, 1997.

PANIZZI, A. R. Wild host of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crop. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 99–122, 1997.

PANIZZI, A.R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 1–12, 2000.

PANIZZZI, A.R. & SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**. Londrina: Embrapa, 2009. cap. 1, p. 465–522.

SALUSO, A.; XAVIER, L.; SILVA, F. A. C.; PANIZZZI, A. R. An invasive pentatomid pest in Argentina: Neotropical Brown Stink Bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 6, p. 704-705, 2011.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 9.2: user's guide**. SAS Institute, Cary, NC, 2008.
SIEBERT, M.W.; LEONARD, B.R.; GABLE, R.H.; LAMOTTE, L.R. Cotton boll age influences feeding preference by brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 82–87, 2005.

SORIA, M. F.; THOMAZONI, D.; MARTINS, R. R.; DEGRANDE, P. E. Stink bugs incidence on Bt cotton in Brazil. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, San Antonio, Texas, EUA, Proceedings, p. 813-819, 2009.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E.; PANIZZZI, A. R.; BREWER, M. J. Heteropterans pests of cotton in the Brazilian Cerrado. In: **58th Annual Meeting of the Entomological Society of America**, 2010, San Diego, CA, EUA. 58th Annual Meeting of the Entomological Society of America Proceedings, 2010.

STEWART, J. McD.; OOSTERHUIS, D. M.; HEITHOLT, J. J.; MAUNEY, J. R. **Physiology of cotton**. London: Springer Dordrecht Heidelberg, 573 p., 2010.

OLSON, D. M.; RUBERSON, J. R.; ZEILINGER, A. R.; ANDOW, D. A. Colonization preference of *Euschistus servus* and *Nezara viridula* in transgenic cotton varieties, peanut, and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 139, p. 161–169, 2011.

THOMAZONI, D. ; DEGRANDE, P. E. ; SILVIE, P. ; FACCENDA, O. Impact of Bollgard genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 6167–6176, 2010.

TOEWS, M.D.; BLINKA, E.L.; VAN DUYN, J.W.; HERBERT, D.A. Jr.; BACHELER, J.S.; ROBERTS, P.M.; GREENE, J.K. Fidelity of External Boll Feeding Lesions to Internal Damage for Assessing Stink Bug Damage in Cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1344–1351, 2009.

ZEILINGER, A. R.; OLSON, D. M.; ANDOW, D. A. Competition between stink bug and heliothine caterpillar pests on cotton at within-plant spatial scales. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 141, p. 59–70, 2011.

WARD, A. L. Development of a treatment threshold for sucking insects in determinate Bollgard II transgenic cotton grown in winter production areas. **Australian Journal of Entomology**, v. 44, p. 310–315, 2005.

WENE, G.P. & SHEETS, L.W. Notes on and Control of Stink Bugs Affecting Cotton in Arizona. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, p. 60–62, 1964.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; GABLE, R. H.; LAMOTTE, L. R. Boll injury and yield losses in cotton associated with brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) during flowering. **Journal of Economic Entomology**. v. 97, p. 1828–1834, 2004a.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; TEMPLE, J. Injury to preflowering and flowering cotton by brown stink bug and southern green stink bug. **Journal of Economic Entomology**. v. 97, p. 924–933, 2004b.

CAPÍTULO 3

Nível de dano econômico do percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) em algodoeiro Bt (Bollgard®) (Cry1Ac)

Miguel Ferreira Soria¹ e Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

RESUMO – No Brasil, a constatação da elevação de categoria de praga de importância secundária para primária do percevejo-marrom *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) em algodoeiro, resultante da grande dispersão de populações deste inseto da soja cultivada nas adjacências dos algodoads e redução do uso de inseticidas de amplo espectro para lepidópteros-pragas mediante adoção de variedades de algodoeiro Bt, torna necessária o conhecimento sobre a sintomatologia de ataque, injúrias e danos deste sugador e efeitos sobre a produção e qualidade de fibra em algodoeiro; bem como o estabelecimento do nível de dano econômico visando a intervenção de controle deste pentatomídeo pela tática de controle químico. O presente trabalho avaliou o efeito de diferentes níveis populacionais de *E. heros* criados em laboratório, na produção de algodão em caroço e na qualidade da fibra, bem como na manifestação de sintomas de injúrias em maçãs, em plantas de algodoeiro em diferentes fases do desenvolvimento [pré-florescimento (PF), início do florescimento (IF), enchimento de maçãs (EM) e maturação (M)], visando a determinação do nível de dano econômico (NDE) desta praga. Sob condições de casa-de-vegetação, plantas de algodoeiro foram infestadas com 0, 2, 4, 6 e 8 percevejos por planta por um período de quatro dias, exceto na fase de maturação, em que foram avaliados parâmetros de produção em plantas infestadas (8 percevejos por planta) e não infestadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições para as fases de PF, IF e FP, e 12 repetições para a fase de M. Após o período de infestação, sintomas internos e externos de injúrias nas maçãs foram avaliados, e após o amadurecimento das fibras, o algodão em caroço colhido e beneficiado. A qualidade da fibra foi mensurada pela metodologia *HVI* (*High Volume Instruments*). Os dados foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$), seguido de análise de regressão ($P \leq 0,10$). As fases de PF, IF e M não foram

afetadas pelas infestações de percevejos. Um modelo linear de regressão evidenciou o aumento significativo do número médio de puncturas internas e verrugas, conforme o incremento da população de percevejos em EM. O número médio de lóculos com fibras imaturas manchadas foi significativamente maior nos tratamentos com 4, 6 e 8 percevejos por planta nessa fase de desenvolvimento, com os dados apresentando um modelo de regressão quadrático. A produção de algodão em caroço e pluma foi reduzida em 18 e 25% ao nível máximo de infestação (8 percevejos por planta) na fase EM. O índice *micronaire* e de amarelamento foram respectivamente reduzidos e aumentados, com o aumento dos níveis de infestação. Determinou-se o nível de dano econômico de *E. heros* em algodoeiro na fase de EM em 0,1 percevejo adulto por planta. Esse trabalho relata pela primeira vez, uma abordagem geral dos sintomas de injúrias e danos causados por diferentes níveis populacionais de *E. heros* em algodoeiro, bem como seu NDE.

Palavras-chave: Pentatomidae, algodão-Bt, injúrias, nível de controle.

CAPÍTULO 3

Economic damage threshold of the Neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) on Bt-cotton (Bollgard®) (Cry1Ac)

Miguel Ferreira Soria¹ e Paulo Eduardo Degrande¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias. Rodovia Dourados-Itahum, Km 12 - Cidade Universitária - Agronomia/Entomologia Aplicada. Bairro Aeroporto. Caixa Postal 533, CEP 79804-970, Dourados/MS, Brasil. E-mail: miguelagro@gmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br.

ABSTRACT – In Brazil, the switching of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) from a secondary to a primary status in cotton crops due the great population dispersion of neighboring soybeans and reduction on using of broad spectrum insecticide, turns necessary the knowledge about attack and injuries symptoms, and damages capability of different population of its species, as the effect on the yield and quality of cotton plants attacked. More important is the establishment of the economic damage threshold of *E. heros* on cotton to decide chemical control. We assessed the effect of different population levels of *E. heros* reared in laboratory, on cotton production and lint quality, as well as the injuries symptoms on bolls of cotton plants on different phases of development [pre-flowering (PF), early flowering (EF), bolls filling (BF) and plant maturity (M)], looking for the establishment of *E. heros* economic damage threshold (EDT). Under greenhouse conditions cotton plants were infested with 0, 2, 4, 6 and 8 stink bugs per plant for a period of four days, except on the maturity phase, which were assessed yield parameters on infested (8 stink bugs per plant) and non-infested plants. The experimental design adopted was the completely randomized with five replications for the phases of PF, EF and BF, and 12 replications for the M phase. After the infestation period, internal and external symptoms of injuries were assessed, and after the fiber maturity, the seed cotton harvested and ginned. The lint quality was measured by HVI analysis. Data were submitted to an analysis of variance ($P \leq 0,05$), followed by an regression analysis ($P \leq 0,10$). The phases PF, EF and M were not affected by the different infestations of *E. heros* tested on this study. Internal punctures and “warts” increased as the population level of *E. heros* increased in the BF phase. The mean number of locks with immature stained lint was significantly higher on the treatments with 4, 6 and 8 stink bugs per plant on that phase of

development, with data presenting a quadratic regression model. The seed cotton and lint production was reduced on 18 and 25% at the highest level of infestation (8 stink bugs per plant) on the BF phase. The micronaire and yellowness indexes were respectively reduced with the increase of the infestation levels. The economic damage threshold was defined for *E. heros* on the BF as 0,1 stink bugs adults per plant. This paper states for the first time, a general overview of injuries symptoms and damages caused by different populations of *E. heros* on cotton as well its EDT in Brazil.

Key words: Pentatomidae, Bt-cotton, injuries, treatment threshold.

1 INTRODUÇÃO

A importância de percevejos (Heteroptera: Pentatomidae) como pragas na cultura do algodoeiro aumentou significativamente no Brasil nas últimas safras, devido a redução do uso de inseticidas de amplo espectro nos cultivos de algodoeiro, dado ao sucesso de programas regionais de supressão do bicudo (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) e o aumento da adoção de variedades Bt pelos produtores (SORIA et al., 2009, 2010a; THOMAZONI et al., 2010). Fenômeno esse, semelhante ao que ocorreu nas regiões Sudeste e Meio Sul dos Estados Unidos em meados da década de 1990 (GREENE et al., 1999; HANEY et al., 2009; OLSON et al., 2011), em que a redução significativa do número de aplicações de inseticidas de amplo espectro pela erradicação do bicudo e adoção de variedades Bt no controle de lepidópteros, resultou na ascensão de pentatomídeos-pragas, como *Euschistus servus* (Say, 1832), *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) e *Acrosternum (Chinavia) hilare* (Say, 1832), a status de pragas-chave da cultura do algodoeiro nos Estados Unidos.

No Brasil, dentre as três espécies de pentatomídeos que infestam os algodoais cultivados no Cerrado, *Euschistus heros* (Fabricius, 1791), *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1794) e *N. viridula*, a espécie *E. heros* pode ser considerada prevalecente e de maior importância, uma vez que ocorre em maior abundância em relação as outras espécies e é capaz de causar danos significativos (SORIA et al., 2009, 2010a, 2010b; THOMAZONI et al., 2010). Particularmente no Cerrado brasileiro, a cultura do algodoeiro divide espaço com a cultura da soja, sendo *E. heros*, o principal pentatomídeo-praga que ataca essa leguminosa, dado ao seu potencial de adaptação às condições ambientais das principais regiões produtoras de algodão e soja do país e a sua capacidade de dispersão de uma planta hospedeira a outra, cultivada ou não (PANIZZI 1997, 2000; DEGRANDE & VIVAN, 2008).

A capacidade de dispersão é uma característica dos pentatomídeos relacionada com a busca por melhores condições de abrigo, alimento e reprodução (PANIZZI & SILVA, 2009), podendo ser fator determinante para a infestação de *E. heros* nos algodoais brasileiros, uma vez que nessas condições, o plantio tardio na safra e safrinha da cultura do algodoeiro, favorece a dispersão/migração de adultos de *E. heros* das lavouras de soja em fase de maturação, marginais às lavouras de algodoeiro (SORIA et al., 2009, 2010a). Alguns produtores de algodão tem relatado infestações constantes às

lavouras de algodoeiro por um período duradouro de 30–40 dias (Instituto Matogrossense do Algodão – IMAmt comunicação pessoal).

Normalmente, quando a cultura da soja entra na fase de maturação/colheita, as lavouras de algodoeiro cultivadas nas adjacências se encontram em pleno florescimento (maças em formação), período em que estão mais suscetíveis ao ataque de percevejos-pragas, especialmente de pentatomídeos (WILLRICH et al., 2004a; MUSSER et al., 2008). No Sudeste dos EUA, a terceira e quinta semana após o início do florescimento são consideradas de maior atenção ao ataque por pentatomídeos-pragas (BACHELER et al., 2010), já que nesse período, mais de 70% das maçãs estão com menos de 25 dias de idades (dias após a antese), ou com diâmetro menor ou igual a 25 mm, que é considerado o tamanho/idade de maçã mais suscetível ao ataque por pentatomídeos-pragas (HERBERT et al., 2009).

Quando as maçãs sofrem ataque, e caso não ocorra a abscisão dessas estruturas, as mesmas manifestam calos celulares (“verrugas”) e puncturas internas no mesocarpo, assim como sinais externos escuros sobre o exocarpo, que caracterizam o ataque (WENE & SHEETS, 1964; GREENE et al., 2001; MEDRANO et al., 2011). A infestação por *E. heros* pode resultar na redução significativa da produção de algodão em caroço e fibra de maçãs, em até 60% (SORIA et al., 2010b).

De maneira geral, nos principais estados produtores de algodão dos Estados Unidos, o controle desses insetos nos algodoais é recomendado quando em média for encontrado um percevejo pentatomídeo-praga adulto por 1,83 m (6 pés) de cultivo, através da metodologia com pano-de-batida, ou se forem encontrados em média 20% de maçãs com $\approx 2,5$ cm de diâmetro (consideradas de tamanho médio), apresentando sinais de danos internos, associado à constatação dos percevejos na área cultivada (GREENE et al., 1999, 2001, 2006).

Contudo, nas diferentes semanas de florescimento um nível de controle foi estabelecido recentemente em função da porcentagem de maçãs com diâmetro médio de 25 mm apresentando algum sintoma de injúria interno, o qual tem sido amplamente adotado pelos produtores norte-americanos de algodão (BACHELER et al., 2010). Apesar disso, estudos ainda tem sido realizados para aperfeiçoar a determinação do nível de controle, utilizando a avaliação de sintomas de injúrias no interior de maçãs de determinando tamanho/idade nos Estados Unidos (REAY-JONES et al., 2009; TOEWS et al., 2009; BACHELER et al., 2010).

Em contrapartida, na Austrália, o nível de controle para o complexo de percevejos-pragas que atacam o algodoeiro [*Creontiades dilutus* (Stål, 1859) e *Creontiades pacificus* (Stål, 1859) (Heteroptera: Miridae), *N. viridula* e *Piezodorus hybneri* (Gmelin, 1789) (Heteroptera: Pentatomidae)] foi determinado quando em média forem encontrados 0,5 percevejos por m² (WARD, 2005), demonstrando a variabilidade de recomendações de nível de controle desses insetos em algodoeiro, em função do país/local, condições ambientais e de cultivo, e das espécies incidentes no algodoeiro.

No Brasil, apesar de estudos preliminares terem detectado a capacidade de injúria e dano de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837), *N. viridula* e *E. heros* em maçãs de algodoeiro (CRUZ JÚNIOR, 2004; SORIA et al., 2009, 2010a), nenhum estudo foi realizado para se determinar o nível de controle e/ou dano econômico desses insetos em algodoeiro cultivado sob condições brasileiras, especialmente de *E. heros*, principal espécie de percevejo-praga incidente no Cerrado brasileiro. Não obstante, algumas recomendações práticas e sem embasamento científico tem sido realizadas, recomendando-se a pulverizações de inseticidas quando em média forem encontrados de 1 a 2 percevejos adultos por metro linear de cultivo, o que pode resultar na aplicação desnecessária de inseticidas, especialmente de organofosforados e piretróides, já que não há conhecimento do nível de dano econômico (NDE) dessa praga em algodoeiro no Brasil.

Por definição, NDE é a densidade populacional da praga que causa prejuízos à cultura, igual ao custo de adoção de táticas de controle (GALLO et al., 2002), em especial o controle químico com o uso de inseticidas, sendo inevitável seu conhecimento para que o uso de defensivos seja realizado dentro dos preceitos MIP (Manejo Integrado de Pragas). Neste contexto, o presente trabalho relata pela primeira vez o efeito de diferentes níveis populacionais de adultos de *E. heros* na produção e qualidade da fibra de plantas de algodoeiro Bt (Bollgard[®]) (Cry1Ac) em diferentes fases de desenvolvimento, indicando um nível de dano econômico para este pentatomídeo em determinada fase do algodoeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condições do estudo

O estudo foi realizado sob condições de casa-de-vegetação, utilizando-se plantas cultivadas em vasos, no período de 04 de outubro de 2009 a 19 de maio de 2010, no Laboratório de Entomologia Aplicada e Biotecnologia (LEAB) (22°11' Sul, 54° 56' Oeste e 459 m de altitude), da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil.

2.2 Cultivo das plantas e níveis de infestação de *E. heros*

Plantas da variedade Bt NuOpal® Bollgard® (Monsanto do Brasil Ltda., São Paulo, SP) foram cultivadas até o final do ciclo, em vasos com capacidade para 15 l de substrato. Inicialmente para o cultivo das plantas de algodoeiro Bt, foi peneirado solo (Latosolo Vermelho distroférico – Lvdf) da camada de 60-80 cm de profundidade em malha com 2 mm de abertura e posteriormente misturado com condicionador de solo (Ribumin®, Technes Agrícola, Cabreúva, SP), na proporção de 10:1. Já no vaso de cultivo, 11 kg do substrato recebeu 18 g de calcário tipo *filler*, permanecendo incubado por 40 dias para promover a reação do calcário com o solo, a fim de corrigir o pH e o Al tóxico antes do cultivo das plantas.

Um dia antes da semeadura, o substrato de cultivo de cada vaso recebeu 4 g do adubo fórmula 02-20-18 (N-P-K + Ca=9,0% e S=5%), sendo homogeneizado ao substrato com uma espátula para jardinagem. As quantidades de calcário e adubo utilizadas foram determinadas considerando-se a análise química do solo, conforme as recomendações de EMBRAPA (2010) para a correção do solo e adubação de base para a cultura do algodoeiro no Cerrado, extrapolando as informações para a quantidade de solo utilizada para compor o substrato dos vasos (BELTRÃO et al., 2002).

Todos os vasos eram de cor cinza e continham furos na base, sendo o fundo recoberto com uma camada de palha de grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), obtidas da poda de gramados da FCA, para promover e facilitar a drenagem da água de irrigação.

A semeadura foi realizada no dia 07 de dezembro de 2009 em quatro covas (duas sementes/cova semeadas a 2 cm de profundidade), equidistantes 8 cm entre si,

num formato quadrangular. Foi realizado desbaste após a emergência das plântulas, cultivando-se duas plantas por vaso. Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas com os fungicidas carbendazim e tiram (Derosal Plus[®], Bayer S.A., São Paulo, SP, 0,3 g de carbendazim/kg de semente + 0,7 g de tiram/kg de semente).

Os vasos eram irrigados até o escoamento da água pelos furos da base do vaso, considerando esse ponto a capacidade de campo do substrato e o momento de interromper a irrigação. Após a semeadura, a irrigação era realizada três vezes por semana até o final do ciclo das plantas ou até o momento de coleta de maçãs para avaliação de sintomas de ataque e injúrias. A superfície do substrato nos vasos foi coberta com palha de grama-esmeralda para garantir a umidade do solo por mais tempo.

A aplicação de 1-2 ml/l de água dos inseticidas espiromesifeno (Oberon[®], Bayer S.A., São Paulo, SP), piriproxifem (Tiger[®], Sumitomo Chemical do Brasil Ltda., São Paulo, SP), carbosulfano (Marshal 400 SC[®], FMC Química do Brasil Ltda., Campinas, SP), flonicamida (Turbine 500 WG[®], FMC Química do Brasil Ltda., Campinas, SP), triflumurom (Certo[®], Bayer S.A., São Paulo, SP) e abamectina (Abamex[®], Nufarm Indústria Química e Farmacêutica, S.A., Maracanaú, CE), foi realizada semanalmente com um pulverizador manual a pressão até o ponto de escoamento das folhas das plantas, de forma preventiva ao ataque de mosca-branca [*Bemisia tabaci* (Genn., 1889)], pulgão-do-algodoeiro (*Aphis gossypii* Glov., 1877), tripses [*Frankliniella schultzei* (Trybom, 1920)], ácaro-rajado [*Tetranychus urticae* (Koch, 1836)] e lagarta-falsa-medideira [*Pseudoplusia includens* (Walk., 1858)], que viessem a infestar as plantas no interior da casa-de-vegetação.

Para o controle preventivo da ramulária (*Ramularia areola* Atk.) foram realizadas aplicações semanais de 1-2 ml/l a base de água do fungicida azoxistrobina e ciproconazol (Priori Xtra[®], Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., Paulínea, SP), da mesma maneira como realizado com os inseticidas para o controle de pragas. Todas as pulverizações de inseticidas e/ou fungicidas foram realizadas até no máximo dez dias antes do momento da infestação das plantas com os percevejos.

Para promover o adequado desenvolvimento das plantas e produção de maçãs, fertirrigação foi realizada duas vezes por semana no substrato dos vasos, próximo a região do colo das plantas com 100 ml de uma solução contendo o fertilizante Yogen-5[®] a 7% (N=20,0%, P₂O₅=5%, K₂O=10%, Mg=1%, S=5%, B=1%, Cu=0,05%, Mn=0,1%, Mo=0,05% e Zn=7%).

Cinco níveis de infestação de adultos de *E. heros* (0, 2, 4, 6 e 8 percevejos/planta) foram testados nas plantas de algodoeiro Bt em quatro fases do desenvolvimento: pré-florescimento – fase vegetativa, início do florescimento, enchimento de maçãs e maturação plena – ponto de colheita. O efeito dos níveis de infestação foi avaliado sobre parâmetros de produção, qualidade da fibra e sintomas de injúrias em capulhos. Especificamente para a fase de enchimento de maçãs, plantas adicionais foram cultivadas para a avaliação de sintomas de ataque e injúrias em maçãs, logo após o período de infestação pelos percevejos.

2.3 Obtenção de adultos de *E. heros* e infestação das plantas de algodoeiro Bt

Os percevejos utilizados para a infestação das plantas foram obtidos de uma colônia de *E. heros* criada no laboratório de Entomologia Aplicada e Biotecnologia da UFGD. A colônia foi estabelecida no ano de 2009, com posturas provenientes do Laboratório de Bioecologia de Hemiptera da Embrapa Soja, Londrina, PR. A criação dos percevejos foi realizada em sala de criação de insetos mantida em condições constantes de fotoperíodo (14 h), temperatura ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa ($65\pm 5\%$). Ovos, ninfas e adultos foram mantidos em recipientes plásticos transparentes ($20\times 30\times 10$ cm), com tampa vazada recoberta com tecido tipo *voil* e fundo forrado com papel filtro. A sexagem dos adultos era realizada aos 1-7 dias de idade, sendo os mesmos mantidos em grupos de 20-25 casais no interior do recipiente para acasalarem.

Os percevejos adultos receberam como dieta vagens verdes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e frutos imaturos de ligustro [(*Ligustrum lucidum* (Ait.))], sendo suplementados com sementes secas de soja (*Glycine max* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). As ninfas de 1º ínstar não eram alimentadas, e ninfas de 2º até 5º ínstar foram alimentadas com vagens de feijão e frutos de ligustro.

Aproximadamente 15 vagens de feijão e cinco cachos pequenos de frutos de ligustro eram fornecidos no interior dos recipientes de criação a cada troca de alimento. As sementes secas (≈ 40 g de cada tipo) foram disponibilizadas no interior dos recipientes. Independente do estágio de desenvolvimento, as vagens de feijão e frutos de ligustro eram trocados três vezes por semana, enquanto as sementes secas eram trocadas uma vez por semana.

Discos de algodão foram disponibilizados no interior dos recipientes com os adultos, servindo de substrato de oviposição para as fêmeas. Todas as posturas eram coletadas três vezes por semana, coincidindo com os períodos de troca de alimento e limpeza da sala de criação. A cada troca de ínstar do percevejo, a partir do 2º ínstar, ou semanalmente, os recipientes sujos eram trocados por limpos.

Previamente a cada momento de desenvolvimento das plantas (pré-florescimento – fase vegetativa, início do florescimento, enchimento de maçãs e maturação plena – ponto de colheita), em que os níveis de infestação de *E. heros* foram testados, os percevejos permaneceram por 48 h sem receber nenhum tipo de alimento, aclimatando-se às condições do ambiente, sob sombra. As infestações consistiram no confinamento dos adultos de *E. heros* por quatro dias junto às duas plantas de cada vaso, inseridas em uma gaiola de 1,00×1,80 m, confeccionada com tecido tipo *voil* e contendo uma abertura com velcro de 15 cm, que permitia a infestação e retirada dos percevejos do interior das gaiolas (Figura 1).



Figura 1. Plantas de algodoeiro Bt em fase de enchimento de maçãs (EM) recobertas por gaiola de tecido tipo *voil* (1,00×1,80 m) para confinamento de adultos de *E. heros* junto às plantas, com detalhe para a abertura fechada com velcro (seta vermelha) (A). Presença de maçãs em planta a ser infestada na fase de FP (setas amarelas) (B). Dourados, MS, 2012.

Antes das infestações com os percevejos, o número e diâmetro de maçãs foi avaliado, contabilizando-se as estruturas de cada planta, e mensurando o diâmetro das maçãs com o auxílio de um paquímetro digital de precisão. Metade dos espécimes adultos utilizados nas infestações eram machos e metade eram fêmeas, com idade variando de 5-7 dias, para que um possível efeito de diferenças quanto a capacidade de injúria entre sexos, fosse anulado. A mortalidade dos percevejos era avaliada duas vezes ao dia, realizando-se quando necessário a troca de espécimes mortos por vivos.

Os tratamentos consistiram nos níveis de infestação de adultos de *E. heros* (0, 2, 4, 6 e 8 percevejos/planta) testados nas fases de (1) pré-florescimento – fase vegetativa, (2) início do florescimento e (3) enchimento de maçãs. Na fase de maturação plena – ponto de colheita (capulhos completamente abertos), duas condições de infestação foram avaliadas (plantas infestadas: 8 percevejos/planta e controle: plantas não-infestadas). A unidade experimental ou repetição foi formada por um vaso com duas plantas cada. Para cada nível de infestação, cinco vasos foram utilizados, totalizando 10 plantas infestadas por tratamento. Particularmente, na fase de maturação plena, 11 vasos (repetições) foram utilizados em cada tratamento.

2.4 Ataque, injúrias e danos de adultos de *E. heros* em algodoeiro Bt

Após o período de infestação dos adultos de *E. heros* nas fases de pré e início do florescimento, florescimento pleno e maturação plena, o número de lóculos com fibras manchadas e o número de lóculos com fibras carimãs foram avaliados nos capulhos das plantas que foram cultivadas até o final do ciclo, bem como a produção de algodão em caroço e pluma e o rendimento de fibra (%).

Parâmetros de qualidade de fibra (índice *micronaire*, amarelamento e fibras curtas), foram obtidos por meio de análise em equipamento *HVI – High Volume Instruments* (“Instrumentos de Alto Volume”) (Premier ART 2™, Premier Evolvics Pvt. Ltd., Coimbatore, Índia), de uma amostra do algodão produzido pelas duas plantas de cada vaso (unidade experimental). Para a fase de florescimento pleno, em que 50 plantas adicionais foram cultivadas (duas/vaso) para avaliação dos sintomas de ataque e injúrias em maçãs, os parâmetros avaliados foram: (a) número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo, (b) número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo, e (c) número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã.

2.5 Análise estatística e Nível de Dano Econômico de *E. heros* em algodoeiro Bt

Para fins de análise estatística, todos os parâmetros avaliados (sintomas de injúrias e danos em maçãs e capulhos, produção de algodão em caroço e pluma, e rendimento e qualidade de fibra), atenderam as pressuposições de normalidade e homogeneidade de variâncias dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizando o

procedimento UNIVARIATE do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008). Assim, os dados originais foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$), utilizando-se o procedimento GLM do SAS[®] com posterior análise de regressão dos níveis de infestação testados ($P \leq 0,10$). Posteriormente, o modelo de regressão mais adequado foi selecionado com base no nível de significância de β e nos valores de R^2 , utilizando-se o procedimento REG do SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2008). Particularmente, para a fase de maturação plena, apenas a análise de variância foi realizada, uma vez que apenas dois tratamentos foram testados.

O nível de dano econômico (NDE) foi estabelecido com base na fórmula proposta por GALLO et al. (2002), onde: $NDE(\%) = \frac{C}{V} \times 100$, em que C = custo de controle (US\$/ha) e V = valor da produção (US\$/ha). As informações sobre custo de tratamento (inseticida e aplicação) e valor da produção foram obtidas em CONAB (2012) e AGRIANUAL (2012). Com base no resultado alcançado para o potencial de % de redução em função dos níveis de infestação por planta, através da equação de regressão linear determinada para produção de algodão em pluma, o nível populacional de espécimes adultos de *E. heros* capaz de alcançar o NDE foi estabelecido, pela extrapolação do potencial de redução de produção em um ha (100.000 plantas).

3 RESULTADOS

3.1 Número e diâmetro de maçãs

Os frutos foram obtidos apenas nas fases de início do florescimento (IF) e enchimento de maçãs (EM). As plantas infestadas em IF apresentaram número e diâmetro médio de maçãs próximo a 1,7 e 11 mm, respectivamente (Tabela 1). A presença de botões florais e flores nesta fase de desenvolvimento já eram evidentes. Já na fase de enchimento de maçãs (EM), as plantas apresentaram número e diâmetro médio de maçãs próximo a 6,5 e 26,5 mm, porém, nenhuma planta apresentava outro tipo de estrutura reprodutiva (botão floral ou flor) – essa última fase evidencia o “*cut-out*” da planta de algodão (RITCHIE, 2007).

3.2 Sintomas de ataque e injúrias em maçãs e qualidade da fibra

Na fase de enchimento de maçãs (EM) florescimento pleno (FP), os sintomas de ataque e injúrias avaliados em maçãs, logo após o período de infestação [número de sinais externos (pintas) sobre o exocarpo, número de puncturas internas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo, e número de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã], foram afetados significativamente pelos níveis de infestação estudados (Tabela 2).

Tabela 1. Número e diâmetro médio ($\pm$ DP) de maçãs de plantas de algodoeiro Bt em três fases de desenvolvimento, utilizadas para teste de diferentes níveis de infestação de *E. heros* (0, 2, 4, 6 e 8 percevejos adultos/planta). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Fase de desenvolvimento	Número de maçãs	Diâmetro de maçãs (mm)
Pré-florescimento	– ⁽¹⁾	–
Início do florescimento	1,66 $\pm$ 0,67	10,94 $\pm$ 3,31
Enchimento de maçãs (I) ⁽²⁾	6,42 $\pm$ 1,37	26,25 $\pm$ 1,28
Enchimento de maçãs (II) ⁽³⁾	6,34 $\pm$ 1,38	26,87 $\pm$ 2,51

⁽¹⁾Fase de desenvolvimento sem presença de maçãs. ⁽²⁾Enchimento de maçãs (I)=estudo em que as maçãs foram mantidas nas plantas após a infestação para avaliação de parâmetros de produção e qualidade de fibra. ⁽³⁾Florescimento pleno (II)=estudo em que as maçãs foram retiradas das plantas após a infestação para avaliação de sintomas de ataque e injúria. Médias obtidas de 50 plantas (10 plantas/nível de infestação).

Foi observada relação significativa positiva linear entre os níveis de infestação e o número de puncturas internas ($R^2=0,976$) e calos celulares ($R^2=0,798$) no

Tabela 2. Significância do teste F da análise de variância dos parâmetros de sintomas de ataque e injúria de *E. heros*, estudados na fase de enchimento de maçãs do algodoeiro Bt (formação de maçãs), em função de diferentes níveis de infestação (0, 2, 4, 6 e 8 percevejos adultos/planta). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Parâmetro ⁽¹⁾	Fase de florescimento pleno		
	g.l.	F	P
Puncturas externas (PE)	4	5,32	<0,01
CV(%) ⁽²⁾		51,15	
Puncturas internas (PI)	4	17,18	<0,01
CV(%)		41,92	
Calos celulares (CC)	4	4,57	<0,01
CV(%)		70,82	
Fibras manchadas (PLFIM)	4	16,59	<0,01
CV(%)		28,64	

⁽¹⁾PE=número de marcas (pintas) escuras no mesocarpo por lóculo, PI=número de sinais de puncturas no endocarpo por lóculo, CC=número de calos celulares (“verrugas”) no endocarpo por lóculo e PLFIM=porcentagem de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã. ⁽²⁾CV(%)=Coeficiente de Variação.

mesocarpo, com 73x de aumento para o número de puncturas internas e 7,6x para o número de calos celulares, ao nível máximo de percevejos testados por planta (Figuras 2–I e II). A quantidade de puncturas internas e calos celulares variaram, de 0,13–9,52 e 0,21–1,61, respectivamente, considerando a faixa de nível de infestação testada (0 a 8 percevejos/planta). Já a porcentagem de lóculos com fibras imaturas manchadas resultou em modelo de regressão quadrático significativo ($R^2=0,939$), com aumento máximo da porcentagem de lóculos carimãs sendo alcançado o nível máximo de 6 percevejos/planta, resultando em aumento de 8x do número de lóculos com fibras imaturas manchadas observados por maçã em relação ao nível de 0 percevejo/planta (Figura 2–III).

A resposta do número de puncturas externas observadas por lóculo apresentou padrão de resposta polinomial, aumentando até o nível de 6 percevejos/planta, com posterior redução do número de puncturas externas (8 percevejos/planta). Apesar disso, o nível de significância do modelo polinomial não apresentou significância estatística ($P \leq 0,10$) (Figura 2–IV).

O número de lóculos carimãs aumentou significativamente em relação aos níveis de infestação de *E. heros*, apresentando crescimento linear positivo significativo ($R^2=0,916$) (Figura 2–V). A porcentagem de lóculos carimãs por capulho apresentou aumento de quase 1,5 vezes já no primeiro nível de infestação (2 percevejos/planta), com um máximo de aumento de 3,4 vezes, ao nível de infestação mais elevado (8 percevejos/planta).

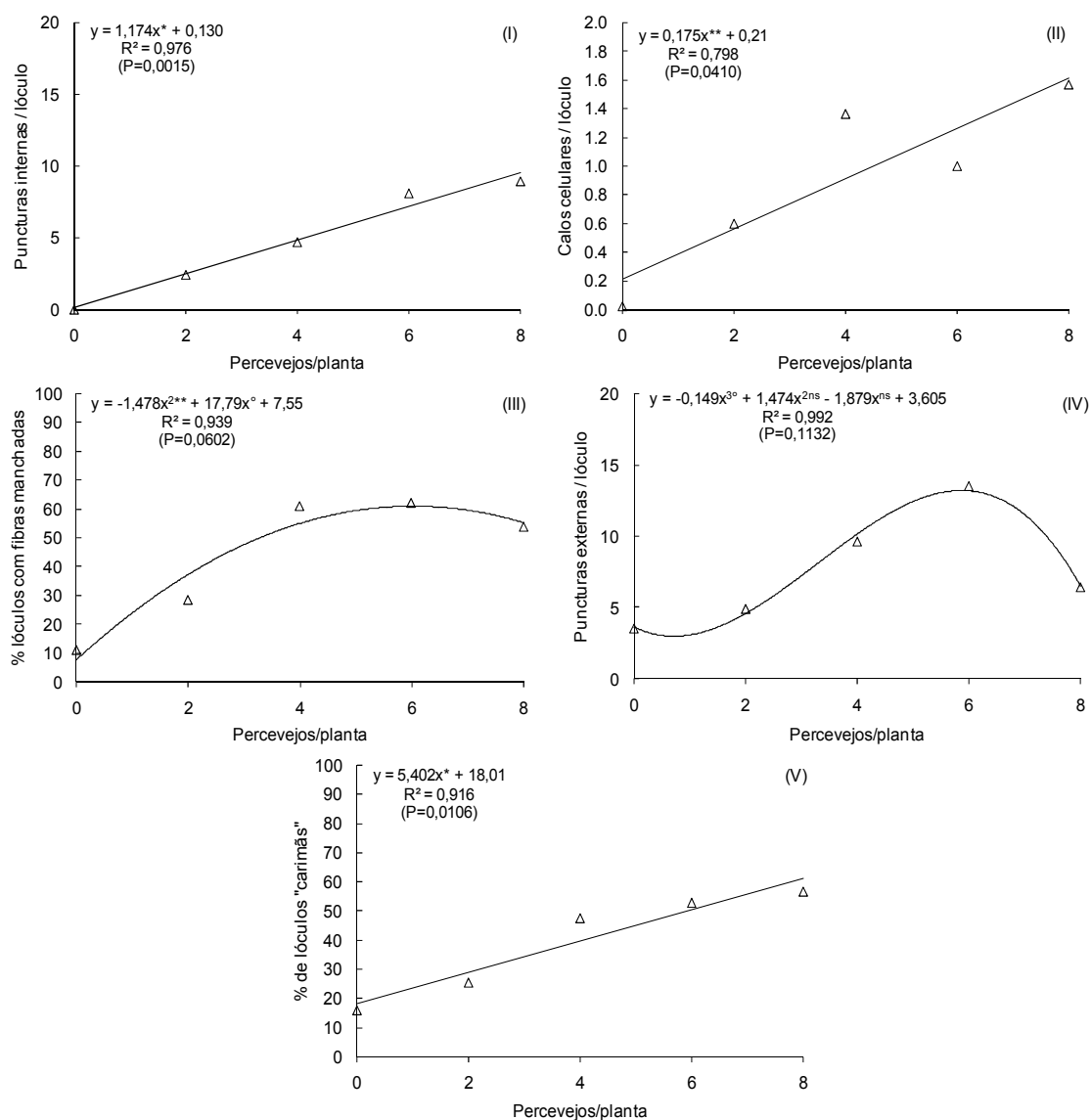


Figura 2. Sintomas de ataque e injúria de *E. heros* [I= número de sinais de puncturas no endocarpo, II= número de calos celulares ("verrugas") no endocarpo, III= porcentagem de lóculos com fibras imaturas manchadas por maçã, IV= número de marcas (pintas) escuras no mesocarpo e V= porcentagem de lóculos "carimãs" por capulho], em plantas de algodoeiro infestadas com 0, 2, 4, 6 e 8 percevejos adultos na fase de enchimento de maçãs pleno (n=5). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012. Coeficientes de regressão: * $P \leq 0,01$, ** $P \leq 0,05$, ° $P \leq 0,10$ e ^{ns} Não significativo.

Esse incremento de quase 34% ao nível máximo de infestação em relação ao nível zero, resultou em 61% dos lóculos das maçãs das plantas apresentando sintomas de carimãs. Contudo, na ausência de infestação, os capulhos apresentaram 18% de lóculos incompletamente abertos (Figura 2–V).

Na fase de pré-florescimento (PF), nenhum dos parâmetros avaliados ao final do ciclo das plantas foi afetado pelos níveis de infestação testados (Tabela 3).

Tabela 3. Significância do teste F da análise de variância dos parâmetros de injúria, produção e qualidade de fibra, estudados em diferentes fases do desenvolvimento do algodoeiro, em função de diferentes níveis de infestação de *E. heros* (0, 2, 4, 6 e 8 percevejos adultos/planta). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Parâmetro ⁽¹⁾ e Coeficiente de variação ⁽²⁾	Fase de desenvolvimento								
	Pré-florescimento			Início do florescimento			Enchimento de maçãs		
	g.l.	F	P	g.l.	F	P	g.l.	F	P
Lóculos carimãs (PLC)	4	1,17	0,35	4	1,14	0,36	4	14,19	<0,01
CV(%)		60,23			56,21			26,73	
Algodão caroço (PAC)	4	0,03	0,99	4	0,17	0,95	4	2,46	0,07
CV(%)		11,69			20,17			14,58	
Algodão pluma (PAP)	4	0,16	0,95	4	0,51	0,72	4	3,58	0,02
CV(%)		13,45			12,28			15,54	
Rendimento pluma (RP)	4	0,91	0,47	4	0,14	0,96	4	3,64	0,02
CV(%)		3,79			27,41			5,21	
Resistência da fibra (STR)	4	0,63	0,64	4	0,70	0,59	4	0,09	0,98
CV(%)		3,61			3,90			5,04	
Índice <i>micronaire</i> (MIC)	4	1,49	0,24	4	1,22	0,33	4	3,04	0,04
CV(%)		7,02			8,85			11,08	
Amarelamento (+b)	4	0,85	0,51	4	4,16	0,01	4	5,68	<0,01
CV(%)		12,99			9,45			11,25	
Fibras curtas (w)	4	0,59	0,67	4	1,15	0,36	4	3,38	0,02
CV(%)		12,91			18,56			15,09	

⁽¹⁾PLC=porcentagem de lóculos “carimãs” por capulho, PAC=produção de algodão em caroço (g) por planta, PAP=produção de algodão em pluma (g) por planta, RP=rendimento de pluma (%) após beneficiamento do algodão em caroço, STR=resistência da fibra (g/tex), MIC=índice *micronaire* (adimensional), +b=grau de amarelamento e w=conteúdo de fibras curtas (%). ⁽²⁾CV(%).

No entanto, na fase de início de florescimento (IF), apenas o índice de amarelamento apresentou efeito significativo dos níveis de infestação de *E. heros* testados. Nesta fase, este índice se ajustou melhor a um modelo de regressão linear ($R^2=0,7352$), com pelo menos dois níveis de infestação de *E. heros* testados proporcionou um maior grau de amarelamento da fibra (Figura 3).

A fase de enchimento de maçãs (EM) foi a que apresentou maior suscetibilidade ao ataque de *E. heros* ocasionado pelos diferentes níveis de infestação. Nesta fase, para a maioria dos parâmetros avaliados como o número de lóculos com fibras carimãs, produção de algodão em pluma, rendimento de pluma, índice *micronaire*, amarelamento (+b) e fibras curtas (w), os níveis de infestação de *E. heros* alteraram significativamente suas respostas (Figura 4).

Com relação aos parâmetros de qualidade de fibra na fase de FP, o índice *micronaire* apresentou redução linear negativa significativa ($R^2=0,834$), que variou de 4,42 a 3,62 em relação a ausência de infestação (nível zero) e ao máximo de percevejos

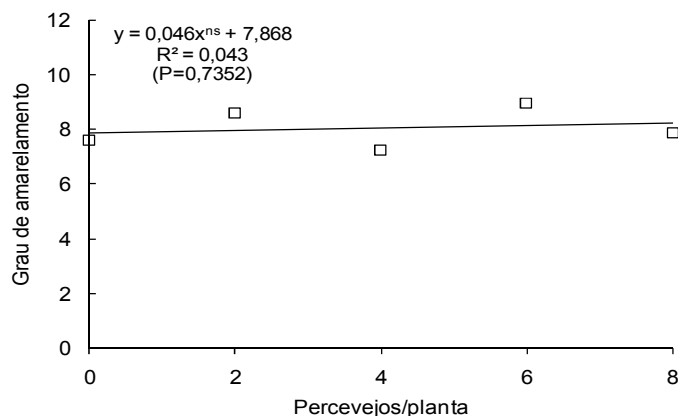


Figura 3. Grau de amarelamento de fibras de plantas de algodoeiro infestadas com 0, 2, 4, 6 e 8 percevejos adultos no início do florescimento (n=5). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012. Coeficiente de regressão: ^{ns}Não significativo.

confinados por planta (oito adultos) (Figura 4–I). O grau de amarelamento (+b) apresentou modelo de regressão quadrático em relação aos níveis de infestação testados, com maiores valores (picos) obtidos ao nível de infestação de 6 percevejos/planta (Figura 4–II). Estes valores variaram de 6,1 (nível zero) a 8,9 (6 percevejos/planta) de grau de amarelamento. Da mesma maneira, o modelo de regressão quadrático foi o mais adequado para o parâmetro de porcentagem de fibras curtas (w) avaliado, sem no entanto, apresentar significância estatística ao nível pré-determinado ($P \leq 0,10$) (Figura 4–III).

Quando as plantas foram infestadas com todos os capulhos abertos (fase de maturação plena), a infestação por adultos de *E. heros* não foi capaz de afetar significativamente nenhum dos parâmetros avaliados (Tabela 4).

3.3 Produção e rendimento de fibra

A produção de algodão em caroço e pluma das plantas infestadas na fase de pré-florescimento (PF) e início de florescimento (IF) não se diferiram entre os níveis de infestação testados.

A produção de algodão em pluma ($R^2=0,767$) e rendimento de fibra ($R^2=0,754$) foram afetadas somente na fase de enchimento de maçãs (EM), com redução linear significativa para ambos os parâmetros de produção avaliados (Figuras 5–I e II). Para a produção de algodão em pluma por planta, a redução variou de 6,3 (0,73 g) a 25,4%

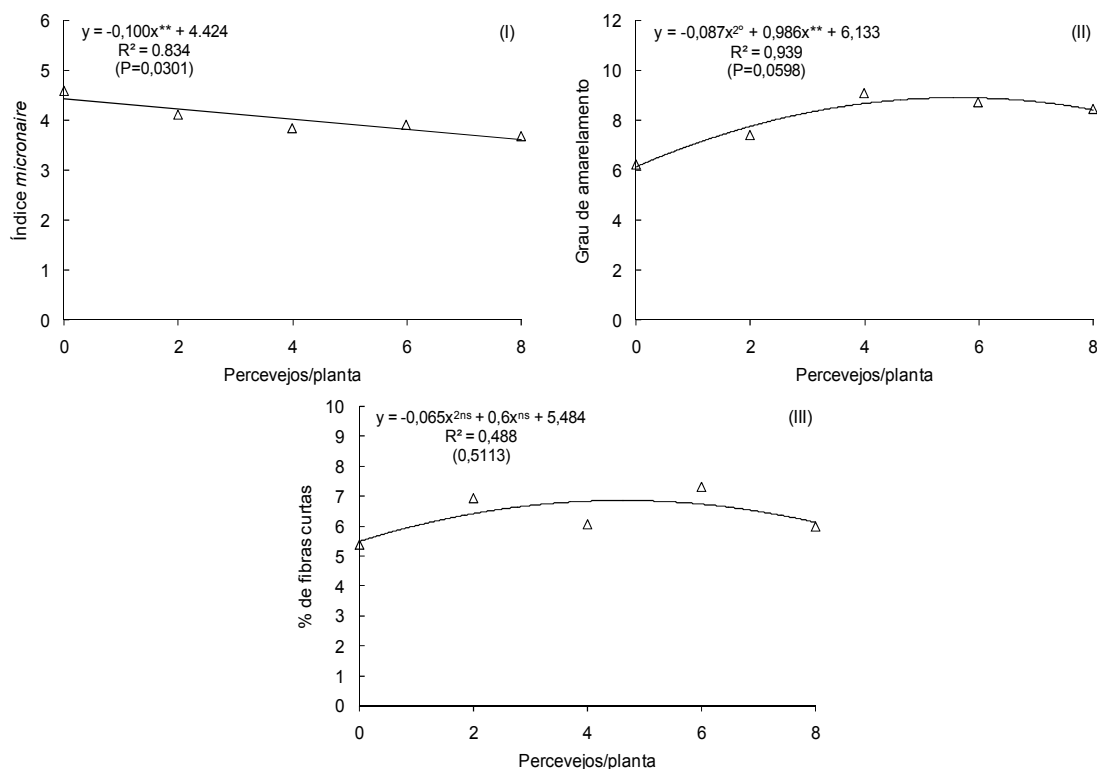


Figura 4. Índice *micronaire* (I), conteúdo de fibras curtas (II) e grau de amarelamento (III) de fibras de plantas de algodoeiro Bt infestadas com 0, 2, 4, 6 e 8 adultos de *E. heros* na fase de florescimento pleno (n=5). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012. Coeficientes de regressão: * $P \leq 0,01$, ** $P \leq 0,05$, ° $P \leq 0,10$ e ^{ns}Não significativo.

(2,92 g) entre os níveis zero e oito de infestação (percevejos adultos/planta), e para o rendimento de fibra, essa redução variou de 2,3 a 9,3%.

Apesar da produção de algodão em caroço não ter sido afetada ao nível de significância estabelecido na análise de variância ($P \leq 0,07$), essa redução também seguiu modelo linear de regressão ($P=0,11$), conforme a população de percevejos aumentava. A produção de algodão em caroço variou de 4,6% (1,29 g) ao nível mais baixo de infestação (zero percevejos/planta), a 18,4% (5,16 g), ao nível mais elevado (oito percevejos/planta) (Figura 5–III).

3.4 Nível de Dano Econômico (NDE)

O cálculo para o nível de dano econômico foi realizado com base no modelo de regressão linear obtido para a redução da produção de algodão em pluma, uma vez que o modelo de regressão obtido para esta variável de produção neste estudo, foi estatisticamente significativa ao nível de 10% de significância.

Tabela 4. Significância do teste F da análise de variância dos parâmetros de injúria, produção e qualidade, estudados na fase de maturação plena do algodoeiro (ponto de colheita), em função da infestação por *E. heros* (8 percevejos adultos/planta). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012.

Parâmetro ⁽¹⁾ e Coeficiente de variação ⁽²⁾	Fase de maturação plena		
	g.l.	F	P
Lóculos carimãs (PLC)	1	0,54	0,47
CV(%)		62,26	
Algodão caroço (PAC)	1	0,56	0,46
CV(%)		13,68	
Algodão pluma (PAP)	1	0,06	0,80
CV(%)		11,21	
Rendimento pluma (RP)	1	0,37	0,54
CV(%)		10,64	
Resistência da fibra (STR)	1	0,37	0,54
CV(%)		3,70	
Índice <i>micronaire</i> (MIC)	1	0,22	0,64
CV(%)		10,30	
Amarelamento (+b)	1	0,57	0,45
CV(%)		11,66	
Fibras curtas (w)	1	1,07	0,31
CV(%)		19,07	

⁽¹⁾PLC=porcentagem de lóculos “carimãs” por capulho, PAC=produção de algodão em caroço (g) por planta, PAP=produção de algodão em pluma (g) por planta, RP=rendimento de pluma (%) após beneficiamento do algodão em caroço, STR=resistência da fibra (g/tex), MIC=índice *micronaire* (adimensional), +b=grau de amarelamento e w=conteúdo de fibras curtas (%). ⁽²⁾CV(%).

A determinação do nível de dano econômico para *E. heros* foi realizada para a fase de enchimento de maçãs (EM), uma vez que neste momento, as plantas apresentaram suscetibilidade aos níveis de infestação testados. Com base no cálculo empregado para a determinação do NDE de *E. heros*, em função das variáveis adotadas e da equação de regressão obtida neste estudo para a produção de algodão em caroço, o valor obtido para se adotar qualquer medida de controle de *E. heros* em algodoeiro na fase de EM (6,5 maçãs/planta, com 26,5 mm de diâmetro em média) foi de 0,5 percevejo/planta (Tabela 5). O NDE pode variar em função de mudanças nos valores e custos de produção da cultura, podendo ser revisto com base nas informações geradas neste estudo, como por exemplo, utilizar a equação para produção de algodão em caroço ou até mesmo para parâmetros de qualidade da fibra.

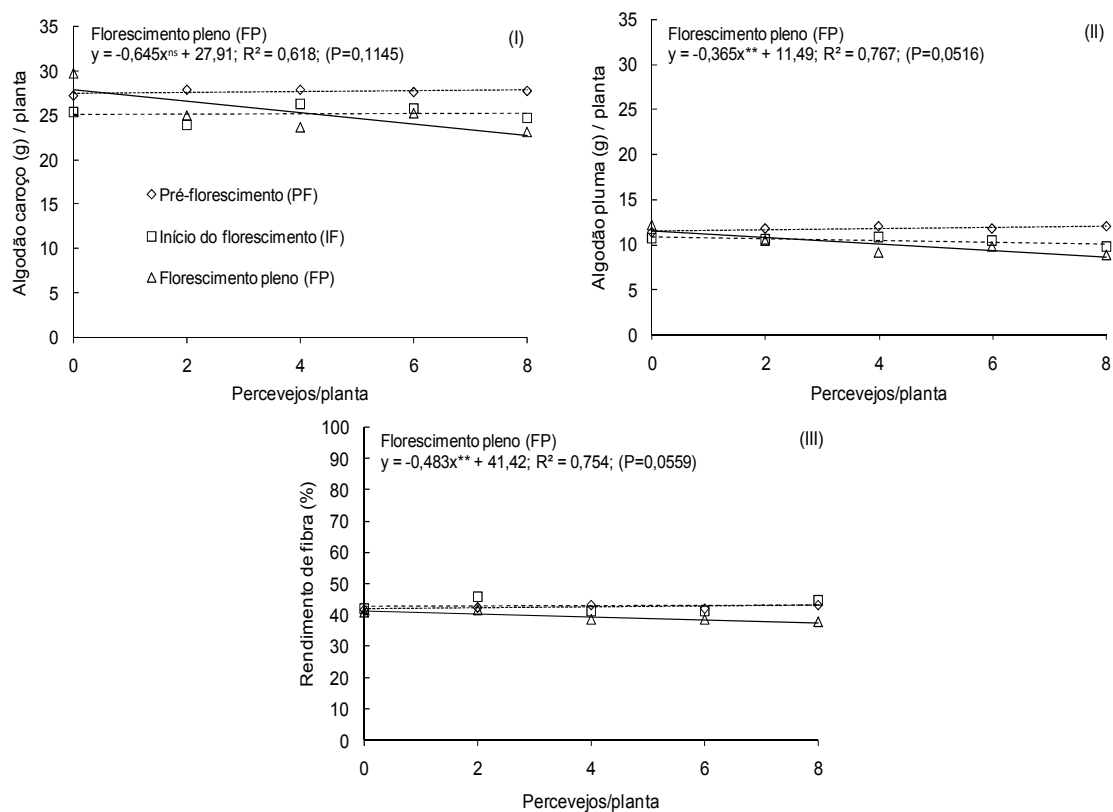


Figura 5. Produção de algodão em caroço (I), pluma (II) e rendimento médio de fibra (III) de plantas de algodoeiro infestadas com 0, 2, 4, 6 e 8 percevejos adultos de *E. heros* na fase de pré-florescimento (PF), início do florescimento (IF) e enchimento de maçãs (EM) ($n=5$). Safra 2009/2010. Dourados, MS, 2012. Apenas as variáveis produção de pluma (II) e rendimento de fibra (III), na fase de enchimento de maçãs (EM), apresentaram significância estatística na análise de variância ($P \leq 0,05$), com posterior modelo de regressão significativo ($P \leq 0,10$). Coeficientes de regressão: $**P \leq 0,05$.

Tabela 5. Nível de dano econômico (NDE) estabelecido para *E. heros* em algodoeiro Bt na fase de enchimento de maçãs (EM), em função do custo de produção e do sistema de cultivo adotado em Rondonópolis, MT, e da equação de redução linear da produção de algodão em fibra obtida por planta. Dourados, MS, 2012.

Variável para cálculo do NDE	Valor/Unidade
¹ População de plantas/ha = (A)	100.000 plantas
Produção/planta ($y = -0,365x + 11,49$; onde $x = 0$) = (B)	11,49 g (0,01149 kg)
Produção (kg/ha) – $A \times B$ = (P)	1.149 kg/ha
² Valor da produção em US\$/kg	1,66 US\$/kg
Valor da produção em US\$/ha = (V)	1.907,34 US\$/ha
² Custo Inseticida – acefato ^{II} (0,75 kg/ha) / US\$/ha = (I)	9,79 US\$/ha
³ Custo Tratamento (mão-de-obra + maquinário) – US\$/ha = (II)	8,00 US\$/ha
Custo Tratamento – US\$/ha / I+II = (C)	17,79 US\$/ha
⁴ $C/V \times 100$ = (NDE%)	0,93%
Produção após rendimento máximo determinado pelo NDE = (R)	1.138 kg/ha
Redução da produção (g) aceitável (RA) em função do modelo de regressão $y = -0,365x + 11,49$ / [(R)/(A) = (RP); (B)-(RP) = (RA)]	0,11 g/planta (plantas com 11,38 g)
NDE (percevejos/planta – p/p) em função do modelo de regressão: $y = -0,365x + 11,49$; onde $x = 0,1$ e $y = 11,12$ g = produção da planta após a infestação = (RA)	0,1 percevejo/planta

¹EMBRAPA (2010). ²IMEA (2012). ³AGRIANUAL (2012). ⁴GALLO et al. (2002). ^ICotação (US\$ venda) obtida no dia 24 de agosto de 2012 (Banco Central do Brasil – <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>>). ^{II}Organofosforado (dosagem recomendada para o controle de percevejos pentatomídeos em soja).

4 DISCUSSÃO

Este estudo revelou pela primeira vez que *E. heros* é capaz de causar dano econômico à cultura do algodoeiro, particularmente quando as plantas se encontram na fase de enchimento de maçãs (florescimento pleno), com frutos apresentando diâmetro médio próximo à 25 mm. Maçãs com esse diâmetro são consideradas preferidas ou de maior suscetibilidade ao ataque por pentatomídeos fitófagos em algodoeiro (SIEBERT et al., 2005; TOEWS et al., 2009). Isso explica a maior suscetibilidade das plantas nesta fase de desenvolvimento em comparação à fase de pré-florescimento e/ou maturação plena, em que não foi detectado efeito da infestação sobre os parâmetros avaliados

Em condições de campo, o período da segunda até a sexta semana de florescimento é considerado o de maior atenção para a incidência de percevejos dessa família em algodoeiros cultivados nos Estados Unidos (BACHELER et al., 2010). Nesse período, a maior parte das maçãs (entre 50-100%) apresenta tamanho menor ou igual a 25 mm, e o nível de controle dinâmico utilizado em função da % de maçãs com sintomas de injúrias, de acordo com a semana de florescimento é o mais baixo (10% de maçãs com sintomas de injúrias) (HERBERT et al., 2009; BACHELER et al., 2010), o que evidencia a suscetibilidade do algodoeiro ao ataque destes insetos neste período de desenvolvimento.

Assim como detectado para os diferentes níveis de infestação de *E. heros* testadas neste estudo, a fase de pré-florescimento (botão floral) não é considerada suscetível ao ataque de *E. servus* e *N. viridula* em algodoeiro (WILLRICH et al., 2004b). Contudo, infestações persistentes de ninfas de *N. viridula* em plantas apresentando botões florais, podem resultar na abscisão dessas estruturas, afetando a produção (WILLRICH et al., 2004b). Maçãs menores ou iguais a 25 mm também são abscindidas pelo ataque de ninfas, bem como pelo ataque de adultos (CRUZ JÚNIOR et al., 2003, 2004; BOMMIREDDY et al., 2007; SORIA et al., 2010b). No entanto, neste estudo, os parâmetros avaliados na fase de início do florescimento (maçãs com diâmetro médio de 11 mm) não foram afetados pelos diferentes níveis populacionais de adultos de *E. heros* avaliados.

Esta observação indica que se houve abscisão de frutos atacados (botões florais ou maçãs) na fase de pré ou início de florescimento, a mesma não foi suficiente para afetar os parâmetros de produção, ou a planta foi capaz de compensar a queda de

estruturas, visto que o algodoeiro naturalmente aborta uma porcentagem de suas estruturas ao longo do período de florescimento (RITCHIE et al., 2007). Durante o período de confinamento foi possível observar os percevejos picarem folhas, ramos, brotações, botões florais, flores e maçãs. Capulhos foram as únicas estruturas que não foram provadas por estes insetos sugadores, demonstrando a preferência alimentar deste inseto por partes de plantas em fase de formação ou ainda verdes (imaturas/não senescentes) (PANIZZI & SILVA, 2009).

Pentatomídeos fitófagos tem preferência por se alimentarem por frutos imaturos (suculentos), pois podem ter o processo de penetração do rostro e alimentação facilitados, além de encontrarem alimento de melhor qualidade nutricional nessas condições (ESQUIVEL, 2011; MEDRANO et al., 2011) o que aumenta sua expectativa de continuidade da prole. Particularmente, percevejos pirrocorídeos (*Dysdercus* spp.) causam injúrias em algodoeiro com frutos abertos (capulhos), se alimentando das sementes maduras de algodoeiro sob os capulhos (SCHAEFER, 1998; AHMAD & SCHAEFER, 2000; GALLO et al., 2002), causando a descoloração das fibras por defecaram sobre as mesmas ao se alimentarem das sementes maduras. Neste estudo, este fenômeno não foi observado para *E. heros*, quando infestando plantas maduras apresentando capulhos.

De acordo com os resultados apresentados, os sinais de puncturas e o aparecimento de calos celulares aumentaram proporcionalmente com o incremento do número de percevejos, indicando que um maior número de maçãs e/ou cada maçã pode sofrer maior quantidade de ataque, quanto maior for a população de percevejos em um algodoal. Estudos demonstraram forte correlação positiva entre sinais internos de puncturas e calos celulares (“verrugas”) em lóculos de maçãs de algodoeiro atacadas por pentatomídeos-pragas (BLINKA et al., 2008; SORIA et al., 2010c; TOEWS et al., 2009), sugerindo que estes dois tipos de sintomas é que devem ser utilizados como parâmetros para confirmar as injúrias de pentatomídeos-pragas em lavouras de algodoeiro, através da abertura de frutos com diâmetro médio (25 mm) e avaliação interna desses sintomas (BACHELER et al., 2010).

O número de sinais de puncturas externas sobre o exocarpo apresentou padrão instável de resposta de acordo com o nível populacional, ao contrário da resposta linear apresentada pelos sinais de puncturas e calos observados no endocarpo, sugerindo que a avaliação desse parâmetro não representa a real injúria ou o ataque causado pelos percevejos, uma vez que no maior índice populacional, o número de sinais externos foi

reduzido significativamente. Outros autores também sugerem que o número de puncturas externas sob o exocarpo de maçãs, não é um parâmetro confiável para se determinar o ataque de percevejos pentatomídeos em algodoeiro, sendo necessária a abertura das estruturas para a avaliação de sintomas internos de injúrias (BUNDY et al., 2000; BACHELER et al., 2010).

Paralelamente, a quantidade de lóculos “carimãs”, apresentando má abertura dos capulhos e fibras manchadas também aumentou, revelando o aumento significativo da injúria de acordo com o incremento da população dos sugadores. Lóculos carimãs por conta do ataque de pentatomídeos inviabilizam a colheita da fibra, além de causarem a depreciação da qualidade e perda no rendimento (WILLRICH et al., 2004c).

A constatação de fibras imaturas descoloridas no momento de avaliação de maçãs para sintomas internos de injúrias indica que o rostro dos percevejos alcançou as sementes no interior da maçã, uma vez que as manchas formadas são causadas devido aos fluídos exsudados pelas sementes, em resposta à injúria (MEDRANO et al., 2011). A transmissão de patógenos causadores de podridão de maçãs em algodoeiro, também pode estar relacionada com a descoloração da fibra, uma vez que espécimes não infectadas por patógenos, não foram capazes de manchar fibras quando atacaram maçãs sadias (MEDRANO et al., 2009). Pentatomídeos fitófagos são capazes de transmitir patógenos que causam o apodrecimento de maçãs (ESQUIVEL et al., 2010). Similarmente, organismos simbiontes ocorrem naturalmente em populações de Pentatomidae (MITCHELL, 2004; PRADO et al., 2006), podendo ser os responsáveis em algodoeiro, pelo agravamento ou não das injúrias decorrentes do ataque.

Os índices de qualidade de fibra, *micronaire*, amarelamento e porcentagem de fibras curtas, também foram significativamente afetados pelo ataque de *E. heros*, assim como observado para outras espécies de pentatomídeos pragas (*N. viridula*, *E. servus* e *P. guildinii*) (CRUZ JÚNIOR, 2004; BOMMIREDDY et al., 2007). Particularmente, no Brasil, CRUZ JÚNIOR (2004) obteve 12% de perdas no índice *micronaire* de fibras obtidas de maçãs infestadas por *N. viridula* e *P. guildinii*. Diferenças no potencial de dano ou capacidade de reduzir parâmetros de qualidade de fibra por diferentes espécies de pentatomídeos-pragas estão relacionadas com o tipo de ataque, tempo de duração do ataque, estágio fenológico da planta (idade/diâmetro das maçãs) e variedade atacada (GREENE et al., 1999; WILLRICH et al., 2004a, 2004b; WARD, 2005; SORIA et al., 2010a, 2010b).

A determinação do nível populacional da infestação é importante para o manejo integrado da cultura, minimizando custos de produção e aumentando a rentabilidade ao produtor. Diante disso, neste estudo embora não utilizado para o cálculo de NDE, os índices de *micronaire* e grau de amarelamento podem ser considerados em cálculos alternativos para se determinar o NDE, uma vez que nossas equações de regressão para esses parâmetros, em função de diferentes níveis populacionais de *E. heros* permitem tal finalidade (elevada significância). Outro ponto a ser considerado é que índices de qualidade de fibra são importante para a indústria têxtil e a perda desses índices pode depreciar a produção, apesar de boas produtividades (FONSECA & SANTANTA, 2002; BOMMIREDDY et al., 2007). Particularmente, o índice de amarelamento mostrou o mesmo padrão de resposta que a porcentagem de lóculos com fibras imaturas, indicando correlação e algum grau de relação entre esses dois parâmetros.

Em relação a capacidade de dano de adultos de Pentatomidae em algodoeiro, estudos mostram que um adulto de *N. viridula* é capaz de causar danos de aproximadamente 13% na produção de algodão em caroço de maçãs de algodão Bt (Cry1Ac) com diâmetro médio de 25 mm (SORIA et al., 2010c). Outros estudos mostram que a capacidade de dano destes insetos está relacionada com a fenologia da planta de algodoeiro (HERBERT et al., 2009; WILLRICH et al., 2004a, 2004b), uma vez que as plantas podem compensar/tolerar o dano, pela produção de novos frutos ou grau de suscetibilidade das maçãs, assim como já mencionando anteriormente, como observado com o pentatomídeo *E. servus*, que ocasionou perdas significativas na produção de algodão em caroço de plantas infestadas, sendo esta constatação dependente da semana de florescimento (WILLRICH et al., 2004a).

Com base em nossos resultados foi possível determinar o nível de dano econômico para *E. heros* na cultura do algodoeiro Bt, em fase de enchimento de maçãs: 0,1 percevejo adulto por planta. Recomenda-se esse nível de dano econômico para lavouras que estão nas seis semanas iniciais de florescimento, uma vez que a maior parte das dos frutos das plantas, nesse período, encontram-se com diâmetro menor ou igual a 25 mm (BACHELER et al., 2010). Considerando que o nível de controle (NC) está entre 10-20% abaixo do NDE, qualquer medida de intervenção, especialmente pelo uso de inseticidas para reduzir a população de *E. heros* em algodoeiro, visando evitar perdas econômicas, deve considerar o NC para esta espécie de sugador em algodoeiro em fase de florescimento, estaria em torno de 0,08 percevejo por planta ou abaixo disso.

O NC de 0,08 percevejos por planta está próximo do recomendado nos Estados Unidos e Austrália, considerando uma população de 100.000 plantas por hectare e extrapolando a infestação de percevejos por planta. Nos Estados Unidos, recomenda-se o controle de pentatomídeos-pragas em algodoeiro quando em média for observado um percevejo adulto por dois metros lineares de cultivo (GREENE et al., 2001), enquanto na Austrália, quando forem observados em média 0,5 percevejos adultos por metro linear de cultivo (WARD, 2005), através do uso do pano de batida, caso semelhante ao observado no presente estudo. Extrapolando-se os resultados obtidos por WARD (2005) e GREENE et al. (2001) para infestação obtida por planta, o que se obtém é um NDE entre 0,1 e 0,05 percevejos por planta, respectivamente.

Vale salientar que o NC apresenta valores abaixo do NDE, sendo calculado considerando-se o período de ação necessário para que qualquer medida de controle seja adotada pelo produtor até a população do inseto atingir o NDE, uma vez que existe um tempo, da estimativa da população na lavoura (grau de infestação), até o momento do controle. Assim, dependendo da porcentagem de segurança adotada pelo NC em função do NDE, nossa recomendação de NC pode ficar próximo do recomendado na Austrália e Estados Unidos para o controle de *E. heros* em algodoeiro Bt.

No Brasil, o monitoramento de pragas nas lavouras de algodoeiro é realizado considerando o grau de infestação da população da praga pelo número de insetos observados ou pela avaliação de sintomas de injúrias das pragas por planta (DEGRANDE, 1998). Sendo assim, o uso do NC proposto neste estudo, poderá ser empregado para as condições brasileiras de manejo de pentatomídeos migrantes do algodoeiro no Cerrado, uma vez que o uso de batida de pano, ou rede de varredura, ainda não é utilizado em condições brasileiras, embora possam ser adicionados paralelamente à avaliação visual das plantas, amplamente adotada pelos produtores (DEGRANDE et al., 2003; WADE et al., 2006; THOMAZONI et al., 2010).

Esse contraste de diferentes recomendações de NDE para pentatomídeos-pragas em algodoeiro, evidencia a necessidade de mais estudos nessa linha, uma vez que até mesmo em países onde esta questão já apresenta certo grau satisfatório de resposta, como nos Estados Unidos, pesquisas ainda são investidas para o aprimoramento do NDE para esses insetos-pragas em algodoeiro.

Apesar disso, os resultados deste estudo indicam pela primeira vez, um nível de dano econômico para *E. heros* em algodoeiro em condições de cultivo do Brasil, considerando o sistema de cultivo algodoeiro-soja, através da extrapolação de dados,

predizendo a perda de qualidade da fibra e rendimento através da avaliação de sintomas internos de injúrias e da densidade populacional deste inseto, de acordo com os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

5 CONCLUSÕES

Plantas de algodoeiro Bt nas fases pré e início de florescimento, e maturação plena, não são afetadas por infestações de adultos de *E. heros*.

Sinais internos de puncturas e calos celulares (“verrugas”) sobre o mesocarpo de maçãs aumentam linearmente com o aumento da infestação de *E. heros*.

Sinais externos de puncturas sobre o epicarpo de maçãs de algodoeiro não seguem um padrão estável de aumento, mediante o incremento do número de *E. heros*.

A avaliação de sinais externos de puncturas sobre o epicarpo não é considerada uma forma confiável de estimativa da infestação de *E. heros* em lavouras de algodoeiro Bt, sendo o oposto válido para a avaliação de sintomas internos de injúrias no mesocarpo de maçãs para esse propósito.

A porcentagem de lóculos com fibras imaturas manchadas de maçãs atacadas por *E. heros* teve crescimento limitado, chegando a um máximo de 61% não acompanhando o aumento do nível populacional de *E. heros*.

A produção de algodão em caroço e fibra é linearmente reduzida conforme a população de *E. heros* aumenta, podendo ocorrer perdas de 18 e 25% na produção de algodão em caroço e fibra, respectivamente.

Os índices de qualidade de *micronaire* e amarelamento são linearmente afetados pelo aumento da infestação de *E. heros*.

O nível de dano econômico (NDE) de *E. heros* em algodoeiro Bt em fase de enchimento de maçãs é de 0,1 percevejo adultos por planta.

6 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2012.
- AHMAD, I. & SCHAEFER, C. W. Cotton Stainers and Their Relatives (Pyrrhocoroidea Pyrrhocoridae and Largidae). In: SCHAEFER, C.W. & PANIZZI, A.R. (Eds.). **Heteroptera of economic importance**. CRC Press LLCC: Boca Raton, FL, EUA, 2000, p. 271–307.
- BACHELER, J.; HERBERT, D.A.; GREENE, J.; ROBERTS, P.; TOEWS, M.; BLINKA, E. **Scouting for stink bug damage in Southeast cotton: description and use of a pocket scouting decision aid**. NC State University A&T State University Cooperative Extension, EUA, 2010, 2 p. (E10-52856, AG-730W, 04/2010 BS).
- BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO J.; FIGUEIREDO, I. C. de M. Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 547–552, 2002.
- BLINKA, E.; VAN DUYN, J. W.; HERBERT, A.; MALONE, S.; ROBERTS, P. M., BACHELER, J. S.; BRADLEY, J. S. Association of external stink bug-induced cotton boll damage with internal damage, lint yield and quality. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, Nashville, Tennessee, EUA, Proceedings, p. 1110-1115, 2008.
- BOMMIREDDY, P. L.; LEONARD, B. R.; TEMPLE, J. H. Influence of *Nezara viridula* feeding on cotton yield, fiber quality, and seed germination. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, p. 1560–1568, 2007.
- BUNDY, C.S.; McPHERSON, R.M.; HERZOG, G.A. An examination of the external and internal signs of cotton boll damage by stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Entomological Science**, v. 35, p. 402–410, 2000.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção - Culturas de Verão**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1276&t=2&Pagina_objcmsconteudos=5#A_objcmsconteudos> Acesso em: 19 mar. 2012.
- CRUZ-JÚNIOR, J. F. A.; NAKANO, O.; ROMANO, F. C. B.; CUNHA, U. S. Danos causados por *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) e *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) em maçãs de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). In: Congresso Brasileiro do Algodão, Goiânia-GO, Algodão: um Mercado em Evolução, 2003.
- CRUZ-JÚNIOR, J. F. A. **Danos causados por *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) e *Piezodorus guildini* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) em maçãs de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2004. 41 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle de pragas do algodoeiro**. Dourados: UFMS, 1998. 60 p.

DEGRANDE, P. E., OLIVEIRA, M. A. DE, RIBEIRO, J. F., BARROS, R., NOGUEIRA, R. F., RODRIGUES, A. L. L., FERNANDES, M. G. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, p. 291–294, 2003.

DEGRANDE, P.E. & VIVAN, L.M. Pragas da soja. In: **Boletim de Pesquisa de Soja 2008**. Rondonópolis: Carrion & Carracedo, 2008. p. 123–160. (Boletim de Pesquisa de Soja, 12).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do Algodão no Cerrado. Adubação e correção**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/adubacao.htm>>. Acesso em: 11 de out. 2010.

ESQUIVEL, J. F. Estimating potential stylet penetration of southern green stink bug – a mathematical modeling approach. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 140, p. 163–170, 2011.

ESQUIVEL, J. F.; MEDRANO, E. G.; BELL, A. A. Southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) as vectors of pathogens affecting cotton bolls — A brief review. **Southwestern Entomologist**, v. 35, p. 457–461, 2010.

FONSECA, R. G. & SANTANA, J. C. S. **Resultados de ensaio HVI e suas interpretações (ASTM D-4605)**. Embrapa Algodão. Circular Técnica n. 66, p. 1-13, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA, S.; CARVALHO, R.; BAPTISTA, G.; BERTI, E.; PARRA, J. R.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. S. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz. São Paulo: FEALQ. 920 p., 2002.

GREENE, J. K.; TURNIPSEED, S. G.; SULLIVAN, M.J.; HERZOG, G. A. Boll damage by southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) and tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) caged on transgenic *Bacillus thuringiensis* cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 941–944, 1999.

GREENE, J.K.; TURNIPSEED, S.G.; SULLIVAN, M.J.; MAY, O.L. Treatment thresholds for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 403–409, 2001.

GREENE, J.K.; BUNDY, C.S.; ROBERTS, P.M.; LEONARD, B.R. **Identification and Management of Common Boll Feeding Bugs in Cotton**. Clemson Extension Report, EB158, Clemson University, Blackville, SC, EUA, 2006.

HANEY, P. B.; LEWIS, W. J.; LAMBERT, W. R. **Cotton production and the boll weevil in Georgia: history, cost of control, and benefits of eradication**. Georgia: The Georgia Agricultural Experiment Stations/College of Agricultural and Environmental Sciences/The University of Georgia, 2009. 60 p. (Research Bulletin, 428)

HERBERT, A.; BLINKA, E.; BACHELER, J.; VAN DUYN, J. **Managing stink bugs in cotton: research in the southeast region**. Virginia Cooperative Extension. Publication 444-390. 20 p., 2009.

IMEA – Instituto Mato-grossense de Economia Agrícola. **Boletim Semanal 146: Análise do Algodão**. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/2012_08_17_BSAlgodao.pdf> Acesso em: 25 ago. 2012.

MEDRANO, E. G.; ESQUIVEL, J. F.; NICHOLS, R. L.; BELL, A. A. Temporal analysis of cotton boll symptoms resulting from southern green stink bug feeding and transmission of a bacterial pathogen. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 36–42, 2009.

MEDRANO, E. G.; ESQUIVEL, J. F.; BELL, A. A.; GREENE, J. K.; ROBERTS, P. M.; BACHELER, J. S.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L.; NICHOLS, R. L. Analysis of microscopic injuries caused by southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) feeding on cotton bolls. **Southwestern Entomologist**, v. 36, p. 233–245, 2011.

MITCHELL, P. L. Heteroptera as Vectors of Plant Pathogens. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 5, p. 519-545, 2004.

MUSSER, F.; R.; KNIGHTEN, K.S.; REED, J.T. Comparison of cotton damage from tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) and Southern green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) adults and nymphs. **Midsouth Entomologist**, v. 2, p. 1–9, 2008.

OLSON, D. M.; RUBERSON, J. R.; ZEILINGER, A. R.; ANDOW, D. A. Colonization preference of *Euschistus servus* and *Nezara viridula* in transgenic cotton varieties, peanut, and soybean. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 139, p. 161–169, 2011.

PANIZZI, A. R. Wild host of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crop. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 99–122, 1997.

PANIZZI, A.R. Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 1–12, 2000.

PANIZZI, A.R. & SILVA, F.A.C. Insetos sugadores de sementes (Heteroptera). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**. Londrina: Embrapa, 2009. cap. 1, p. 465–522.

PRADO, S. S.; RUBINOFF, D.; ALMEIDA, R. P. P. Vertical transmission of a pentatomid caeca-associated symbiont. **Annals of Entomological Society of America**, v. 99, p. 577–585, 2006.

REAY-JONES, F. P. F.; GREENE, J. K.; TOEWS, M. D.; REEVES, R. B. Sampling Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae) for Population Estimation and Pest Management in Southeastern Cotton Production. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 2360–2370, 2009.

RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C. W.; JOST, P. H.; BROWN, S. M. **Cotton growth and development**. Georgia: The Georgia Agricultural Experiment Stations/College of Agricultural and Environmental Sciences/The University of Georgia, 2007. 16 p. (Bulletin, 1252)

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT® 9.2: user's guide**. SAS Institute, Cary, NC, 2008.

SCHAEFER, C. W. Notes on *Dysdercus* from Brazil (Hemiptera: Pyrrhocoridae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 485–488, 1998.

SIEBERT, M. W.; LEONARD, B. R.; GABLE, R. H.; LAMOTTE, L. R. Cotton boll age influences feeding preference by brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 82–87.

SORIA, M. F.; THOMAZONI, D.; MARTINS, R. R.; DEGRANDE, P. E. Stink bugs incidence on Bt cotton in Brazil. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, San Antonio, TX, EUA, Proceedings, p. 813-819, 2009.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E.; PANIZZI, A. R.; BREWER, M. J. Heteropterans pests of cotton in the Brazilian Cerrado. In: **58th Annual Meeting of the Entomological Society of America**, 2010, San Diego, CA, EUA. 58th Annual Meeting of the Entomological Society of America Proceedings, 2010a.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E.; PANIZZI. Potencial de dano do percevejo-marrom neotropical *Euschistus heros* (F.) em maçãs de algodoeiro Bt e não-Bt de diferentes idades. In: **XXIII Congresso Brasileiro de Entomologia**, Natal-RN, 2010b.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E.; PANIZZI, A. R.; THOMAZONI, D.; KODAMA, C.; AZAMBUJA, T. Neotropical Brown Stink Bug *Euschistus heros* (Fabr., 1798) Attack on Bt-cotton bolls cultivated in Brazilian Savannah. In: **Proceedings of Beltwide Cotton Conferences**, National Cotton Council, New Orleans, LA, EUA, Proceedings, p. 978–984, 2010c.

THOMAZONI, D. ; DEGRANDE, P. E. ; SILVIE, P. ; FACCENDA, O. Impact of Bollgard genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 6167–6176, 2010.

TOEWS, M.D.; BLINKA, E.L.; VAN DUYN, J.W.; HERBERT, D.A. Jr.; BACHELER, J.S.; ROBERTS, P.M.; GREENE, J.K. Fidelity of external boll feeding lesions to internal damage for assessing stink bug damage in cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1344–1351, 2009.

WADE, M.R.; SCHOLZ, B.C.G.; LLOYD, R.J.; CLEARY, A.J.; FRANZMANN, B.A.; ZALUCKI, M.P. Temporal variation in arthropod sampling effectiveness: the case for using the beat sheet method in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 120, p. 139-153, 2006.

WARD, A. L. Development of a treatment threshold for sucking insects in determinate Bollgard II transgenic cotton grown in winter production areas. **Australian Journal of Entomology**, v. 44, p. 310–315, 2005.

WENE, G.P. & SHEETS, L.W. Notes on and Control of Stink Bugs Affecting Cotton in Arizona. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, p. 60–62, 1964.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; GABLE, R. H.; LAMOTTE, L. R. Boll injury and yield losses in cotton associated with brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) during flowering. **Journal of Economic Entomology**. v. 97, p. 1828–1834, 2004a.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; TEMPLE, J. Injury to preflowering and flowering cotton by brown stink bug and southern green stink bug. **Journal of Economic Entomology**. v. 97, p. 924–933, 2004b.

WILLRICH, M. M.; LEONARD, B. R.; PADGETT, G. B. Influence of southern green stink bug, *Nezara viridula* L., on late-season yield losses in cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Economic Entomology**, v. 33, p. 1095–1101, 2004c.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo é o primeiro relato de que os percevejos apresentam risco fitossanitário para o algodoeiro Bt e não-Bt cultivado no Cerrado Brasileiro, com potencial de se tornarem pragas de importância primária para a cultura do algodoeiro em algumas safras. Particularmente a espécie de percevejo *Euschistus heros* (Fabr., 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) se mostrou como a mais importante nos estudos realizados em campo, e nos experimentos em que foi avaliado demonstrou grande potencial de dano ao algodoeiro, porém, passíveis de serem previsíveis, auxiliando o manejo.

Além disso, demonstramos a viabilidade de se realizar a amostragem de percevejos com pano-de-batida e/ou avaliação visual da planta inteira em algodoeiro, o que permite aos produtores de algodão do Brasil, inserir com segurança um desses métodos de amostragem em programas de monitoramento de populações destes insetos já implementados para o manejo de pragas nos algodoais do Cerrado. Não obstante, validamos para nossas condições de cultivo e para a espécie de percevejo mais importante para o algodoeiro (*E. heros*) cultivado no Brasil, métodos experimentais já utilizados em outros países, como os Estados Unidos, em estudos relacionados à sintomatologia de ataque, injúria e dano destes insetos em frutos de algodoeiro.

Assim, na busca por aprimorar estudos bioecológicos e de impacto econômico destes insetos no Brasil, acreditamos que nossa contribuição para isso foi significativa, inédita e de extrema importância, visto que pela primeira vez foi realizada uma série de estudos com resultados consistentes com esse grupo de pragas em algodoeiro cultivado em condições brasileiras, particularmente nas do Cerrado.

Creemos que as informações aqui apresentadas são de grande valia para a cotonicultura e comunidade científica entomológica do Brasil ligada à cadeia produtiva do algodão, já que pela primeira vez estabelecemos o nível de dano econômico para *E. heros* em algodoeiro (0,5 percevejos/planta), passo importante para que qualquer medida de controle seja adotada.

Contudo, acreditamos que os resultados deste trabalho é apenas o início, visto que esse grupo de pragas é alvo de estudos em algodoeiro há mais de 15 anos em países como os Estados Unidos. Dessa maneira, novas linhas de pesquisa básica e aplicada para esse grupo de pragas em algodoeiro devem ser implementadas e incentivadas no

Brasil. Nesse contexto, citamos o desenvolvimento de pesquisas para estimativa da população destes insetos em algodoeiro por métodos alternativos e/ou indiretos, através da inspeção de frutos com sintomas de ataque ou pela análise dos voláteis de maçãs atacadas nos algodoais, visando facilitar o manejo destes insetos na cultura do algodão.

Adicionalmente, estudos que dizem respeito a aspectos relacionados ao desenvolvimento e adaptação de populações de percevejos ao longo do ano agrícola em nossas paisagens agrícolas, especialmente no Cerrado, em que as culturas do milho, soja e algodoeiro se inserem, também são importantes. Além disso, o estudo da influência de fatores abióticos, como umidade, temperatura e fotoperíodo, sabidamente influenciáveis na bioecologia desses insetos, devem ser alvo de futuros estudos bioecológicos, direcionando o desenvolvimento de estratégias de manejo integrado destes sugadores, de maneira eficaz, e para as condições de cultivo brasileiras.