

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ARTRÓPODES ASSOCIADOS À SOJA GENETICAMENTE
MODIFICADA ROUNDUP READY® RR1 (GT 40-3-2) E
INTACTA RR2 PRO® (MON 87701 x MON 89788)**

WAGNER JUSTINIANO

Dourados-MS

Março/2013

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ARTRÓPODES ASSOCIADOS À SOJA GENETICAMENTE
MODIFICADA ROUNDUP READY[®] RR1 (GT 40-3-2) E
INTACTA RR2 PRO[®] (MON 87701 x MON 89788)**

WAGNER JUSTINIANO

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

Dourados-MS

Março/2013

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**ARTRÓPODES ASSOCIADOS À SOJA GENETICAMENTE
MODIFICADA ROUNDUP READY® RR1 (GT 40-3-2) E
INTACTA RR2 PRO® (MON 87701 x MON 89788)**

WAGNER JUSTINIANO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. MARCOS GINO FERNANDES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Dourados-MS

Março/2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD

633.34 Justiniano, Wagner
J967a Artrópodes associados à soja geneticamente modificada Roundup Ready® RR1 (GT 40-3-2) e Intacta RR2 PRO® (MON 87701 x MON 89788) / Wagner Justiniano. – Dourados, MS : UFGD, 2013.
60p.

Orientador Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. *Glycine max*. 2. Artropodofauna. 3. OGM. 4. Artrópodes associados à soja geneticamente modificada. 5. Insetos alvo e não alvo. 6. Inimigos naturais. I. Título.

Artrópodes associados à soja geneticamente modificada Roundup Ready® RR1 (GT 40-3-2) e
Intacta RR2 PRO® (MON 87701 x MON 89788)

Por


Wagner Justiniano

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de concentração: Entomologia

Aprovado em: 18/03/2013




Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Orientador – UFGD/ FCBA..



Profa. Dra. Cácia L. T. P. Viana
Co-Orientadora – UFDG/FCBA.



Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande
UFGD / FCBA.



Dr. Marcelo Francisco Arantes Pereira
APTA - Agência Paulista de
Tecnologia dos Agronegócios.

Aos meus pais José Justiniano Filho e Joana de Campos Justiniano que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos profissionais e pessoais.

A minha irmã Maria Aparecida Justiniano Miguel, ao meu cunhado José Maria Miguel e sobrinhos Juliana Justiniano Miguel e José Miguel Neto que, apesar da distância, sempre apoiaram minhas decisões.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade por possibilitarem a obtenção desse título;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, pelos ensinamentos acadêmicos e pela paciência e compreensão durante as aulas;

À Monsanto do Brasil por deceder as sementes e áreas para realização do projeto;

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes pelos ensinamentos, orientação e principalmente pela confiança em mim depositada para realização desse trabalho;

A Co-orientadora Profa. Dra. Cácia Leila Tigre Pereira Viana pela amizade, ensinamentos e orientação;

Ao Prof. Dr. Josué Raizer pela amizade, paciência, compreensão e colaboração intelectual na realização das análises estatísticas;

Aos engenheiros agrônomos e profissionais da Monsanto do Brasil, Alexandre Augusto Ph.D. Marcelo A. Nishikawa, MSc. Everton Hiraoka, Robson Monastier, MSc. Marcelo José Batistela, Andre Figueiredo, MSc. Antonio Ferreira, que tiveram envolvimento direto e significativo para efetivação desse trabalho possibilitando a realização do mesmo;

Aos Representantes de Desenvolvimento Tecnológico da Monsanto do Brasil, pelo apoio e incentivo durante a realização do Mestrado;

Aos profissionais e amigos engenheiros agrônomos Dr. Marcelo H. Miguel, Dr. Rafael Major Pitta, Paulo Heber Carneiro e Geraldo C. Almeida pelo apoio e incentivo;

A todos os colegas do Mestrado pela amizade e parceria durante o período.

SUMÁRIO	PÁGINA
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
Resumo Geral	1
Abstract general	2
Introdução Geral.....	3
Referências	5
CAPÍTULO 1. Diversidade, composição e flutuação populacional de artrópodes em soja geneticamente modificada Roundup Ready® RR1 (GT 40-3-2) e Intacta RR2 PRO® (MON87701 x MON89788)	7
Abstract	8
Resumo	9
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	15
Conclusão.....	25
Referências	26
Anexos - Instruções para envio do manuscrito à revista científica Revista Bragantia	29
CAPÍTULO 2. Tecnologia Intacta RR2 PRO® (MON87701 x MON89788) no manejo dos principais insetos alvo e não-alvo na cultura da soja	35
Abstract	36
Resumo.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	42
Referências	51
Anexos - Instruções para envio do manuscrito à revista científica Neotropical Entomology.....	54
Considerações Finais.....	59

LISTA DE TABELAS	PÁGINA
CAPÍTULO 1. Diversidade, composição e flutuação populacional de artrópodes em soja geneticamente modificada Roundup Ready [®] RR1 (GT 40-3-2) e Intacta RR2 PRO [®] (MON87701 x MON89788)	7
Tabela 1. Abundância de espécies obtidas utilizando pano-de-batida largo, em soja RR1 e soja Intacta RR2 PRO [®] com e sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.....	16
Tabela 2. Análise faunística para cultivo de soja RR1 utilizando pano-de-batida largo. Dourados, MS, 2013.....	17
Tabela 3. Análise faunística para cultivo de soja Intacta RR2 PRO [®] utilizando pano-de-batida largo. Dourados, 2013.....	18
Tabela 4. Índices de diversidade de Shannon-Weaner, Margalef e Equitabilidade calculados para soja geneticamente modificada, RR1 e Intacta RR2 PRO [®] . Dourados, MS, 2013.....	19
CAPÍTULO 2. Tecnologia Intacta RR2 PRO [®] (MON87701 x MON89788) no manejo dos principais insetos alvo e não-alvo na cultura das soja	35
Tabela 1. Número médio de insetos pragas e artrópodes benéficos (\pm erro padrão da média) amostrados pelo método do pano-de-batida largo em soja; pragas n=10, predadores n=12. Dourados, MS, 2013.....	44

LISTA DE FIGURAS	PÁGINA
CAPÍTULO 1. Diversidade, composição e flutuação populacional de artrópodes em soja geneticamente modificada Roundup Ready® RR1 (GT 40-3-2) e Intacta RR2 PRO® (MON87701 x MON89788)	7
Figura 1. Flutuação populacional de insetos praga nos estádios vegetativo e reprodutivo da soja nos tratamentos, (A) RR1 com aplicação de inseticida; (B) RR1 sem aplicação de inseticida; (C) Intacta RR2 PRO® com aplicação de inseticida; (D) Intacta RR2 PRO® sem aplicação de inseticida em quatro locais estudados. Dourados, MS, 2013.....	21
Figura 2. Flutuação populacional de artrópodes benéficos nos estádios vegetativo e reprodutivo da soja nos tratamentos, (A) RR1 com aplicação de inseticida; (B) RR1 sem aplicação de inseticida; (C) Intacta RR2 PRO® com aplicação de inseticida; (D) Intacta RR2 PRO® sem aplicação de inseticida em quatro locais estudados. Dourados, MS, 2013.....	23
Figura 3. Ordenação por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) em duas dimensões (stress = 0.145) dos estádios □ RR1 sem aplicação, ■ RR1 com aplicação, ○ Intacta RR2 PRO® sem aplicação, ● Intacta RR2 PRO® com aplicação. Tamanho dos círculos ou quadrados seja preenchidos ou não representam os estádios da cultura, quando maior o tamanho mais avançado o estágio da cultura para essa amostra. Os vetores indicam o quanto cada espécie contribuiu para separação dos tratamentos no plano da ordenação ($r > 0,4$): <i>sp1</i> – <i>Anticarsia gemmatalis</i> (<1,5cm); <i>sp2</i> – <i>A. gemmatalis</i> ($\geq 1,5$ cm); <i>sp3</i> – <i>Chrysodeixis includens</i> (<1,5cm); <i>sp4</i> – <i>C. includens</i> ($\geq 1,5$ cm); <i>sp5</i> – <i>Spodoptera</i> spp. (<1,5cm); <i>sp6</i> – <i>Spodoptera</i> spp. ($\geq 1,5$ cm); <i>sp7</i> – <i>Euschistus heros</i> (ninf); <i>sp8</i> – <i>E. heros</i> (adulto). Dourados, MS, 2013.....	25
CAPÍTULO 2. Tecnologia Intacta RR2 PRO® (MON87701 x MON89788) no manejo dos principais insetos alvo e não-alvo na cultura das soja	35
Figura 1. Flutuação populacional de lagartas (\pm erro padrão da média) (A) <i>Anticarsia gemmatalis</i> (<1,5cm); (B) <i>A. gemmatalis</i> ($\geq 1,5$ cm); (C) <i>Chrysodeixis includens</i> (<1,5cm); (D) <i>C. includens</i> ($\geq 1,5$ cm); por metro linear de soja para os tratamentos (Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO® com aplicação de inseticida; Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO® sem aplicação de inseticida; RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.....	46

Figura 2. Porcentagem de desfolha provocada pelo complexo de lagartas desfolhadoras (\pm erro padrão da média) *A. germinalis* e *C. includens* ($<$ e $\geq 1,5$ cm) nos tratamentos **(A)** RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida; **(B)** RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; **(C)** Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida; **(D)** Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013..... 47

Figura 3. Flutuação populacional de percevejos ($\geq 0,5$ cm) (\pm erro padrão da média), **(A)** *Euschistus heros*; **(B)** *Dichelops* spp.; **(C)** *Edessa mediatubunda* e **(D)** média das três espécies por metro linear de soja. Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida; RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013..... 49

Figura 4. Flutuação populacional de artrópodes benéficos (\pm erro padrão da média) por metro linear de soja, **(A)** Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida; **(B)** RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; **(C)** Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida; **(D)** RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013..... 50

Resumo Geral

O emprego de plantas geneticamente modificadas pode interferir na comunidade de insetos, provocando alterações na entomofauna do agroecossistema. O objetivo desse trabalho foi estudar a ocorrência, abundância, flutuação e surtos populacionais, além de testar a eficácia em campos de soja geneticamente modificada resistente a insetos (Bt) e tolerante a glifosato (RR1 e RR2) com e sem a utilização de inseticidas sobre pragas alvo, assim como seus efeitos sobre artrópodes benéficos. Os experimentos foram realizados no ano agrícola 2011/2012, em quatro Municípios no Estado de Mato Grosso do Sul. Os tratamentos foram: **1** - soja Roundup Ready[®] RR1 sem aplicação de inseticidas; **2** - soja Roundup Ready[®] RR1 com aplicação sempre que o nível de controle era atingido; **3** – soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticidas; **4** – soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação sempre que o nível de controle era atingido. Dez amostragens foram realizadas para cada parcela. As avaliações foram iniciadas logo após a emergência das plantas, com periodicidade de sete a dez dias. Visando obter gradientes representativos da composição de espécies, utilizou-se o método de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e com índice de dissimilaridade Bray-Curtis. O número de espécimes e espécies de inseto coletados se deu para cada ponto de coleta amostrado, as médias por estágio da cultura foram utilizadas para confecção de gráficos representando a flutuação populacional ao longo do desenvolvimento das plantas. O número de insetos totais, por espécie e por estágio foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os insetos da ordem Lepidoptera, apresentaram 7547 espécimes, compondo mais de 70% dos insetos da comunidade. Na sequência, se destacaram as ordens Hemiptera e Coleoptera, que apresentaram, respectivamente, 2066 e 331 insetos. A maior parte dos espécimes foram registrados nos estádios V8 a R2 para as lagartas desfolhadoras e, entre R5.2 a R6 para o complexo de percevejos fitófagos. Os lepidópteros *A. gemmatalis* e *C. includens*, alvo da tecnologia Bt, foram eficientemente controlados a campo pela Soja Bt que expressa a toxina Cry1Ac, reduzindo o número de pulverizações para controle das mesmas. O uso da tecnologia Bt não dispensa o manejo e controle de pragas não alvo, como complexo de percevejos, e favoreceu significativamente a população de artrópodes benéficos na cultura.

Palavras-chave: *Glycine max*, Soja Bt, pragas alvos, flutuação populacional, bioecologia de insetos, M.I.P., transgênicos

Abstract general

The use of genetically modified plants can interfere with the insect community, causing changes in the insect fauna of agroecosystems. The aim of this work was to study the occurrence, abundance, population fluctuations and outbreaks, and field test on the effectiveness of genetically modified insect resistant (Bt) and glyphosate-tolerant (RR1 and RR2) with and without using insecticides on target pests, as well as its effects on beneficial arthropods. The experiments were carried out in the agricultural year 2011/2012 in four municipalities in the State of Mato Grosso do Sul. The treatments were: 1 - Roundup Ready[®] RR1 Soybean without insecticide application; 2 - Roundup Ready[®] RR1 Soybean with application whenever control level was reached; 3 - Intacta RR2 PRO[®] Soybean without insecticide application; 4 - Intacta RR2 PRO[®] Soybean with application whenever the control level was reached. Ten samples were taken for each plot. The evaluations were initiated shortly after plant emergence, at intervals of seven to ten days. In order to obtain representative gradients of species composition, we used the method of ordering by non-metric multidimensional scaling (NMDS) and dissimilarity index Bray-Curtis. The number of insect species and specimens collected was given to each collection point sampled, the average per stage of culture were used for preparation of graphs representing the population fluctuation throughout plant development. The total number of insects per species and stage were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% significance. The insects of the order Lepidoptera presented 7547 specimens, composing more than 70% of the insect community. Following stood out the orders Coleoptera and Hemiptera, which were, respectively, 2066 and 331 insects. Most of the samples were recorded in the plant stadiums V8 to R2 for defoliating caterpillars and between R5.2 to R6 for phytophagous stink bug complex. Lepidoptera *A. gemmatalis* and *C. includes*, targets of Bt technology, were effectively controlled by the soybean field that expresses the Bt toxin Cry1Ac, reducing the number of sprays to control them. The use of Bt technology does not affected the management and control of non-target pests such as stink bug complex, and favors significantly the population of beneficial arthropods in culture.

Keywords: *Glycine max*, biotech soybean, target pests, fluctuation, bio-ecology of insects, IPM, GM

Introdução Geral

A população mundial está em constante crescimento o que eleva a demanda por alimentos, fibras, rações e bioenergia, isso faz com que sejam necessárias novas estratégias para utilizar as áreas agrícolas cultivadas e os recursos naturais de forma eficiente e também sustentável (High et al., 2004).

Existe uma necessidade contínua para aumentar a produção de alimentos, particularmente nos países em desenvolvimento da Ásia, África e América Latina onde se tem área ainda . E esse aumento deverá vir de rendimentos crescentes principalmente das grandes culturas ou por expansão de novas áreas cultivadas. Um meio prático de conseguir maior rendimento é minimizar as perdas associadas à pragas (Oerke et al., 1994).

Os insetos não só causam perdas diretas na produção agrícola, mas também indiretas devido ao seu papel como vetores de agentes patogênicos para várias plantas. Além das perdas diretas e indiretas causadas por insetos, existem custos adicionais na forma de pesticidas aplicados para controle de pragas (ICRISAT, 1992).

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é de grande importância no mercado mundial, sendo uma das principais *commodities* agrícolas do Brasil, o qual ocupa o segundo lugar no ranking mundial de produção e tem aumentado significativamente a área cultivada com essa leguminosa (AGRIANUAL, 2009).

Diversas espécies de insetos pragas podem causar danos à cultura, reduzindo a produtividade das lavouras e a qualidade dos grãos (Sosa-Gomes et al., 2006). A artropodofauna associada à cultura da soja pode ter variações na composição e/ou nos níveis populacionais das espécies nas diferentes regiões onde é cultivada (Chiaradia et al., 2011).

A aplicação abundante de defensivos agrícolas para controle de pragas pode resultar em efeitos adversos sobre organismos benéficos, resíduos de defensivos em alimentos e poluição ambiental. Apesar dos benefícios para a agricultura devido ao uso de pesticidas para evitar perdas associadas a insetos, há necessidade de desenvolver alternativas ou tecnologias adicionais que permitam o uso racional dos pesticidas, e fornecer a proteção adequada para produção de alimentos, ração e fibra, de forma sustentável no futuro (Sharma et. al., 2000).

Através da engenharia genética têm se criado variedades geneticamente modificadas (GM) de muitos cultivos que expressam a toxina proveniente da bactéria *Bacillus thuringiensis*

Berliner ANO (Bt). Através da técnica de DNA recombinante, o gene dessa bactéria é inserido na planta que passa a produzir proteínas Cry, dentre outras ainda não comerciais para cultura da soja como a Vip 3A por exemplo. Após o inseto ingerir a proteína Cry é provocada uma ruptura osmótica das células epiteliais do seu tubo digestivo, determinando sua morte antes mesmo que consigam causar danos à cultura (Hofte e Whitely 1989; Sankula, 2006; Andow, 2008).

Genes de bactérias, tais como *B. thuringiensis* e *B. sphaericus*, têm sido o grupo mais bem sucedido de organismos identificados para utilização em transformação genética de plantas para controlar pragas em escala comercial (Charles et al., 1996; Hilder e Boulter, 1999).

No Brasil a tecnologia denominada comercialmente de Intacta RR2 PRO[®] combina dois eventos para soja geneticamente modificadas, MON 87701 conferindo resisténcia a insetos as principais lagartas e tolerancia a herbicidas a base de glifosate MON 89788 (CTNBio, 2010).

O evento MON 87701 confere resisténcia às principais lagartas desfolhadoras da cultura como lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Bernardi et al., 2012) e *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e broca das axilas *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914), pragas-alvo da tecnologia Bt, permanece a necessidade de monitoramento e controle para percevejos e demais lagartas que não foram citados anteriormente, segundo Monsanto (2012) e Bernardi et al. (2012).

O uso de plantas geneticamente modificadas é uma importante ferramenta para agricultura atual, constituindo-se de mais uma das estratégias no manejo integrado de pragas (MIP), no entanto verifica-se a necessidade maiores informações de campo, que contemplem o efeito desses novos eventos sobre a comunidade de insetos.

O presente trabalho foi conduzido com intenção de avaliar a abundância, diversidade, flutuação populacional e a influência dos estádios de desenvolvimento fenológico sobre a composição de insetos-pragas e artrópodes benéficos em soja geneticamente modificada resistente a insetos Intacta RR2 PRO[®] (Bt) e tolerante a glifosato RR1 (não-Bt). Também foi estudado o efeito da soja Intacta RR2 PRO[®] no manejo dos principais insetos alvo e não alvo da tecnologia Bt.

Referências

AGRIANUAL. **Agrianual: Anuário da agricultura brasileira**. 12. ed. São Paulo: IFNP. 516p. 2009.

ANDOW, D. The risk of resistance evolution in insects of transgenic insecticidal crops. **Collection of Biosafety Reviews**, v.4, p.142-199, 2008.

BERNARDI, O, MALVESTITI, G, DOURADO, P. M.; OLIVEIRA, W. S.; MARTINELLI, S.; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, n.68, p. 1083-1091, 2012.

CHARLES, J. F.; NIELSEN-LEROUX, C.; DELECLUSE, A. *Bacillus sphaericus* toxins: Molecular biology and mode of action. **Annual Review of Entomology**, v. 41, p.451-472, 1996.

CHIARADIA, L. A.; REBONATTO, A.; SMANIOTTO, M. A.; DAVILA, M. R. F.; NESI, C. N. Artropodofauna associada às lavouras de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.10, n.1, p.29-36, 2011.

CTNBio. COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. Liberação comercial de soja MON 87701 x MON 89788, que confere resistência a insetos e tolerância a herbicida, bem como todas as progênies dela provenientes, concluiu pelo DEFERIMENTO, nos termos deste parecer técnico n. 2.542/2010. Brasília, 2010.

HIGH, S.M.; COHEN, M.B.; SHU, Q.Y.; ALTOSAARI, I. Achieving successful deployment of *Bt* rice. **Trends in Plant Science**, v.9, n.6, p.286-292, 2004.

HILDER, V. A.; BOULTER, D. Genetic engineering of crop plants for insect resistance a critical review. **Crop Protection**. v. 18, p.177-191, 1999.

HOFTE, H.; WHITELEY, H. R. Insecticidal crystal protein of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**. v. 53, n 2, p.242-255, 1989.

ICRISAT. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. The medium term plan. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India. 1992.

MONSANTO. Intacta RR2 PRO. 2012. Disponível <<http://www.intactarr2pro.com.br/Default.aspx>> em Acesso em: Janeiro de 2013.

OERKE, E. C.; DEHNE, H. W.; SCHONBECK, F.; WEBER, A. **Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops**. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 808p. 1994.

SANKULA, S. **Crop Biotechnology in the United States: Experiences and impact..** In: Halford, N. G. (Ed.) Plant Biotechnology. John Wiley & Sons Ltda, p.29-52, 2006.

SHARMA, H. C.; SHARMA, K. K.; SEETHARAMA, N.; ORTIZ, R. Prospects for using transgenic resistance to insects in crop improvement. **Electronic Journal of Biotechnology**, n. 3, v. 2, p.1-26. 2000.

SOSA-GÓMEZ, D.R. ; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO I. C.; OLIVEIRA L. J.; MOSCARDI, F. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 66p. 2006.

Capítulo 1

Diversidade, composição e flutuação populacional de artrópodes em soja geneticamente modificada Roundup Ready[®] RR1 (GT 40-3-2) e Intacta RR2 PRO[®] (MON87701 x MON89788)

WAGNER JUSTINIANO¹; MARCOS G. FERNANDES²; CÁCIA L. T. P. VIANA³

* Artigo de acordo com as normas do periódico *Bragantia*, com adaptações para as Normas de Dissertações e Teses da UFGD.

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Rodovia Dourados-Itahum, Km 12. 79804-970. Dourados-MS, Brasil. E-mail:

¹wagner.justiniano@monsanto.com; ²marcosfernandes@ufgd.edu.br; ³caciat@gmail.com

Abstract

Knowledge of insect diversity is essential for ecological studies and pest management. Thus, the aim of this work was to study the occurrence, abundance, and population outbreaks of target and non-target pests in soybeans genetically modified insect resistant (Bt) and glyphosate-tolerant (RR1 and RR2) with and without the application of insecticides. The experiments were carried out in the agricultural year 2011/2012 in four municipalities in the State of Mato Grosso do Sul. The treatments were: 1 - Roundup Ready[®] RR1 Soybean without insecticide application; 2 - Roundup Ready[®] RR1 Soybean with application whenever control level was reached; 3 - Intacta RR2 PRO[®] Soybean without insecticide application; 4 - Intacta RR2 PRO[®] Soybean with application whenever the control level was reached. Ten samples were taken from each plot. The evaluations were initiated soon after the emergence of the plants every seven to ten days. In order to obtain representative gradients of species composition, we used the method of ordering by non-metric multidimensional scaling (NMDS) and dissimilarity index Bray-Curtis. The insects of the order Lepidoptera, presented 7547 specimens, composing more than 70% of the insect community. Following stood out the orders Coleoptera and Hemiptera, which were respectively 2066 and 331 insects. Most of the samples were recorded in the stadium V8 to R2 to defoliating caterpillars and between R5.2 to R6 for phytophagous stink bug complex. The Bt technology has significantly reduced the target insect pests and favored populations of natural enemies. The treatment with insecticide application propitiated reduction of arthropod and changes in population outbreaks area compared to without spraying.

Keywords: Bt, *Glycine max*, Bioecology insects, Integrated Pest Management

Resumo

O conhecimento da diversidade de insetos é fundamental para estudos ecológicos e de manejo. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estudar a ocorrência, abundância, flutuação e surtos populacionais de pragas alvo e não alvo em soja geneticamente modificada resistente a insetos (Bt) e tolerante a glifosato (RR1 e RR2) com e sem a utilização de inseticidas. Os experimentos foram realizados no ano agrícola 2011/2012, em quatro Municípios no Estado de Mato Grosso do Sul. Os tratamentos foram: **1**- soja Roundup Ready[®] RR1 sem aplicação de inseticidas; **2** - soja Roundup Ready[®] RR1 com aplicação sempre que atingia o nível de controle; **3** – soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticidas; **4** – soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação sempre que o nível de controle era atingido. Dez amostragens foram realizadas em cada parcela. As avaliações foram iniciadas logo após a emergência das plantas com periodicidade de sete a dez dias. Visando obter gradientes representativos da composição de espécies, utilizou-se o método de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) e com índice de dissimilaridade Bray-Curtis. Os insetos da ordem Lepidoptera, apresentaram 7547 espécimes, compondo mais de 70% dos insetos da comunidade. Na sequência se destacaram as ordens Hemiptera e Coleoptera, que apresentaram, respectivamente, 2066 e 331 insetos. A maior parte dos espécimes de lagartas desfolhadoras foi registrado nos estádios V8 a R2 e entre R5.2 a R6 para o complexo de percevejo fitófagos. A tecnologia Bt reduziu significativamente os insetos pragas alvo e favoreceu as populações de inimigos naturais. Os tratamentos com aplicação de inseticidas propiciaram redução do número de artrópodes coletados e alterações nos surtos populacionais quando comparado com área sem pulverização.

Palavras-chave: Bt, *Glycine max*, Bioecologia de insetos, Manejo Integrado de Pragas

Introdução

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae: Phaseoleae)] se destaca como principal *commodity* agrícola do Brasil, onde foram cultivados na safra de 2011/2012 cerca de 25 milhões de hectares, com produção de 66,383 milhões de toneladas. Na safra 2012/2013, a área cultivada teve um incremento de cerca de 8,8% passando para 27,241 milhões de hectares e com expectativa de colheita de cerca de 82,627 milhões de toneladas aumentando em 24,5% a produção nacional para essa cultura (CONAB, 2012).

A produtividade da cultura é ameaçada por fatores abióticos como o clima e fatores bióticos como o ataque de insetos-praga, que naturalmente podem ser controladas por inimigos naturais como predadores, parasitóides e entomopatógenos. No entanto, com frequência, suas populações atingem níveis de danos econômicos à cultura. Altos níveis populacionais dessas pragas podem ser resultado de condições ambientais favoráveis e/ou manejo inadequado como uso demasiado de defensivos agrícolas (EMBRAPA, 2011).

A busca por tecnologias mais específicas, com baixa persistência no ambiente, e esforços para Manejo Integrado de Pragas “MIP” baseado na resistência de plantas a insetos vem de longa data. Com o advento da transformação genética baseada na tecnologia de DNA recombinante tornou-se possível inserir genes exógenos nos genomas das plantas, com isto conferindo resistência a insetos (BENNET, 1994). Genes de bactérias, como *Bacillus thuringiensis* (Bt) e *Bacillus sphaericus*, têm sido os principais dentre os organismos utilizados para conferir resistência de plantas a insetos em escala comercial (SHARMA et al., 2000).

Avanços recentes na biotecnologia agrícola oferecem plantas transgênicas como alternativas eficientes e pouco impactantes ao ambiente para o controle de lepidópteros em regiões onde estas pragas são motivo de preocupação agrônômica (WILLIAMS et al., 1998).

No Brasil, os eventos combinados tiveram sua liberação comercial em agosto de 2010, para soja geneticamente modificada resistente a insetos (MON 87701) e tolerante a glifosato (MON 89788). O evento MON 87701 possui o gene Cry1Ac, oriundo de *B. thuringiensis* e o evento MON 89788 possui o gene cp4 epsps. Esses eventos são distintos, expressos em organelas celulares diferentes (CTNBIO, 2010). A tecnologia denominada comercialmente de Intacta RR2 PRO contendo o evento MON 87701 confere resistência às principais lagartas desfolhadoras da cultura como lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis* (Hübner, 1818), lagarta

falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (BERNARDI et al., 2012) e *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e broca das axilas *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914), pragas-alvo da tecnologia *Bt* (MONSANTO, 2012).

O conhecimento da diversidade e artropodofauna associada às culturas agrícolas é fundamental para estudos ecológicos e de MIP, tendo em vista que em sistemas agroecológicos, as comunidades de artrópodes mudam de acordo com o manejo exercido (MILANE et al., 2012). Algumas espécies de artrópodes podem ocasionar injúrias as plantas, podendo por vezes, levá-las à morte, contudo, algumas espécies benéficas podem controlar essas espécies pragas, através da predação ou parasitismo (GARCIA et al., 2004).

Estudos de dinâmica populacional fornecem informações muito úteis para o desenvolvimento de modelos que envolvam o manejo de pragas (GILBERT et al., 1976), considerando a possibilidade de se obter dados da distribuição da população ao longo de determinado período de tempo (ODUM, 1988). Logo, tais estudos podem ser empregados com sucesso em programas de MIP (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a abundância, diversidade, flutuação populacional e a influência dos estádios de desenvolvimento fenológico sobre a composição de insetos-pragas e artrópodes benéficos em soja geneticamente modificada resistente a insetos Intacta RR2 PRO[®] (Bt) e tolerante a glifosato RR1 (não-Bt).

Material e Métodos

Local de instalação do experimento - O estudo foi conduzido no ano agrícola 2011/2012 em condições de campo, utilizando-se quatro tratamentos e quatro repetições em blocos casualizados. Tratamentos: 1- Soja Roundup Ready[®] RR1 sem aplicação de inseticidas, 2- Soja Roundup Ready[®] RR1 com aplicação de inseticidas, ambos os tratamentos utilizou-se a cultivar Brasmax Potência RR1 (evento GT 40-3-2), 3- Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida e 4- Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida. Para os tratamentos 3 e 4 se fez uso da cultivar experimental Monsoy L6910 (MON 87701 e MON 89788). As cultivares testadas apresentavam ciclo, hábito de crescimento e fenologia semelhantes.

As repetições foram conduzidas nos seguintes locais, área 1 - Fazenda Pingo de Ouro (-21.6724 S, -54.6392 W, 370m), área 2- Fazenda Boa Sorte (-22.0175 S, -54.5358 W, 304m),

área 3 -Fazenda Rincão Porã (-22.2376 S, -54.7106 W, 399m) e área 4 - Fazenda Irmãos Biazzini (-22.4890 S, -54.7561 W, 405m), nos municípios de Rio Brillhante, Douradina, Dourados e Caarapó, todos localizados no estado de Mato Grosso do Sul. O plantio das áreas ocorreram nos dias 22, 26, 28 e 29 de outubro de 2011 respectivamente, sendo que cada repetição representada por uma área de 450m².

A adubação de base utilizada foi realizada segundo recomendação de análise de solo, respeitando a estimativa de produtividade e nível tecnológico para cada área de cada propriedade rural. Assim, a área 1 teve adubação em pré plantio com 300kg.h⁻¹ da fórmula 02-16-28 (NPK) e adubação de plantio com 150Kg.h⁻¹ de 02-23-23 (NPK); a área 2, plantio com 160kg.h⁻¹ de 11-54-00 e cobertura com 80Kg.h⁻¹ de cloreto de potássio (KCl); a área 3, plantio com 300Kg.h⁻¹ de 02-18-18; a área 4, plantio com 300Kg.h⁻¹ de 00-23-23.

A semeadura ocorreu com as áreas livres de plantas daninhas, utilizando-se semeadora mecanizada modelo John Deere 1109 a vácuo, com 9 linhas de 45cm de espaçamento entre linhas e densidade de sementes entre 13 e 14 sementes por metro linear.

Instalação e manejo dos ensaios – Para o manejo de plantas daninhas foi utilizado pulverizador costal elétrico, taxa de aplicação de 120 L.ha⁻¹ e pontas de pulverização AI 110.015, com herbicida comercial Roundup Ready[®] 2,5 L.ha⁻¹ (ingrediente ativo glifosate) no estádio V4 a V5 da cultura. Para o manejo de doenças, as pulverizações ocorreram preventivamente, utilizando pulverizador costal elétrico equipado com pontas TT 110.015 e taxa de aplicação de 120 L.ha⁻¹. Os produtos utilizados foram: 1º aplicação, entre os estádios V6 e V8 Derosal 0,5 L.ha⁻¹ (carbendazim), 2º aplicação, estádio R1, Derosal 0,5 L.ha⁻¹ (carbendazim) 3º aplicação, estádio R1, Priori Xtra 0,3L.ha⁻¹ (Azoxistrobina + Ciproconazol) + Nimbus 0,5% V/V de calda (óleo mineral parafínico, adjuvante), 4º aplicação, no estádio R3 utilizando Priori Xtra 0,4L.ha⁻¹ (Azoxistrobina + Ciproconazol) + Nimbus 0,5% V/V de calda (óleo mineral parafínico, adjuvante).

Para manejo de insetos nos tratamentos com aplicação de inseticidas obedeceu-se níveis de controle adotados pela pesquisa: lagartas desfolhadoras no estádio vegetativo $\geq 30\%$ desfolha ou 20 lagartas $\geq 1,5$ cm e estádio reprodutivo $\leq 15\%$ desfolha ou 20 lagartas $\geq 1,5$ cm por metro linear de soja. Insetos sugadores no estádio reprodutivo ≥ 1 percevejo $\geq 0,5$ cm por metro (nível adotado para produção de sementes) (EMBRAPA, 2011).

Foram realizadas de 3,75 pulverizações nas áreas de cultivo de soja RR1 (com aplicação de inseticida) para o manejo de lagartas desfolhadoras e nenhuma para tratamento Intacta RR2 PRO[®] (com aplicação). Para manejo de percevejos fitófagos ocorreram 2,5 e 2,75 pulverizações nos cultivos de soja Intacta RR2 PRO[®] e RR1 (ambos tratamentos com inseticida), respectivamente.

Os produtos utilizados no manejo de lepidópteros foram Lannate 0,6 L.ha⁻¹ (metomil) e Belt 0,06 L.ha⁻¹ (flubendiamida) e para percevejos Connect 0,75 L.ha⁻¹ (imidacloprid+beta-ciflutrina) e Engeo Pleno 0,2 L.ha⁻¹ (lambda-cialotrina + tiametoxam).

Amostragem – As avaliações foram realizadas logo após a emergência das plantas e periodicamente utilizando intervalos entre 7 a 10 dias, identificando os estádios fenológico proposto por FEHR e CAVINESS (1977) até a maturidade fisiológica da cultura. A área total utilizada de cada parcela foi representada por 18 metros de largura por 25 metros de comprimento (450m²), sendo realizados 10 pontos de coleta por repetição nos respectivos estádios fenológicos da cultura.

Para amostragens do complexo de insetos pragas e artrópodes benéficos, utilizou-se pano-de-batida largo, constituído de dois bastões de madeira ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1m e largura de 1,4m (grande o suficiente para cobrir a linha de soja adjacente à amostrada). Para as coletas, uma extremidade do pano foi colocada entre as fileiras de soja, sendo ajustada à base das plantas de uma linha e a outra estendida sobre as plantas da linha adjacente. As plantas de uma fileira (área=0,45m²) foram sacudidas, vigorosamente, a fim de derrubar os insetos-praga sobre o pano (STURMER et al., 2012).

Análise estatística – A análise faunística foi realizada de acordo com SILVEIRA NETO et al., (1976), calculando-se os índices de frequência, constância, abundância e dominância. A frequência foi definida como a porcentagem de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos. A constância foi definida como porcentagem de amostras em que uma determinada espécie esteve presente. Uma vez obtido este percentual de constância, as espécies eram classificadas como: constantes (w), quando presentes em mais de 50% das coletas semanais; acessórias (y), quando presentes em 25 a 50% das coletas; acidentais (z), quando presentes em menos de 25% das coletas.

A abundância, que é o número de indivíduos de uma determinada espécie, encontrada em determinada área (unidade de superfície ou volume), pode variar pelo espaço e tempo

(SOUTHWOOD, 1995). Para se estimar as classes de abundância, foram utilizados limites estabelecidos pelo intervalo de confiança (IC) a 5% e 1% de probabilidade, determinando-se as seguintes classes: rara (r), número de indivíduos da espécie, menor que o limite inferior do IC a 1% de probabilidade; dispersa (d), número de indivíduos entre os limites inferiores dos IC a 1% e 5% de probabilidade; comum (c), número de indivíduos dentro do IC a 5%; abundante (a), número de indivíduos entre os limites superiores dos IC a 1% e 5% de probabilidade; e muito abundante (ma), número de indivíduos maior que o limite superior do IC a 1% de probabilidade.

Para definir a dominância, que é a ação exercida pelos organismos dominantes de uma comunidade, foi utilizado o método de LAROCCA e MIELKE (1975). Onde a espécie é considerada dominante quando apresenta frequência relativa superior a $1/S \times 100$, onde S é o número total de espécies encontradas no período de amostragem.

A fim de mensurar a diversidade da comunidade de insetos, foram calculados: Índice de riqueza de Margalef (α): relação entre o número de espécies e o número de indivíduos de uma comunidade; Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'): que reflete dois atributos básicos da comunidade: o número de espécies e a equitatividade; e Índice de equitabilidade (E): que estima a distribuição de indivíduos na amostra, verificando a homogeneidade na ocorrência numérica das espécies. Esses índices foram determinados utilizando-se o *software* ANAFAU (MORAES e HADDAD, 2003).

Para determinar a flutuação populacional utilizou todos os artrópodes coletados, sendo o número de indivíduos foi representado graficamente dentro de cada estádios de desenvolvimento cultura.

Para obter gradientes representativos da composição de espécies, foi utilizado o método de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) (FAITH et. al. 1987), com índice de dissimilaridade Bray-Curtis (BRAY e CURTIS, 1957) como medida de associação entre os possíveis pares amostrais, considerando a abundância relativa de cada espécie. O número de dimensões que melhor representou a ordenação foi decidido pela comparação dos valores de ajuste (r^2) obtidos na regressão linear entre os valores das distâncias matrizes de Bray-Curtis e dos valores derivados da ordenação para uma, duas, ou três dimensões.

O efeito dos tratamentos sobre a composição de espécies (gradiente NMDS) foi avaliado em modelo de análise multivariada (MANOVA), considerando-se a estatística de Pillai Trace.

Resultados e Discussão

A artropodofauna associada a soja RR1 apresentou as maiores população e número de espécimes em comparação a soja Intacta RR2 PRO[®]. No entanto o maior número de espécies coletadas, favorecendo a diversidade foi contatada em Intacta RR2 PRO[®] (Tabela 1).

O número total de artrópodes coletados nos quatro tratamentos foram representados por 5 ordens, 13 famílias, 24 espécies e 10.438 espécimes. O número absoluto de indivíduos coletados nos tratamentos Soja RR1 com e sem aplicação e Intacta RR2 PRO[®] com e sem aplicação foram 2931, 4921, 1519 e 1067, respectivamente (Tabela 1).

Insetos da ordem Lepidoptera foram os mais abundantes e apresentaram 7547 espécimes, ou seja, pouco mais de 70% do total coletado, sendo que grande parte representa insetos pragas e de grande importância econômica (tabela 1). Na seqüência, se destacam as ordens Hemiptera, Coleoptera, Neuroptera e Dermaptera que representaram, respectivamente, 2066, 331, 88 e 6 indivíduos. Resultados estes já esperados, pois nestas ordens está um grande número de pragas e inimigos naturais da cultura da soja (CHIARADIA et al., 2011; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Os artrópodes da ordem Araneae totalizaram 400 exemplares, formando, assim, importante grupo de predadores, uma vez que alimentam-se de insetos e encontram-se em geral com uma elevada riqueza específica em zonas naturais e agrícolas, sendo por vezes muito abundantes (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2005).

Em soja RR1 com aplicação de inseticida foram coletados 2870 espécimes, divididas em 19 ordens, sendo duas espécies classificadas como super dominantes, 11 dominantes, três super abundantes, quatro muito abundantes, seis raras, três super frequentes, quatro muito frequentes e oito espécies constantes. No tratamento RR1 sem aplicação de inseticida foram coletados 4833 espécimes, distribuídos também em 19 espécies, as quais três foram super dominantes, 12 dominantes, duas super abundantes, duas muito abundantes, quatro raras, três super frequentes, duas muito frequentes e oito espécies foram classificadas como constantes (Tabela 2).

As ordens Lepidoptera e Hemiptera se destacam com maior frequência de insetos amostrados e também representam as principais espécies pragas da cultura. Duas das três espécies super dominantes estão contempladas em soja RR1, *A. gemmatalis* e *C. includens*, pragas chave da cultura e alvo da tecnologia Bt.

Tabela 1. Abundância de espécies obtidas utilizando pano-de-batida largo, em soja RR1 e soja Intacta RR2 PRO[®] com e sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.

Ordem / Família Espécies	A				B				C				D				Total
	RRc	RRs	IntactaC	IntactaS	RRc	RRs	IntactaC	IntactaS	RRc	RRs	IntactaC	IntactaS	RRc	RRs	IntactaC	IntactaS	
Lepidoptera: Nuctuidae																	
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	480	837	110	86	441	883	53	54	193	608	35	39	165	487	34	20	4525
<i>Chrysodeixis includes</i>	325	290	13	24	90	128	4	5	348	291	3	4	292	313	7	7	2144
<i>Heliothis virescens</i>	14	8	1	1	12	17	0	1	7	15	0	0	1	6	0	0	83
<i>Spodoptera frugiperda</i>	2	13	7	3	9	24	16	8	4	11	1	5	3	5	0	6	117
<i>Spodoptera</i> spp.	2	19	107	80	22	122	47	59	12	16	73	74	5	12	11	12	673
<i>Mocis latipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5
Coleoptera: Lagriidae																	
<i>Lagria villosa</i>	2	2	2	3	0	0	1	5	0	1	2	1	2	0	2	0	23
Coleoptera: Chrysomelidae																	
<i>Colaspis</i> spp.	11	6	10	29	4	2	7	3	0	0	0	0	7	2	3	7	91
<i>Diabrotica speciosa</i>	8	3	2	3	0	1	1	4	2	3	4	2	21	25	15	18	112
<i>Myochrous armatus</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Coleoptera: Curculionidae																	
<i>Sternechus subsignatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Coleoptera: Coccinellidae																	
<i>Cycloneda sanguine</i>	0	0	2	0	0	0	0	10	0	0	1	0	3	1	3	6	26
Coleoptera: Carabidae																	
<i>Lebia concinna</i>	6	3	2	3	0	0	0	6	1	2	1	5	10	7	8	20	74
Hemiptera: Pentatomidae																	
<i>Euschistus heros</i>	44	108	64	138	27	19	21	36	144	317	99	275	48	39	48	114	1541
<i>Edessa mediatubunda</i>	3	11	2	10	1	1	1	0	2	5	2	3	0	8	0	23	72
<i>Nezara viridula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	5
<i>Chinavia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Dichelops</i> spp.	14	6	0	2	13	7	6	6	3	32	0	3	18	50	26	68	254
Hemiptera: Cicadellidae																	
<i>Dalbulus maidis</i>	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	5	5	5	9	12	11	51
Hemiptera: Nabidae																	
<i>Nabis</i> spp.	5	6	2	3	3	0	1	3	2	2	1	0	2	4	0	1	35
Hemiptera: Geocoridae																	
<i>Geocoris</i> spp.	1	2	1	5	3	2	5	6	1	0	3	4	8	24	8	30	103
Hemiptera: Reduviidae																	
<i>Zelus</i> spp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
Dermaptera: Forficulidae																	
<i>Doru</i> spp.	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	6
Neuroptera: Chrysopidae																	
<i>Chrysoperla</i> spp.	0	0	4	4	4	0	14	7	2	1	2	2	10	10	14	14	88
Outros																	
Araneae	23	31	45	33	24	22	31	31	4	8	22	24	10	27	35	30	400
TOTAL	940	1347	376	431	653	1230	209	249	726	1312	254	450	612	1032	228	389	10438
Número de espécies	15	17	18	18	13	14	15	20	15	14	15	17	19	19	16	18	25

RRc= Soja RR1 com aplicação; RRs = Soja RR1 sem aplicação; IntactaC= Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação e IntactaS = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticidas.

Repetições: A = Rio Brillante, MS; B = Douradina, MS; C = Dourados, MS e D = Caarapó, MS.

Tabela 2. Análise faunística para cultivo de soja RR1 utilizando pano-de-batida largo. Dourados, MS, 2013.

Táxon	Com aplicação de inseticida					Sem aplicação de inseticida				
	N	Dom.	Abu.	Freq.	Cons.	N	Dom.	Abu.	Freq.	Cons.
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	1279	SD	sa	SF	W	2815	SD	sa	SF	W
<i>Chrysodeixis includens</i>	1055	SD	sa	SF	W	1022	SD	sa	SF	W
<i>Heliothis virescens</i>	34	D	ma	MF	W	46	D	c	F	Y
<i>Spodoptera frugiperda</i>	18	D	c	F	W	53	D	c	F	W
<i>Spodoptera</i> spp.	41	D	ma	MF	Y	169	D	ma	MF	W
<i>Mocis latipes</i>	0					2	ND	r	PF	Z
<i>Lagria villosa</i>	4	ND	r	PF	Z	3	ND	r	PF	Z
<i>Colaspis</i> spp.	22	D	c	F	W	10	D	d	PF	Y
<i>Diabrotica speciosa</i>	31	D	ma	MF	W	32	D	c	F	W
<i>Myochrous armatus</i>	0					0				
<i>Sternechus subsignatus</i>	0					0				
<i>Cycloneda sanguinea</i>	3	ND	r	PF	Z	1	ND	r	PF	Z
<i>Lebia concinna</i>	17	D	c	F	Y	12	D	c	F	Y
<i>Euschistus heros</i>	263	SD	sa	SF	W	483	SD	sa	SF	W
<i>Edessa mediatubunda</i>	6	D	r	PF	Y	25	D	c	F	Y
<i>Nezara viridula</i>	2	ND	r	PF	Z	0				
<i>Chinavia</i> sp.	0					0				
<i>Dichelops</i> spp.	48	D	ma	MF	W	95	D	ma	MF	W
<i>Dalbulus maidis</i>	5	ND	r	PF	Z	11	D	c	F	Y
<i>Nabis</i> spp.	12	D	c	F	Y	12	D	c	F	W
<i>Geocoris</i> spp.	13	D	c	F	Y	28	D	c	F	Y
<i>Zellus</i> spp.	0					3	ND	r	PF	Z
<i>Doru</i> spp.	1	ND	r	PF	Z	0				
<i>Chrysoperla</i> spp.	16	D	c	F	Y	11	D	c	F	Y
TOTAL	2870					4833				

(N) número de insetos capturados; Dom = Dominância: Método de LAROCA e MIELKE, 1975, (SD) Super Dominante (D) Dominante (ND) Não Dominante; Abu = Abundância: (sa) Super Abundante, (ma) Muito Abundante, (a) Abundante, (r) Rara, (c) Comum (d) Dispersa; Freq. = Frequência: (SF) Super Frequente, (MF) Muito Frequente, (F) Frequente e (PF) Pouco Frequente; Cons. = Constância: (W) Constante, (Y) Acessória e (Z) Acidental.

Em soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida foram coletados 934 espécimes, distribuídos em 22 espécies, sendo três espécies super dominante, 11 dominantes, três super abundantes, seis muito abundantes, oito raras, três super frequentes, seis muito frequentes e sete espécies constantes, respectivamente. Já no tratamento Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida foram coletados 1401 espécimes em 23 espécies, sendo uma super dominante, 15 dominantes, uma super abundante, três muito abundantes, sete raras, uma super frequente, três muito frequentes e nove constantes, respectivamente (Tabela 3).

O número de táxon coletados e estudados foi ligeiramente superior para a soja Intacta RR2 PRO[®], 22 e 23 espécies, quando comparado com soja RR1 com apenas 19 espécies. O menor número de espécimes coletados, principalmente das pragas alvo, pode ter propiciado o

desenvolvimento e estabelecimento de populações de espécies raras como *M. latipes*, *S. subsignatus*, *M. armatus* e *Chinavia* spp., insetos não alvo da tecnologia Bt.

Tabela 3. Análise faunística para cultivo de soja Intacta RR2 PRO[®] utilizando pano-de-batida largo. Dourados, MS, 2013.

Táxon	Com aplicação de inseticida					Sem aplicação de inseticida				
	N	Dom.	Abu.	Freq.	Cons.	N	Dom.	Abu.	Freq.	Cons.
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	232	SD	Sa	SF	W	199	D	ma	MF	W
<i>Chrysodeixis includens</i>	27	D	Ma	MF	Y	40	D	c	F	Y
<i>Heliothis virescens</i>	1	ND	R	PF	W	2	ND	r	PF	W
<i>Spodoptera frugiperda</i>	24	D	Ma	MF	W	22	D	c	F	W
<i>Spodoptera</i> spp.	238	SD	Sa	SF	Y	225	D	ma	MF	W
<i>Mocis latipes</i>	1	ND	R	PF	Z	2	ND	r	PF	Z
<i>Lagria villosa</i>	7	D	D	PF	Y	9	D	d	F	Y
<i>Colaspis</i> spp.	20	D	Ma	MF	W	39	D	c	F	W
<i>Diabrotica speciosa</i>	22	D	Ma	MF	W	27	D	c	F	W
<i>Myochrous armatus</i>	1	ND	R	PF	Z	2	ND	r	PF	Z
<i>Sternechus subsignatus</i>	1	ND	R	PF	Z	1	ND	r	PF	Z
<i>Cycloneda sanguinea</i>	6	D	D	PF	Y	16	D	c	F	Y
<i>Lebia concinna</i>	11	D	C	F	Y	34	D	c	F	W
<i>Euschistus heros</i>	232	SD	Sa	SF	W	563	SD	sa	SF	W
<i>Edessa mediatubunda</i>	5	ND	R	PF	Y	36	D	c	F	Y
<i>Nezara viridula</i>	1	ND	R	PF	Z	2	ND	r	PF	Z
<i>Chinavia</i> sp.	0					2	ND	r	PF	Z
<i>Dichelops</i> spp.	32	D	Ma	MF	W	79	D	ma	MF	Y
<i>Dalbulus maidis</i>	17	D	C	F	Y	18	D	c	F	Y
<i>Nabis</i> spp.	4	ND	R	PF	Y	7	D	d	PF	Y
<i>Geocoris</i> spp.	17	D	C	F	Y	45	D	c	F	W
<i>Zellus</i> spp.	0					0				
<i>Doru</i> spp.	1	ND	R	PF	Z	4	ND	r	PF	Z
<i>Chrysoperla</i> spp.	34	D	Ma	MF	Y	27	D	c	F	Y
Total	934					1401				

(N) número de insetos capturados; Dom = Dominância: Método de LAROCA e MIELKE, 1975, (SD) Super Dominante (D) Dominante (ND) Não Dominante; Abu = Abundância: (sa) Super Abundante, (ma) Muito Abundante, (a) Abundante, (r) Rara, (c) Comun (d) Dispersa; Freq. = Frequência: (SF) Super Frequente, (MF) Muito Frequente, (F) Frequente e (PF) Pouco Frequente; Cons. = Constancia: (W) Constante, (Y) Acessória e (Z) Acidental.

Os índices de riqueza, diversidade e equitabilidade calculados (Tabela 4) demonstram que, apesar do número de espécimes e famílias amostradas, ocorreram na área estudada muitas espécies raras e poucas espécies muito abundantes (Tabela 2 e 3). Com isso, pode-se inferir que a comunidade estudada apresenta semelhança na estrutura, quando comparadas com outros agroecossistemas e ecossistemas naturais. Por exemplo, NUNES et al., (2009) encontrou valores

de até 1,09 para o índice de Shannon, 10,75 para riqueza de espécies e 0,32 para o de equitabilidade em estudos de fauna edáfica em solo com diferentes manejo.

Os índices de Riqueza de Margalef (α), Diversidade de Shannon-Wiener (H'') e Equitabilidade (E) alcançaram valores muito próximos para soja RR1 e Intacta RR2 PRO[®] (com e sem aplicação de inseticida) (Tabela 4). Esses resultados representam igualdade na riqueza de espécies dentro das tecnologias RR1 e Intacta RR2 PRO[®], indicando que não houve diferença na composição de espécies quando ocorreu a aplicação de inseticidas nas áreas, sendo apenas as tecnologias que diferiram em relação a este componente.

Os valores do índice E (Tabela 4) podem ser considerados baixos para os quatro tratamentos. Isso demonstra que algumas espécies apresentam o número de indivíduos muito maior que outras. O que é confirmado pela diferença entre o número de espécies abundantes e raras, indicando que a distribuição das espécies na comunidade não é uniforme, pois quanto mais similar for à representatividade de cada espécie na comunidade mais alto será esse índice (PEET, 1974).

Tabela 4. Índices de diversidade de Shannon-Weaner, Margalef e Equitabilidade calculados para soja geneticamente modificada, RR1 e Intacta RR2 PRO[®]. Dourados, MS, 2013.

Tratamentos	Shannon-Weaner	Margalef	Equitabilidade
RR com	1,4016	2.2607	0,4760
RR sem	1,3366	2,1218	0,4539
Intacta com	2,0061	3,0704	0,6490
Intacta sem	2,0474	3,0366	0,6530

RR com = Soja RR1 com aplicação; RR sem = Soja RR1 sem aplicação; Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação e Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticidas.

A flutuação populacional do complexo de insetos pragas ao longo do tempo, considerando-se os estádios da cultura e a ocorrência das espécies, indicou que a população total de insetos-praga, independente do tratamento, aumentou a partir do estágio V6, pleno estágio vegetativo. A população de insetos pragas cresce significativamente nos tratamentos soja RR1 (não-Bt) quando comparado com tratamentos Intacta RR2 PRO[®] (Bt). No entanto, apenas no cultivo de soja RR1 o crescimento populacional perdura ao longo do desenvolvimento da cultura (Figura 1).

Durante os estádios vegetativo e reprodutivo da soja, os lepidópteros alvos da tecnologia Bt foram significativamente controlados mantendo-se em patamares inferiores aos tratamentos

soja RR1, mesmo com aplicação de inseticidas. Isso se deve pela ação tóxica da proteína Cry 1Ac expressa na cultivar geneticamente modificada Bt, provocando altíssima mortalidade de lagartas neonatas das espécies *A. germinalis* e *C. includens* (MACRAE et. al. 2005; MCPHERSON e MACRAE, 2009).

Maiores flutuações na população de artrópodes foram observadas no tratamento soja RR1 com aplicação de inseticida, causada pela redução dos insetos devido a utilização do controle químico entre os estádios reprodutivos R2 e R6 (Figura 1).

Para insetos pragas não alvo da tecnologia Bt, em especial o complexo de percevejos, foi observado nos tratamentos sem aplicação de inseticida aumento populacional nos estádios reprodutivos R6 a R7.3, corroborando com SALVADORI et. al. (2007) e CORRÊA-FERREIRA e PANIZZI (1999). Isso ocorre devido sobreposição de gerações que, ao infestarem a cultura nos estádios reprodutivos iniciais R1 a R3, culminam em altas populações nos estádios finais R6 e R7.3.

A populacional de insetos em soja RR1 com pulverização de inseticida obteve dois surtos populacionais, ambos na fase reprodutiva da cultura, sendo o primeiro entre os estádios R1 e R3 e o segundo entre R5.4 e R7.1. O declínio da população de insetos entre os surtos R3 a R5.4 observados, ocorreu devido a aplicação de inseticidas e controle das lagartas desfolhadoras (Figura 1 A).

Para soja RR1 sem aplicação de inseticidas alcançaram-se e mantiveram-se os níveis populacionais mais altos durante todo o estágio reprodutivo da cultura (estádios R1 e R6) (Figura 1 B).

Intacta RR2 PRO[®] (Bt) com e sem pulverização apresentaram flutuação populacional das pragas e flutuação semelhante ao longo do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, com populações totais muito inferiores às constatadas nos dois tratamentos da tecnologia RR1 (Figura 1C e D).

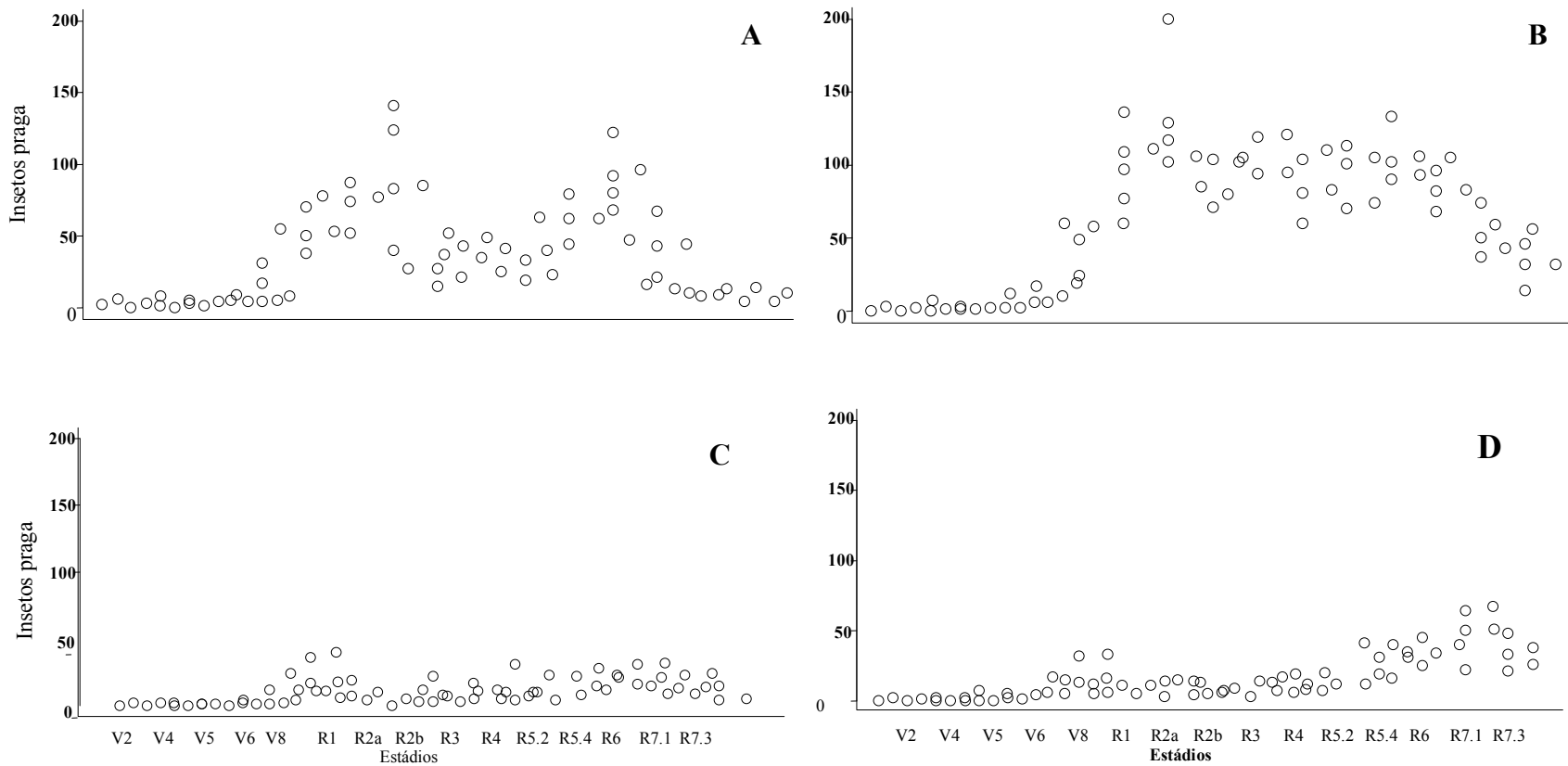


Figura 1. Flutuação populacional de insetos praga nos estádios vegetativo e reprodutivo da soja nos tratamentos, (A) RR1 com aplicação de inseticida; (B) RR1 sem aplicação de inseticida; (C) Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida; (D) Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida em quatro locais estudados. Dourados, MS, 2013.

Para soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação foi observado incremento no número de insetos-praga nos estádios finais da cultura R6 e R7.1, provavelmente devido a não utilização de inseticidas para manejo de complexo de percevejos, pragas não alvo de tecnologia Bt (Figura 1D).

Populações de artrópodes benéficos (inimigos naturais), representado pelas ordens Hemiptera, Dermaptera, Coleoptera, Neuroptera e Araneae, ocorreram em todos os tratamentos, sendo as maiores populações obtidas nos estádios finais da cultura (Figura 2), ou seja, a presença de predadores progrediu no decorrer dos estádios vegetativo e reprodutivo.

Nos tratamentos Intacta RR2 PRO[®] com e sem aplicação de inseticida, a população de inimigos naturais foi relativamente maior quando comparado com os tratamentos RR1, principalmente com utilização de inseticidas (Tabela 1; Figura 2 C e D). A não utilização de inseticidas para manejo de lagartas pode ter favorecido o estabelecimento e abundância de insetos predadores. Assim como a utilização de inseticidas seletivos permitem a obtenção de um maior número de insetos benéficos em sistemas agrícolas (GODOY et al., 2010; CARMO et al., 2009).

No entanto, mudanças nas populações de artrópodes podem ocorrer em função da densidade de plantio, culturas envolvidas, adaptabilidade do predador à cultura, densidade da presa, especificidade do predador, disponibilidade de outras fontes de alimento como pólen, umidade do solo e microclima da cultura (FRENCH et al., 1998; CLARK et al., 1997; CÁRCAMO e SPENCE, 1994). Dessa forma, evidencia-se a necessidade de estudos que considerem a complexidade da interação planta-inseto em plantas geneticamente modificadas, para possibilitarem maior entendimento de sua dinâmica populacional. Vários fatores podem explicar a maior abundância de predadores no tratamento Intacta RR2 PRO[®] sem pulverização de inseticida, diferenciado do tratamento RR1: a ausência de desfolha, o maior sombreamento e, conseqüentemente, um microclima diferente, umidade e temperaturas mais amenas, condições que favorecem o aumento do número de inimigos naturais (LETOURNEAU, 1987).

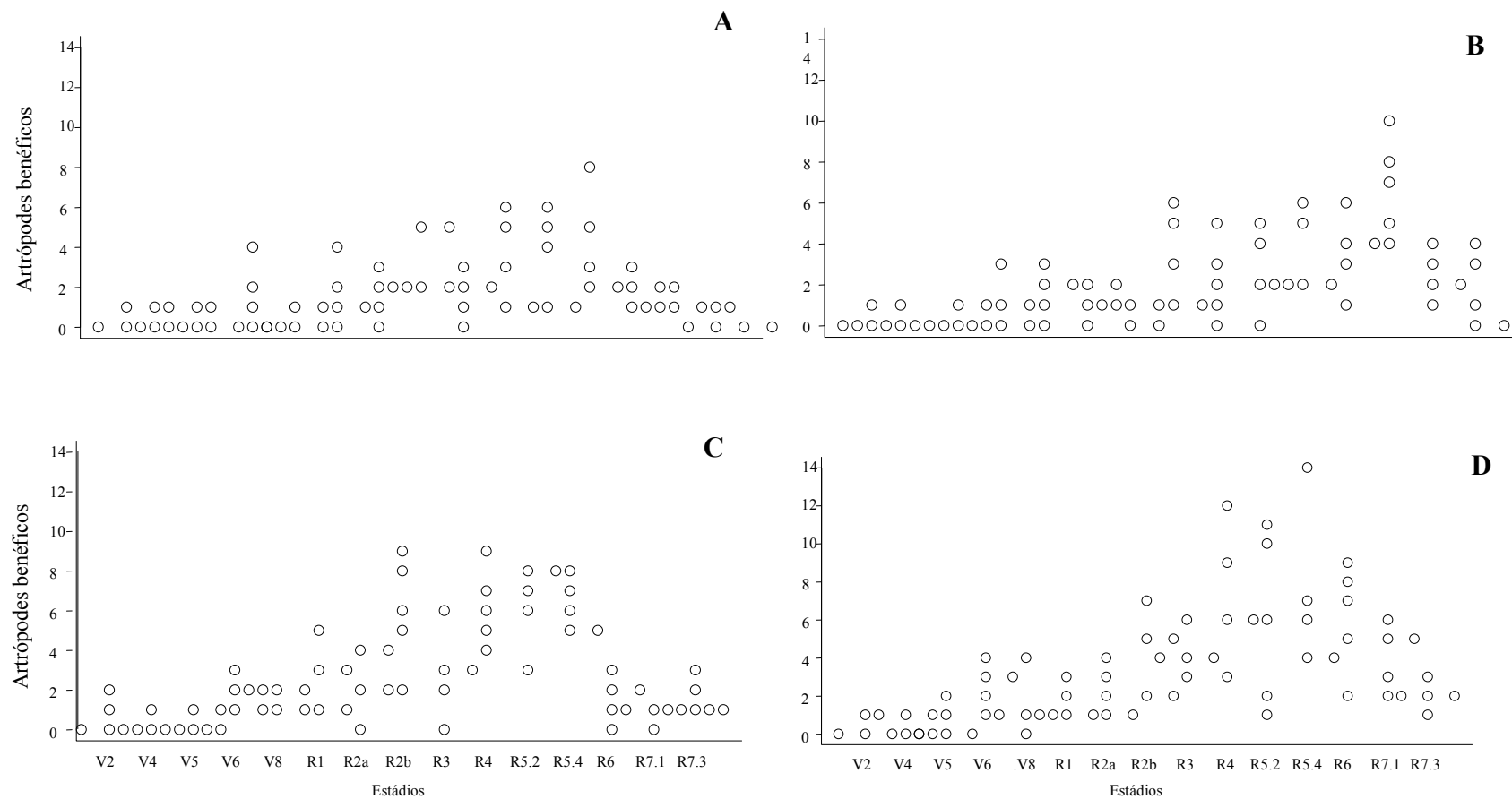


Figura 2. Flutuação populacional de artrópodes benéficos nos estádios vegetativo e reprodutivo da soja nos tratamentos, (A) RR1 com aplicação de inseticida; (B) RR1 sem aplicação de inseticida; (C) Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida; (D) Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida em quatro locais estudados. Dourados, MS, 2013.

O resultado do arranjo obtido pela ordenação dos dados (Figura 3), onde cada ponto da figura é representado por uma amostra, a ordenação dos pontos representa a semelhança entre as amostras e conseqüentemente a composição de espécies, ou seja, amostras que apresentam uma composição de espécies mais comuns se encontram mais próximas.

A composição de insetos-praga estudada apresentou interação positiva para os fatores estágio (Pillai-Trace=1,41; F=37,86; gl=22 e 350; p<0,001); tratamento (Pillai-Trace= 0,65; F=164,87; gl=2 e 174; p<0,001); aplicação (Pillai-Trace=0,86; F=8,16; gl=2 e 174; p<0,001) e tratamento versus aplicação (Pillai-Trace=0.16; F=16.85; gl=2 e 174; p<0,001) (Figura 3), não havendo interação significativa desses fatores quando se considerou os artrópodes benéficos, devido ao baixo número de indivíduos coletados.

A diferença estatística observada para a interação estágio fenológico, população, distribuição e arranjo dos insetos é explicada pela sobreposição de espécies e gerações de artrópodes que ocorre na cultura ao longo do desenvolvimento das plantas. As tecnologias soja RR1 e Soja Intacta RR2 PRO[®], tidas como tratamentos, interferiram na composição das espécies infestantes de forma significativa quando levamos em consideração as pragas alvo da tecnologia Bt. Já o uso de inseticida aplicado sempre que o nível de ação foi excedido propiciou a redução no número de espécimes de forma significativa quando comparada com os tratamentos sem pulverização de inseticidas.

As espécies que mais contribuíram para diferenciar as amostras, em ordem crescente, foram *Dichelops* spp. (ninfas), *Euschistus heros* (ninfas) sp7, *E. heros* (adulto) sp8, *Mocis latipes*, *Lagriella villosa*, *Diabrotica speciosa*, *Spodoptera frugiperda* (<1,5cm) sp5, *S. frugiperda* (≥1,5cm) sp6, *Nezara viridula* (adulto), *Edessa meditabunda* (ninfas), *Colaspis* spp., *Myochrous armatus*, *Anticarsia gemmatilis* (<1,5cm) sp1, *Dichelops* spp. (adulto), *Spodoptera* spp. (≥1,5cm) sp5, *Dalbulus maidis*, *A. gemmatilis* (≥1,5cm) sp2, *Heliothis virescens* (<1,5cm), *H. virescens* (≥1,5cm), *Chrysodeixis includens* (≥1,5cm) sp3, *C. includens* (<1,5cm) sp4.

Algumas das espécies contribuíram significativamente para a diferença entre os tratamentos avaliados. As setas indicam a importância de cada espécie dentro do arranjo (Figura 3), sendo as espécies *E. heros* e *Spodoptera* spp. que mais contribuíram para a ordenação do arranjo obtido, pois essas foram comuns para soja Intacta RR2 PRO[®] com e sem aplicação de inseticidas. Isso se justifica devido a estas espécies não serem insetos pragas alvos da tecnologia Bt. Já para as espécies *A. gemmatilis* e *C. includens*, susceptíveis a proteína Cry 1Ac (BERNARDI et al.,

2012), as amostras localizadas a esquerda e na parte superior (Figura 3) são semelhantes para soja RR1 com ou sem aplicação independente do estágio da cultura.

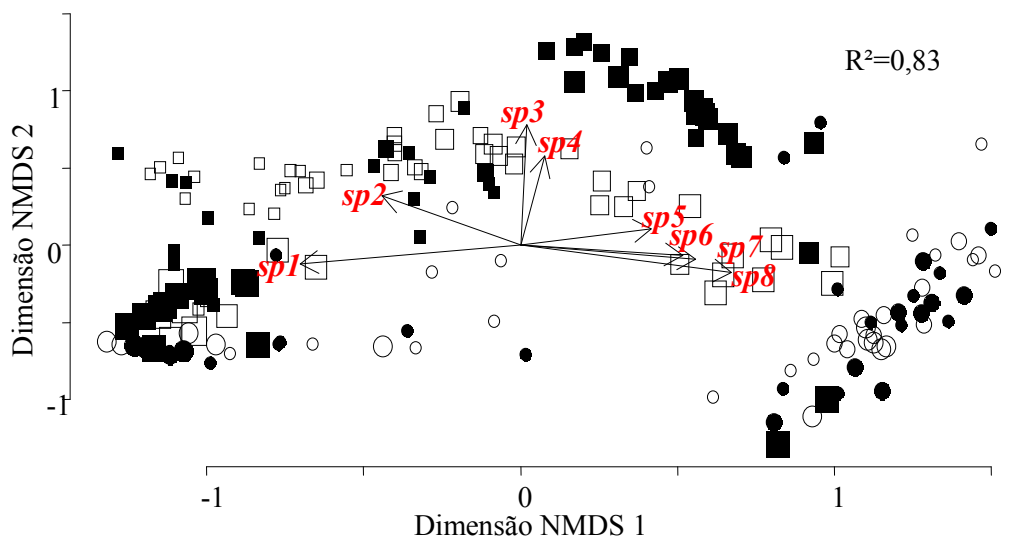


Figura 3. Ordenação por escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) em duas dimensões (stress = 0.145) dos estádios □ RR1 sem aplicação, ■ RR1 com aplicação, ○ Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação, ● Intacta RR2 PRO[®] com aplicação. Tamanho dos círculos ou quadrados seja preenchidos ou não representam os estádios da cultura, quando maior o tamanho mais avançado o estágio da cultura para essa amostra. Os vetores indicam o quanto cada espécie contribuiu para separação dos tratamentos no plano da ordenação ($r > 0,4$): *sp1* – *Anticarsia gemmatilis* (<1,5cm); *sp2* – *A. gemmatilis* (≥1,5cm); *sp3* – *Chrysodeixis includens* (<1,5cm); *sp4* – *C. includens* (≥1,5cm); *sp5* – *Spodoptera* spp. (<1,5cm); *sp6* – *Spodoptera* spp. ≥1,5cm; *sp7* – *Euschistus heros* (ninfã); *sp8* – *E. heros* (adulto). Dourados, MS, 2013.

Conclusões

A soja Intacta RR2 PRO[®] propicia maior diversidade de espécies comparativamente com a soja RR1.

A população de artrópodes sofre incremento gradativo ao longo do desenvolvimento da cultura da soja, sendo que entre os estádios V8 e R6 ocorrem as maiores abundâncias.

Os artrópodes benéficos em Soja Intacta RR2 PRO[®] são mais abundantes em comparação a Soja RR1.

Os principais insetos pragas alvo e não alvos da tecnologia Bt contribuem significativamente para a diferenciação da população de pragas entre a Soja RR1 e Soja Intacta RR2 PRO[®], independentemente da utilização do controle químico.

Referências

BENNETT, J. DNA-based techniques for control of rice insect and disease: Transformation, gene tagging and DNA fingerprinting. IN: Rice pest science and management. Philippines. **International Rice Research Institute**, p. 147-172, 1994.

BERNARDI, O, MALVESTITI, G, DOURADO, P. M.; OLIVEIRA, W. S.; MARTINELLI, S.; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, n.68, p. 1083-1091, 2012.

BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, v. 27, p. 325–349, 1957.

CÁRCAMO, H. A.; SPENCE, J. R. Crop type effects on the activity and distribution of ground beetle (Coleoptera:Carabidae). **Environmental Entomology**, v.23, p.684-692, 1994.

CARMO, E. L.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, B. F.; LASMAR, O. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2293-2300, 2009.

CHIARADIA, L. A.; REBONATTO, A.; SMANIOTTO, M. A.; DAVILA, M. R. F.; NESI, C. N. Artropodofauna associada às lavouras de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.10, n.1, p.29-36, 2011.

CLARK, M.S.; GAGE, S.H.; SPENCE, J.R. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. **Environmental Entomology**, v.26, p.519-527, 1997.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: Grãos, Terceiro levantamento, dezembro 2012/ Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2012. 30p.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1999. 45p.

CTNBIO. **COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA**. Liberação comercial de soja MON 87701 x MON 89788, que confere resistência a insetos e tolerância a herbicida, bem como todas as progênies dela provenientes, concluiu pelo DEFERIMENTO, nos termos deste parecer técnico n. 2.542/2010. Brasília, 2010.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013**, Londrina, 2011. 261p.

FAITH, D. P.; MINCHIN, P. R.; BELBIN, L. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. **Vegetatio**. v. 69. p. 57-68, 1987.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University. 1977. 12 p.

FRENCH, B. W.; ELLIOTT, N. C.; BERBERET, R. C. Reverting conservation reserve program lands to wheat and livestock production: effects on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages. **Environmental Entomology**, v.27, p.1323-1335, 1998.

GARCIA, F. R. M.; NARDI, N.; COSTA, M. K. M.; BRESOVIT A. D. Ocorrência de artrópodes em lavoura de milho (*Zea mays*) no município de Arvoredo, SC. **Bioikos**, v.18, n.1, p.21-28, 2004.

GILBERT, N.; GUTIERREZ, A. P.; FRAZER, B. D.; JONES, R. E. **Ecological relationships**. San Francisco: W. H. Freeman. 1976. 256p.

GODOY, M. S.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, B. F.; LASMAR, O. Seletividade fisiológica de inseticidas em duas espécies de crisopídeos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.11, p.1253-1258, 2010.

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

LAROCA, S.; MIELKE, U. H. H. Ensaio sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Biologia**. v.35, n.1, p.1-19, 1975.

LETOURNEAU, D. K. The enemies hypothesis: tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. **Ecology**, v.68, p.1616- 1622, 1987.

MACRAE, T. C.; BAUR, M. E.; BOETHEL, D. J.; FITZPATRICK, B. J.; GAO, A.; GAMUNDI, J. C.; HARRISON, L. A.; KABUYE, V. T.; MCPHERSON, R. M.; MIKLOS, J. A.; PARADISE, M. S.; TOEDEBUSCH, A. S.; VIEGAS, A. Laboratory and Field Evaluations of Transgenic Soybean Exhibiting High-Dose Expression of a Synthetic *Bacillus thuringiensis* cry1A Gene for Control of Lepidoptera. **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.2, p.577-587. 2005.

MCPHERSON, R. M.; MACRAE T. C. Evaluation of Transgenic Soybean Exhibiting High Expression of a Synthetic *Bacillus thuringiensis* cry1A Transgene for Suppressing Lepidopteran Population Densities and Crop Injury. **Journal of Economic Entomology**, v.102, n.4, p. 1640-1648. 2009.

MILANE, P.; HARTEITEN-SOUZA, É.; MENCARINI, L.; LAUMANN, R.; CARNEIRO, R.; SUJII, E.; PIRES, C Estruturação da Comunidade de Insetos em Áreas de Produção de Hortaliças em Diferentes Fases de Transição Agroecológica na Região do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, p.1664-1667, 2009.

- MONSANTO. **Intacta RR2 PRO**. 2012. Disponível em <<http://www.intactarr2pro.com.br/Default.aspx>>. Acesso em Janeiro de 2013.
- MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L. Software para análise faunística-ANAFU. In: Simpósio de Controle Biológico, 8, 2003, Resumos. **Sociedade Entomológica do Brasil**. v.1, p.195. 2003.
- NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agraria**, v.10, n.1, p.43-49, 2009.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1988. 434p.
- PEET, R. K. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v.5, p.285-307. 1974.
- SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. da S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Pragas ocasionais em lavouras de soja no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 34p.
- SHARMA, H. C.; SHARMA, K. K.; SEETHARAMA, N.; ORTIZ, R. Prospects for using transgenic resistance to insects in crop improvement. **Electronic Journal of Biotechnology**, n. 3, v. 2, p.1-26. 2000.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1976. 419p.
- SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations**. London: Chapman e Hall. 1995. 524 p.
- STURMER, G. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; STEFANELO, L. S.; JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES, J. V. C. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. **Ciência Rural**, v.42, n.12, 2012.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borror and DeLong's. Introduction to the Study of Insects**. Belmont, Thomson Brooks/ Cole, 7th Edition, 2005. 864p.
- WILLIAMS, J. W.; SUMMERS, R. L.; WEBB III, T. Applying plant functional types to construct biome maps from eastern North American pollen data: comparisons with model results. **Quaternary Science Review**, n. 17. p.607-628, 1998.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES – BRAGANTIA

Objetivos e política editorial

BRAGANTIA - Revista de Ciências Agronômicas - é um periódico trimestral, editado pelo Instituto Agronômico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

BRAGANTIA tem por objetivo publicar trabalhos científicos originais em português, inglês e espanhol, que contribuam para o desenvolvimento das Ciências Agronômicas, nas áreas de Ciências Básicas (Botânica, Citogenética, Fisiologia Vegetal, Biotecnologia, Biologia Molecular e Fitoquímica), Melhoramento Genético Vegetal, Fitotecnia, Fitossanidade, Solos e Nutrição de Plantas, Tecnologia de Sementes e Fibras, Tecnologia de Pós-colheita, Irrigação, Engenharia Agrícola, Agrometeorologia e Metodologia e Técnicas Experimentais.

Os trabalhos enviados à **BRAGANTIA** devem ser inéditos e não podem ser publicados ou submetidos à publicação em outra revista simultaneamente. A revista publica artigos, notas científicas e trabalhos de revisão (a convite).

O conteúdo dos manuscritos submetidos à publicação em **BRAGANTIA** é de responsabilidade exclusiva de seu(s) autor(es).

Os trabalhos submetidos à publicação em **BRAGANTIA** são avaliados inicialmente pelo Comitê Editorial, o qual define se os mesmos se enquadram no escopo da **BRAGANTIA** e apresentam mérito para publicação. Trabalhos que não atendam às “Recomendações aos Autores” ou que necessitem de grande revisão serão prontamente recusados, mesmo que possuam mérito científico. Após essa fase, o trabalho é encaminhado para dois revisores especialistas na área de conhecimento, sendo os pareceres emitidos pelos revisores analisados pelo Comitê Editorial (Editor-associado e Editor-chefe). O parecer conclusivo é encaminhado aos autores, com as indicações de correções e a necessidade de submissão da nova forma (versão). Os autores devem apresentar juntamente com a nova forma do trabalho as justificativas caso discordem das correções e as respostas a possíveis indagações dos editores e revisores. A nova forma é em seguida confrontada pelo editor-associado com a versão original do trabalho.

Uma vez aceito, o trabalho é encaminhado para revisão de referências, abstract e vernáculo. Após diagramação, o texto é submetido a correções finais pelos autores e pelo comitê

editorial. O fluxo editorial poderá ser acompanhado pelo sistema de gerenciamento online Submission, a partir de 3 de agosto de 2009.

Preparação de originais

Os autores devem digitar no espaço "Comentários ao Editor" uma carta de encaminhamento, apresentando o trabalho e explicitando a principal contribuição do mesmo para o avanço do conhecimento na área de Ciências Agrárias. A carta de encaminhamento deve indicar que o trabalho não foi submetido para publicação em outro periódico.

Os artigos e as revisões devem ter até 25 páginas (folha tamanho A4 com margens de 3 cm, fonte em Times New Roman tamanho 12, páginas e linhas numeradas sequencialmente), incluindo tabelas e figuras. As Notas Científicas devem apresentar até 12 páginas, incluindo tabelas e figuras. Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico. As revisões são publicadas a convite da Revista.

O texto deve ser digitado em programa compatível com o Word (Microsoft), em espaçamento duplo. As principais divisões do texto (Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão e Conclusões) devem ser numeradas, em maiúsculo e negrito, e centralizadas na página. Notas científicas não apresentam divisões, conforme mencionado anteriormente.

O título do manuscrito deve refletir o conteúdo do trabalho e não deve ter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida.

Os nomes do autor e co-autores devem ser inseridos no sistema submissão na mesma ordem em que aparecerão no trabalho final. Não indicar a autoria do trabalho no texto do manuscrito que será encaminhado aos assessores ad-hoc.

O resumo e abstract devem apresentar o objetivo da pesquisa de forma clara e concisa, os métodos de forma resumida, os resultados mais relevantes e as conclusões. O texto deve apresentar até 250 palavras, frases curtas, completas e com conexão entre si. Não deve apresentar citações bibliográficas. O título do trabalho em inglês, abstract e key words devem ser fiéis versões do título em português, resumo e palavras-chave.

As palavras-chave e key words não devem repetir palavras do título, devendo-se incluir o nome científico das espécies estudadas. As palavras devem ser separadas por vírgula e iniciadas com letra minúscula, inclusive o primeiro termo. Os autores devem apresentar de 3 a 6 termos, considerando que um termo pode ser composto de duas ou mais palavras.

A Introdução deve ter de uma a duas páginas, conter a justificativa para a realização do trabalho, situando a importância do problema científico a ser solucionado. A informação contida na Introdução deve ser suficiente para o estabelecimento da hipótese da pesquisa. Os autores devem citar trabalhos recentes publicados em periódicos científicos, porém a citação de trabalhos clássicos é aceita. Deve-se evitar a citação de resumos e abstracts. No último parágrafo da Introdução, os autores devem apresentar a hipótese científica e o objetivo do estudo, da mesma forma que no Resumo.

O Material e Métodos deve apresentar a descrição da condição experimental e dos métodos utilizados de tal forma que haja informação suficiente e detalhada para que o trabalho seja repetido. Fórmulas, expressões ou equações matemáticas devem ser iniciadas à margem esquerda da página. Incluir referências à análise estatística utilizada e informar a respeito das transformações dos dados. A indicação de significância estatística deve ser da seguinte forma: $p < 0,01$ ou $p > 0,05$ (letra “p” em minúsculo).

No item Resultados e Discussão, os autores devem apresentar os resultados da pesquisa e discuti-los no sentido de relacionar as variáveis analisadas à luz dos objetivos do estudo. A mera comparação dos resultados com os dados apresentados por outros autores não caracteriza a discussão dos mesmos. Deve-se evitar especulação excessiva e os dados não devem ser apresentados simultaneamente em tabelas e em figuras.

A Conclusão deve ser elaborada de tal forma que responda a questão abordada na pesquisa, confirmando ou não a hipótese do trabalho e estando de acordo com o objetivo. Os autores devem ficar atentos para que a Conclusão não seja um resumo dos principais resultados. A redação da Conclusão deve ser com o verbo no presente do indicativo.

Apenas as referências estritamente necessárias para a compreensão do artigo devem ser citadas, sendo recomendado ao redor de 25 referências para artigos e notas científicas. A listagem das referências deve iniciar em uma nova página.

As citações de autores no texto devem ser em caixa alta reduzida ou versalete, seguidas do ano de publicação. Para dois autores, usar “e” ou “and” se o texto for em inglês. Havendo

mais de dois autores, citar o sobrenome do primeiro, seguido de et al. Ex.: STEEL e TORRIE (1980) ou (STEEL e TORRIE, 1980). HAAG et al. (1992) ou (HAAG et al., 1992). Mais de um artigo dos mesmos autores, no mesmo ano, devem ser discriminados com letras minúsculas: HAAG et al. (1992a,b). Comunicações pessoais, trabalhos ou relatórios não publicados devem ser citados no rodapé, não devendo aparecer em Referências. A citação de trabalhos publicados em anais de eventos científicos deve ser evitada.

As referências são normatizadas segundo os modelos abaixo e devem estar em ordem alfabética de autores e, dentro desta, em ordem cronológica de trabalhos; havendo dois ou mais autores, separá-los por ponto e vírgula; os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso; incluir apenas os trabalhos citados no texto, em tabelas e/ou em figuras, na seguinte forma:

a) Periódicos

CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; BARROS, B.C.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; PETTINELLI JÚNIOR, A. Comportamento agrônômico de linhagens de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.60, p.35-44, 2001.

b) Livros e capítulos de livros

STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**: a biometrical approach. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.

JACKSON, M.L. Chemical composition of soil. In: BEAR, F.E. (Ed.). **Chemistry of the soil**. 2. ed. New York: Reinhold, 1964. p.71-141..

c) Dissertações e Teses

OLIVEIRA, H. DE. **Estudo da matéria orgânica e do zinco em solos sob plantas cítricas sadias e apresentando sintomas de declínio**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Quando absolutamente necessárias ao entendimento do trabalho, tabelas e figuras devem acompanhar o texto. O conjunto tabela ou figura e a sua respectiva legenda deve ser auto-explicativo, sem necessidade de recorrer ao texto para sua compreensão. Os títulos das tabelas e figuras devem ser claros e completos e incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das

variáveis dependentes. As figuras devem vir no final do texto. São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto. Os autores devem evitar cores nas figuras, exceto para fotografias. No caso de figuras compostas, cada gráfico deve ser assinalado com a inscrição “(a)”, em letra minúscula.

As tabelas não devem apresentar linhas verticais e assim como as figuras devem ser posicionadas, nessa ordem, após a listagem das referências. Os números nas tabelas devem ser alinhados pela vírgula na coluna. As figuras e tabelas devem ser acompanhadas pela respectiva legenda, com as unidades das variáveis analisadas seguindo o Sistema Internacional de Medidas e posicionadas no topo das colunas nas tabelas, fora do cabeçalho da mesma. As grandezas no caso de unidades compostas devem ser separadas por espaço e a indicação dos denominadores deve ser com notação em sobrescrito. Exemplos: ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), [mg (g MS)^{-1}].

RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES:

- No caso de trabalho que envolva plantio direto, o histórico da área deve ser informado.
- não mencionar o laboratório, departamento, centro ou universidade onde a pesquisa foi conduzida.
- Trabalhos relacionados ao controle químico de pragas e doenças (com produtos naturais e sintéticos) e estudos que envolvam micropropagação e cultura de tecidos não serão considerados para a publicação em *Bragantia*. No caso de reguladores vegetais, bioestimulantes e demais produtos químicos, os trabalhos devem necessariamente estabelecer uma hipótese bem fundamentada, sendo o agente químico utilizado para testar a hipótese e responder à questão abordada no artigo.
- Os autores devem consultar fascículo recente de *Bragantia* para ciência do layout das tabelas e figuras.
- Na submissão online dos trabalhos, os nomes do autor e co-autores devem ser inseridos no sistema na mesma ordem em que aparecerão no trabalho final. Não indicar a autoria do trabalho no texto do manuscrito que será encaminhado aos assessores ad-hoc.
- O não atendimento às normas implicará na devolução do trabalho.

Encaminhamento de trabalhos

As submissões de trabalhos serão realizadas eletronicamente via o Sistema Submission (<http://submission.scielo.br/index.php/brag/index>)

Custo para publicação

O custo para publicação, a partir de 13 de maio de 2011, é de R\$ 50,00 por página diagramada no formato final da revista. Figuras (fotografias) coloridas terão um custo adicional de R\$ 150,00 para meia página e R\$ 300,00 para página inteira. O pagamento deve ser realizado via sistema eletrônico no site www.funarbe.org.br/revistabragantia com preenchimento de formulário e geração de boleto. No boleto, em Obs., indique a que se refere o pagamento (ex: taxa de publicação manuscrito nº, assinatura).

Contato

BRAGANTIA – Secretaria

Avenida Barão de Itapura, 1481

13020-902 • Campinas / SP • Brasil

Tel.: (19) 2137-0653

Fax: (19) 2137-0666

E-mail: editor@iac.sp.gov.br

Capítulo 2

Tecnologia Intacta RR2 PRO[®] (MON87701 x MON89788) no manejo dos principais insetos alvo e não-alvo na cultura da soja

WAGNER JUSTINIANO¹; MARCOS G. FERNANDES²; CÁCIA L. T. P. VIANA³

* Artigo de acordo com as normas do periódico Neotropical Entomology, com adaptações para as normas de dissertações e teses da UFGD.

Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Rodovia Dourados-Itahum, Km 12. 79804-970. Dourados-MS, Brasil. E-mail:

¹wagner.justiniano@monsanto.com; ²marcosfernandes@ufgd.edu.br; ³caciat@gmail.com

Abstract

The soybean agroecosystem consists of numerous species of insect pests that when unmanaged can bring losses and reduction in productivity. The aim of this study was to study the effect of the event MON 87701 x MON89788 in the management of caterpillars target *Anticarsia gemmatalis* and *Chrysodeixis includens* and bugs phytophagous complex and predators on technology Intacta RR2 PRO[®] (Soy Bt). The experiment was conducted in the agricultural year 2011/2012, with four treatments and four replications, which were in the cities: Rio Brillhante, Douradina, Dourados and Caarapó, all located in the State of Mato Grosso do Sul. The total area used for the realization of sampling at each site was 450m², where the experimental design was randomized blocks: treatments: 1 - Roundup Ready[®] RR1 Soybean without insecticide application; 2 - Roundup Ready[®] RR1 Soybean with application whenever reached the level of action (NA), 3 - Intact RR2 PRO[®] Soybean without insecticide application; 4 - Intacta RR2 PRO[®] Soybean with application whenever reached NA; in each replicate were collected 10 samples at intervals of 7 to 10 days, throughout the crop cycle. The number of specimens and species of arthropods collected allowed to determine the population mean for crop stadiums which was used for making graphics representing the fluctuation during the development of the plants. The total number of arthropods, by species and stage of was subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5%. *A. gemmatalis* and *C. includens*, target of Bt technology were effectively controlled in the field by Intacta RR2 PRO[®] Soybean toxin expressing Cry 1AC, reducing the number of insecticide applications to control them. The use of Bt soybean resulted in no statistical differences in the number and incidence of non-target pests, as the stink bug complex, and favored significantly the population of beneficial arthropods.

Keywords: *Glycine max*, biotech soybean, MON 87701, transgenic plants, induced resistance

Resumo

O agroecossistema sojícola é composto por inúmeras espécies de insetos pragas que quando não manejadas podem trazer prejuízos e redução na produtividade. O objetivo deste estudo foi estudar o efeito do evento MON 87701 x MON89788 no manejo das lagartas alvo *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* e do complexo de percevejos fitófagos e predadores na tecnologia Intacta RR2 PRO[®] (Soja Bt). O experimento foi realizado no ano agrícola 2011/2012, com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo elas nos Municípios: Rio Brillhante, Douradina, Dourados e Caarapó, todos localizados no Estado do Mato Grosso do Sul. A área total utilizada para realização das amostragens em cada local foi de 450m², onde o delineamento experimental foi blocos ao acaso: tratamentos: 1- soja Roundup Ready[®] RR1 sem aplicação de inseticidas; 2 - soja Roundup Ready[®] RR1 com aplicação sempre que atingia o nível de ação (NA); 3 – soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticidas; 4 – soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação sempre que atingia o NA; em cada repetição foram realizadas 10 amostragens com intervalos entre 7 a 10 dias, durante todo o ciclo da cultura. O número de espécimes e espécies de artrópodes coletados permitiu determinar as médias da população por estágio da cultura, as quais foram utilizadas para confecção de gráficos representando a flutuação populacional ao longo do desenvolvimento das plantas. O número de artrópodes totais, por espécie e por estágio foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os lepidópteros *A. gemmatalis* e *C. includens*, alvo da tecnologia Bt, foram eficientemente controlados em campo pela Soja Intacta RR2 PRO[®] expressando a toxina Cry 1Ac, reduzindo o número de pulverizações para controle das mesmas. O uso da soja Bt não resultou em diferenças estatística no número e ocorrência de pragas não alvo, como o complexo de percevejos, e favoreceu significativamente o população de artrópodes benéficos.

Palavras-chave: *Glycine max*, soja Bt, MON 87701, plantas transgênicas, resistência induzida

Introdução

O Manejo Integrado de Pragas da Soja (MIP-Soja) foi implantado no Brasil, na década de 1970, o qual tem sido constantemente aperfeiçoado. O MIP-Soja consiste na tomada de decisão sobre o controle de insetos-pragas com base num conjunto de informações relacionadas à integração bioecológica dos insetos com o sistema agrícola. Para tanto, o sucesso do MIP na prática implica no monitoramento da cultura, a partir da identificação correta das pragas e seus inimigos naturais e o conhecimento do estágio de desenvolvimento da planta (Embrapa 2008).

Fatores como tempo necessário para uma medida de controle ser eficiente, precisão da amostragem, clima e a tomada de decisão de controle contribuem para a eficácia das táticas empregadas no controle e evitam que o nível de dano econômico (NDE) seja alcançado. Atuar com segurança é um dos pré-requisitos para a produtividade, sendo fundamental aplicar Nível de Ação (NA) no MIP-Soja, geralmente ligeiramente abaixo do NDE (Embrapa 2011).

Na cultura da soja, o nível de ação preconizado para desfolha pode variar de acordo com região produtora (Bueno *et al* 2011). No Brasil o nível de ação adotado é de 30% de desfolha no período vegetativo, ou 15% se a cultura estiver no estágio de desenvolvimento reprodutivo (Embrapa 2011). A maior tolerância da planta de soja à desfolha no estágio vegetativo ocorre porque, nesse período, usualmente a desfolha tem pouco efeito na produção, principalmente devido à grande capacidade da planta em emitir folhas novas (Batistela 2010).

A busca por tecnologias mais específicas, com baixa persistência no ambiente, e esforços para um Manejo Integrado de Pragas (MIP) baseado na resistência de plantas a insetos faz parte de um propósito sustentável de longos anos. Com o advento da transformação genética baseada na técnica de DNA recombinante tornou-se possível inserir genes exógenos em genomas de plantas, conferindo, assim, resistência a insetos (Bennet 1994). Genes de bactérias como *Bacillus thuringiensis* (Bt) e *Bacillus sphaericus* tem sido o principal grupo de organismos utilizados para conferir resistência de plantas a insetos em escala comercial (Sharma *et al* 2000, Bobrowski *et al* 2003).

A expressão de proteínas Bt em plantas cultivadas como milho, arroz, algodão, batata, tomate, tabaco, soja e canola, tem provado ser um método altamente eficaz para o controle de várias espécies de insetos-pragas (Parrott *et al* 1994, Armstrong *et al* 1995, Stewart *et al* 1996).

Isto resultou em enormes benefícios econômicos e ambientais, como aumento da produtividade e redução significativa no uso de inseticidas químicos (Perlak *et al* 2001, Shelton *et al* 2002).

O efeito das toxinas de Bt sobre inimigos naturais dos insetos-praga como parasitoides ou predadores, foi estudado em laboratório e em campo, indicando pouco ou nenhum efeito sobre estes organismos (Schuler *et al* 1999, Wraight *et al* 2000). Os inimigos naturais são extremamente importantes, pois pragas secundárias podem tornar-se um problema, caso a população de insetos benéficos seja reduzida pelo uso de inseticidas químicos de amplo espectro (Sharma *et al* 2000).

A primeira soja geneticamente modificada foi aprovada no Brasil em 1998, denominado soja Roundup Ready[®], contendo o evento GTS 40-30-2, que resultou planta transgênica com o gene *cp4-epsps* (promotor 35S, região de peptídeo de trânsito para o cloroplasto, região de codificação para a enzima 5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase - EPSPS, região 3' do gene nopalina sintase) que confere tolerância ao referido herbicida (CTNBio 1998, Bohm & Rombaldi 2010).

O evento MON 87701 possui o gene *Cry1Ac*, oriundo de *Bacillus thuringiensis* e o evento MON 89788 possui o gene *cp4 epsps*, oriundo de *Agrobacterium* sp. Trata-se de eventos distintos, expressos em organelas celulares diferentes. A soja MON 87701 foi produzida pela metodologia de transformação mediada por *Agrobacterium tumefaciens* usando o plasmídeo PV-GMIR9, que é um vetor binário. O T-DNA I contém o cassete de expressão do gene *cry1Ac* e o T-DNA II contém o cassete de expressão do gene *cp4 epsps*, usado apenas como marcador de seleção (CTNBio 2010).

A tecnologia denominada comercialmente de Intacta RR2 PRO[®] contendo os eventos MON89788, que confere tolerância ao herbicida glifosate, e MON 87701, que confere resistência as principais lagartas desfolhadoras da cultura, como lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*) e broca das axilas (*Crociosema aporema*) pragas-alvo da tecnologia Bt, reduzindo a aplicação de inseticida (Bernardi *et al* 2012).

Desta forma, tendo em vista a importância da cultura e o impacto que este evento Bt pode produzir na população de insetos alvo e não alvo, assim como mudanças na estratégia de manejo de pragas, é fundamental conduzir pesquisas que visam conhecer melhor essa tecnologia de forma a ser usada como mais uma ferramenta no MIP.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da Soja Intacta RR2 PRO[®] (evento MON 87701 x MON89788), que confere resistência a insetos e tolerância a herbicida, comparativamente à soja RR1 tolerante apenas a herbicida, no manejo dos principais insetos alvo e não alvo da tecnologia Bt.

Material e Métodos

Local de instalação do experimento - O estudo foi conduzido no ano agrícola 2011/2012, em condições de campo utilizando-se de quatro tratamentos e quatro repetições em blocos casualizados. Tratamentos: 1- Soja Roundup Ready[®] RR1 sem aplicação de inseticidas, 2- Soja Roundup Ready[®] RR1 com aplicação de inseticidas, ambos os tratamentos utilizou-se a cultivar Brasmax Potência RR1 (evento GT 40-3-2), 3- Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida e 4- Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida, para tratamentos 3 e 4 se fez uso da cultivar experimental Monsoy L6910 (eventos MON 87701 e MON 89788). As cultivares testadas apresentavam ciclo, hábito de crescimento e fenologia semelhantes.

As repetições foram conduzidas nos seguintes locais, área 1 - Fazenda Pinga de Ouro (-21.6724 S, -54.6392 W, 370m), área 2- Fazenda Boa Sorte (-22.0175 S, -54.5358 W, 304m), área 3 -Fazenda Rincão Porã (-22.2376 S, -54.7106 W, 399m) e área 4 - Fazenda Irmãos Biazzi (-22.4890 S, -54.7561 W, 405m), nos municípios de Rio Brilhante, Douradina, Dourados e Caarapó, todos localizados no estado de Mato Grosso do Sul. O plantio das áreas ocorreram nos dias 22, 26, 28 e 29 de outubro de 2011 respectivamente, sendo que cada repetição representada por uma área de 450m².

A adubação de base utilizada foi realizada segundo recomendação de análise de solo, respeitando a estimativa de produtividade e nível tecnológico para cada área de cada propriedade rural. Assim, a área 1 teve adubação em pré plantio com 300kg.h⁻¹ da fórmula 02-16-28 (NPK) e adubação de plantio com 150Kg.h⁻¹ de 02-23-23 (NPK); a área 2, plantio com 160kg.h⁻¹ de 11-54-00 e cobertura com 80Kg.h⁻¹ de cloreto de potássio (KCl); a área 3, plantio com 300Kg.h⁻¹ de 02-18-18; a área 4, plantio com 300Kg.h⁻¹ de 00-23-23.

A semeadura ocorreu com as áreas livres de plantas daninhas, utilizando-se semeadora mecanizada modelo John Deere 1109 a vácuo, com 9 linhas de 45cm de espaçamento entre linhas e densidade de sementes entre 13 e 14 sementes por metro linear.

Instalação e manejo dos ensaios – Para o manejo de plantas daninhas foi utilizado pulverizador costal elétrico, taxa de aplicação de 120 L.ha⁻¹ e pontas de pulverização AI 110.015, com herbicida comercial Roundup Ready[®] 2,5 L.ha⁻¹ (ingrediente ativo glifosate) no estádio V4 a V5 da cultura. Para o manejo de doenças, as pulverizações ocorreram preventivamente, utilizando pulverizador costal elétrico equipado com pontas TT 110.015 e taxa de aplicação de 120 L.ha⁻¹. Os produtos utilizados foram: 1º aplicação, entre os estádios V6 e V8 Derosal 0,5 L.ha⁻¹ (carbendazim), 2º aplicação, estádio R1, Derosal 0,5 L.ha⁻¹ (carbendazim) 3º aplicação, estádio R1, Priori Xtra 0,3L.ha⁻¹ (Azoxistrobina + Ciproconazol) + Nimbus 0,5% V/V de calda (Óleo mineral parafínico, adjuvante), 4º aplicação, no estádio R3 utilizando Priori Xtra 0,4L.ha⁻¹ (Azoxistrobina + Ciproconazol) + Nimbus 0,5% V/V de calda (Óleo mineral parafínico, adjuvante).

Para manejo de insetos nos tratamentos soja RR1 e Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticidas obedeceu-se níveis de controle adotados pela pesquisa: lagartas desfolhadoras no estádio vegetativo $\geq 30\%$ desfolha ou 20 lagartas grandes ($\geq 1,5\text{cm}$) e estádio reprodutivo $\leq 15\%$ desfolha ou 20 lagartas grandes ($\geq 1,5\text{cm}$) por metro linear de soja. Insetos sugadores no estádio reprodutivo ≥ 1 percevejo $\geq 0,5$ cm por metro (nível adotado para produção de sementes) (Embrapa 2011).

O controle químico adotado nas repetições cultivadas em Rio Brillhante e Douradina constou de quatro intervenções para controle dos insetos desfolhadores, nos estádios R1, R2a, R3 e 5.4, em Dourados três pulverizações ocorreram nos estádios R3, R5.4 e R6, e em Caarapó foram quatro pulverizações nos estádios R1, R3, R5.2 e R5.4. Apenas em uma das áreas obteve-se mais que 20 lagartas por metro de fileira de soja, índice preconizado para início do controle. Desta forma, as aplicações se deram considerando os níveis de desfolha recomendados.

Visando manejo de percevejos nas repetições em Rio Brillhante e Caarapó foram realizadas 3 pulverizações nos estádios R5.2, R4 e R6 em ambos os tratamentos soja RR1 e Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida, nos estádios R5.2, R.4 e R7.1. Na repetição localizada em Caarapó ocorreu apenas uma pulverização no estádio R5.4, em ambos tratamentos com aplicação. Em Dourados ocorreu o maior número de aplicações de inseticidas, sendo realizadas na soja RR1 quatro aplicações nos estádios R3, R5.4; R6 e R7.1 e para soja Intacta RR2 PRO[®] três pulverizações, nos mesmos estádios da soja RR1 exceto em R3.

Os produtos utilizados no manejo de lepidópteros foram Lannate 0,6 L.ha⁻¹ (metomil) e Belt 0,06 L.ha⁻¹ (flubendiamida) e para percevejos Connect 0,75 L.ha⁻¹ (imidacloprid+beta-ciflutrina) e Engeo Pleno 0,2 L.ha⁻¹ (lambda-cialotrina + tiametoxam).

Amostragem – As avaliações foram realizadas logo após a emergência das plantas e periodicamente utilizando intervalos entre 7 a 10 dias, identificando os estádios fenológico proposto por Fehr & Caviness (1977) até a maturidade fisiológica da cultura. A área total utilizada de cada parcela foi representada por 18 metros de largura por 25 metros de comprimento (450m²), sendo realizados 10 pontos de coleta por repetição nos respectivos estádios fenológicos da cultura.

Amostragens do complexo de insetos pragas e artrópodes benéficos, utilizou-se pano-debatida largo, constituído de dois bastões de madeira ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1m e largura de 1,4m (grande o suficiente para cobrir a linha de soja adjacente à amostrada). Para as coletas, uma extremidade do pano foi colocada entre as fileiras de soja, sendo ajustada à base das plantas de uma linha e a outra estendida sobre as plantas da linha adjacente. As plantas de uma fileira (área=0,45m²) foram sacudidas, vigorosamente, a fim de derrubar os insetos-praga sobre o pano (Sturmer *et al* 2012).

Para avaliação de desfolha se utilizou a escala visual adaptada (Beuerlein *et al* 2005) estimando-se o nível de desfolha dos tratamentos a partir consumo foliar provocado pelos insetos desfolhadores.

Análise estatística – Utilizou-se o número de espécies e indivíduos de todos pontos de coleta amostrados; as médias por estágio da cultura foram utilizadas para confecção de gráficos representando a flutuação populacional ao logo do desenvolvimento das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Nos tratamentos Soja RR1, com e sem aplicação de inseticida, verificou-se, populações médias de 1,855 e 3,195 para *A. gemmatilis* pequenas (<1,5cm) e 1,265 e 3,8 lagartas grandes (≥1,5cm) respectivamente, diferindo estatisticamente entre si, e também quando comparado aos tratamentos Soja Intacta RR2 PRO[®] com e sem aplicação de inseticida, apresentando médias inferiores a uma lagarta pequena, e nenhuma lagarta grande (Tabela 1).

A espécie *C. includens*, foi menos abundante em comparação a lagarta da soja, onde o número médio de indivíduos para os tratamentos soja RR1 com e sem aplicação foi de 1,643 e 1,3 lagartas pequenas e 0,99 e 1,255 lagartas grandes, respectivamente. Para os tratamentos Soja Intacta RR2 PRO[®] com e sem pulverização, o número médio de insetos foi próximo de zero para lagartas pequenas e zero lagartas grandes, sendo possível evidenciar a eficácia comprovada do evento para essas espécies alvo, segundo já descrito em testes realizados em laboratório (Macrae *et al* 2005, Mcpherson & Macrae 2009) (Tabela 1).

Para o complexo de pentatomídeos fitófagos, a maior abundância foi constada para espécie *E. heros*, não havendo diferença estatísticas entre os tratamentos Soja RR1 e Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida; o mesmo se observou quando se compara a Soja RR1 e Soja Intacta RR2 PRO[®] sem pulverização. Já para a *E. meditambunda* a Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação apresentou menores populações em comparação à Soja Intacta RR2 PRO[®] sem e Soja RR1 com controle químico. Para a espécie *Dichelops* spp., maior população média se deu no cultivo de Soja RR1 sem aplicação, diferindo-se do tratamento Soja Bt com aplicação de inseticida (Tabela 1).

A população de artrópodes benéficos diferiu significativamente, apenas em três espécies amostradas, *Lebia concinna* ocorrendo com maior abundância em soja Intacta RR2 PRO[®] sem pulverização de inseticida quando comparado com soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação e soja RR1 sem pulverização de inseticida. Já para *Geocoris* spp., maior população de insetos foi observado em soja Intacta RR2 PRO[®] sem pulverização diferindo da soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação e soja RR1 sem aplicação. Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação propiciou duas vezes mais indivíduos da espécie *Chrysoperla* spp., em comparação a Soja RR1 com aplicação e, três vezes mais insetos benéficos quando comparado com Soja RR1 sem aplicação de inseticidas (Tabela 1).

Os aracnídeos também foram favorecidos pelo cultivo da soja Intacta RR2 PRO[®], mesmo com aplicação de inseticida, diferiu significativamente da Soja RR1 com e sem pulverização (Tabela 1). No geral, os artrópodes benéficos foram mais abundantes em soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação e diferindo estatisticamente do tratamento Soja RR com pulverização. Resultados semelhantes foram observados na China ao utilizarem algodão-Bt, ocorrendo à redução do uso de inseticidas químicos e resultando em um aumento de 24% na população de inimigos naturais,

Tabela 1. Número médio de insetos pragas e artrópodes benéficos (\pm erro padrão da média) amostrados pelo método do pano-debatida largo em soja; pragas n=10, predadores n=12. Dourados, MS, 2013.

Praga / Predador	Soja Intacta RR2 PRO [®]		Soja RR1		DMS Tukey 5%	CV* %
	Com	Sem	Com	Sem		
<i>A. gemmatilis</i> <1,5cm	0,575 \pm 0,078 a	0,498 \pm 0,065 a	1,855 \pm 0,155 b	3,195 \pm 0,202 c	0,494	43,09
<i>A. gemmatilis</i> \geq 1,5cm	0,000 \pm 0,000 a	0,000 \pm 0,000 a	1,265 \pm 0,174 b	3,800 \pm 0,260 c	0,565	44,18
<i>C. includens</i> <1,5cm	0,068 \pm 0,016 c	0,100 \pm 0,023 c	1,643 \pm 0,133 a	1,300 \pm 0,092 b	0,297	34,64
<i>C. includens</i> \geq 1,5cm	0,000 \pm 0,000 a	0,000 \pm 0,000 a	0,990 \pm 0,125 a	1,255 \pm 0,118 b	0,311	36,22
<i>E. heros</i> \geq 0,5cm	0,580 \pm 0,054 a	1,408 \pm 0,131 b	0,658 \pm 0,069 a	1,208 \pm 0,137 b	0,360	38,04
<i>E. meditabunda</i> \geq 0,5cm	0,013 \pm 0,006 a	0,090 \pm 0,026 b	0,015 \pm 0,006 a	0,063 \pm 0,022 ab	0,063	11,06
<i>Dichelops</i> spp. \geq 0,5cm	0,080 \pm 0,022 a	0,198 \pm 0,045 ab	0,120 \pm 0,022 ab	0,238 \pm 0,040 b	0,120	19,21
<i>Cycloneda sanguinea</i>	0,012 \pm 0,005 a	0,033 \pm 0,022 a	0,006 \pm 0,004 a	0,002 \pm 0,002 a	0,041	6,51
<i>Lebia concinna</i>	0,023 \pm 0,007 a	0,071 \pm 0,015 b	0,035 \pm 0,010 ab	0,025 \pm 0,008 a	0,038	8,64
<i>Nabis</i> spp.	0,008 \pm 0,004 a	0,015 \pm 0,005 a	0,025 \pm 0,007 a	0,025 \pm 0,007 a	0,022	5,49
<i>Doru</i> spp.	0,002 \pm 0,002 a	0,008 \pm 0,005 a	0,002 \pm 0,002 a	0,000 \pm 0,000 a	0,010	2,52
<i>Geocoris</i> spp.	0,033 \pm 0,009 a	0,092 \pm 0,018 b	0,025 \pm 0,008 a	0,058 \pm 0,016 ab	0,048	10,47
<i>Zellus</i> spp.	0,000 \pm 0,000 a	0,000 \pm 0,000 a	0,000 \pm 0,000 a	0,006 \pm 0,004 a	0,006	1,63
<i>Chrysoperla</i> spp.	0,071 \pm 0,013 a	0,056 \pm 0,011 ab	0,033 \pm 0,009 b	0,023 \pm 0,007 b	0,037	8,83
Aracnideos	0,267 \pm 0,026 a	0,233 \pm 0,022 ab	0,119 \pm 0,017 c	0,175 \pm 0,021 bc	0,078	16,88
Total de Artrópodes benéficos	0,417 \pm 0,034 ab	0,508 \pm 0,044 a	0,246 \pm 0,028 c	0,315 \pm 0,032 bc	0,125	22,69

Estádio utilizados para lagartas n=10 (V6, V8, R1, R2a, R2b, R3, R4, R5.2, R5.4 e R6);

Estádio utilizados para percevejos n=10 (R1, R2a, R2b, R3, R4, R5.2, R5.4, R6, R7.1 e R7.3);

Estádio utilizados para predadores n=12 (V6, V8, R1, R2a, R2b, R3, R4, R5.2, R5.4, R6, R7.1 e R7.3);

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

DMS = Diferença Mínima Significativa .

Média contendo dados reais

CV* = Dados transformados em $\sqrt{x+1}$

quando comparado com campos de plantas de algodão não modificadas geneticamente e submetidas ao controle químico convencional (Xia *et al* 1999).

Lagartas da soja *A. gemmatalis* pequenas, tiveram ampla ocorrência em todas as áreas cultivadas, com algumas variações de população ao decorrer do desenvolvimento da cultura. Em todos os locais, o surto populacional de *A. gemmatalis* ocorreram entre o término do estágio vegetativo (V8) e os estádios iniciais da fase reprodutiva (R2), como relatado em trabalhos que avaliaram o comportamento e ocorrência da lagarta-da-soja (Didonet *et al* 2003, Corrêa - Ferreira *et al* 2010). Para soja RR1 com e sem aplicação de inseticidas a população média de insetos no estágio V6 foi 1,45 e 1,0; V8, 5,3 e 5,27; R1, 6,5 e 10,0, respectivamente (Figura 1A). Já para os tratamentos soja Bt com ou sem pulverização de inseticida obteve-se reduções na população de insetos sendo nos estágios V6, 0,5 e 0,28; V8, 3,15 e 2,43; R1, 1,02 e 1,07, respectivamente.

A flutuação populacional de lagartas grandes, acompanhou a tendência constatada para lagartas pequenas. No entanto, os surtos populacionais se concentraram nos estádios reprodutivos iniciais R1 e R2. Os maiores valores de indivíduos observados foram em R1, 2,5 e 2,25; R2a, 11,8 e 7,9 nos tratamentos soja RR1 sem e com pulverização, respectivamente, (Figura 1B). Por outro lado, em soja Intacta RR2 PRO[®] com e sem aplicação de inseticidas não coletou-se indivíduos, visto que essa espécie é alvo da tecnologia Bt. Estudos realizados em laboratório verificando a eficácia da proteína Cy1A com 100% de mortalidade para neonatas dessa espécie (Macrae *et al* 2005, Mcpherson & Macrae 2009).

A ocorrência de lagartas *C. includens* pequena se deu em todos os locais estudados. No entanto, o surto populacional dessa espécie ocorreu tardiamente, após *A. gemmatalis*, sendo que sempre que ocorria o decréscimo da população de *A. gemmatalis*, logo em seguida ocorria o aumento de *C. includens*. Essa constatação corrobora com informações descritas por Corrêa-Ferreira *et al* (2010) e Didonet *et al* (2003).

A infestação de *C. includens* ocorreu a partir do estágio reprodutivo R2, se estendendo no desenvolver da cultura até enchimento total dos grãos em R6, sendo que o surto populacional dessa espécie foi observado entre os estádios R5.2 e R5.4 para ambos os tratamentos RR1 com e sem pulverização (Figura 1C).

Para soja Intacta RR2 PRO[®] (com e sem utilização de inseticida) verificou-se a redução de insetos das espécies *A. gemmatalis* e *C. includens*, evidenciando a eficácia da tecnologia para

pragas alvo, conforme descrito por Mcpherson & Macrae (2009) e Macrae *et al* (2005) (Figura 1), não sendo necessário utilização de inseticidas sintéticos para esses tratamentos.

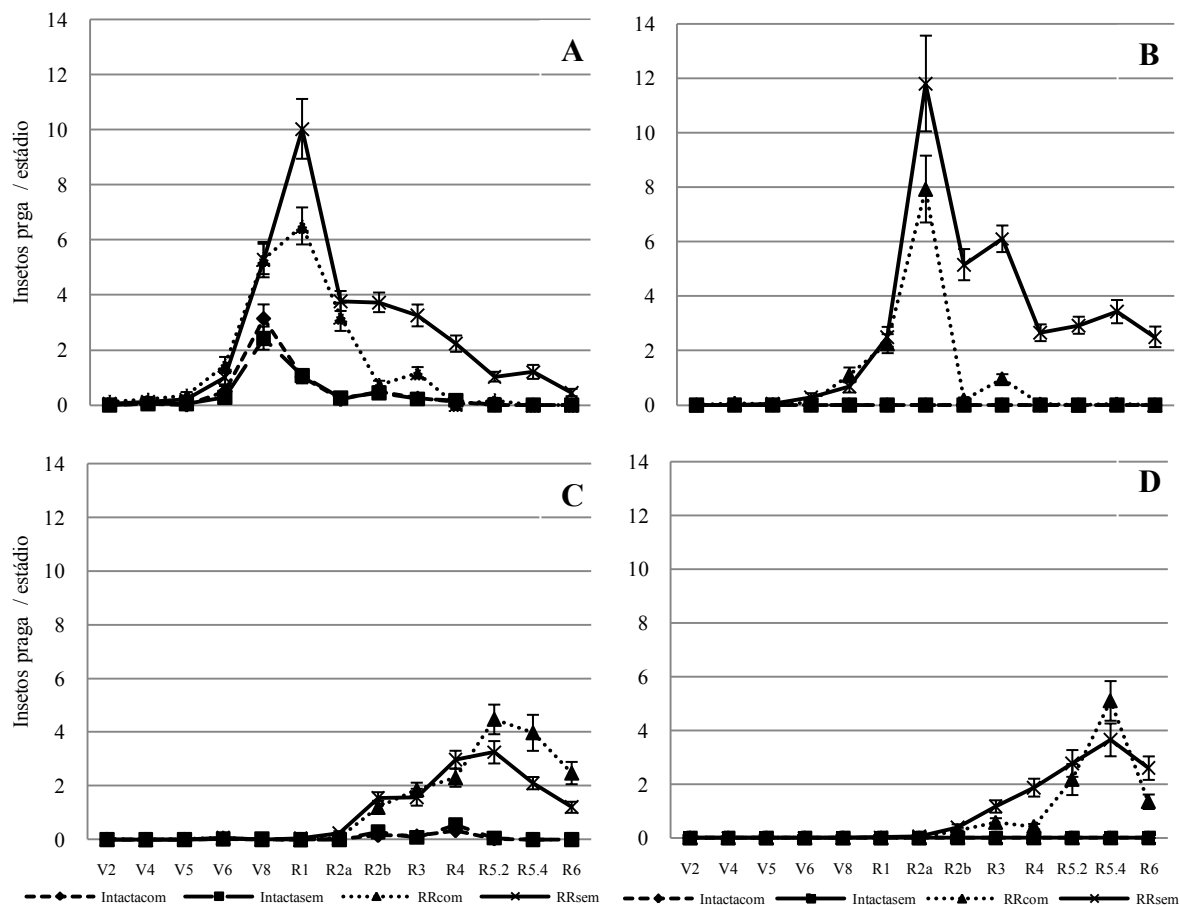


Figura 1. Flutuação populacional de lagartas (\pm erro padrão da média) (A) *Anticarsia gemmatalis* (<1,5cm); (B) *A. gemmatalis* (\geq 1,5cm); (C) *Chrysodeixis includens* (<1,5cm); (D) *C. includens* (\geq 1,5cm); por metro linear de soja para os tratamentos (Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida; Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida; RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.

Para todos os tratamentos e repetições não se obteve desfolhas acima do NA nos estádios vegetativos. No entanto, apenas para soja RR1 com inseticida, o controle de desfolhadores foi empregado nos estádios reprodutivas, R1, R2a, R3 e R5.4 nas repetições de Rio Brillhante e Douradina, R3, R5.4 e R6 em Dourados e R1, R3, R5.2 e R5.4 em Caarapó, totalizando 3,75 pulverizações sempre nível de desfolha excedeu o NA.

No cultivo da Soja RR1 (sem aplicação de inseticida) os percentuais de desfolha foram superiores a 15% logo nos estádios iniciais da fase reprodutiva, alcançando nível igual ou superior a 70% no final do ciclo da cultura (Figura 2). Ribeiro & Costa (2000) constataram que o rendimento diminui com desfolhamentos acima de 67%, desconsiderando os estádios de desenvolvimento; níveis de desfolhamento superiores a 50% diminuem substancialmente o número de vagens e de grãos por planta de soja quando efetuados nos estádios de início de formação das vagens (R3) e início do enchimento de grãos (R5); o peso de grão é reduzido mais drasticamente por desfolhas iguais ou superiores a 67% nos estádios R3 e R6.

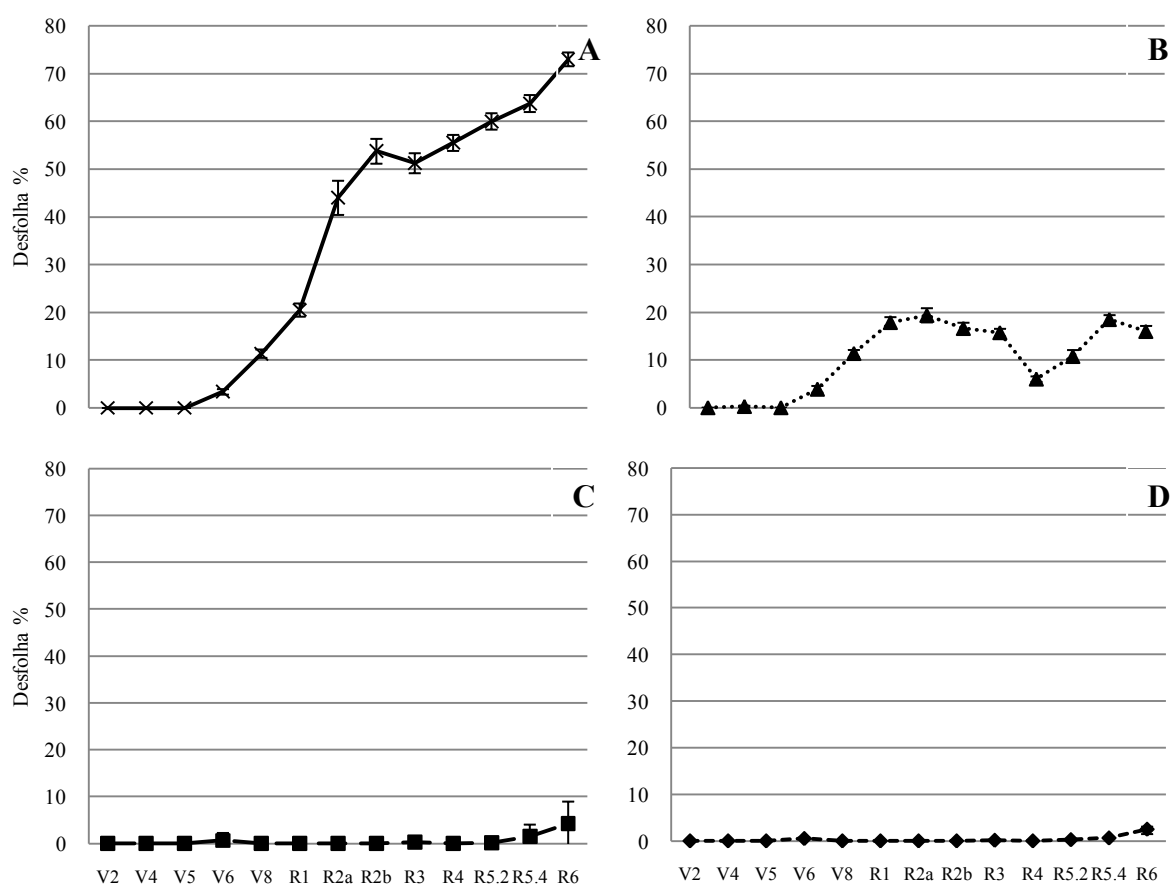


Figura 2. Porcentagem de desfolha provocada pelo complexo de lagartas desfolhadoras (\pm erro padrão da média) *A. germinalis* e *C. includens* (< e $\geq 1,5$ cm) nos tratamentos (A) RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida; (B) RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; (C) Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO® sem aplicação de inseticida; (D) Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO® com aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.

Para as lavouras cultivadas com soja Intacta RR2 PRO[®] (com e sem aplicação de inseticidas) não se constaram desfolha provocada pelo ataque de lagartas das espécies *A. gemmatalis* e *C. Includens*, resultados semelhantes foram obtidos por Bernardi *et al* (2012) com percentuais de desfolha acima do nível de ação ao testar duas cultivares não Bt, em comparação a suas isolinhas Bt com pouco ou nenhuma desfolha (Figura 2).

Várias espécies de pentatomídeos fitófagos associados à cultura da soja são consideradas pragas principais ou secundárias, dependendo da densidade populacional, ocorrência regional e fase que a planta é atacada (Embrapa 2011).

A espécie *E. heros* foi mais abundante, ocorrendo nos estádios reprodutivos iniciais, tendo seus surtos populacionais entre as fases R6 e R7.1, ou seja, no pleno enchimento de grão e início da maturação fisiológica da cultura, corroborando com dados publicados por Roza- Gomes *et al* (2011) e Corrêa – Ferreira & Panizzi (1999).

Em soja RR1 e Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida foram obtidos as maiores quantidades médias de percevejos em comparação aos tratamentos utilizando aplicação de inseticida (Figura 3A).

O percevejo-barriga-verde (*Dichelops melacanthus*) se manifesta como praga de início de ciclo nas culturas de trigo e de milho. Na soja, essa espécie que sempre ocorreu em densidades reduzidas vem, gradativamente, aumentando seus níveis populacionais e importância no complexo de percevejos (Roza- Gomes *et al* (2011); Salvadori *et al* 2007. Resultados semelhantes foram observados para população de *Dichelops* spp. nos estádios R7.1 e R7.3 que antecedem à colheita da cultura, sendo mais abundantes em soja RR1 e soja Intacta RR2 PRO[®], ambas sem aplicação de inseticida (Figura 3B).

O número médio de insetos de *Edessa meditabunda* foi inferior a um inseto por estágio estudado, ressaltando assim a baixa ocorrência do mesmo (Figura 3C).

Os surtos populacionais para o complexo de percevejos ocorreram entre os estádios R6 e R7.1, pleno enchimento de grãos e início da maturação fisiológica, o chamado período crítico. A população cresce até o final do enchimento de grãos (R6), quando atinge a fase de maior abundância populacional, segundo Corrêa-Ferreira & Panizzi (1999), trabalhos que corroboram com resultados obtidos (Figura 3).

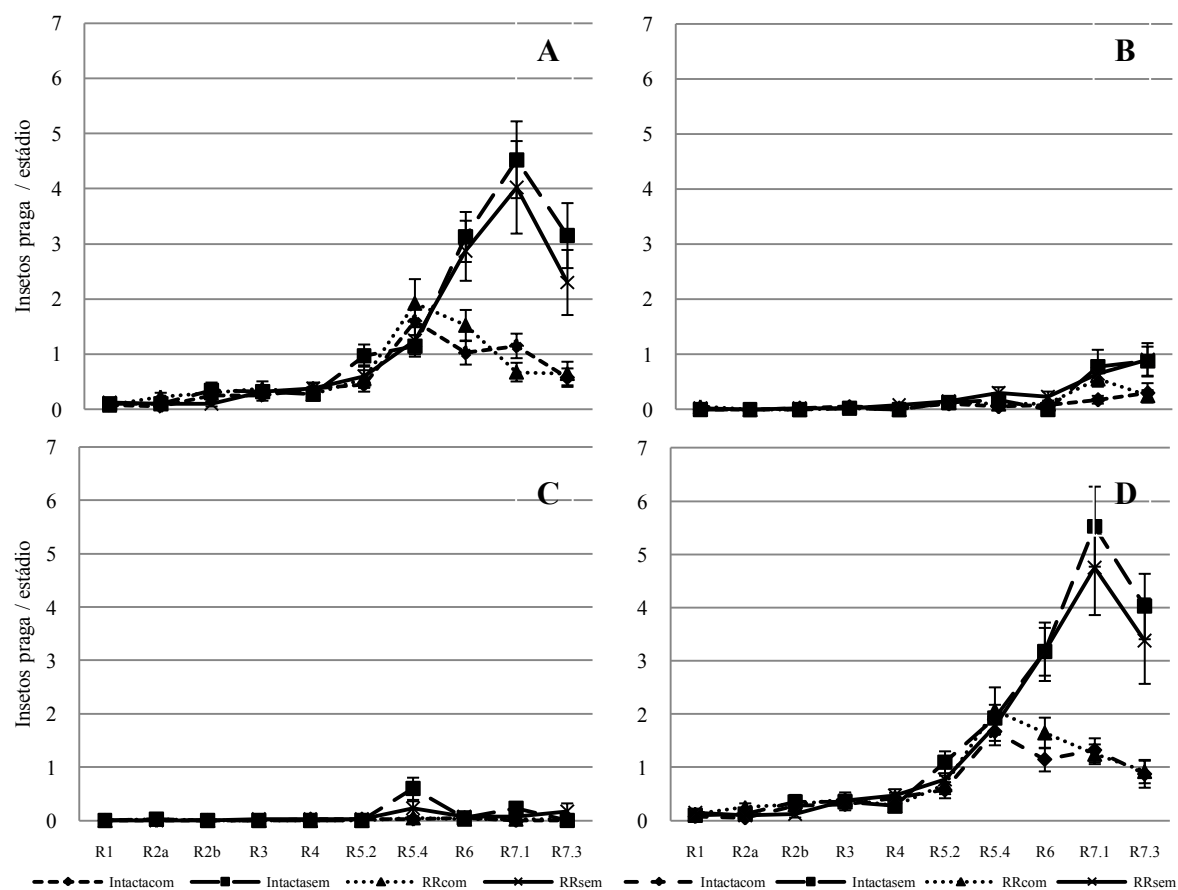


Figura 3. Flutuação populacional de percevejos ($\geq 0,5\text{cm}$) (\pm erro padrão da média), (A) *Euschistus heros*; (B) *Dichelops* spp.; (C) *Edessa mediatibunda* e (D) média das três espécies por metro linear de soja. Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida; RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.

A flutuação populacional de artrópodes benéficos como *Cycloneda sanguinea*, *Lebia concinna*, *Nabis* spp., *Doru* spp., *Geocoris* spp., *Zellus* spp., *Chrysoperla* spp., e aracnídeos ocorreu durante todos os estádios da cultura, sendo possível observar um leve incremento população de predadores em áreas cultivadas com soja Intacta RR2 PRO[®] (sem e com aplicação de inseticida), quando comparados com soja RR1 (sem e com aplicação de inseticida) (Figura 4).

Vários fatores podem explicar a maior abundância de predadores na soja Intacta RR2 PRO[®]. O microclima na área dessa cultivar devido a ausência de desfolha propiciam maior sombreamento, umidade e temperaturas mais amenas, condições que favorecem o aumento de inimigos naturais. Feito semelhante foi observado por Cividanes & Yamamoto (2002) ao avaliarem inimigos naturais na soja e no milho cultivado em sistemas diversificados. A ausência

de aplicação de inseticidas para controle de lagartas, pragas alvo da tecnologia Bt, também podem ter propiciado melhores condições para o estabelecimento desses agentes de controle biológico.

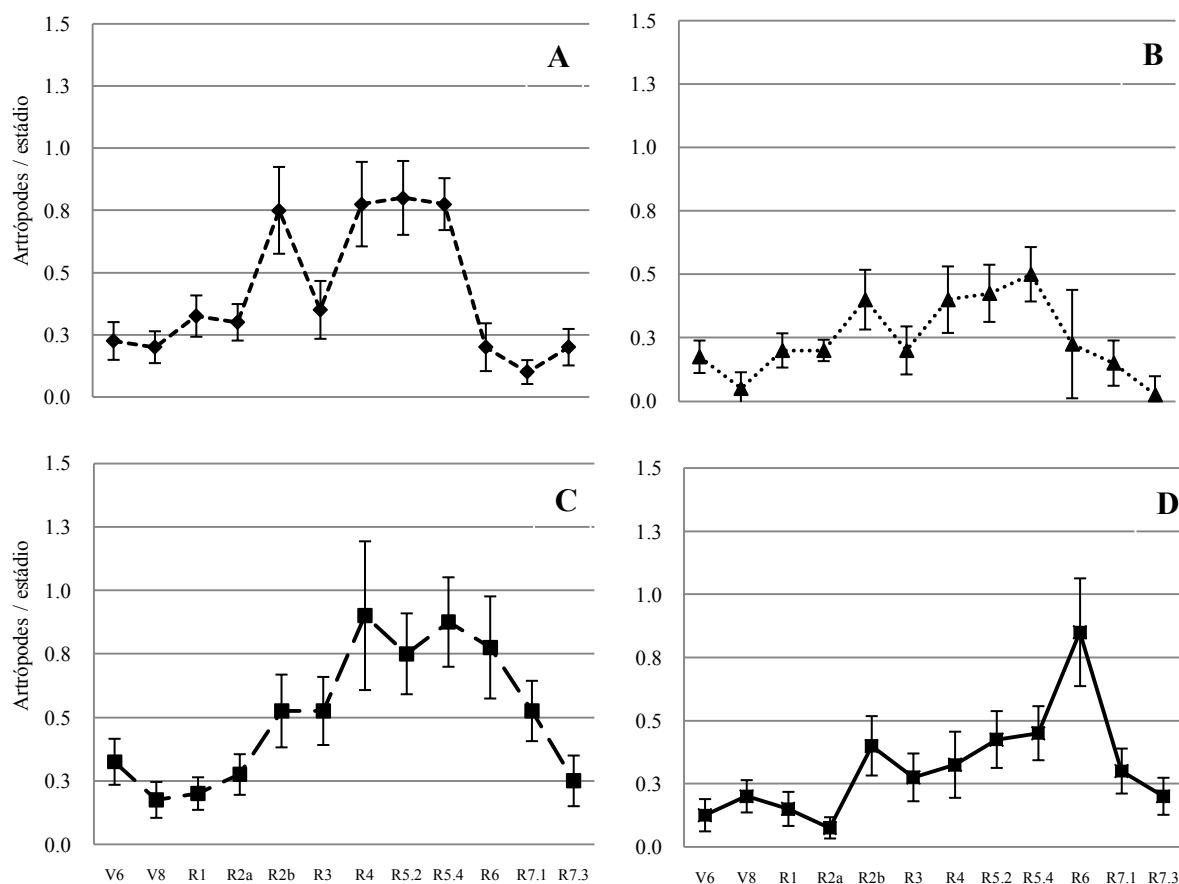


Figura 4. Flutuação populacional de artrópodes benéficos (\pm erro padrão da média) por metro linear de soja, (A) Intacta com = Soja Intacta RR2 PRO[®] com aplicação de inseticida; (B) RR com = Soja RR1 com aplicação de inseticida; (C) Intacta sem = Soja Intacta RR2 PRO[®] sem aplicação de inseticida; (D) RR sem = Soja RR1 sem aplicação de inseticida. Dourados, MS, 2013.

Desta forma podemos concluir que a soja Intacta RR2 PRO[®] (Bt), expressando a toxina Cry 1Ac, controlou eficientemente os lepidópteros alvo *A. gemmatilis* e *C. includens* em campo, reduzindo o número de pulverizações para o manejo desses insetos-praga, em relação a soja RR1. Já as populações de percevejos fitófagos não alvo da tecnologia Bt, não houve diferença significativa entres as cultivares testadas.

A soja Intacta RR2 PRO[®], com e sem aplicação de inseticida, favoreceu os artrópodes benéficos em comparação com soja RR1.

Referências

Armstrong CL, Parker GB, Pershing JC, Brown SM, Sanders PR, Duncan DR, Stone T, Dean DA, Deboer DL, Hart J, Howe AR, Morrish FM, Pajeau ME, Petersen WL, Reich BJ, Rodriguez R, Santino CG, Sato SJ, Schuler W, Sims SR, Stehling S, Tarochione LJ, Fromm ME (1995) Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. *Crop Science* 35: 550-557.

Batistela MJ (2010) Níveis de desfolha e táticas de manejo de pragas na cultura da soja. Dissertação (Mestrado) - FESURV - Rio Verde, 50 p.

Bennett J (1994) DNA-based techniques for control of rice insect and disease: Transformation, gene tagging and DNA fingerprinting. IN: Rice pest science and management. Philippines. International Rice Research Institute 1: 147-172.

Bernardi O, Malvestiti G, Dourado PM, Oliveira WS, Martinelli S, Berger GU, Head GP, Omoto C (2012) Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pest Management Science* 68: 1083-1091.

Beuerlein JE, Easley JB, Johnson JW, Lipps PE, Loux MM, Ozkan HE, Rhodes LH, Stachler JM, Steele JA, Sulc RM, Taylor NJ, Thomison PR, and H.R. Willson HR (2005) Corn, soybean, wheat, and alfalfa field guide. OSUE Bulletin 827, 245p.

Bobrowski VL, Fiuza LM, Pasquali G, Bodanese-Zanettini MH (2003) Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. *Ciencia Rural* 33, 5: 843-850.

Bohm GMB, Rombaldi CV (2010). Transformação genética e aplicação de glifosato na microbiota do solo, fixação biológica de nitrogênio, qualidade e segurança de grãos de soja geneticamente modificada. *Ciência Rural* 40, 1: 213-221.

Bueno RCOF, Bueno AF, Moscardi F, Parra JRP, Hoffmann-Campo CB (2011) Lepidopteran larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. *Pest Management Science* 66:170-174.

Cividanes FF, Yamamoto FT (2002) Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. *Scientia Agrícola* 59, 4: 683-687.

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (1998). Liberação comercial da soja Roundup Ready, bem como de qualquer germoplasma derivado da linhagem “glyphosate tolerant soybean”(GTS) 40-30-2. Comunicado n.º 54. Brasília.

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (2010). Liberação comercial de soja MON 87701 x MON 89788, que confere resistência a insetos e tolerância a herbicida, bem como

todas as progênies dela provenientes, concluiu pelo DEFERIMENTO, nos termos deste parecer técnico n. 2.542/2010. Brasília.

Corrêa-Ferreira BS, Alexandre TM, Pellizzaro EC, Moscardi F, Bueno AF (2010) Práticas de manejo de pragas utilizadas na soja e seu impacto sobre a cultura. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 16p.

Corrêa-Ferreira BS, Panizzi AR (1999) Percevejos da soja e seu manejo. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 45p.

Didonet J, Sarmiento RA, Aguiar RWS, Santos GR, Erasmo EAL (2003) Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. Manejo Integrado de Pragas y Agroecología 69: 50-57.

Embrapa (2008) Tecnologia de Produção de Soja - Região Central do Brasil, Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 261p.

Embrapa. (2011) Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013, Londrina, 261p.

Fehr WR, Caviness CE (1977) Stages of soybean development. Ames: Iowa State University, 12 p.

Macrae TC, Baur ME, Boethel DJ, Fitzpatrick BJ, Gao A, Gamundi JC, Harrison LA, Kabuye VT, McPherson RM, Miklos JA, Paradise MS, Toedebusch AS, Viegas A (2005) Laboratory and Field Evaluations of Transgenic Soybean Exhibiting High-Dose Expression of a Synthetic *Bacillus thuringiensis* cry1A Gene for Control of Lepidoptera. Journal of Economic Entomology 98, 2: 577-587.

McPherson RM, Macrae TC (2009) Evaluation of Transgenic Soybean Exhibiting High Expression of a Synthetic *Bacillus thuringiensis* cry1A Transgene for Suppressing Lepidopteran Population Densities and Crop Injury. Journal of Economic Entomology 102, 4: 1640-1648.

Parrott WA, All JN, Adang MJ, Bailey MA, Boerma HR, Stewart JR (1994) Recovery and evaluation of soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) plants transgenic for a *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* insecticidal gene. In Vitro Cellular Development Biology 30: 144-149.

Perlak FJ, Oppenhuizen M, Gustafson K, Voth R, Sivasupramaniam S, Heering D, Carey B, Ihrig RA, Roberts JK (2001) Development and commercial use of Bollgard® cotton in the USA: Early promises versus today's reality. The Plant Journal 27, 6: 489-501.

Ribeiro ALP, Costa EC (2000) Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR 16, no rendimento de grãos. Ciência Rural 30, 5: 767-771.

Roza- Gomes MF, Salvadori JR, Pereira PRVS, Panizzi AR (2001) Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. Ciência Rural 41, 7: 1115-1119.

Salvadori JR, Pereira PRVS, Corrêa-Ferreira, BS (2007) Pragas ocasionais em lavouras de soja no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 34 (Embrapa Trigo. Documentos Online, 91)

Schuler TH, Poppy GM, Kerry BR, Denholm I (1999) Potential side effects of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. *Trends in Biotechnology*, Cambridge, 17: 210-215.

Sharma HC, Sharma KK, Seetharama N, Ortiz R (2000) Prospects for using transgenic resistance to insects in crop improvement. *Electronic Journal of Biotechnology* 2, 3: 1-26.

Shelton AM, Zhao JZ, Roush RT (2002) Economic, ecological, food safety, and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. *Annual Review of Entomology* 47: 845–881.

Stewart CN, Adang M J, All JN, Boerma HR, Cardineaux G, Tuck-Er D, Parrot WA (1996) Genetic transformation recovery, and characterization of fertile soybean transgenic for a synthetic *Bacillus thuringiensis* cryIA(c) gene. *Plant Physiology* 112: 121-129.

Sturmer GR, Cargnelutti Filho A, Stefanelo LS, Guedes JVC (2012) Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. *Ciência Rural* 42, 12; 2105-2011.

Wraight CL, Zangerl AR, Carroll MJ, Berenbaum MR (2000) Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 97, 14:7700-7703.

Xia JY, Cui JJ, Ma LH, Dong SX, Cui XF (1999) The role of transgenic Bt cotton in integrated insect pest management. *Acta Gossypii Sim*, 11, 57-64.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES - Neotropical Entomology

Política editorial

A **Neotropical Entomology** publica artigos originais e que representem contribuição significativa ao conhecimento da Entomologia, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os artigos devem ter caráter científico. Trabalhos de cunho tecnológico como aqueles envolvendo apenas bioensaios de eficácia de métodos de controle de insetos e ácaros não são considerados para publicação. Os manuscritos são analisados por revisores *ad hoc* e a decisão de aceite para publicação pauta-se nas recomendações dos editores adjuntos e revisores *ad hoc*.

Seções

"Fórum", "Ecologia, Comportamento e Bionomia", "Sistemática, Morfologia e Fisiologia", "Controle Biológico", "Manejo de Pragas", "Acarologia", "Saúde Pública" e "Notas Científicas".

Idiomas

Os manuscritos devem ser escritos na língua inglesa.

Formatos aceitos

São publicados artigos científicos completos, notas científicas e revisões (Fórum).

Submissão

Deve ser feita por meio eletrônico através de formulário disponível em <http://submission.scielo.br/index.php/ne/about>. O manual do usuário do sistema está disponível em http://seb.org.br/downloads/Guia_submission_20070606.pdf

Forma e preparação do manuscrito

O artigo (texto e tabelas) deve ser submetido em formato doc. Configure o papel para tamanho A4, com margens de 2,5 cm e linhas e páginas numeradas sequencialmente ao longo de todo o documento. Utilize fonte Times New Roman tamanho 12 e espaçamento duplo.

Página de rosto. No canto superior direito, escreva o nome completo e o endereço (postal e eletrônico) do autor correspondente. O título do artigo deve aparecer no centro da página, com iniciais maiúsculas (exceto preposições, conjunções e artigos). Nomes científicos no título devem ser seguidos pelo nome do classificador (sem o ano) e pela ordem e família entre parênteses. Abaixo do título e justificado à esquerda, liste os nomes dos autores usando apenas as iniciais dos nomes de cada autor, deixando apenas o último sobrenome por extenso, em maiúsculas pequenas (versalete). Separe os nomes por vírgulas; não use '&' ou 'and'. A seguir, liste as instituições de cada autor, com chamada numérica se houver mais de um endereço. Pule uma linha e escreva um título resumido com, no máximo, 60 letras.

Página 2. Abstract. Escreva ABSTRACT, seguido de hífen, continuando com o texto em parágrafo único e, no máximo, 250 palavras. Pule uma linha e mencione o termo Keywords. Use de três a cinco termos separados por vírgulas e diferentes das palavras que aparecem no título do trabalho.

Elementos Textuais

Introdução. Justifique à esquerda o subtítulo "Introduction", em negrito. Deve contextualizar claramente o problema investigado e trazer a hipótese científica que está sendo testada, bem como os objetivos do trabalho.

Material and Methods devem conter informações suficientes para que o trabalho possa ser repetido. Inclua o delineamento estatístico e, se aplicável, o nome do programa utilizado para as análises.

Results and Discussion podem aparecer agrupados ou em seções separadas. Em Resultados, os valores das médias devem ser acompanhados de erro padrão da média e do número de observações, usando para as médias uma casa decimal e, para o erro padrão, duas casas. As conclusões devem estar contidas no texto final da discussão.

Acknowledgments. O texto deve ser breve, iniciando pelos agradecimentos a pessoas e depois a instituições apoiadoras e agências de fomento.

References. Sob esse título, disponha as referências bibliográficas em ordem alfabética, uma por parágrafo, sem espaços entre estes. Cite os autores pelo sobrenome (apenas a inicial maiúscula) seguido das iniciais do nome e sobrenome sem pontos. Separe os nomes dos autores com vírgulas. Em seguida inclua o ano da referência entre parênteses. Abrevie os títulos das fontes bibliográficas, sempre iniciando com letras maiúsculas, sem pontos. Utilize as abreviaturas de periódicos de acordo com BIOSIS Serial Sources (www.library.uiuc.edu/biotech/jabbrev.html#abbrev ou <http://www.library.uq.edu.au/faqs/endnote/biosciences.txt>). Os títulos nacionais deverão ser abreviados conforme indicado no respectivo periódico. Evite citar dissertações, teses, revistas de divulgação. Não cite documentos de circulação restrita (boletins internos, relatórios de pesquisa, etc), monografias, pesquisa em andamento e resumos de encontros científicos.

Exemplos:

Suzuki KM, Almeida SA, Sodré LMK, Pascual ANT, Sofia SH (2006) Genetic similarity among male bees of *Euglossa truncata* Rebelo & Moure (Hymenoptera: Apidae). Neotrop Entomol 35: 477-482.

Malavasi A, Zucchi RA (2000) Moscas-das-frutas de importância econ mica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Oliveira Filho AT, Ratter JT (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome, p.91-120. In Oliveira PS, Marquis RJ (eds) The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. New York, Columbia University Press, 398p.

Tabelas. Devem ser inseridas no texto após as Referências. Coloque uma tabela por página, numerada com algarismo arábico seguido de ponto final. As notas de rodapé devem ter chamada numérica. Na chamada de texto, use a palavra por extenso (ex.: Tabela 1). Exemplo de título:

Tabela 1 Mean (\pm SE) duration and survivorship of larvae and pupae of *Cirrospilus neotropicus* reared on *Phyllocnistis citrella* larvae. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH: 70% and photophase: 14h.

Figuras. Após as tabelas, coloque a lista de legendas das figuras. Use a abrevia o "Fig no título e na chamada de texto (ex.: Fig 1)". As figuras devem estar no formato jpg, gif ou eps e devem ser originais ou com alta resolu o e devem ser enviadas em arquivos individuais. Gráficos devem estar, preferencialmente, em Excell. Exemplo de título:

Fig 1 Populacional distribution of *Mahanarva fimbriolata* in São Carlos, SP, 2002 to 2005.

Citações no texto

Nomes científicos. Escreva os nomes científicos por extenso, seguidos do autor descritor, para insetos e ácaros, quando mencionados pela primeira vez no Abstract e no corpo do trabalho. Ex.: *Spodoptera frugiperda* (J E Smith). No restante do trabalho use o nome genérico abreviado (Ex.: *S. frugiperda*), exceto nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas onde deve ser grafado por extenso.

Fontes de consulta. As referências no texto devem ser mencionadas com o sobrenome do autor, com inicial maiúscula, seguido pelo ano da publicação (ex.: Martins 1998). No caso de mais de uma publicação, ordene-as pelo ano de publicação, separando-as com vírgulas (ex.: Martins 1998, Garcia 2005, 2008, Wilson 2010). Para dois autores, use o símbolo "&" (ex.: Martins & Gomes 2009). Para mais de dois autores, utilize "*et al*" (em itálico) (ex.: Duarte *et al* 2010).

Notas Científicas

Registros de ocorrência e de interações tróficas ou novos métodos para estudo de insetos ou ácaros podem ser submetidos como nota científica. Entretanto, registros de espécies ou associações de hospedeiros em novas localidades dentro de regiões geográficas onde eles já sejam conhecidos não serão mais aceitos para publicação. Registros de espécies ou associações conhecidas só serão considerados em novas zonas ecológicas. Os registros de distribuição devem se basear em ecossistemas, e não em fronteiras políticas. As instruções para Notas científicas são as mesmas dos artigos completos. Entretanto, a Introdução, Material e Métodos e Resultados e Discussão devem ser escritos em texto corrido, sem subtítulos. Os resumos (em inglês e português/espanhol) devem ter até 100 palavras cada e o texto, no máximo 1.000 palavras. Quando estritamente necessário, podem ser incluídas figuras ou tabelas, observando-se o limite de duas figuras ou tabelas por trabalho.

A publicação de registro de nova praga introduzida no Brasil precisa estar de acordo com a Portaria Interministerial 290, de 15/abril/1996, disponível em

<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=883>.

Revisões (Fórum)

Revisões extensivas ou artigos sobre tósurto atuais em Entomologia são publicados nesta seção. Artigos controversos são bem-vindos, porém o texto deve explicitar as opiniões controvertidas e referir a versão comumente aceita. A Neotropical Entomology e seu Corpo Editorial não se responsabilizam pelas opiniões emitidas nesta seção. Artigos para esta seção devem estar obrigatoriamente em língua inglesa.

Taxa de Impressão

A taxa de impressão é de R\$ 42,00 (quarenta e dois reais) por página impressa de artigos cujo primeiro autor seja sócio regular da SEB e R\$ 72,00 (setenta e dois reais) para não sócios. Figuras coloridas devem ser inseridas quando estritamente necessárias. Serão cobrados R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais) por página colorida para sócios e R\$ 180,00 (cento e oitenta reais) para não sócios. Não serão fornecidas separatas. Os artigos publicados estão disponíveis para consulta e *download* gratuitos no site da Scielo (www.scielo.br/ne).

Informações

Fernando L. Cônsoli

ESALQ/USP - Entomologia & Acarologia

Av. Pádua Dias, 11

13418-900 - Piracicaba - SP - Brasil

Tel.: 55 (19) 3429 4199, Ext. 228

E-mail: editor.ne@seb.org.br

Considerações Finais

A utilização de genes exógenos, através de técnicas de transformação e uso da biotecnologia conferem resistência ou tolerância a herbicidas, ao ataque de insetos ou mesmo a doenças vem tomando cada vez mais importância para agricultura brasileira e mundial.

Entender as consequências da introdução de novos eventos em plantas geneticamente modificadas no ambiente e sua interação com as populações de artrópodes é parte importante do processo e conseqüentemente da utilização dessas tecnologias como mais uma ferramenta para o Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Nesse sentido as pesquisas realizadas nesta dissertação pode-se concluir que soja Intacta RR2 PRO[®] propicia maior diversidade de espécies comparativamente com a soja RR1.

A população de artrópodes sofre incremento gradativo ao longo do desenvolvimento da cultura da soja, sendo que entre os estádios V8 e R6 ocorrem as maiores abundâncias.

A soja Bt expressando a toxina Cry 1Ac, controlou eficientemente os lepidópteros alvo *A. gemmatalis* e *C. includens* em campo, reduzindo o número de pulverizações para o manejo desses insetos-praga, em relação a soja RR1.

Os principais insetos pragas alvo e não alvos da tecnologia Bt, não foram afetados e contribuem significativamente para a diferenciação da população de pragas entre a Soja RR1 e Soja Intacta RR2 PRO[®], independentemente da utilização do controle químico.

A soja Intacta RR2 PRO[®], com e sem aplicação de inseticida, favoreceu os artrópodes benéficos em comparação com soja RR1.

A tecnologia Bt em soja confere resistência às principais lagartas desfolhadoras da cultura, no entanto se faz necessário a condução de novas pesquisas a fim de entender os efeitos desse evento, principalmente sobre a biologia e comportamento das principais pragas não alvo, como o complexo de percevejos: *Euschistus heros*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii*, *Edessa meditabunda*, *Dichelops* spp., além das lagartas desfolhadoras até então, pragas secundárias como *Spodoptera cosmiodes* e *S. eridania* que apresentam potencial para ocuparem o nicho deixado pelos lepidópteros alvo ao se cultivar soja Intacta RR2 PRO[®].

As plantas transgênicas apresentam alta eficácia para os insetos alvo, exercendo alta pressão de seleção sobre essas espécies, desta forma se faz necessário a adoção de técnicas visando o Manejo de Resistência de Insetos (MRI). A conservação e manutenção de populações

de insetos alvo, sem o contato com essas plantas Bt “refúgio” é a principal delas e garantem a longevidade e permanência desses produtos no mercado por mais tempo.