

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

Insetos praga e inimigos naturais  
no milho (*Zea mays* L.) e na *Urochloa ruziziensis* (Ger & Evr)  
cultivados em sistemas diversificados

Evandro Gauer

Dourados-MS  
Maio de 2020

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Evandro Gauer

INSETOS PRAGA E INIMIGOS NATURAIS NO MILHO (*Zea mays* L.) E NA *Urochloa ruziziensis* (GER & EVR) CULTIVADOS EM SISTEMAS DIVERSIFICADOS

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande

Dourados-MS  
Maio de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G266i Gauer, Evandro

INSETOS PRAGA E INIMIGOS NATURAIS NO MILHO (*Zea Mays* L.) E NA *Urochloa*  
*ruziziensis* (GER & EVR) CULTIVADOS EM SISTEMAS DIVERSIFICADOS [recurso  
eletrônico] / Evandro Gauer. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande.

Coorientador: N/A.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da  
Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Brachiaria. 2. Integração Lavoura Pecuária. 3. Consórcio. 4. Vip3Aa20. I. Degrande, Prof. Dr.  
Paulo Eduardo. II. N/a, . III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

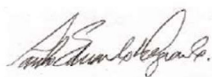
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**“INSETOS-PRAGA E INIMIGOS NATURAIS NO MILHO (*Zea mays* L.) E NA *Urochloa ruziziensis* (GER & EVR) CULTIVADOS EM SISTEMAS DIVERSIFICADOS”**

Por

**EVANDRO GAUER**

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),  
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
**DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**  
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



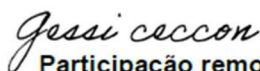
Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande



Participação remota

Dr<sup>a</sup>. Ellen Patrícia de Souza

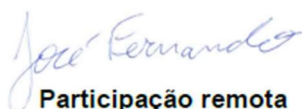
Membro Titular – UFGD



Participação remota

Dr. Gessi Ceccon

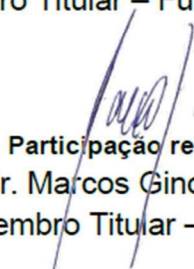
Membro Titular – Embrapa



Participação remota

Dr. José Fernando Jurca Grigolli

Membro Titular – Fundação MS



Participação remota

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

Membro Titular – UFGD

Aprovada em: 13 de maio de 2020.

## Biografia do Acadêmico

Evandro Gauer, natural de Maracaju (Mato Grosso do Sul), é filho de Luis Evandro Gauer e Roberta Nogueira Barbosa Mendes Gauer, mudou-se para Rondonópolis (Mato Grosso) onde cursou o ensino fundamental na Escola Estadual Renilda Silva Moura, tendo-o concluído em 2001. Nesse mesmo ano iniciou o ensino médio na Escola Estadual Major Otávio Pitaluga, finalizando o mesmo em 2005, ano que também corresponde ao seu ingresso na instituição de ensino superior Faculdade Anhanguera Rondonópolis, na qual a graduação em Agronomia foi finalizada em 2010. Após a formação acadêmica viajou para os Estados Unidos da América (EUA), para cursar um semestre na Universidade de Minnesota, em Minneapolis. Após breve atuação no mercado de trabalho retornou à academia na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), onde cursou Mestrado no Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade e posteriormente ingressou no Doutorado do mesmo Programa.

## Agradecimentos

Inicialmente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pela possibilidade de formação profissional.

Ao Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPG-ECB) pelo conhecimento fornecido, gerando a possibilidade de moldar o meu futuro.

Ao Orientador Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande, pela oportunidade, ensinamentos profissionais e pessoais e paciência, características essenciais para minha formação acadêmica e pessoal.

Ao Prof. Dr. Gessi Ceccon pelo auxílio na elaboração do projeto, além do fornecimento de insumos para a instalação do estudo a campo.

Ao amigo e colega do Laboratório de Entomologia Aplicada, Filipe Lemos Jacques, pela parceria na condução dos experimentos, intelectual e na redação científica.

Ao amigo Dr. José Bruno Malaquias pelo apoio incondicional em todo o processo de realização das análises estatísticas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos fornecida.

À todas as pessoas que tornaram possível o estudo na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FAECA/ UFGD).

Às pessoas especiais que me suportaram e me compreenderam ao longo da formação meus pais Luis Evandro Gauer e Roberta Nogueira Barboza Mendes Gauer, além da Brieni Batista de Souza Silva, Isabela Barboza Gauer e Roberto Barboza Gauer.

## Sumário

<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>GENERAL ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<i>Consórcio milho e Urochloa spp.....</i>	<i>3</i>
<i>Insetos praga no milho e Urochloa spp.....</i>	<i>3</i>
<i>Insetos benéficos no milho e Urochloa spp.....</i>	<i>4</i>
<i>Objetivo geral.....</i>	<i>5</i>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I: Predatismo de <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fit.) em diferentes sistemas de cultivo entre milho (<i>Zea mays</i> L.) e <i>Urochloa ruziziensis</i> (Ger. &amp; Evr.) .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<i>Área do Ensaio .....</i>	<i>13</i>
<i>Avaliação da comunidade de predadores e R. maidis.....</i>	<i>14</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>14</i>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<i>Safra Verão de 2017-2018.....</i>	<i>15</i>
<i>Safra Outono de 2018.....</i>	<i>15</i>
<i>Safra Verão de 2018-2019.....</i>	<i>16</i>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II: Diversidade e similaridade de percevejos praga presentes no cultivo de milho (<i>Zea mays</i> L.) e/ ou <i>Urochloa ruziziensis</i> (Ger. &amp; Evr.) sob Sistema ILP.....</b>	<b>27</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>28</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<i>Área do ensaio.....</i>	<i>31</i>
<i>Avaliação de percevejos praga.....</i>	<i>32</i>
<i>Análise faunística e estatística .....</i>	<i>32</i>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>

<b>DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>CAPÍTULO III: Efeito de diferentes sistemas de cultivo entre milho (<i>Zea mays</i> L.) e <i>Urochloa ruziziensis</i> (Ger. &amp; Evr.) na abundância de <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fit.) ....</b>	39
<b>RESUMO</b> .....	40
<b>ABSTRACT</b> .....	41
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	42
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	43
<i>Área experimental</i> .....	43
<i>Desenho experimental e sistema de cultivo</i> .....	43
<i>Avaliação de R. maidis</i> .....	44
<i>Análise estatística</i> .....	44
<b>RESULTADOS</b> .....	44
<i>Safra Verão de 2017-2018</i> .....	44
<i>Safra Outono 2018</i> .....	45
<i>Safra Verão de 2018-2019</i> .....	46
<b>DISCUSSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	49



## RESUMO GERAL

Os sistemas de cultivos consorciados entre milho (*Zea mays* L.) e *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) são comumente empregados no Brasil devido à adoção da Integração Lavoura Pecuária (ILP), e conseqüentemente fornecem abundância de hospedeiros para insetos que utilizam plantas da família Poaceae como hospedeiro. Disso decorrem os objetivos deste estudo: (1) testar como a diversidade de plantas afeta o controle biológico exercido por predadores de *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) e as correlações existentes nos diferentes sistemas de cultivo; (2) espécies de percevejos fitófagos utilizam cultivos em consórcio como recurso nutricional para ocorrência nas plantas do ILP; (3) identificar o impacto de cada sistema na abundância e a dinâmica da população de *R. maidis*. Os sistemas de cultivos (tratamentos) estudados foram: (1) pousio; (2) híbrido de milho SYN 7205 TG; (3) híbrido de milho SYN 7205 TLTG Viptera, evento MIR162 + Bt11; (4) *U. ruziziensis* implantados no sistema solteiro (monocultivo) (5) híbrido de milho SYN 7205 TG +; (6) *U. ruziziensis*; (7) híbrido de milho SYN 7205 TLTG Viptera +; (8) *U. ruziziensis* e implantados no sistema consorciado (plântio simultâneo). Os estudos foram realizados a campo durante três safras (dois experimentos no verão e um no outono). Identificamos que: (1) nos três períodos agrícolas *Orius* spp. foi o mais importante predador, seguido por Coccinellidae e Dermaptera; (2) não foi possível encontrar diferenças significativas para a diversidade de percevejos fitófagos nos tratamentos e o índice de Jaccard revelou que os subgrupos formados pelos tratamentos do milho não se agrupam com *U. ruziziensis*; (3) o milho cultivado solteiro afetou positivamente a abundância de *R. maidis* e que há baixo desempenho reprodutivo do pulgão-do-milho em *U. ruziziensis*, assim como no tratamento sob pousio. Concluímos que o consórcio entre milho e *U. ruziziensis* não é favorável aos percevejos praga ou *R. maidis* e que grau de correlação entre *R. maidis* e os inimigos naturais (IN) variou, assim como a importância dos organismos que exerceram o controle biológico.

**Palavras chave:** *Brachiaria*, Integração Lavoura Pecuária, Consórcio, Vip3Aa20.

## GENERAL ABSTRACT

Intercropping crop systems between maize (*Zea mays* L.) and *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) are commonly adopted in Brazil due to the adoption of Crop Livestock Integration (CLI) which provide plenty of hosts for insects it use plants of Poaceae family as host. The the aim of this study were (1) test how the diversity of plants affects the biological control exercised by predators of *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) and the correlations existing in the different cultivation systems; (2) species of phytophagous stink bugs use intercropping as a nutritional resource for occurrence in CLI plants; (3) to identify the impact of each system on the abundance and population dynamics of *R. maidis*. The crop systems (treatments) studied were, (1) fallow, (2) maize hybrid SYN 7205 TG, (3) maize hybrid SYN 7205 TLTG Viptera, event MIR162 + Bt11, (4) *U. ruziziensis* implanted in the single system (monoculture ) (5) maize hybrid SYN 7205 TG + (6) *U. ruziziensis* and (7) maize hybrid SYN 7205 TLTG Viptera + (8) *U. ruziziensis* inplanted in intercropped system (simultaneous planting). The studies were carried out in the field during three seasons (two experiments in summer and one in fall). We identified that (1) in the three agricultural years, *Orius* spp., was the most important predator followed by Coccinelidae and Dermaptera; (2) it was not possible to find significant differences for the diversity of phytophagous stink bugs in the treatments and the Jaccard index revealed that the subgroups formed by maize treatments do not group with *U. ruziziensis*; (3) the maize cultivated single affected the abundance of *R. maidis* positively and there is a low reproductive performance of the corn leaf aphid in *U. ruziziensis* as well as in the treatment under fallow. We conclude that the intercropping between maize and *U. ruziziensis* is not favorable to phytophagous stink bugs or *R. maidis* and the degree of correlation between *R. maidis* and natural enemies (IN) varied, as the importance of the organisms that exercised biological control.

**Keywords:** *Brachiaria*, Livestock Crop Integration, Intercropping, Vip3Aa20.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### ***Consórcio milho e Urochloa spp.***

Devido aos solos de baixa fertilidade e conseqüentemente o avanço da degradação de pastagens foi proposto no Brasil, no início da década de 90 o sistema Barreirão, que preconiza a correção física e química do solo a fim de renovar ou substituir pastagens por meio do plantio simultâneo (consórcio) de forrageiras para o pastejo animal, com culturas anuais principalmente com arroz milho e sorgo (Kluthcouski *et al* 1991, Torres *et al* 2018). O sistema tornou-se atrativo devido aos custos de renovação da pastagem, por serem eles totalmente ou parcialmente supridos pela produção de grãos, além dos ganhos em unidade animal por hectare e ganho de peso animal (Kluthcouski *et al* 1991, Yokoyama *et al* 1999).

Posteriormente o sistema Santa Fé, que utiliza os mesmos fundamentos do sistema Barreirão de produção consorciada entre culturas anuais com principalmente *Urochloa spp.* (sin. *Brachiaria spp.*), começou a ser difundido em 2000 (Kluthcouski *et al* 2000). Porém em áreas agrícolas nas quais os solos são parcialmente ou devidamente corrigidos a fim de produzir forragem para a entressafra, podendo ser utilizada para alimentação de animais, supressão de plantas daninhas e/ou como restos culturais para o Sistema de Plantio Direto (SPD) na safra seguinte (Kluthcouski *et al* 2000, Ceccon *et al* 2013, Torres *et al* 2018). Podem-se também ser utilizado na produção de grãos, uma vez que o sistema não interfere na produtividade do milho ou da cultura subsequente quando respeitado a taxa de semeadura da *Urochloa spp.* (Alves *et al* 2013, Makino *et al* 2019).

Os diferentes sistemas que combinam agricultura e pecuária em sucessão, ou seja, alternam anos ou períodos de pecuária com a produção de grãos são denominados Integração Lavoura Pecuária (ILP). Eles possuem a capacidade de diversificar as práticas culturais, possibilitar a rotação de culturas, melhorar as qualidades físicas, químicas, biológicas e o balanço de Carbono do solo, além de aumentar os rendimentos econômicos por meio do aproveitamento de insumos, máquinas, mão-de-obra e utilização de produtos e subprodutos para a alimentação animal (Macedo 2009).

### ***Insetos praga no milho e Urochloa spp***

De modo amplo, a intensificação agrícola resulta na simplificação da composição da paisagem que influência diretamente a comunidade de Insecta (Bianchi *et al* 2006, Rusch *et al* 2016), da mesma forma que a modificação do sistema de cultivo (Sapkota *et al* 2012, Busch *et al* 2020).

O manejo da paisagem agrícola como cultivos múltiplos e ampla adoção do SPD possibilitou que, na década de 90, a importância agrícola de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) fosse substituída por espécies mais adaptadas a competição como *Euschistus heros* (F.) e *Dichelops* spp., (Hemiptera: Pentatomidae) (Pazzini & Lucini 2016; Sosa-Gómez *et al* 2019).

Pentatomidae praga está entre os grupos de grande importância para a cultura do milho devido sua abundância nas fases iniciais de desenvolvimento e causam danos a cultura (Duarte *et al* 2015).

É sabido que plantas não cultivadas não fornecem ambiente propício para o desenvolvimento de Hemípteras fitófagos (Chocorosqui & Panizzi 2008), porém quando incluído o plantio consorciado estes insetos são constatados com frequência em espécies de *Urochloa* spp., que são utilizadas como hospedeiro alternativo fornecendo abrigo, e provavelmente nutrientes (Carvalho 2007, Silva *et al* 2013, Tomacheski & Panizzi 2018).

Outra espécie importante no consórcio e presente em ambas as culturas é a *S. frugiperda*, porém a cultura de cobertura, *Urochloa* sp., proporciona menor taxa média de sobrevivência e prolongamento do desenvolvimento de lagartas quando comparada ao milho (Dias *et al* 2016).

Na cultura do milho o pulgão-do-milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) (Hemiptera: Aphididae) demonstra ser o inseto com maior abundância, (Resende *et al* 2016) e se encontra presente em *Urochloa* spp (Parchen & Auad 2016, Resende *et al* 2016). Assim como os insetos citados anteriormente, *R. maidis* apresenta maior aumento da taxa intrínseca e reprodutiva da população no milho (Kuo *et al* 2006, Razmjou & Golizadeh 2010) quando comparado a *Urochloa* sp., (Parchen & Auad 2016) em estudos realizados em condições climáticas similares.

### ***Insetos benéficos no milho e Urochloa spp***

Quando observado a comunidade de inimigos naturais (IN) de maneira ampla, nota-se que a diversidade de plantas na paisagem é positiva para controle biológico (Redlich *et al* 2018), porém a implantação de culturas em sistema consorciado representa resposta complexa a comunidade de inimigos naturais.

Na área em que o milho é cultivado será possível constatar a presença de IN nas diversas estruturas da planta por meio do monitoramento visual no solo e IN alados por meio de armadilhas de captura (Frizzas *et al* 2003, Resende *et al* 2016). Além disso, plantas de milho que expressão a biotecnologia Bt não são capazes de interferir na densidade desses organismos benéficos presentes no solo ou planta (Comas *et al* 2014).

Plantas forrageiras também possibilitam habitats a este grupo de insetos (Altieri *et al* 1990) e a diversidade de plantas aumenta a ocorrência de IN (Cividanes & Yamamoto 2002). A maior variedade de alimento disponível e microclima favorável à sua sobrevivência (Andow 1991) gera conseqüentemente maior densidade de vegetal havendo necessidade de forragear maior número de plantas para encontrar sua presa ou hospedeiro (Risch *et al* 1982).

O consórcio entre plantas apresenta respostas variadas conforme o Gênero dos IN estudados. Straub *et al* (2014) constatou que o controle biológico de *Nabis* spp., foi mais eficiente em sistema consorciado pois o inseto presa movimentou-se mais para encontrar a planta hospedeira e deste modo foi facilmente localizado durante o forrageamento, da mesma forma que a densidade vegetal não interfere na dispersão de *Orius* spp. (Madeira & Pons, 2015).

Por outro lado, Dermaptera, o grupo de predadores mais abundantes na cultura do milho, (Resende *et al* 2016) é pouco adequado em sistemas consorciados, uma vez que em sua maioria é onívoro dependente da planta de milho (Otieno *et al* 2019).

### **Objetivo geral**

Visto que são poucos os trabalhos que apresentam os benefícios do sistema consorciado principalmente entre milho e *Urochloa* spp., relacionando a diversidade da comunidade de Insecta, surge a necessidade de realizar estudos detalhados sobre a interferência dos sistemas de cultivo sobre a população de Insecta. Principalmente no milho que tem parte de sua produção prejudicada pelo ataque de insetos praga (Oerke, 2006).

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Altieri, M. A.; Glaser, D. L.; Schmidt, L. L. Diversification of Agroecosystems for Insect Pest Regulation: Experiments with Collards. In: Gliessman S.R. In: Gliessman S.R. (eds) Agroecology. Ecological Studies (Analysis and Synthesis). Springer, New York, NY, 1990. 70-82pp.

Alves, V. B.; Padilha, N. D. S.; Garcia, R. A.; Ceccon, G. Milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* e produtividade da soja em sucessão. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 3, p. 280-292, 2013.

Andow, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. Annual Review of Entomology, v. 36, n. 1. p. 561-586, 1991.

Bianchi, F. J.; Booij, C. J. H.; Tscharrntke, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity, and natural pest control. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 273, n. 1595, p. 1715-1727, 2006.

Busch, A. K.; Douglas, M. R.; Malcolm, G. M.; Karsten, H. D.; Tooker, J. F. A high-diversity/IPM cropping system fosters beneficial arthropod populations, limits invertebrate pests, and produces competitive maize yields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 292, p. 106812, 2020.

Carvalho, E. S. M. *Dichelops melacanthus* no Sistema Plantio Direto ao Longo do Ano: Dinâmica Populacional e Parasitismo nas Presenças de Plantas Daninhas, Palha, Culturas de Soja, Milho e Trigo e de Plantas Voluntárias de Milho. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Federal da Grande Dourados, 57p, 2007.

Ceccon, G.; Borghi, E.; Crusciol, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: Ceccon, G. Consórcio milho-braquiária. Brasília, DF: Embrapa Agropecuária Oeste, 175p, 2013.

Chocorosqui, V. R.; Panizzi, A. R. Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas)(Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. *Neotropical Entomology*, v. 37, n. 4, p. 353-360, 2008.

Cividanes, F. J.; Yamamoto, F. T. Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. *Scientia Agricola*, v. 59, n. 4, p. 683-687, 2002.

Comas, C.; Lumbierres, B.; Pons, X.; Albajes, R. No effects of *Bacillus thuringiensis* maize on nontarget organisms in the field in southern Europe: a meta-analysis of 26 arthropod taxa. *Transgenic Research*, v. 23, n. 1, 2014.

Dias, A. S.; Marucci, R. C.; Mendes, S. M.; Moreira, S. G.; Araújo, O. G.; dos Santos, C. A.; Barbosa, T. A. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. *Bioscience Journal, Uberlândia*, v. 32, n. 2, p. 337-345, 2016.

Duarte, M. M.; Ávila, C. J.; Santos, V. Danos e nível de dano econômico do percevejo barriga verde na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 3, p. 291-299, 2015.

Frizzas, M. R.; Omoto, C.; Neto, S. S.; De Moraes, R. C. B. Avaliação da comunidade de insetos durante o ciclo da cultura do milho em diferentes agroecossistemas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 2, n. 2, p. 9-24, 2003.

Kluthcouski, J.; Cobucci, T.; Aidar, H.; Yokoyama, L. P.; Oliveira, I. D.; Costa, J. D. S.; Magnabosco, C. D. U. Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: Integração Lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional (Circular Técnica). Embrapa Arroz e Feijão. 28p, 2000.

Kluthcouski, J.; Pacheco, A. R.; Teixeira, S. M.; Oliveira, E. D. Renovação de pastagens de cerrado com arroz: I. Sistema Barreirão (Documentos 33). Embrapa-CNPAF. 20p, 1991.

Kuo, M. H.; Chiu, M. C.; Perng, J. J. Temperature effects on life history traits of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on corn in Taiwan. *Applied Entomology and Zoology*, v. 41, n. 1, p. 171-177, 2006.

Macedo, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. spe, p. 133-146, 2009.

- Madeira, F.; Pons, X. Effects of weed density on the dispersal of *Orius majusculus* Reuter (Heteroptera Anthocoridae) within maize. *Journal of Applied Entomology*, v. 139, n. 9, p. 712-720, 2015.
- Makino, P. A.; Ceccon, G.; Ribeiro, L. M.; Ceccon, F. Agronomic performance and photosynthetically active radiation intercepted by maize intercropped with *Brachiaria*. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 6, n. 4, p. 42-48, 2019.
- Oerke, E. C. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, v. 144, n. 1, p. 31-43, 2006.
- Otieno, N. E.; Pryke, J. S.; Butler, M.; Jacobs, S. M. Top-down suppression of arthropod herbivory in intercropped maize and organic farms evidenced from  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analyses. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 39, n. 4, p. 39, 2019.
- Panizzi, A. R.; Lucini, T. (2016). What happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible reasons to explain populations decline. *Neotropical Entomology*, 45(6), 619-628. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0446-2>
- Parchen, H. A.; Auad, A. M. Biological responses of aphids (Hemiptera: Aphididae) when fed three species of forage grasses. *Florida Entomologist*, v. 99, n. 3, p. 456-462, 2016.
- Razmjou, J.; Golizadeh, A. Performance of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)(Homoptera: Aphididae) on selected maize hybrids under laboratory conditions. *Applied Entomology and Zoology*, v. 45, n. 2, p. 267-274, 2010.
- Redlich, S.; Martin, E. A.; Steffan-Dewenter, I. Landscape-level crop diversity benefits biological pest control. *Journal of Applied Ecology*, v. 55, n. 5, p. 2419-2428, 2018.
- Resende, D. C.; Mendes, S. M.; Marucci, R. C.; Silva, A. D. C.; Campanha, M. M.; Waquil, J. M. Does *Bt* maize cultivation affect the non-target insect community in the agro ecosystem?. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 60, n. 1, p. 82-93, 2016.
- Risch, S. J.; Wrubel, R.; Andow, D. Foraging by a predaceous beetle, *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), in a polyculture: effects of plant density and diversity. *Environmental Entomology*, v. 11, n. 4, p. 949-950, 1982.
- Rusch, A.; Chaplin-Kramer, R.; Gardiner, M. M.; Hawro, V.; Holland, J.; Landis, D.; Woltz, M. Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 221, p. 198-204, 2016.
- Sapkota, T. B.; Mazzoncini, M.; Barberi, P.; Antichi, D.; Silvestri, N. Fifteen years of no till increase soil organic matter, microbial biomass, and arthropod diversity in cover crop-based arable cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 32, n. 4, p. 853-863, 2012.
- Silva, J. J.; Ventura, M. U.; Silva, F. A. C.; Panizzi, A. R. Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas)(Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. *Neotropical Entomology*, v. 42, n. 2, p. 141-145, 2013.
- Sosa-Gómez, D. R.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Kraemer, B.; Pasini, A.; Husch, P. E.; Delfino Vieira, C. E.; Negrão Lopes, I. O.; et al. Prevalence, damage, management, and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. *Agricultural and Forest Entomology*, v. 22, n. 2, p. 99-118, 2019.

Straub, C. S.; Simasek, N. P.; Dohm, R.; Gapinski, M. R.; Aikens, E. O.; Nagy, C. Plant diversity increases herbivore movement and vulnerability to predation. *Basic and Applied Ecology*, v. 15, n. 1, p. 50-58, 2014.

Tomacheski, J. F.; Panizzi, A. R. Seasonal abundance of *Thyanta perditor* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) and its preference among cultivated and non-cultivated plants. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 50-55, 2018.

Torres, J. L. R.; de Assis, R. L.; Loss, A. Evolução entre os sistemas de produção agropecuária no Cerrado: convencional, Barreirão, Santa Fé e Integração Lavoura-Pecuária. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 39, n. 302, p. 7-17, 2018.

Yokoyama, L. P.; Viana Filho, A.; Balbino, L. C.; Oliveira, I. P. D.; Barcellos, A. D. O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, n. 8, p. 1335-1345, 1999.



**CAPÍTULO I:** Predatismo de *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) em diferentes sistemas de cultivo entre milho (*Zea mays* L.) e *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.).

(De acordo com as normas de “Submissão de manuscrito” da Neotropical Entomology)

Predatismo de *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) em diferentes sistemas de cultivo entre milho  
(*Zea mays* L.) e *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.)

**RESUMO**

A capacidade de *Rhopalosiphum maidis* de infestar plantas da família Poaceae, sua alta fertilidade, baixa mobilidade e distribuição vertical agregada favorecem o estudo de insetos predadores afidófagos presentes no sistema consorciado em milho e *Urochloa* spp., que é amplamente adotado no Cerrado Brasileiro. O objetivo deste trabalho foi testar como o aumento na diversidade e abundância de plantas afeta o controle biológico exercido por predadores de *R. maidis* e as correlações existentes nos diferentes sistemas de cultivo. Os experimentos foram realizados a campo em três diferentes anos agrícolas. Os tratamentos foram implantados no sistema solteiro (monocultivo) 1) híbrido de milho SYN 7205 TG (milho-s) e 2) SYN 7205 TLTG Viptera [eventos MIR162 + Bt11 (milho *Bt*-s)], além dos híbridos de milho implantados no sistema consorciado (plantio simultâneo) com *U. ruziziensis*: 3) SYN 7205 TG (milho-i) e 4) SYN 7205 TLTG Viptera (milho *Bt*-i). As análises de regressão múltipla multivariada *stepwise* e correlação testada pela significância do coeficiente demonstraram que correlações negativas entre predadores foram raras e com *R. maidis* variaram conforme o ano agrícola, sendo comum com Dermaptera na safra Verão (2017/2018), com Coccinellidae na safra Outono (2018) e com *Orius* spp., na safra Verão (2018/2019). Quando considerado a importância no controle biológico nos três anos agrícolas, *Orius* spp., foi o mais efetivo predador seguido por Coccinellidae e Dermaptera. As interações não foram homogêneas, houve variabilidade no grau de correlação, assim como, na eficiência dos organismos que exerceram o controle biológico, porém ambos os sistemas adotados foram capazes de promover habitat para os insetos afidófagos exercerem sua função.

**Palavras chave:** Integração Lavoura Pecuária, ILP, Vip3Aa20 e pulgão-do-milho.

Predatism of *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) in different cultivation systems between maize (*Zea mays* L.) and *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.).

### ABSTRACT

The ability of *Rhopalosiphum maidis* infest plants of the Poaceae family, its high fertility, low mobility and aggregate vertical distribution support a favorable field for the study of aphidophagous predatory insects present in the intercropped system by maize and *Urochloa* spp., Which is widely adopted in the Brazilian Cerrado. The objective of this study was to test how the diversity of plants affects the biological control exercised by predators of *R. maidis* and the correlations existing in the different cultivation systems. The experiments were carried out in the field in three different agricultural years. The treatments were implanted in the single system (monoculture) 1) hybrid of SYN 7205 TG maize (maize-s) and 2) SYN 7205 TLTG Viptera [events MIR162 + Bt11 (maize *Bt-s*)], in addition to the same corn hybrids implanted in the intercropped system (simultaneous planting) with *U. ruziziensis*: 3) SYN 7205 TG (maize-i) and 4) SYN 7205 TLTG Viptera (maize-*Bt-i*). The multivariate stepwise multiple regression analyzes and correlation tested by the significance of the coefficient showed that negative correlations between predators were rare and with *R. maidis* varied according to the agricultural year, being common with Dermaptera in the summer season (2017/2018), with Coccinelidae in the Autumn season (2018) and with *Orius* spp., In the Summer season (2018/2019). When considering the importance of biological control in the three agricultural years, *Orius* spp., was the most effective predator followed by Coccinelidae and Dermaptera. The interactions were not homogeneous, there was variability in the degree of correlation, as well as in the efficiency of the organisms that exercised biological control, however both systems adopted were able to promote habitat for aphidophagous insects to exercise their function.

**Keywords:** Livestock Crop Integration, LCI, Vip3Aa20 and corn leaf aphid.

## **INTRODUÇÃO**

O cultivo simultâneo em uma mesma área (consórcio) entre milho (*Zea mays* L.) e *Urochloa* spp., (sin. *Brachiaria* spp.) (Ger. & Eyr.) foi desenvolvido no Brasil, na década de 90. Com o passar do tempo o consórcio foi aperfeiçoado e o principal objetivo que inicialmente era recuperação de pastagens degradadas passou a ser a produção de forrageiras na entressafra, além de fornecimento de restos culturais para o sistema de plantio direto, o que posteriormente possibilitou a Integração Lavoura Pecuária (ILP) (Torres *et al* 2018).

A intensificação de cultivos agrícolas fornece ambiente propício para o desenvolvimento de insetos hospedeiros das plantas cultivadas, e o *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) (Hemiptera: Aphididae) é considerado praga em vários gêneros de Poaceae, entre elas o milho e *Urochloa* spp. (Parchen & Auad, 2016, Resende *et al* 2016).

A alta capacidade reprodutiva de *R. maidis* possibilita que ele esteja presente em elevadas densidades na cultura do milho (Resende *et al* 2016), independente se a planta é geneticamente modificada (GM) para expressar a proteína *Bacillus thuringiensis* Ber. (*Bt*) ou não (Shu *et al* 2019) e conseqüentemente o aumento da população acarreta a perda na produtividade (Al-Eryan & El-Tabbakh, 2004). Porém o padrão de ocorrência deste pulgão pode ser alterado pela necessidade de uso de inseticidas para o controle de lepidópteros praga.

Por outro lado a abundância de *R. maidis* juntamente com a pouca mobilidade da forma áptera e a distribuição agregada na planta possibilita que este afídeo forneça recurso alimentar para os inimigos naturais (IN), seja através do *honeydew* ou como hospedeiro e presa (Swaminathan *et al* 2015, Gadallah *et al* 2017, van Neerbos *et al* 2019).

Mesmo que as características biológicas de *R. maidis* demonstrem que ele é uma presa de fácil acesso o controle biológico natural não é capaz de reduzir a população a níveis iniciais de infestação. Como consequência da abundância de presas a predação intraguilda é reduzida (Roubinet *et al* 2015) e conseqüentemente a riqueza de predadores tende a colaborar com controle biológico natural, segundo metanálise de Griffin *et al* (2013) e Katano *et al* (2015). Porém quando os estudos são analisados individualmente existem variabilidade entre os resultados (Griffin *et al* 2013, Jonsson *et al* 2017).

Considerando os fatos apresentados e que a ILP além de ser comumente adotada no Cerrado Brasileiro também fornece ótimo campo de estudo para as interações da comunidade entomológica existente em experimentos de longa duração dentro da paisagem agrícola e em escala real, este trabalho tem como objetivo testar como o consórcio de plantas afeta o controle biológico dos predadores de *R. maidis* e as correlações entre estes indivíduos em diferentes sistemas de cultivo.

## ***MATERIAL E MÉTODOS***

### ***Área do Ensaio***

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FAECA/ UFGD) (22°13'57" S, 54°59'16"), elevação de 458 m, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Foram conduzidos três experimentos de campo, em diferentes locais dentro da fazenda, durante três safras agrícolas consecutivas, sendo duas na época de primeira safra [(Verão) 2017/2018 e 2018/2019] e uma na época de segunda safra (Safrinha ou Outono de 2018).

### ***Desenho experimental e sistema de cultivo***

Os fatores de tratamentos foram implantados no sistema solteiro (monocultivo) adotando: 1) híbrido de milho SYN 7205 TG (milho-s) e 2) SYN 7205 TLTG Viptera [eventos MIR162 + Bt11 (milho *Bt*-s)], além dos mesmo híbridos de milho porém implantadas no sistema consorciado (plantio simultâneo) com *U. ruziziensis*: 3) SYN 7205 TG (milho-i) e 4) SYN 7205 TLTG Viptera (milho *Bt*-i).

Cada parcela possuía 120 m<sup>2</sup> (10 m x 12 m) que foram distribuídas ao acaso em cinco blocos (DBC), totalizando 2400 m<sup>2</sup> em cada safra.

Antecessor a semeadura dos diferentes híbridos de milho e sistemas de cultivos (tratamentos) foi realizada a aração e gradagem (plantio convencional), além da fertilização da área do experimento, visando à manutenção da área e satisfatório desenvolvimento dos cultivos implantados em cada parcela.

A semeadura foi realizada de forma mecânica com híbrido de milho. Independente do sistema de cultivo o espaçamento adotado para os híbridos de milho foi 0,9 m entre linhas com seis plantas a cada 1 m linear, porém quando utilizado o plantio simultâneo de *U. ruziziensis* esta foi implantada com espaçamento de 0,2 m entre linhas com nove plantas a cada 1 m de linha.

Para fornecer ambiente propício ao desenvolvimento das culturas implantadas foi realizado de maneira homogênea, na área do experimento, irrigação via aspersão e pulverização dos herbicidas atrazina e mesotriona (800 e 48 gramas de ingrediente ativo por hectare, respectivamente) devido à necessidade da redução de crescimento de *U. ruziziensis* e do controle de plantas daninhas (Ceccon *et al* 2010) além de capina manual, quando necessário.

Vale ressaltar que nenhum método de controle para artrópodes praga foi empregado na área no decorrer dos experimentos objetivando não alterar a artropodofauna ocorrente.

## ***Avaliação da comunidade de predadores e R. maidis***

A população de inimigos naturais de afídeos (predadores afidófagos) e *R. maidis* foram sistematicamente quantificados em avaliações que ocorreram entre 7±3 dias.

As amostragens foram realizadas em quatro plantas inteiras de milho por parcela que foram destruídas para obtenção da maior acurácia na abundância das populações dos insetos e para evitarmos a repetição do mesmo ponto amostral.

Populações de inimigos naturais presentes no solo não foram quantificados por apresentarem menor contribuição com a predação de *R. maidis* do que predadores presentes nas plantas (Swaminathan *et al* 2015) e consequente, não comparamos diferentes nichos de alimentação.

O início das avaliações ocorreu para primeira safra em novembro de 2017 (n=14), para a segunda safra em maio 2018 (n=16) e para a terceira em dezembro de 2018 (n=13), ou seja, entre os estádios fenológicos do milho V4-V5 (quarta - quinta folha totalmente expandida) e foram finalizadas em R6 (maturidade fisiológica) de acordo com Ritchie *et al* (1993).

### ***Análise estatística***

As análises estatísticas foram realizadas através do software R (R Core Team, 2019). Os dados relacionados à ocorrência de pulgão e respectivos predadores foram submetidos à análise de regressão múltipla multivariada *stepwise* (Hebbali, 2018). Além disso, foram realizadas análises de correlações múltiplas (da Silva *et al* 2017) para cada tratamento nos distintos anos agrícolas.

## ***RESULTADOS***

Durante as três safras e em todos os tratamento foi amostrado tanto indivíduos jovens quanto adultos dos predadores, e deste modo identificamos os principais gêneros que compuseram as Ordens de Dermaptera [*Doru* sp. (Forficulidae) e *Euborellia* sp. (Anisolabididae)]; Chrysopidae (*Chrysoperla* sp. e *Ceraeochrysa* sp.); Coccinellidae (*Harmonia* spp. *Hippodamia* spp. *Cycloneda* spp. *Olla v-nigrum* e *Eriopsis* sp.); Carabidae (*Lebia* sp. e *Callida* sp.); Sirfidae (*Allograpta* sp.) Reduviidae (*Repipta* sp, *Heza* sp e *Zellus* spp); *Orius* spp.; e *Geocoris* spp.

Os graus de correlação foram testados pela significância do coeficiente de correlação múltipla e a análise de regressão multivariada *stepwise* apresentou significância (P>0,1500) independente do sistema de cultivo ou safra, como consequência foi demonstrada a o grau de importância dos predadores afidófago, nos sistemas de cultivo, através do R<sup>2</sup> parcial.

### **Safra Verão de 2017-2018**

Na primeira safra no milho-s (Tabela 01) os mais eficientes agentes de controle biológico de *R. maidis* foram Dermaptera ( $r = 0,7547$ ,  $p < 0,002$ ) e Carabidae ( $r = 0,6934$ ,  $p = 0,006$ ), da mesma forma houveram correlações significantes entre Dermaptera e Carabidae ( $r = 0,6477$ ,  $p = 0,0123$ ); Chrysopidae e Coccinellidae ( $r = 0,7305$ ,  $p = 0,003$ ); e *Geocoris spp.* e Sirfidae ( $r = 0,6537$ ,  $p = 0,0112$ ).

No milho *Bt-s* (Tabela 02) as significâncias ocorreram de Dermaptera com *R. maidis* ( $r = 0,6455$ ,  $p = 0,0127$ ) e Carabidae ( $r = 0,7162$ ,  $p = 0,004$ ).

Ainda na primeira safra, porém no cultivo simultâneo, no milho-i (Tabela 03) ocorreu significância de *Orius spp.* com *R. maidis* ( $r = 0,5780$ ,  $p = 0,0304$ ) e Reduviidae ( $r = 0,5761$ ,  $p = 0,0311$ ); *Geocoris spp.* com Chrysopidae ( $r = 0,7817$ ,  $p = 0,001$ ) e Carabidae ( $r = 0,5750$ ,  $p = 0,0315$ ); e Chrysopidae e Carabidae ( $r = 0,5527$ ,  $p < 0,05$ ). No milho *Bt-i* (Tabela 04) foram Dermaptera e Carabidae ( $r = 0,5836$ ,  $p = 0,0284$ ) e Chrysopidae e Coccinellidae ( $r = 0,5684$ ,  $p = 0,0339$ ).

Foi observado através da análise de regressão multivariada *stepwise* (Tabela 13) que tanto no milho-s ( $R^2 = 0,5700$ ) quanto no milho *Bt-s* ( $R^2 = 0,4170$ ) o Dermaptera foi um importante organismo de controle de *R. maidis*, assim como *Orius spp.* ( $R^2 = 0,1930$ ) no milho *Bt-s*. *Orius spp.* também foi importante no milho *Bt-i* ( $R^2 = 0,2030$ ) e no milho-i ( $R^2 = 0,3340$ ), neste último compartilhou importância com Reduviidae ( $R^2 = 0,2660$ ) e Carabidae ( $R^2 = 0,1400$ ).

### **Safra Outono de 2018**

Na segunda safra os valores que apresentaram significância no milho-s (Tabela 05) foram de *R. maidis* com Dermaptera ( $r = -0,5271$ ,  $p = 0,0359$ ), Coccinellidae ( $r = -0,7328$ ,  $p = 0,0012$ ) e Sirfidae ( $r = 0,5593$ ,  $p = 0,0243$ ); Chrysopidae com Carabidae ( $r = 0,7553$ ,  $p < 0,001$ ), *Orius spp.* ( $r = 0,5466$ ,  $p < 0,03$ ) e Reduviidae ( $r = 0,5378$ ,  $p = 0,0316$ ); Coccinellidae e Sirfidae ( $r = -0,5090$ ,  $p < 0,05$ ); Carabidae e *Geocoris spp.* ( $r = 0,5019$ ,  $p < 0,05$ ); e de Reduviidae com *Orius spp.* ( $r = 0,6366$ ,  $p < 0,01$ ) e *Geocoris spp.* ( $r = 0,5184$ ,  $p = 0,0396$ ).

No milho *Bt-s* (Tabela 06) ocorreu para *R. maidis* com Coccinellidae ( $r = -0,5013$ ,  $p < 0,05$ ), *Geocoris* ( $r = -0,5303$ ,  $p = 0,0346$ ) e Sirfidae ( $r = 0,5516$ ,  $p = 0,0267$ ), assim como para Chrysopidae com Reduviidae ( $r = 0,7811$ ,  $p < 0,001$ ), *Orius spp.* ( $r = 0,5341$ ,  $p = 0,0331$ ) e *Geocoris spp.*, ( $r = 0,5291$ ,  $p = 0,0351$ ); e para Reduviidae com Dermaptera ( $r = 0,5706$ ,  $p = 0,0210$ ) e *Geocoris spp.* ( $r = 0,6343$ ,  $p < 0,01$ ).

Para os cultivos simultâneos da segunda safra no milho-i (Tabela 07) foram *R. maidis* e Coccinellidae ( $r = -0,6024$ ,  $p = 0,0135$ ), Chrysopidae e *Geocoris spp.* ( $r = 0,6626$ ,  $p = 0,0052$ ), Sirfidae e Reduviidae ( $r = 0,6229$ ,  $p < 0,01$ ) e no milho *Bt-i* (Tabela 08) foram Coccinellidae com *R. maidis* ( $r = -0,5755$ ,  $p < 0,02$ ), Carabidae ( $r = 0,5756$ ,  $p < 0,02$ ) e Sirfidae ( $r = -0,5039$ ,  $p < 0,05$ ), além de *Orius spp.* e Reduviidae ( $r = 0,6267$ ,  $p < 0,01$ ).

Por meio da *stepwise* (Tabela 13) os predadores mais importantes foram Coccinellidae no milho-s ( $R^2 = 0,5370$ ), no milho-i ( $R^2 = 0,3630$ ) e no milho *Bt-i* ( $R^2 = 0,3310$ ) sendo compartilhada a importância com Chrysopidae ( $R^2 = 0,2200$ ) Reduviidae ( $R^2 = 0,1130$ ) e *Geocoris spp.* ( $R^2 = 0,0960$ ) no milho *Bt-i*, e com Sirfidae ( $R^2 = 0,3040$ ) e *Geocoris spp.* ( $R^2 = 0,1640$ ) no milho *Bt-s*.

### **Safra Verão de 2018-2019**

Na terceira safra as correlações significantes ocorreram no milho-s (Tabela 09) para *R. maidis* com Carabidae ( $r = 0,6682$ ,  $p = 0,0126$ ), *Orius spp.* ( $r = 0,8826$ ,  $p = 0,0001$ ) e Reduviidae ( $r = 0,7497$ ,  $p = 0,0032$ ) e Reduviidae e *Orius spp.* ( $r = 0,7963$ ,  $p = 0,0011$ ), ainda no sistema solteiro.

No milho *Bt-s* (Tabela 10) foram em Dermaptera com Chrysopidae ( $r = 0,6811$ ,  $p = 0,0104$ ), Coccinellidae ( $p = 0,5841$ ,  $r = 0,0361$ ) e *Geocoris spp.* ( $r = 0,6218$ ,  $p = 0,0233$ ); Chrysopidae com Carabidae ( $r = 0,7001$ ,  $p < 0,01$ ), Sirfidae ( $r = 0,5865$ ,  $r = 0,0351$ ) e Reduviidae ( $r = 0,7001$ ,  $p < 0,01$ ); *Geocoris spp.* com Sirfidae ( $r = 0,5963$ ,  $p = 0,0315$ ), Reduviidae ( $r = 0,8348$ ,  $p < 0,001$ ) e Carabidae ( $r = 0,6133$ ,  $r = 0,0258$ ); e *R. maidis* e *Orius spp.* ( $r = 0,6463$ ,  $p < 0,02$ ).

No milho-i (Tabela 11) ocorreu para *R. maidis* e *Orius spp.* ( $r = 0,8425$ ,  $p < 0,001$ ), e no milho *Bt-i* (Tabela 12) foram para Coccinellidae com *R. maidis* ( $r = 0,5971$ ,  $p = 0,0312$ ), *Orius spp.* ( $r = 0,6705$ ,  $p = 0,0121$ ) e Sirfidae ( $r = 0,5692$ ,  $r < 0,05$ ). Nenhuma outra correlação significativa foi contatada.

*Orius spp.* foi importante regulador de *R. maidis* na terceira safra sendo no milho-i ( $R^2 = 0,7100$ ) milho *Bt-s* ( $R^2 = 0,4180$ ) e milho-s ( $R^2 = 0,7790$ ), neste último sistema dividiu importância com Carabidae ( $R^2 = 0,1440$ ) Coccinellidae ( $R^2 = 0,0220$ ) e Dermaptera ( $R^2 = 0,0200$ ), e no milho *Bt-i* foi composto apenas por Coccinellidae ( $R^2 = 0,3570$ ).

## **DISCUSSÃO**

Quando observada a comunidade de inimigos naturais de maneira ampla nota-se que a diversidade de plantas na paisagem agrícola é positiva para controle biológico (Redlich *et al* 2018) e que plantas de milho que expressão da biotecnologia *Bt* não interferem na



densidade destes organismos benéficos (Comas *et al* 2014), tampouco nas relações de *R. maidis* e seus principais predadores. Porém os resultados demonstraram que o comportamento dos diferentes integrantes desta comunidade é distinto variando tanto na época de cultivo, quanto ano agrícola (Malaquias *et al* 2017).

Dermaptera foi um importante predador em ambas as safras Verão, além de apresentar correlação positiva com *R. maidis*. Fato que pode ser explicado, pois sua distribuição vertical na planta é similar à da presa em questão (Foott, 1977, Resende *et al* 2016). Por outro lado, o modo de cultivo foi limitante nas relações, pois Dermaptera é pouco adequada em sistemas consorciados, uma vez que em sua maioria seus representantes são dependentes da planta de milho (Otieno *et al* 2019), pelo fato do pólen juntamente com *R. maidis* fornecerem importantes recursos alimentares, capazes promover a alta sobrevivência de ninfas e fertilidade das fêmeas de Dermaptera (Marucci *et al* 2019).

No caso de *Orius* spp. a densidade vegetal não interfere em sua dispersão (Madeira & Pons, 2015). Deste modo a emissão de voláteis de plantas que apresentam tecidos ou células danificadas, assim como, experiência positiva de alimentação são responsáveis pela atratividade de *Orius* spp. durante o forrageamento (Ardanuy *et al* 2016) que apresentou correlação positiva e foi importante regulador de *R. maidis* em ambas safras Verão e sistemas.

A riqueza de espécies de Coleoptera presentes na cultura do milho (*Bt* ou não) é afetada pela época de cultivo (Fernandes *et al* 2019), além do que a distribuição horizontal de Coccinellidae nem sempre coincide com a de *R. maidis* (Park & Obrycki, 2014). Afídeos são importantes recursos alimentares para Coccinellidae e sua predação intraguilda não é fator limitante para o controle biológico (Ortiz-Martínez *et al* 2019), sendo assim Coccinellidae foi predominante e o mais importante regulador de *R. maidis* na safra Outono (2018) nos tratamentos milho-s e consórcio. As correlações foram negativas nos sistemas solteiros e milho *Bt-i*, ou seja, a população de Coccinellidae aumentou enquanto a de *R. maidis* diminuiu a partir do estágio fenológico R1, e positiva no milho-i. Coccinellidae também esteve presente na safra Verão (2018-2019) no milho *Bt-i* havendo correlação positiva, além de compartilhar sua importância com outros organismos no milho-s.

Além dos principais organismos citados anteriormente outros insetos também foram importantes nos sistemas, porém compartilharam sua importância como predadores dentro da guilda afidófagos, dentre eles tem-se: Carabidae; Chrysopidae; *Geocoris* spp.; Reduviidae e Sirfidae, sendo rara a correlação negativa que ocorreu na safra Outono entre Coccinellidae e Sirfidae. Vale lembrar que foram contabilizadas as fases jovens e adultos dos predadores e que Sirfidae adultos são extremamente abundantes na fase reprodutiva do milharal. Isso pode ser explicado pelo fato dos mesmos se alimentarem do pólen do milho, ou seja, a

correlação negativa pode ter ocorrido devido à diminuição natural da ocorrência de Sirfidae e não pela predação intraguildd que quando existente em ambientes com abundância de presas é em baixa frequência (Roubinet *et al* 2015).

A correlação positiva entre predadores foi comumente observada sendo um fator importante, pois segundo metanálise de Griffin *et al* 2013, aponta para um padrão geral que o aumento da diversidade de inimigos naturais acarreta em maior capacidade de suprimir a população de insetos herbívoros, inclusive em sistemas agrícolas localizados em regiões de clima tropicais (Letourneau *et al* 2009).

As interações entre ano agrícola (temporal) diversidade da paisagem (espaço) e comunidade de predadores (diversidade) deste estudo não foram homogêneas. Houve variabilidade no grau de correlação, assim como na importância dos organismos que exerceram o controle biológico. Apesar desta alternância ambos os sistemas adotados foram capazes de promover habitat para os insetos afidófagos exerceram sua função, ou seja, houve estabilidade no processo de controle biológico.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Al-Eryan MAS, El-Tabbakh SS (2004). Forecasting yield of corn, *Zea mays* infested with corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. Journal of Applied Entomology, 128(4), 312-315. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00852.x>

Ardanuy A, Albajes R, Turlings TC (2016). Innate and learned prey-searching behavior in a generalist predator. Journal of Chemical Ecology, 42(6), 497-507. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-016-0716-9>

Ceccon G, Matoso AO, Neto AL, Palombo L (2010). Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. Planta Daninha, 28(2), 359-364. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000200015>

Comas C, Lumbierres B, Pons X, Albajes R (2014). No Effects of *Bacillus thuringiensis* Maize on Nontarget Organisms in the Field in Southern Europe: A Meta-Analysis of 26 arthropod taxa. Transgenic Research, 23(1), <http://dx.doi.org/10.1007/s11248-013-9737-0>

da Silva AR, Malafaia G, Menezes IPP (2017). Biotools: an R function to predict spatial gene diversity via an individual-based approach. Genetics and Molecular Research, 16 (2), gmr16029655

Fernandes MG, Costa EN, Dutra CC, Raizer J (2019). Species Richness and Community Composition of Ants and Beetles in Bt and non-Bt Maize Fields. Environmental Entomology, 48(5), 1095-1103. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz086>

Foott WH (1977). Biology of the Corn Leaf Aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in Southwestern Ontario. The Canadian Entomologist 109:1129-1135. doi:10.4039/Ent1091129-8

- Gadallah NS, El-Heneidy AH, Mahmoud SM, Kavallieratos NG (2017). Identification key, diversity, and host associations of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of aphids attacking cereal crops in Egypt. *Zootaxa*, 4312(1), 143-154. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4312.1.6>
- Griffin JN, Byrnes JE, Cardinale BJ (2013). Effects of predator richness on prey suppression: a meta-analysis. *Ecology*, 94(10), 2180-2187. <https://doi.org/10.1890/13-0179.1>
- Hebbali A (2018). Olsrr: Tools for Building Ols Regression Models. R package version 0.5, 1.
- Jonsson M, Kaartinen R, Straub CS (2017). Relationships between natural enemy diversity and biological control. *Current Opinion in Insect Science*, 20, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.01.001>
- Katano I, Doi H, Eriksson BK, Hillebrand H (2015). A cross-system meta-analysis reveals coupled predation effects on prey biomass and diversity. *Oikos*, 124(11), 1427-1435. <https://doi.org/10.1111/oik.02430>
- Letourneau DK, Jedlicka JA, Bothwell SG, Moreno CR (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 573-592. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120320>
- Madeira F, Pons X (2015). Effects of weed density on the dispersal of *Orius majusculus* Reuter (Heteroptera Anthocoridae) within maize. *Journal of Applied Entomology*, 139(9), 712-720. <https://doi.org/10.1111/jen.12213>
- Malaquias JB, Ramalho FS, Dias CTDS, Brugger BP, Lira ACS., Wilcken CF, & Zanuncio JC (2017). Multivariate approach to quantitative analysis of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and their natural enemy populations at different cotton spacings. *Scientific Reports*, 7, 41740. <https://doi.org/10.1038/srep41740>
- Marucci RC, Souza IL, Silva LO, Auad AM, Mendes SM (2019). Pollen as a component of the diet of *Doru luteipes* (Scudder, 1876)(Dermaptera: Forficulidae). *Brazilian Journal of Biology*, 79(4), 584-588. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.184072>
- Ortiz-Martínez S, Staudacher K, Baumgartner V, Traugott M, Lavandero B (2019). Intraguild predation is independent of landscape context and does not affect the temporal dynamics of aphids in cereal fields. *Journal of Pest Science*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01142-4>
- Otieno NE, Pryke JS, Butler M, Jacobs SM (2019). Top-down suppression of arthropod herbivory in intercropped maize and organic farms evidenced from  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotope analyses. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 39. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0585-z>
- Parchen HA, Auad AM (2016). Biological responses of aphids (Hemiptera: Aphididae) when fed three species of forage grasses. *Florida Entomologist*, 456-462. <https://doi.org/10.1653/024.099.0318>
- Park YL, Obrycki JJ (2004). Spatio-temporal distribution of corn leaf aphids (Homoptera: Aphididae) and lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) in Iowa cornfields. *Biological Control*, 31(2), 210-217. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.06.008>

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.

Redlich S, Martin EA, Steffan-Dewenter I (2018). Landscape-level crop diversity benefits biological pest control. *Journal of Applied Ecology*, 55(5), 2419-2428. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13126>

Resende DC, Mendes SM, Marucci RC, Silva ADC, Campanha MM, Waquil JM (2016). Does Bt maize cultivation affect the non-target insect community in the agro ecosystem? *Revista Brasileira de Entomologia*, 60(1), 82-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2015.12.001>

Roubinet E, Straub C, Jonsson T, Staudacher K, Traugott M, Ekbom B, Jonsson M. (2015). Additive effects of predator diversity on pest control caused by few interactions among predator species. *Ecological Entomology*, 40(4), 362-371. <https://doi.org/10.1111/een.12188>

Shu Y, Du Y, Wang J. (2019). Presence of Cry1Ab in the Bt maize–aphid (*Rhopalosiphum maidis*) - ladybeetle (*Propylea japonica*) system has no adverse effects on insect biological parameters. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 167:1–8. <https://doi.org/10.1111/eea.12801>

Swaminathan R, Meena A, Meena BM (2015). Diversity and predation potential of major aphidophagous predators in maize. *Applied Ecology and Environmental Research*, 13(4), 1069-1084. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1304\\_10691084](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1304_10691084)

Torres JLR, de Assis RL, Loss A (2018). Evolução entre os sistemas de produção agropecuária no Cerrado: convencional, Barreirão, Santa Fé e Integração Lavoura-Pecuária. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 39(302), 7-17.

van Neerbos FA, de Boer JG, Salis L, Tollenaar W, Kos M, Vet LE, Harvey JA (2019). Honeydew composition and its effect on life-history parameters of hyperparasitoids. *Ecological Entomology*. <https://doi.org/10.1111/een.12799>

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= 0,7547 p= 0,0018	1,0000							
Chrysopidae	r= -0,1628 p= 0,5781	r= 0,0255 p= 0,9312	1,0000						
Coccinellidae	r= -0,0277 p= 0,9252	r= 0,2337 p= 0,4213	r= 0,7305 p= 0,003	1,0000					
Carabidae	r= 0,6934 p= 0,006	r= 0,6477 p= 0,0123	r= -0,1448 p= 0,6213	r= 0,2083 p= 0,4746	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,3683 p= 0,1951	r= 0,1893 p= 0,517	r= -0,1643 p= 0,5746	r= -0,2311 p= 0,4267	r= -0,1921 p= 0,5107	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= -0,1952 p= 0,5036	r= -0,0393 p= 0,8938	r= -0,0769 p= 0,7938	r= -0,1992 p= 0,4947	r= -0,1448 p= 0,6213	r= -0,2505 p= 0,3876	1,0000		
Sirfidae	r= -0,1211 p= 0,6801	r= -0,1275 p= 0,6641	r= -0,232 p= 0,4249	r= -0,176 p= 0,5473	r= 0,0265 p= 0,9284	r= -0,3929 p= 0,1646	r= 0,6537 p= 0,0112	1,0000	
Reduviidae	r= -0,3558 p= 0,2118	r= -0,2774 p= 0,3370	r= -0,1448 p= 0,6213	r= -0,0834 p= 0,7769	r= -0,2727 p= 0,3455	r= 0,3403 p= 0,2339	r= -0,1448 p= 0,6213	r= -0,0662 p= 0,8222	1,0000

Tabela 01. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2017/2018) no milho ã-Bt solteiro.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	Orius spp.	Geocoris spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= 0,6455 p= 0,0127	1,000							
Chrysopidae	r= -0,0997 p= 0,7344	r= -0,0955 p= 0,7453	1,000						
Coccinellidae	r= -0,3632 p= 0,2018	r= -0,3389 p= 0,2358	r= -0,1330 p= 0,6504	1,000					
Carabidae	r= 0,2649 p= 0,3601	r= 0,7162 p= 0,004	r= 0,1647 p= 0,5736	r= -0,3371 p= 0,2385	1,000				
Orius spp.	r= 0,4806 p= 0,0819	r= 0,0652 p= 0,8247	r= -0,1645 p= 0,574	r= 0,0575 p= 0,8453	r= -0,1035 p= 0,7248	1,000			
Geocoris spp.	r= 0,0706 p= 0,8105	r= 0,1840 p= 0,5289	r= -0,1885 p= 0,5187	r= 0,2803 p= 0,3317	r= -0,2167 p= 0,4568	r= -0,0203 p= 0,9450	1,000		
Sirfidae	r= -0,1004 p= 0,7326	r= -0,1231 p= 0,6752	r= -0,1115 p= 0,7043	r= 0,0843 p= 0,7745	r= -0,1430 p= 0,6258	r= -0,1525 p= 0,6027	r= -0,2640 p= 0,3618	1,000	
Reduviidae	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,000

Tabela 02. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2017/2018) no milho *Bt* solteiro.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	Orius spp.	Geocoris spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,000								
Dermaptera	r= 0,1986 p= 0,4960	1,000							
Chrysopidae	r= -0,0837 p= 0,7761	r= 0,0971 p= 0,7411	1,000						
Coccinellidae	r= -0,0806 p= 0,7841	r= 0,3319 p= 0,2464	r= 0,3357 p= 0,2407	1,000					
Carabidae	r= 0,3798 p= 0,1804	r= 0,3133 p= 0,2755	r= 0,5527 p= 0,0404	r= -0,1521 p= 0,6036	1,000				
Orius spp.	r= 0,5780 p= 0,0304	r= -0,0235 p= 0,9363	r= -0,2726 p= 0,3458	r= -0,1830 p= 0,5312	r= -0,0241 p= 0,9348	1,000			
Geocoris spp.	r= 0,4593 p= 0,0985	r= 0,0792 p= 0,7879	r= 0,7817 p= 0,0010	r= 0,3459 p= 0,2257	r= 0,5750 p= 0,0315	r= 0,1808 p= 0,5362	1,000		
Sirfidae	r= -0,3276 p= 0,2529	r= -0,1951 p= 0,504	r= -0,2789 p= 0,3343	r= -0,3277 p= 0,2528	r= -0,1850 p= 0,5267	r= -0,1448 p= 0,6214	r= -0,3568 p= 0,2105	1,000	
Reduviidae	r= -0,0887 p= 0,7631	r= 0,0557 p= 0,8499	r= -0,1132 p= 0,6999	r= -0,1710 p= 0,5588	r= -0,0451 p= 0,8784	r= 0,5761 p= 0,0311	r= -0,1448 p= 0,6213	r= 0,1895 p= 0,5165	1,000

Tabela 03. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2017/2018) no milho *ñ-Bt* consorciado com *Urochloa ruziziensis*.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,000								
Dermaptera	r= 0,2585 p= 0,3722	1,000							
Chrysopidae	r= 0,1479 p= 0,6139	r= 0,0115 p= 0,9689	1,000						
Coccinellidae	r= 0,2386 p= 0,4115	r= -0,2923 p= 0,3105	r= 0,5684 p= 0,0339	1,000					
Carabidae	r= -0,1611 p= 0,5822	r= 0,5836 p= 0,0284	r= 0,2212 p= 0,4472	r= -0,0778 p= 0,7914	1,000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,4508 p= 0,1057	r= 0,0862 p= 0,7695	r= 1,0000 p= 1,0000	r= -0,1471 p= 0,6158	r= -0,368 p= 0,1954	1,000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= -0,2513 p= 0,3861	r= 0,1101 p= 0,7078	r= -0,2212 p= 0,4472	r= -0,0778 p= 0,7914	r= 0,2727 p= 0,3455	r= -0,4417 p= 0,1139	1,000		
Sirfidae	r= -0,3000 p= 0,2974	r= 0,0231 p= 0,9376	r= -0,1544 p= 0,5981	r= -0,2048 p= 0,4824	r= 0,1709 p= 0,5592	r= -0,3412 p= 0,2325	r= 0,1709 p= 0,5592	1,000	
Reduviidae	r= -0,1598 p= 0,5854	r= 0,2259 p= 0,4375	r= -0,0769 p= 0,7938	r= -0,1895 p= 0,5165	r= -0,2212 p= 0,4472	r= 0,1194 p= 0,6843	r= -0,2212 p= 0,4472	r= -0,1544 p= 0,5981	1,000

Tabela 04. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2017/2018) no milho *Bt* consorciado com *Urochloa ruziziensis*.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,5271 p= 0,0359	1,0000							
Chrysopidae	r= -0,1730 p= 0,5216	r= 0,1029 p= 0,7045	1,0000						
Coccinellidae	r= -0,7328 p= 0,0012	r= 0,3956 p= 0,1293	r= 0,0881 p= 0,7456	1,0000					
Carabidae	r= -0,2176 p= 0,4182	r= 0,1475 p= 0,5855	r= 0,7553 p= 0,0007	r= 0,1537 p= 0,5699	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,0251 p= 0,9264	r= -0,0804 p= 0,7672	r= 0,5466 p= 0,0285	r= -0,2143 p= 0,4254	r= 0,1287 p= 0,6349	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= 0,0548 p= 0,8404	r= 0,1023 p= 0,7063	r= 0,4158 p= 0,1092	r= -0,0688 p= 0,8002	r= 0,5019 p= 0,0476	r= 0,4070 p= 0,1176	1,0000		
Sirfidae	r= 0,5593 p= 0,0243	r= -0,4329 p= 0,0940	r= 0,0037 p= 0,9891	r= -0,5090 p= 0,0441	r= -0,1336 p= 0,6219	r= -0,1162 p= 0,6683	r= -0,0629 p= 0,8169	1,0000	
Reduviidae	r= -0,2376 p= 0,3756	r= 0,1865 p= 0,4892	r= 0,5378 p= 0,0316	r= 0,2442 p= 0,3621	r= 0,3836 p= 0,1425	r= 0,6366 p= 0,0080	r= 0,5184 p= 0,0396	r= -0,2785 p= 0,2962	1,0000

Tabela 05. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Outono (2018) no milho *ñ-Bt* solteiro.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i>	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,104 p= 0,7016	1,0000							
Chrysopidae	r= -0,0754 p= 0,7814	r= 0,3594 p= 0,1716	1,0000						
Coccinellidae	r= -0,5013 p= 0,0479	r= 0,1984 p= 0,4613	r= 0,1983 p= 0,4615	1,0000					
Carabidae	r= 0,2235 p= 0,4053	r= 0,1383 p= 0,6094	r= -0,1285 p= 0,6353	r= 0,0948 p= 0,7268	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= -0,1785 p= 0,5083	r= 0,0144 p= 0,9577	r= 0,5341 p= 0,0331	r= -0,1844 p= 0,4941	r= -0,1273 p= 0,6384	1,0000			
<i>Geocoris</i>	r= -0,5303 p= 0,0346	r= 0,2189 p= 0,4152	r= 0,5291 p= 0,0351	r= 0,4044 p= 0,1203	r= -0,0669 p= 0,8056	r= 0,522 p= 0,1203	1,0000		
Sirfidae	r= 0,5516 p= 0,0267	r= -0,1145 p= 0,6729	r= 0,0778 p= 0,7746	r= -0,2977 p= 0,2628	r= -0,0992 p= 0,7146	r= 0,1404 p= 0,2628	r= -0,2515 p= 0,3474	1,0000	
Reduviidae	r= -0,2536 p= 0,3433	r= 0,5706 p= 0,021	r= 0,7811 p= 0,0004	r= 0,4593 p= 0,0735	r= -0,1392 p= 0,6071	r= 0,3229 p= 0,0735	r= 0,6343 p= 0,0083	r= -0,2285 p= 0,3947	1,0000

Tabela 06. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Outono (2018) no milho *Bt* solteiro.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= 0,0623 p= 0,8188	1,0000							
Chrysopidae	r= -0,2455 p= 0,3595	r= -0,1346 p= 0,6191	1,0000						
Coccinellidae	r= -0,6024 p= 0,0135	r= -0,1271 p= 0,6391	r= -0,0207 p= 0,9394	1,0000					
Carabidae	r= 0,1956 p= 0,4678	r= -0,2722 p= 0,3078	r= 0,1431 p= 0,5971	r= -0,2108 p= 0,4333	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,1091 p= 0,6875	r= 0,2023 p= 0,4523	r= 0,167 p= 0,5364	r= -0,3454 p= 0,1901	r= 0,0297 p= 0,9131	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= 0,0657 p= 0,809	r= 0,1251 p= 0,6444	r= 0,6626 p= 0,0052	r= -0,2114 p= 0,4318	r= 0,339 p= 0,199	r= 0,1728 p= 0,4318	1,0000		
Sirfidae	r= 0,4862 p= 0,0562	r= -0,0717 p= 0,7918	r= -0,0176 p= 0,9484	r= -0,4301 p= 0,0963	r= 0,3011 p= 0,2572	r= 0,0154 p= 0,0963	r= 0,0804 p= 0,7672	1,0000	
Reduviidae	r= 0,0794 p= 0,7700	r= -0,1065 p= 0,6947	r= 0,0992 p= 0,7146	r= 0,0860 p= 0,7515	r= 0,2050 p= 0,4462	r= 0,2438 p= 0,7515	r= -0,0534 p= 0,8442	r= 0,6229 p= 0,0099	1,0000

Tabela 07. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Outono (2018) no milho *ñ-Bt* consórcio com *Urochloa ruzizensis*.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,4652 p= 0,0694	1,0000							
Chrysopidae	r= 0,2035 p= 0,4497	r= 0,0550 p= 0,8397	1,0000						
Coccinellidae	r= -0,5755 p= 0,0197	r= 0,4065 p= 0,1182	r= 0,3399 p= 0,1977	1,0000					
Carabidae	r= -0,3529 p= 0,1800	r= 0,3898 p= 0,1355	r= 0,119 p= 0,6606	r= 0,5756 p= 0,0197	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= -0,1798 p= 0,5052	r= 0,0863 p= 0,7508	r= 0,4072 p= 0,1175	r= 0,0762 p= 0,779	r= -0,1083 p= 0,6897	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= -0,2583 p= 0,3341	r= 0,2029 p= 0,4511	r= 0,0677 p= 0,8032	r= -0,0533 p= 0,8447	r= 0,2931 p= 0,2707	r= 0,295 p= 0,2674	1,0000		
Sirfidae	r= 0,4013 p= 0,1234	r= -0,2712 p= 0,3096	r= 0,2149 p= 0,424	r= -0,5039 p= 0,0466	r= -0,2048 p= 0,4467	r= -0,1270 p= 0,6393	r= 0,0962 p= 0,7230	1,0000	
Reduviidae	r= -0,4071 p= 0,1176	r= 0,3360 p= 0,2032	r= 0,1643 p= 0,5431	r= 0,1327 p= 0,6242	r= -0,0206 p= 0,9396	r= 0,6267 p= 0,0094	r= 0,0549 p= 0,8401	r= -0,2867 p= 0,2817	1,0000

Tabela 08. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Outono (2018) no milho *ñ-Bt* consórcio com *Urochloa ruzizensis*.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,1919 p= 0,5299	1,0000							
Chrysopidae	r= -0,1887 p= 0,5369	r= 0,3001 p= 0,3191	1,0000						
Coccinellidae	r= 0,1757 p= 0,5659	r= 0,3898 p= 0,188	r= -0,0619 p= 0,8408	1,0000					
Carabidae	r= 0,6682 p= 0,0126	r= -0,0648 p= 0,8335	r= -0,0833 p= 0,7867	r= -0,2631 p= 0,3852	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,8826 p= 0,0001	r= -0,1491 p= 0,6268	r= -0,1448 p= 0,637	r= 0,1983 p= 0,5162	r= 0,3551 p= 0,2338	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= 0,1519 p= 0,6202	r= 0,5263 p= 0,0647	r= -0,1231 p= 0,6887	r= 0,2057 p= 0,5001	r= -0,1231 p= 0,6887	r= 0,3942 p= 0,1825	1,0000		
Sirfidae	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000	
Reduviidae	r= 0,7497 p= 0,0032	r= -0,1515 p= 0,6213	r= -0,2100 p= 0,4910	r= 0,1820 p= 0,5517	r= 0,245 p= 0,4197	r= 0,7963 p= 0,0011	r= 0,362 p= 0,2242	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000

Tabela 09. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis* na safra Verão (2018/2019) no milho ã-Bt solteiro.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,2905 p= 0,3357	1,0000							
Chrysopidae	r= -0,1377 p= 0,6537	r= 0,6811 p= 0,0104	1,0000						
Coccinellidae	r= -0,0933 p= 0,7618	r= 0,5841 p= 0,0361	r= 0,3873 p= 0,1911	1,0000					
Carabidae	r= 0,0473 p= 0,8782	r= 0,5257 p= 0,065	r= 0,7001 p= 0,0077	r= 0,3621 p= 0,2241	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,6463 p= 0,017	r= -0,2367 p= 0,4361	r= 0,0672 p= 0,8274	r= -0,1108 p= 0,7186	r= -0,0564 p= 0,8547	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= 0,1003 p= 0,7445	r= 0,6218 p= 0,0233	r= 0,9463 p= 1,0000	r= 0,2918 p= 0,3333	r= 0,6133 p= 0,0258	r= 0,2834 p= 0,3333	1,0000		
Sirfidae	r= -0,1276 p= 0,6778	r= 0,9291 p= 1,0000	r= 0,5865 p= 0,0351	r= 0,4748 p= 0,1011	r= 0,4107 p= 0,1633	r= -0,1103 p= 0,1011	r= 0,5963 p= 0,0315	1,0000	
Reduviidae	r= 0,3282 p= 0,2736	r= 0,4824 p= 0,095	r= 0,7001 p= 0,0077	r= 0,0892 p= 0,7719	r= 0,5221 p= 0,0672	r= 0,3387 p= 0,7719	r= 0,8348 p= 0,0004	r= 0,4641 p= 0,1102	1,0000

Tabela 10. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2018/2019) no milho Bt solteiro.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,2381 p= 0,4334	1,0000							
Chrysopidae	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000						
Coccinellidae	r= 0,0062 p= 0,9841	r= 0,2471 p= 0,4157	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000					
Carabidae	r= -0,0028 p= 0,9927	r= 0,5469 p= 0,0531	r= 0,0000 p= 1,0000	r= -0,0441 p= 0,8862	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,8425 p= 0,0003	r= -0,1435 p= 0,64	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,1435 p= 0,6399	r= 0,0261 p= 0,9326	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000		
Sirfidae	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000	
Reduviidae	r= 0,0708 p= 0,8183	r= 0,2382 p= 0,4332	r= 0,0000 p= 1,0000	r= -0,0141 p= 0,9635	r= 0,1057 p= 0,731	r= 0,0219 p= 0,9635	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000



Tabela 11. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2018/2019) no milho ã-Bt consorciado com *Urochloa ruzizensis*.

	<i>R. maidis</i>	Dermaptera	Chrysopidae	Coccinellidae	Carabidae	<i>Orius</i> spp.	<i>Geocoris</i> spp.	Sirfidae	Reduviidae
<i>R. maidis</i>	1,0000								
Dermaptera	r= -0,3731 p= 0,2093	1,0000							
Chrysopidae	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000						
Coccinellidae	r= 0,5971 p= 0,0312	r= -0,2322 p= 0,4452	r= 0,0000 p= 1,0000	1,0000					
Carabidae	r= -0,0696 p= 0,8214	r= 0,0775 p= 0,8014	r= 0,0000 p= 1,0000	r= -0,2521 p= 0,406	1,0000				
<i>Orius</i> spp.	r= 0,3057 p= 0,3098	r= 0,1643 p= 0,5918	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,6705 p= 0,0121	r= -0,5165 p= 0,0707	1,0000			
<i>Geocoris</i> spp.	r= -0,2067 p= 0,4980	r= -0,1516 p= 0,6211	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,0589 p= 0,8485	r= -0,2335 p= 0,4425	r= -0,0128 p= 0,9668	1,0000		
Sirfidae	r= 0,5187 p= 0,0694	r= -0,2946 p= 0,3286	r= 0,0000 p= 1,0000	r= 0,5692 p= 0,0423	r= -0,2335 p= 0,4425	r= 0,4877 p= 0,0909	r= -0,1818 p= 0,5522	1,0000	
Reduviidae	r= 0,1338 p= 0,6629	r= -0,0991 p= 0,7474	r= 0,0000 p= 1,0000	r= -0,2415 p= 0,4267	r= 0,2254 p= 0,4591	r= -0,5108 p= 0,0744	r= 0,0329 p= 0,9150	r= 0,0329 p= 0,9150	1,0000

Tabela 12. Análises de correlações múltiplas juntamente com sua significância entre predadores afidófagos e *Rhopalosiphum maidis*, na safra Verão (2018/2019) no milho Bt consorciado com *Urochloa ruzizensis*.

Ano Agrícola	Milho - sistema	Predador	Parcial R <sup>2</sup>	Modelo R <sup>2</sup>	C(p)	AIC	F Valor	P>F
Safrã Verão 2017/18	ñ-Bt solteiro	Dermaptera	0,5700	0,570	12,410	207,266	15,877	0,0018
		<i>Orius</i> spp.	0,1930	0,610	-0,007	210,162	8,593	0,0057
	Bt solteiro	Dermaptera	0,4170	0,417	1,948	213,790		
		<i>Orius</i> spp.	0,3340	0,334	15,337	185,245		
		Reduviidae	0,2660	0,600	7,212	180,102		
	Bt consorciado	Carabidae	0,1400	0,740	3,878	176,057	9,507	0,0028
<i>Orius</i> spp.		0,2030	0,203	0,423	213,430	3,060	0,1057	
Safrã Outono 2018	ñ-Bt solteiro	Coccinellidae	0,5370	0,537	-2,115	158,059	16,234	0,0012
		Sirfidae	0,3040	0,304	7,181	166,973		
	Bt solteiro	<i>Geocoris</i> spp.	0,1640	0,468	4,669	164,682	5,717	0,0165
		Coccinellidae	0,3630	0,363	-2,809	147,258	7,974	0,0135
		Chrysopidae	0,2200	0,551	10,493	159,295		
	Bt consorciado	Reduviidae	0,1130	0,664	6,077	155,286		
		<i>Geocoris</i> spp.	0,0960	0,760	4,051	151,897	8,724	0,0020
Safrã Verão 2018/19	ñ-Bt solteiro	<i>Orius</i> spp.	0,7790	0,779	33,055	199,060		
		Carabidae	0,1440	0,923	7,651	187,353		
		Coccinellidae	0,0220	0,945	5,423	184,926		
	Bt solteiro	Dermaptera	0,0200	0,965	3,675	181,133	55,024	< 0,00001
		<i>Orius</i> spp.	0,4180	0,418	2,649	198,261	7,892	0,0170
	Bt consorciado	<i>Orius</i> spp.	0,7100	0,710	-1,237	170,659	26,896	0,0003
Coccinellidae		0,3570	0,357	-1,478	183,481	6,096	0,0312	

Tabela 13. Coeficientes estimados da análise de regressão linear de *Rhopalosiphum maidis* em diferentes anos agrícolas e sistemas de cultivo entre milho e *Urochloa ruzizensis*. As variáveis no modelo são significativas no nível 0,1500.



**CAPÍTULO II: Diversidade e similaridade de percevejos praga presentes no cultivo de milho (*Zea mays* L.) e/ ou *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) sob Sistema ILP**

(De acordo com as normas de “Submissão de manuscrito” da Neotropical Entomology)

Diversidade e similaridade de percevejos praga presentes no cultivo de milho (*Zea mays* L.)  
e/ ou *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) sob Sistema ILP

## RESUMO

Pragas capazes de realizar fitofagia, proliferar em um dado hospedeiro e concomitantemente causar danos em outro, são comumente constatadas em plantas cultivadas no Cerrado do Brasil, incluindo milho e forrageiras perenes, devido a adoção da Integração Lavoura Pecuária (ILP). O presente estudo partiu do objetivo no qual uma dada diversidade de espécies de percevejos fitófagos utiliza cultivos em consórcio como recurso nutricional para ocorrência nas plantas do ILP. O estudo foi composto por sete tratamentos, sendo dois sistema de cultivo, os implantados no sistema solteiro (monocultivo) com 1) híbrido de milho SYN 7205 TG (milho solteiro); 2) SYN 7205 TLTG Viptera (milho *Bt* solteiro); e a 3) *U. ruziziensis*, além dos implantados no sistema consorciado (plantio simultâneo) entre milho e *U. ruziziensis* 4) SYN 7205 TG (milho consórcio) + 5) *U. ruziziensis* (*U. ruziziensis* consórcio) e 6) SYN 7205 TLTG Viptera, eventos MIR162 + Bt11, (milho *Bt* consórcio) + 7) *U. ruziziensis* (*U. ruziziensis* consórcio *Bt*), conduzidos durante três safras agrícolas, Verão (2017/2018), Outono (2018) e Verão (2018/2019). Através do índice de Shannon não foi possível encontrar diferenças significativas para a diversidade de percevejos fitófagos nos tratamentos, e o índice de Jaccard revelou que os subgrupos formados pelos tratamentos milho não se agrupam com *U. ruziziensis*. O estudo encontrou que o sistema ILP não interfere na ocorrência de percevejos praga ou na diversidade deles em milho e *U. ruziziensis*.

**Palavras-chave:** Consórcio, *Brachiaria*, Hemiptera, Integração Lavoura Pecuária.

Diversity and similarity of stink bugs present in the cultivation of maize (*Zea mays* L.)  
and/or *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) under LCI System.

## ABSTRACT

Insect pests capable of phytophagy, proliferate in each host and concomitantly cause damage in another are commonly found in plants cultivated in Brazilian Cerrado, including corn and perennial forages, due to the adoption of Livestock Crop Integration (LCI). The present study started from the aim where in which a given diversity of species of phytophagous stink bugs use intercropping as a nutritional resource for occurrence in LCI plants. The study consisted of seven treatments, two of which were cultivation systems those implanted in the single system (monoculture) with 1) hybrid maize SYN 7205 TG (single maize), 2) SYN 7205 TLTG Viptera (single *Bt* maize), and the 3) *U. ruzizensis*, in addition to those implanted in the intercropped system (simultaneous planting) between maize and *U. ruzizensis* 4) SYN 7205 TG (intercropped maize) + 5) *U. ruzizensis* (*U. ruzizensis* intercropping) and 6) SYN 7205 TLTG Viptera , events MIR162 + Bt11, (maize *Bt* intercropping) + 7) *U. ruzizensis* (*U. ruzizensis* intercropping *Bt*), conducted during three season, Summer (2017/2018), Autumn (2018) and Summer (2018/2019). Through the Shannon index, it was not possible to find significant differences for the diversity of phytophagous stink bugs in the treatments and the Jaccard index revealed that the subgroups formed by the maize treatments do not group with *U. ruzizensis*. The study found that the LCI system does not interfere with the occurrence of stink bugs or their diversity in maize and *U. ruzizensis*.

**Keyword:** Intercropping, *Brachiaria*, Hemiptera, Livestock Crop Integration

## **INTRODUÇÃO**

Danos causados por percevejos fitófagos são comuns em culturas cultivadas no Brasil, assim como a alternância na abundância e conseqüentemente a importância no cenário agrícola.

Na década de 1960 *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) foi considerado o mais abundante dos insetos fitófagos deste grupo em soja, porém a partir da década de 1990 houve modificações no manejo da paisagem agrícola. O controle de ervas daninhas, consideradas potenciais hospedeiros, cultivos múltiplos e ampla adoção do sistema de Plantio Direto, favoreceram espécies mais adaptadas a competição interespecífica como *Euschistus heros* (F.) e *Dichelops* spp., (Hemiptera: Pentatomidae) (Pazzini & Lucini 2016, Sosa-Gómez *et al* 2019).

Dentre os cultivos múltiplos a implantação de milho (*Zea mays* L.) (Cyperales: Poaceae) juntamente com *Urochloa* spp. (sin. *Brachiaria* spp.) (consórcio) destaca-se em áreas do Cerrado Brasileiro pela ampla adoção, principalmente devido à possibilidade do maior fornecimento de resíduos culturais aos sistemas de Plantio Direto e da Integração Lavoura Pecuária (ILP) (Torres *et al* 2018). Por outro lado, ambas as culturas são hospedeiras de percevejos fitófagos (Silva *et al* 2013, Duarte *et al* 2015).

No milho os percevejos são abundantes nas fases iniciais de desenvolvimento, e responsáveis por danos decorrentes de lesões foliares que tem como conseqüências a redução na altura da planta, no número de folhas expandidas, na massa seca, além de folhas centrais com aspecto enrolado e repercussão negativa no rendimento da produtividade (Copatti & Oliveira 2011, Roza-Gomes *et al* 2011, Duarte *et al* 2015). Algumas espécies são capazes de injetar toxinas nas plantas agravando os danos (Lucini & Panizzi 2017).

Apesar de plantas não cultivadas não fornecerem ambientes propícios para o desenvolvimento de hemípteros fitófagos (Chocorosqui & Panizzi 2008), estes insetos são constatados com frequência em espécies de *Urochloa*, que funciona como hospedeiro alternativo, fornecendo abrigo, e provavelmente alguns nutrientes (Carvalho 2007, Silva *et al* 2013, Tomacheski & Panizzi 2018).

Por estes fatos o objetivo deste estudo foi mensurar populações de percevejos fitófagos na cultura do milho e na *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) implantados em diferentes sistemas de cultivo visando à compreensão de diferentes agroecossistemas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

## ***Área do ensaio***

Os estudos foram realizados na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (latitude 22°13'57" Sul, longitude 54°59'16" Oeste, e elevação 458 m), Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Eles constituíram-se de três experimentos à campo, conduzidos em três diferentes safras, sendo duas na época de primeira safra (Verão 2017/2018 e 2018/2019) e uma na época de segunda safra (Outono de 2018).

## ***Desenho experimental e sistema de cultivo***

O desenho experimental foi composto por dois sistemas de cultivo: os implantados no sistema solteiro (monocultivo) com (1) híbrido de milho SYN 7205 TG (milho solteiro); (2) SYN 7205 TLTG Viptera, eventos MIR162 + Bt11 (milho *Bt* solteiro) e (3) *U. ruziziensis*, e dos implantados no sistema consorciado (plantio simultâneo) (4) SYN 7205 TG (milho consórcio) + (5) *U. ruziziensis* (*U. ruziziensis* consórcio) e (6) SYN 7205 TLTG Viptera, eventos MIR162 + Bt11, (milho *Bt* consórcio) + (7) *U. ruziziensis* (*U. ruziziensis* consórcio *Bt*).

Cada parcela possuía 120 m<sup>2</sup> (10 m x 12 m) que foram distribuídos ao acaso em cinco blocos (repetições), totalizando 3000 m<sup>2</sup> de área experimental em cada safra.

Antecedendo a semeadura das culturas nos diferentes sistemas de cultivos (tratamentos) foi realizada a aração e a gradagem (plantio convencional), além da fertilização da área, visando à manutenção da área e satisfatório desenvolvimento dos cultivos implantados em cada unidade experimental (parcela).

As parcelas foram semeadas mecanicamente com os genótipos híbridos de milho. Independente do sistema de cultivo o espaçamento adotado para os híbridos de milho foi 0,9 m entre linhas com seis plantas a cada 1 m linear, porém quando utilizado o plantio simultâneo a *U. ruziziensis* foi implantada com espaçamento de 0.2 m entre linhas e nove plantas a cada 1 m linear.

A fim de fornecer ambiente propício para o desenvolvimento das culturas implantadas foi realizado de maneira homogênea, na área do experimento, irrigação via aspersão e pulverização dos herbicidas atrazina e mesotriona, (800 e 48 gramas de ingrediente ativo por hectare, respectivamente) devido à necessidade da redução de crescimento de *U. ruziziensis* e do controle de plantas daninhas (Ceccon *et al* 2010), além de capina manual, quando necessário.

Vale ressaltar que nenhum método de controle para artrópodes praga foi empregado na área no decorrer dos experimentos.

## ***Avaliação de percevejos praga***

As avaliações ocorreram a cada  $7\pm 3$  dias por meio das amostragens visuais em quatro plantas inteiras de milho e/ou seis perfilho de *U. ruziziensis*, variação dependente do tratamento. Deste modo quantificou-se sistematicamente e identificou-se morfológicamente os indivíduos da população pertencente ao grupo dos percevejos considerados pragas agrícolas.

O início das avaliações ocorreu da seguinte forma: para primeira safra em novembro de 2017 (n=14), para a segunda safra em maio 2018 (n=16) e para a terceira em dezembro de 2018 (n=13), ou seja, entre os estádios fenológicos do milho V4-V5 (quarta - quinta folha totalmente expandida) e finalizada em R6 (maturidade fisiológica) de acordo com Ritchie *et al* (1993).

## ***Análise faunística e estatística***

Todas as análises estatísticas foram feitas através do software R (R Core Team, 2019). Foi adotada diversidade Alfa para medir a diversidade por meio do índice de Shannon (H') também denominado Shannon-Wiener ou Shannon-Weaver (Spellerberg & Fedor 2003). Os respectivos intervalos de confiança para cada índice foram gerados com a técnica não paramétrica de *bootstrap* sendo cada índice reamostrado através do pacote boot do programa R (Canty & Ripley 2012).

A similaridade entre os tratamentos foi calculada através de índice de Jaccard pelo método de agrupamento por soma quadrática de Ward.

## ***RESULTADOS***

Dada à diversidade de espécies ocorrentes foram considerados significativos os seguintes percevejos: *Dichelops melacanthus* (Dal.), *Edessa meditabunda* (Fab.), *Euschistus heros* (Fab.), *Nezara viridula* (Lin.), *Oebalus* spp., (Hemiptera: Pentatomidae), e *Leptoglossus zonatus* (Dal.) (Hemiptera: Coreidae).

O índice de diversidade H' não apresentou diferenças significativas nas safras Verão tanto no ano agrícola 2017/2018 quanto no 2018/2019 e na safra Outono 2018 (Tab 1, 2 e 3).

Observando o dendrograma de baixo para cima e da esquerda para direita e com o corte na altura 0,2 é possível visualizar os subgrupos.

Na safra Verão (2017/2018) o primeiro contendo os tratamentos milho solteiro e milho consórcio; o segundo milho *Bt* solteiro e milho *Bt* consórcio; e o terceiro *U. ruziziensis*, *U. ruziziensis* consórcio *Bt* e *U. ruziziensis* consórcio (Fig 1).



Na safra Verão (2018/2019) foram formados dois subgrupos: o primeiro com todos os híbridos de milho em ambos os sistemas de cultivo e o segundo composto por todas *U. ruzizensis* (Fig 2).

Na safra Outono (2018) foram formados três subgrupos: o primeiro composto por *U. ruzizensis*, o segundo por *U. ruzizensis* solteira e consorciada e o terceiro todos os híbridos de milho em ambos os sistemas de cultivo (Fig 3).

## **DISCUSSÃO**

O índice de diversidade de percevejos fitófagos variou, porém não apresentou diferença significativa. Situação similar a constatada por Xing *et al* (2019) que encontrou variabilidade na diversidade em algumas datas, porém não foi notada quando analisado o desenvolvimento da cultura como todo.

A indiferença constatada na população de percevejos praga pode ser resultante da polifagia deste grupo de insetos, ou seja, capacidade de se manter e desenvolver em plantas não cultivadas antes da colonização das culturas (Pazzini, 1997, Babu *et al* 2019, Engel & Pazzini 2019). E devido a esta característica foi constatado tanto na cultura do milho quanto na *U. ruzizensis* (Roza-Gomes *et al* 2011, Silva *et al* 2013) que outro fator que deve ser levado em consideração é que a toxina *Bt* expressada por plantas de milho não é capaz de influenciar a diversidade de Pentatomidae praga (Sousa *et al* 2018, Xing *et al* 2019).

Os subgrupos formados pelo índice de Jaccard variaram nas diferentes épocas de cultivo, situação comumente observada na comunidade de Insecta presentes na cultura do milho (Frizzas *et al* 2003, Fernandes *et al* 2019). Esta variabilidade é relacionada principalmente por fatores climáticos (Guo *et al* 2014) e não pelas expressão da proteína *Bt* (Guo *et al* 2016), deste modo foi constatado que houve similaridade no número de ocorrência de percevejos praga para os tratamentos milho, independente do sistema de cultivo ou biotecnologia nas safras Verão (2018/2019) e Outono (2018).

Independente do ano agrícola os tratamentos de milho e *U. ruzizensis* nunca compõem um mesmo subgrupo, pelo fato de que as espécies hospedeiras suprem de maneira variável as necessidades biológicas dos percevejos praga, assim como a atratividade (Babu *et al* 2019, Possebom *et al* 2020).

Concluimos que a diversidade de percevejos praga que observamos no estudo não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, porém os índices de Shannon foram menores na safra de Outono.

Há similaridade na ocorrência de percevejos fitófagos na cultura do milho nos diferentes sistemas de produção, e que apesar destes hemípteros estarem presentes na *U.*

*ruzizensis* não houve agrupamento entre as duas culturas. O estudo suporta a ideia que o sistema ILP não interfere na ocorrência de percevejos praga ou na diversidade destas espécies analisadas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Babu A, Reisig DD, Walgenbach JF, Heiniger RW, Everman W (2019). Influence of Weed Manipulation in Field Borders on Brown Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Densities and Damage in Field Corn. *Environmental Entomology*, 48(2), 444-453. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz016>

Canty A, Ripley B (2012). boot: Bootstrap R (S-Plus) functions. R package version, 1(7).

Carvalho ESM (2007). *Dichelops melacanthus* no Sistema Plantio Direto ao Longo do Ano: Dinâmica Populacional e Parasitismo nas Presenças de Plantas Daninhas, Palha, Culturas de Soja, Milho e Trigo e de Plantas Voluntárias de Milho. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados 57p.

Chocorosqui VR, Panizzi AR (2008). Nymph and adult biology of *Dichelops melacanthus* (Dallas)(Heteroptera: Pentatomidae) feeding on cultivated and non-cultivated host plants. *Neotropical Entomology*, 37(4), 353-360. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000400001>

Copatti JF, Oliveira NC (2011). Danos iniciais causados pelos percevejos *Dichelops melacanthus* e *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) em plantas de milho. *Campo Digital*, 6(1), 1-8.

Duarte MM, Ávila CJ, Santos V. (2015). Danos e nível de dano econômico do percevejo barriga verde na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4(3), 291-299. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n3p291-299>

Engel E, Pasini MPB (2019). Análise faunística de artrópodes em plantas hospedeiras durante entressafra de soja e milho. *Ciência & Tecnologia*, 2(2), 12-20. <http://dx.doi.org/10.33053/cientec.v2i2.7035>

Fernandes MG, Costa E N, Dutra CC, Raizer J (2019). Species Richness and Community Composition of Ants and Beetles in Bt and non-Bt Maize Fields. *Environmental Entomology*, 48(5), 1095-1103. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz086>

Frizzas MR, Omoto C, Neto SS, De Moraes RCB (2003). Avaliação da comunidade de insetos durante o ciclo da cultura do milho em diferentes agroecossistemas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2(02), 9-24. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n02p%25p>

Guo J, He K, Bai S, Zhang T, Liu Y, Wang F, Wang Z (2016). Effects of transgenic cry1Ie maize on non-lepidopteran pest abundance, diversity, and community composition. *Transgenic Research*, 25(6), 761-772. <https://doi.org/10.1007/s11248-016-9968-y>

Guo Y, Feng Y, Ge Y, Tetreau G, Chen X, Dong X, Shi W (2014). The Cultivation of Bt Corn Producing Cry1Ac Toxins Does Not Adversely Affect NonTarget Arthropods. *PLoS ONE* 9(12), e114228. <https://doi:10.1371/journal.pone.0114228>

Lucini T, Panizzi AR (2017). Feeding behavior of the stink bug *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae) on maize seedlings: an EPG analysis at multiple input

impedances and histology correlation. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(2), 160-171. <https://doi.org/10.1093/aesa/saw070>

Panizzi AR (1997). Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Review of Entomology*, 42(1), 99-122.

Panizzi AR, Lucini T (2016). What happened to *Nezara viridula* (L.) in the Americas? Possible reasons to explain populations decline. *Neotropical Entomology*, 45(6), 619-628. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0446-2>

Possebom T, Lucini T, Panizzi AR (2020). Stink Bugs Nymph and Adult Biology and Adult Preference on Cultivated Crop Plants in the Southern Brazilian Neotropics. *Environmental entomology*, 49(1), 132-140. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz142>

Roza-Gomes MF, Salvadori JR, Pereira PRVDS, Panizzi AR (2011). Injúrias de quatro espécies de percevejos pentatomídeos em plântulas de milho. *Ciência Rural*, 41(7), 1115-1119. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000081>

Silva JJ, Ventura MU, Silva FAC, Panizzi AR (2013). Population dynamics of *Dichelops melacanthus* (Dallas)(Heteroptera: Pentatomidae) on host plants. *Neotropical Entomology*, 42(2), 141-145. <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0104-2>

Sosa-Gómez DR, Corrêa-Ferreira BS, Kraemer B, Pasini A, Husch PE, Delfino Vieira CE, & Negrão Lopes IO (2019). Prevalence, damage, management, and insecticide resistance of stink bug populations (Hemiptera: Pentatomidae) in commodity crops. *Agricultural and Forest Entomology*. <https://doi.org/10.1111/afe.12366>

Sousa MF, Fernandes MG, Guimarães AJS (2018). Influence of Bt Maize on Diversity and Composition of Non-target Arthropod Species. *Journal of Agricultural Science*. 11(2), 201-209. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n2p201>

Spellerberg IF, Fedor PJ (2003). A tribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the ‘Shannon–Wiener’ Index. *Global Ecology and Biogeography*, 12(3), 177-179. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00015.x>

Tomacheski JF, Panizzi AR (2018). Seasonal abundance of *Thyanta perditor* (F.)(Heteroptera: Pentatomidae) and its preference among cultivated and non-cultivated plants. *Agropecuária Catarinense*, 31(3), 50-55. <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n3.6>

Torres JLR, de Assis RL, Loss A (2018). Evolução entre os sistemas de produção agropecuária no Cerrado: convencional, Barreirão, Santa Fé e Integração Lavoura-Pecuária. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 39(302), 7-17.

Xing Y, Qin Z, Feng M, Li A, Zhang L, Wang Y, ... Shi W (2019). The impact of Bt maize expressing the Cry1Ac protein on non-target arthropods. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6), 5814-5819. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-4025-4>

Índice de Shannon				
	Média	inf	sup	
milho solteiro	1,500	1,214	1,786	A
milho <i>Bt</i> solteiro	1,286	1,071	1,500	A
<i>U. ruziziensis</i>	1,215	1,000	1,500	A
milho consórcio	1,572	1,357	1,786	A
milho <i>Bt</i> consórcio	1,357	1,143	1,571	A
<i>U. ruziziensis</i> consórcio	1,357	1,143	1,571	A
<i>U. ruziziensis</i> consórcio <i>Bt</i>	1,286	1,071	1,500	A

**Tabela 1.** Índice de Shannon referente a percevejos praga na safra Verão (2017/2018).

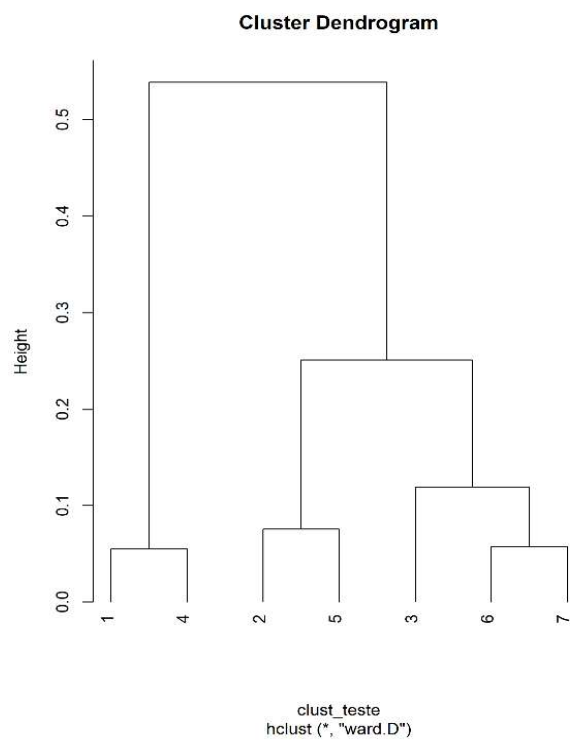
Índice de Shannon				
	Média	inf	sup	
milho solteiro	1,250	1,063	1,500	A
milho <i>Bt</i> solteiro	1,313	1,125	1,500	A
<i>U. ruziziensis</i>	1,000	1,000	1,000	A
milho consórcio	1,250	1,063	1,438	A
milho <i>Bt</i> consórcio	1,313	1,125	1,500	A
<i>U. ruziziensis</i> consórcio	1,000	1,000	1,000	A
<i>U. ruziziensis</i> consórcio <i>Bt</i>	0,000	0,000	0,000	*

**Tabela 2.** Índice de Shannon referente a percevejos praga na safra Outono (2018).

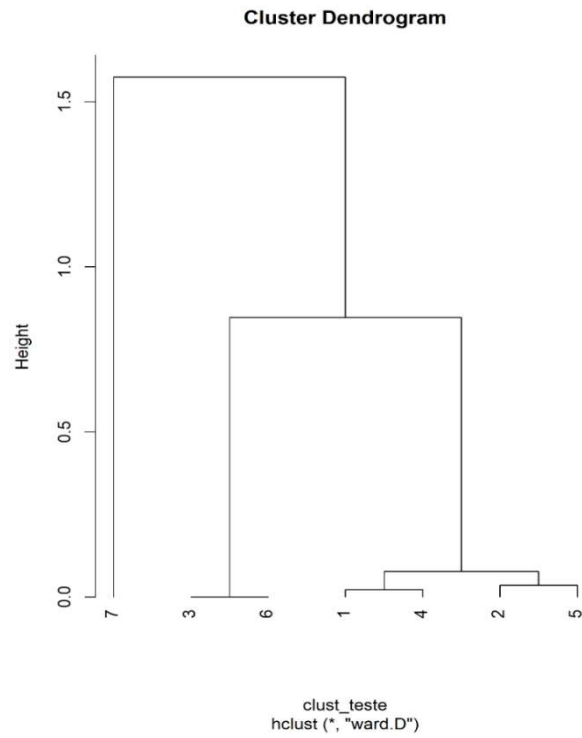
Índice de Shannon				
	Média	inf	sup	
milho solteiro	1,538	1,231	1,923	A
milho <i>Bt</i> solteiro	1,692	1,231	2,154	A
<i>U. ruziziensis</i>	1,308	1,077	1,615	A
milho consórcio	1,769	1,385	2,231	A
milho <i>Bt</i> consórcio	1,616	1,231	2,000	A
<i>U. ruziziensis</i> consórcio	1,231	1,077	1,462	A
<i>U. ruziziensis</i> consórcio <i>Bt</i>	1,385	1,154	1,692	A

**Tabela 3.** Índice de Shannon referente a percevejos praga na safra Verão (2018/2019)

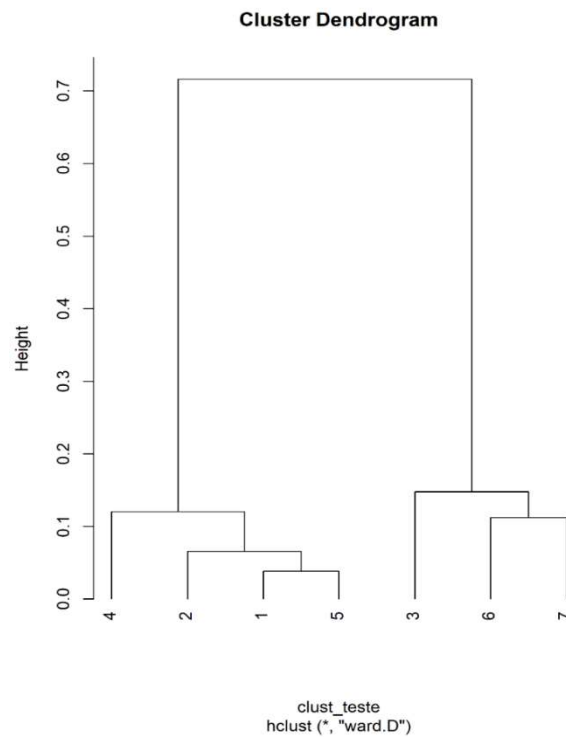
**Figura 1.** Safra Verão (2017/2018) 1) milho solteiro; 2) milho *Bt* solteiro; 3) *U. ruziziensis*; 4) milho consórcio; 5) milho *Bt* consórcio; 6) *U. ruziziensis* consórcio; 7) *U. ruziziensis* consórcio *Bt*.



**Figura 2.** Safra Outono (2018) 1) milho solteiro; 2) milho *Bt* solteiro; 3) *U. ruziziensis*; 4) milho consórcio; 5) milho *Bt* consórcio; 6) *U. ruziziensis* consórcio; 7) *U. ruziziensis* consórcio *Bt*.



**Figura 3.** Safra Verão (2018/2019) 1) milho solteiro; 2) milho *Bt* solteiro; 3) *U. ruziziensis*; 4) milho consórcio; 5) milho *Bt* consórcio; 6) *U. ruziziensis* consórcio; 7) *U. ruziziensis* consórcio *Bt*.



**CAPÍTULO III:** Efeito de diferentes sistemas de cultivo entre milho (*Zea mays* L.) e *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) na abundância de *Rhopalosiphum maidis* (Fit.)

(De acordo com as normas de “Submissão de manuscrito” da Entomologia Experimentalis et Applicata)

Efeito de diferentes sistemas de cultivo entre milho (*Zea mays* L.) e *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) na abundância de *Rhopalosiphum maidis* (Fit.)

## RESUMO

Os sistemas de cultivos comumente adotados no Brasil fornecem abundância de hospedeiros para *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) (Hemiptera: Aphididae). Este afídeo é praga abundante na cultura do milho (*Zea Mays* L.) e sua polifagia permite que infeste várias espécies de Poaceae, inclusive *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.). Disso decorre o objetivo primário deste estudo que foi identificar o impacto de cada sistema na abundância da população de *R. maidis*. Os sistemas de cultivos (tratamentos) estudados foram (1) Pousio, (2) híbrido de milho SYN 7205 TG, (3) SYN 7205 TLTG Viptera, evento MIR162 + Bt11, (4) *U. ruziziensis* implantados no sistema solteiro (monocultivo), e os implantadas no sistema consorciado (plântio simultâneo) foram (5) SYN 7205 TG + *U. ruziziensis* e (6) SYN 7205 TLTG Viptera + *U. ruziziensis*. Os trabalhos foram realizados a campo durante três safras (dois experimentos no Verão e um no Outono). A emergência das plântulas do milho foi registrada em 25 de novembro de 2017 (Verão), 23 de maio 2018 (Outono) e 19 de dezembro de 2018 (Verão). Foram adotadas cinco repetições distribuídas em blocos ao acaso. O monitoramento foi realizado de maneira visual, com destruição da planta avaliada. O modelo estatístico que melhor ajustou-se aos dados da população de *R. maidis*, para as três safras, foi o “linear generalizado do tipo binomial negativo” e as médias foram comparadas por meio da sobreposição dos intervalos de confiança previstos pelo modelo ajustado. Identificamos que o milho cultivado solteiro afetou positivamente a abundância de *R. maidis* e que há baixo desempenho reprodutivo do pulgão-da-folha-do-milho em *U. ruziziensis*, assim como no tratamento sob Pousio.

**Palavras chave:** Sistema Santa Fé, Integração Lavoura Pecuária, ILP, Sistemas Integrados de Produção, Vip3Aa20.



Effect of different cropping systems using corn (*Zea mays* L.) and *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.) on the abundance of *Rhopalosiphum maidis* (Fit.).

### ABSTRACT

The cropping systems commonly used in Brazil provide an abundance of hosts for *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) (Hemiptera: Aphididae). This aphid is an abundant pest in corn (*Zea Mays* L.) and its polyphagous habit allows it to infest many species of Poaceae, including *Urochloa ruziziensis* (Ger. & Evr.). This study was aimed at examining the effect of cropping systems on the population abundance of *R. maidis*. The cropping systems (treatments) evaluated were (1) Fallow, (2) Hybrid corn SYN 7205 TG, (3) SYN 7205 TLTG Viptera, event MIR162 + Bt11, (4) *U. ruziziensis* grown as monocultures, while intercropping systems included (5) SYN 7205 TG + *U. ruziziensis* and (6) SYN 7205 TLTG Viptera + *U. ruziziensis*. The study was carried out during three harvests (two in Summer and one in Fall). Emergence of corn seedlings was observed on November 25<sup>th</sup>, 2017 (Summer), May 23<sup>rd</sup>, 2018 (Fall), and December 19<sup>th</sup>, 2018 (Summer). Treatments consisted of five repetitions arranged in randomized blocks. Monitoring was carried out manually, with the complete removal of the plants examined. The *R. maidis* population in the three harvests was best described by the negative binomial generalized linear model and the means were compared by overlapping the confidence intervals predicted by the adjusted model. Monoculture corn positively affected the abundance of *R. maidis*, while its reproductive performance in *U. ruziziensis* and Fallow was lower.

**Keywords:** Santa Fé System, Crop-livestock Integration, ILP, Intercropping System, Vip3Aa20.

## INTRODUÇÃO

A ampla utilização do cultivo consorciado entre milho (*Zea mays* L.) e *Urochloa* spp., (sin. *Brachiaria* spp.) nos sistemas produtivos brasileiros visando a produção do grão e de biomassa para pastejo animal e/ou resíduos vegetais para a sustentabilidade do Plantio Direto, com vistas a melhorar as qualidades físicas e químicas do solo e o balanço de Carbono, acaba fornecendo diversidade de hospedeiros para *Rhopalosiphum maidis* (Fit.) (Hemiptera: Aphididae).

Assumindo que *R. maidis* possui a capacidade de utilizar diversas espécies de Poaceae como hospedeiro (Robinson & Hsu, 1963; Hesler & Dagel, 2010), dentre aquelas cultivadas no Brasil, destacam-se o milho, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), o trigo (*Triticum aestivum* L.) e algumas plantas forrageiras (ex., *Urochloa* spp.) (Foott, 1977; Du Toit, 1989; Carena & Glogoza, 2004; Parchen & Auad, 2016).

Na cultura do milho *R. maidis* demonstra ser o inseto com maior abundância, (Resende et al., 2016) independente se a planta é geneticamente modificada (GM) para a expressão da proteína *Bacillus thuringiensis* Ber. (*Bt*) ou não (Shu et al., 2019).

A distribuição vertical de *R. maidis* no milho ocorre inicialmente no cartucho, estrutura que fornece abrigo à espécie aos fatores bióticos (Gonzales et al., 2001) e abióticos. Porém com o desenvolvimento da planta este Aphididae também será encontrado na bainha das folhas, caule, pendão e folhas que cobrem a espiga (Foott, 1977; Resende et al., 2016), na maioria das vezes com os indivíduos agrupados em colônias.

Uma elevada infestação de *R. maidis* no hospedeiro é relacionada positivamente com o menor rendimento produtivo da cultura infestada (Everly, 1960; Foott & Timmins, 1973; Al-Eryan & El-Tabbakh, 2004).

Os danos provenientes deste afídeo podem ocorrer de forma direta pela alimentação, que decorre da inserção do estilete nas aberturas dos estômatos do vegetal ou através da epiderme, sendo intracelular ou intercelular, a fim de alcançar a seiva do floema (Bing et al., 1991), assim sequestrando nutrientes da planta. Ou pode ocorrer de forma indireta pelo fato que *R. maidis* ser vetor de importantes viroses (Ahmad et al., 2006; Mar et al., 2013; Gonçalves et al., 2017) e pela acumulação nas estruturas do hospedeiro do “*honeydew*”, resíduo líquido secretado que contém carboidratos, principal componente do floema (Ohshima et al., 1990; Yesbergenova-Cuny et al., 2016), que é expelido continuamente durante a alimentação.

O *honeydew* quando presente no pendão interfere na liberação do pólen das anteras, além de ser substrato para o desenvolvimento de fungos (fumagina *Capnodium* spp.) que

diminuem a capacidade de trocas gasosas e a fotossíntese dos órgãos fotossintéticos (Everly, 1960; Foott & Timmins, 1973; Al-Eryan & El-Tabbakh, 2004).

Deste modo os sistemas de cultivo consorciados ou não, com milho e/ou *U. ruziziensis*, adotados no Brasil demonstram ser excelentes modelos para o estudo inédito do comportamento de *R. maidis* em diferentes culturas e sistemas, bem como estudar o impacto que cada um deles causa na população deste Aphididae.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Área experimental***

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FAECA/ UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, latitude 22°13' Sul, longitude 54°59' Oeste, e elevação de 458 m. Ele consistiu em três experimentos de campo conduzidos durante três safras, sendo dois na época de primeira safra (Verão 2017/2018 e de 2018/2019) e um na época de segunda safra (Safrinha ou Outono de 2018). Os fatores de tratamentos (sistema de cultivo) foram: (1) Pousio; (2) híbrido de milho SYN 7205 TG (M-S); (3) SYN 7205 TLTG Viptera, eventos MIR162 + Bt11 (MBt-S); (4) *U. ruziziensis* (U-S) implantados no sistema solteiro (monocultivo), e implantadas no sistema consorciado (plantio simultâneo) foram (5) SYN 7205 TG (M-I) + (6) *U. ruziziensis* (U-IBt) e (7) SYN 7205 TLTG Viptera (MBt-I) + (8) *U. ruziziensis* (U-IBt).

### ***Desenho experimental e sistema de cultivo***

Cada unidade experimental (parcela) teve 120 m<sup>2</sup> (10 m x 12 m) distribuídas ao acaso em cinco blocos (repetições), totalizando 3600 m<sup>2</sup> de área total de cada experimento (safra).

A condição do Pousio (tratamento 1) foi implantada a partir de solo com a ausência de vegetação que contribuiu para proliferação de plantas espontâneas que emergiram na área do estudo, resultando em diferentes espécies, densidade e distribuição nas parcelas e nas safras, pelo fato que não houve interferência em seu desenvolvimento.

As semeaduras dos demais tratamentos ocorreram mecanicamente. No caso dos híbridos de milho foi adotado o espaçamento de 0,9 m entre linhas com seis plantas a cada 1 m e para *U. ruziziensis* 0,2 m entre linhas com nove plantas a cada 1 m.

Os tratamentos tiveram preparo de solo antecessor à semeadura com aração e gradagem (plantio convencional), além da fertilização. Visando a manutenção da área experimental e satisfatório desenvolvimento dos cultivos foi realizado, quando necessário, a irrigação via aspersão de maneira homogênea na área e controle das plantas daninhas nas

parcelas semeadas mecanicamente e em seu entorno, adotando inicialmente os herbicidas atrazina e mesotriona, (800 e 48 gramas de ingrediente ativo por hectare, respectivamente) e posteriormente realizada a capina manual, quando necessário. Vale ressaltar que nenhum método de controle para artrópodes praga foi empregado na área no decorrer dos experimentos.

### ***Avaliação de *R. maidis****

Os indivíduos de *R. maidis* presentes nos cultivos foram sistematicamente quantificados através de avaliações visuais realizadas à campo, e para este fim as plantas ou estruturas avaliadas foram destruídas, deste modo obtivemos maior acurácia na abundância de *R. maidis* e evitamos utilizar o mesmo ponto amostral repetidamente.

As avaliações ocorreram a cada  $7 \pm 3$  dias por meio das amostragens realizadas em quatro plantas inteiras de milho e/ou seis perfilhos de *U. ruziziensis* ou seis plantas daninhas, variação dependo da parcela.

O início das avaliações ocorreu para primeira safra em novembro de 2017 (n=14), para segunda safra em maio 2018 (n=16) e para a terceira em dezembro de 2018 (n=13), ou seja, entre os estádios fenológico do milho V4-V5 (quarta - quinta folha totalmente expandida) e finalizada na maturidade fisiológica R6 de acordo com Ritchie et al. (1993).

### ***Análise estatística***

Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software R (R Core Team, 2019). Foram testados os modelos Poisson, quase-Poisson e Binomial Negativo. Por meio do envelope simulado meio normal (Moral et al., 2017) foi confirmado que o modelo que melhor ajustou-se aos dados populacionais de *R. maidis*, para as três safras, foi o linear generalizado do tipo Binomial Negativo.

As médias foram contrastadas por meio da sobreposição dos intervalos de confiança previstos pelo modelo Binomial Negativo, os quais estão expressos nas figuras. Enquanto nas tabelas estão expressas apenas as médias originais. As figuras foram criadas utilizando do pacote ggplot2 (Wickham, 2016).

## ***RESULTADOS***

A população de *R. maidis* foi comparada entre os tratamentos e durante o desenvolvimento de cada cultura, individualizado por planta, independente do sistema de cultivo (Tabela 1, 2, 3).

### ***Safra Verão de 2017-2018***

Entre as culturas (linhas) é possível observar que diferenças foram registradas a partir do 14º dia (Pousio 1,67; U-IBt 0,03) e se mantiveram até o 77º dia, R6, (M-S 6,00; U-S 0,20) (Figura 1A). Quando comparamos apenas as plantas de milho nos distintos sistemas de implantação identificamos que aos 28 dias, R1, (M-S 12,50; MBt-I 0,75) e aos 42 dias, R2, (M-S 16,10; M-I 1,10) houve diferenças significativas (Tabela 1). Por sua vez o Pousio além dos 14 dias, também diferiu da *U. ruziziensis* aos 42 dias (Pousio 2,40; U-S 0,10 e U-I 0,13) e aos 63 dias (Pousio 2,17; U-I 0,03).

Quando comparamos a infestação de *R. maidis* apenas no desenvolvimento do milho (colunas) foi constatado maiores valores concentraram-se entre os 21 e 77 dias, V9 e R6 (Tabela 1), período que coincide com o aumento da população (Figura 2). Porém dentro deste intervalo houve um período que as médias diferiram no M-S aos dias 35, R1 (Figura 2A), MBt-S aos 21, 35, 42 e 77 dias, V9, R1, R2 e R6 (Figura 2B), M-I e MBt-I entre dos 28 aos 42, R1 aos R2 (Figura 2C), além dos 77 dias, R6 para MBt-I (Figura. 2D)

No caso de *U. ruziziensis* momentos que não mostram variabilidade (0,00) intercalaram-se com as médias, para U-S ocorreu diferença entre os dias 1 e 56 (0,07 e 1,40) (Figura 1B) e U-IBt as maiores médias e similares ocorreram entre 42 a 84 dias e, excluindo os valores sem variabilidade (Tabela 1).

### **Safra Outono2018**

As comparações realizadas entre as culturas demonstraram que no dia 1, V4, M-S, MBt-S, U-S, MBt-I resultam significativa diferença de U-I e U-IBt e aos 7 dias, V5, M-S, MBt-S e M-I foram diferentes de U-I, U-IBt e Pousio (Tabela 2). A partir dos 14 dias, V7, constatamos que os maiores valores representados por médias similares ocorreram para a cultura de milho independente do sistema de cultivo até aos 35 dias, VT. Aos 56 dias, R2, houve diferença significativa para (MBt-I 1,65; MBt-S 0,05) e aos 70 dias, R2, M-S e MBt-S registraram maiores médias diferenciando-se de MBt-I.

Em relação ao Pousio e *U. ruziziensis* diferenças foram constatadas aos 7 dias (U-S 1,33; U-I 0,10), posteriormente aos 56 dias (Pousio 2,60; U-S 0,07 e U-IBt 0,20) e aos 63 (Pousio 3,83; U-S 0,07), além do que Pousio registrou diferenças entre as demais culturas aos 63 dias, R2, (3,83) (Tabela 2).

O contraste de médias, considerando o desenvolvimento das culturas, resultou em maior densidade da população concentrados no início do desenvolvimento das culturas implantadas (Figura 3 e 4) uma vez que após os 91 dias a população de *R. maidis* foi nula (0,00).

No desenvolvimento de *U. ruziziensis* as maiores médias ocorreram em U-S entre o dia 1 aos 21 (Figura 3B) e U-I entre 1 e 14 dias, no caso do Pousio foram aos 56 e 63 dias

(Figura 3A) e no desenvolvimento das plantas de milho ocorreram em M-S (Figura 4A) e MBt-S (Figura 4B) entre 1 a 49, V4 a R1, e aos 70 dias, R2, acrescenta-se a média do dia 77, R3, para MBt-S.

Na cultura do milho implantada no sistema consorciado as maiores médias foram registradas para M-I de 1 a 56 e 84 dias, V4 a R2 e R3, (Figura 4C) e MBt-I 1 a 35 e 56 dias, V4 a VT e R2 (Figura 4D).

### ***Safra Verão de 2018-2019***

A população de *R. maidis* diferiu entre culturas a partir dos 21 dias, V9 (MBt-S 10,60; U-S 0,20) (Tabela 3), porém quando comparamos apenas plantas de milho as diferenças foram observadas aos 42 dias, R2, (MBt-S 7,85; M-I 0,35) e aos 63, R4, uma vez que M-S (0,85) e MBt-S (7,85) foram diferentes de M-C (4,10) desconsiderando os valores sem variabilidade constatados no cultivo do milho consorciado aos 1, 7, 14, 21 e 35 dias. Devido a constante variabilidade dos dados também em *U. ruzizensis* e em Pousio não houve diferenças.

O contraste de médias do modelo previsto durante o desenvolvimento das culturas revelou que a população de *R. maidis* diferiu apenas na cultura de milho. A população deste Aphididae esteve presente em maior intensidade no sistema solteiro (Tabela 3), no M-S houve aumento significativo aos 49 dias, R3, (19,30) e estendeu-se até aos 84 dias, R5, (93,60) (Figura 6A), no MBt-S aos 21 dias, V9, (10,60), posteriormente aos 42 dias, R2, (7,85) estendo até aos 84, R5, (44,45) (Figura 6B). Nos sistemas de milho consorciados a dinâmica populacional foi similar em M-I a partir dos 63 dias, R4, (4,10) até 84 (40,90) (Figura 6C) e para MBt-I aos 21 dias, V9, (3,65) e do dia 49, R3, (3,80) até ao 91, R6, (5,75) (Figura 6D).

## **DISCUSSÃO**

Os indivíduos de *R. maidis* estiveram presentes nas plantas de milho desde a primeira avaliação, tanto na safra Outono V4 (Tabela 2) quanto nas safras de Verão V4-V5 (Tabela 1 e 3), porém a dinâmica da população diferiu entre as diferentes safras.

A safra Outono mostra menor riqueza e composição da comunidade de Arthropoda na região do estudo quando comparado a de Verão (Fernandes et al., 2019), resultante das menores temperaturas registradas no Outono que é fator limitante ao ciclo biológico de *R. maidis*, quando inferior à 21°C diminui a sua reprodução e sobrevivência (Maia et al., 2004; Kuo et al., 2006) da mesma forma que reduz a possibilidade de metamorfose alada (Chen et al., 2019).

Nas safras Verão houve o aumento gradual da infestação juntamente com desenvolvimento do milho, ou seja, em V9 ocorreu o primeiro aumento significativo e em R3 e R5 o aumento máximo da população, esta relação é bem documentada (Robinson & Hsu, 1963; Foott, 1977; Kieckhefer & Gellner, 1988; Maia et al., 2005; Guo et al., 2017). Deste modo as interações responsáveis por afetar a taxa intrínseca da população são as que necessitam de maior atenção e serão discutidas.

A infestação e desempenho de afídeos pragas são influenciados, dentre outros, pela translocação de exsudatos e compostos de defesa presentes no floema. Plântulas de milho possuem alta produção de compostos tóxicos responsáveis por exercer antibiose e antixenose à *R. maidis* (Meihls et al., 2013; Louis et al., 2015; Varsani et al., 2019), porém as concentrações tendem a diminuir com o desenvolvimento da plântula (Cambier et al., 2000; Gonzales et al., 2001; Eleftherianos et al., 2006; Bosak et al., 2013).

O menor acúmulo de compostos de defesa representa aumento na taxa intrínseca da população, que por sua vez será influenciada positivamente, entre outros, pela maior concentração dos aminoácidos (Ponder et al., 2003; Faria et al., 2007). Infelizmente comparações, entre estudos distintos, sobre as concentrações dos exsudatos da seiva do floema é complexa pelo fato das sensíveis variações existentes (Karley et al., 2002; Gattolin et al., 2008; Plett et al., 2016; Yesbergenova-Cuny et al., 2016).

A composição dos exsudatos do floema em folhas de idades diferentes diferem significativamente (Karley et al., 2002; Jakobs et al., 2018), e a senescência das folhas antecede a remobilização de foto assimilados para os órgãos não fotossintéticos, principalmente durante estágio reprodutivo (Seebauer et al., 2004; Kumar et al., 2019) fornecendo para *R. maidis* novas estruturas aptas para infestação e conseqüentemente a visível preferência por locais próximos de órgãos reprodutivos (Resende et al., 2016) que acumulam metabolitos, e resultam no aumento do tamanho das colônias (Tabela 1 e 3).

A maior densidade de *R. maidis* influencia diretamente a metamorfose de ninfas de 1º e 2º instar para forma alada (Chen et al., 2019), que nas safras Verão ocorreram em [R3 e R5 (Tabela 1)] e [R5 (Tabela 3)] coincidiram com a proximidade da maturidade fisiológica da planta do milho. Informações similares sobre a dinâmica da população foram constatadas em campo de trigo (Akhtar & Khaliq, 2004).

A capacidade de migração para novos hospedeiros, dentre eles Poaceae não cultivadas (Robinson & Hsu, 1963; Hesler & Dagele, 2010), permitiu que *R. maidis* infestasse também plantas do tratamento Pousio, que por sua vez podem ser hospedeiras de vírus (Bekele et al., 2018) presentes no Brasil, sendo *R. maidis* vetor destes (Ahmad et al., 2006; Mar et al., 2013; Gonçalves et al., 2017).

A população de *R. maidis* apresentou abundância diferente para as diferentes culturas pelo fato de que o seu desempenho populacional é influenciado pela composição do floema (Apablaza & Robinson 1967; Caballero et al., 2001) e pelas características físicas dos hospedeiros, sendo estes fatores variáveis entre espécies de plantas (Jakobs et al., 2018).

O melhor desempenho de *R. maidis* em plantas de milho, quando comparada às gramíneas forrageiras ou daninhas, é evidente (Robinson & Hsu, 1963; Branson, 1972; Hesler & Dagele, 2010). Estudos realizados em condições climáticas similares demonstraram que as plantas de milho registraram maior aumento da taxa intrínseca e reprodutiva da população (Kuo et al., 2006; Razmjou & Golizadeh, 2010) quando comparado *Urochloa* sp., (sin. *Brachiaria*) (Parchen & Auad, 2016).

A menor infestação registrada em *U. ruziziensis*, independente do sistema de cultivo, diminui a possibilidade de metamorfose de ninfas para forma aladas (Chen et al., 2019). Como consequência a forrageira contribui para o sistema, em grande parte, como receptora de *R. maidis* que está migrando entre área ou plantas, reduzindo assim a população no milho. As diferenças constatadas entre diferentes sistemas de cultivo foram na safra Verão 2017-2018, nos estádios R1 (M-S; MBt-I) e em R2 (M-S; M-I), e Verão 2018-2019 nos estádios R2 (MBt-S; M-I) e em R4 (M-S e MBt-S; M-I) com as maiores médias para a cultura do milho cultivada no sistema solteiro (monocultivo).

Os efeitos negativos da *Urochloa* spp. sobre a população de artrópodes praga podem ser aproveitados para a diminuição da população no cultivo simultâneo com o milho (Cheruiyot et al., 2018), porém esta hipótese necessita ser comprovada para *R. maidis*, além de identificar a variabilidade do cariótipos existente (Jauset et al., 2000; Potan & Gautam, 2019).

Vale ressaltar que, em condições controladas, plantas que possuem danos causados pela alimentação de *Spodoptera* spp. [predominantes no milho não-*Bt* (dados não publicados)] tem a capacidade de diminuir a atratividade para *R. maidis* (Bernasconi et al., 1998), mas devido à sua alta taxa intrínseca torna-se difícil observar este comportamento à campo (Tabela 1, 2 e 3).

Além do que o ciclo biológico ou a predominância de *Rhopalosiphum* spp. não são influenciados pela presença de proteínas *Bt* em plantas geneticamente modificadas (Guo et al., 2016; Shu et al., 2018; Shu et al., 2019) e é incerto o impacto que plantas danificadas por *Spodoptera* spp. podem causar sobre a reprodução deste Aphididae (Tzin et al., 2015). Consequentemente há variabilidade na população de *Rhopalosiphum* sp. a campo relacionados a fatores ambientais (Lumbierres et al., 2004; Lumbierres et al., 2011).



Deste modo é possível observar que peculiaridades de cada safra, sistema de cultivo, espécies de plantas hospedeiras e os fatores biológicos de *R. maidis* causam impacto sobre a sua dinâmica populacional, e que as interações existentes são um campo amplo e rico em detalhes importante para o sólido entendimento do comportamento deste Aphididae.

Por fim concluímos que *R. maidis* é capaz de infestar *U. ruziziensis* e o seu desempenho reprodutivo é baixo, e que o plantio simultâneo entre milho + *U. ruziziensis*, independente se é GM para expressar a bactéria *Bt* ou não, resulta na menor abundância de *R. maidis* nas plantas de milho, uma vez que quando foi registrado diferenças o milho solteiro apresentou as maiores médias para as safras de Verão.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ahmad YA, Royer M, Daugrois JH, Costet L, Lett JM, Victoria JI, & Rott, P (2006) Geographical distribution of four Sugarcane yellow leaf virus genotypes. *Plant Disease* 90:1156-1160. doi:10.1094/PD-90-1156

Akhtar IH & Khaliq A (2004) Microclimatic morphs and plant distribution analysis of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) and *Schizaphis graminum* (Rondani) on wheat. *Asian Journal of Plant Sciences* 3:516-521.

Al-Eryan MAS & El-Tabbakh SS (2004) Forecasting yield of corn, *Zea mays* infested with corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. *Journal of Applied Entomology* 128:312-315. doi:10.1111/j.1439-0418.2004.00852.x

Apablaza JT & Robinson AG (1967) Effects on three species of grain aphids (Homoptera: Aphididae) reared on wheat, oats or barley and transferred as adults to wheat, oats, or barley. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 10:358-362. doi:10.1111/j.1570-7458.1967.tb02455.x

Bekele B, Kumari S, Ahmed S, Fininsa C, Yusuf A & Abraham A (2018) Non-cultivated grass hosts of yellow dwarf viruses in Ethiopia and their epidemiological consequences on cultivated cereals. *Journal of Phytopathology* 166:103-115. doi:10.1111/jph.12666

Bernasconi ML, Turlings TC, Ambrosetti L, Bassetti P & Dorn S (1998) Herbivore-induced emissions of maize volatiles repel the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 87:133-142. doi:10.1046/j.1570-7458.1998.00315.x

Bing JW, Novak MG, Obrycki JJ & Guthrie WD (1991) Stylet penetration and feeding sites of *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on two growth stages of maize. *Annals of the Entomological Society of America* 84:549-554. doi:10.1093/aesa/84.5.549

Bosak EJ, Seidl-Adams IH, Zhu J & Tumlinson JH (2013) Maize developmental stage affects indirect and direct defense expression. *Environmental Entomology* 42:1309-1321. doi:10.1603/EN13079

Branson TF (1972) Resistance to the corn leaf aphid in the grass tribe Maydeae. *Journal of Economic Entomology* 65:195-196. doi:10.1093/jee/65.1.195

- Caballero PP, Ramírez CC & Niemeyer HM (2001) Specialization pattern of the aphid *Rhopalosiphum maidis* is not modified by experience on a novel host. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100:43-52. doi:10.1046/j.1570-7458.2001.00846.x
- Cambier V, Hance T & de Hoffmann E (2000) Variation of DIMBOA and related compounds content in relation to the age and plant organ in maize. *Phytochemistry* 53:223-229. doi:10.1016/S0031-9422(99)00498-7
- Carena MJ & Glogoza P (2004) Resistance of maize to the corn leaf aphid: a review. *Maydica*, 49:241-254.
- Chen Y, Verheggen FJ, Sun D, Wang Z, Francis F & He K (2019) Differential wing polyphenism adaptation across life stages under extreme high temperatures in corn leaf aphid. *Scientific Reports* 9:8744. doi:10.1038/s41598-019-45045-x
- Cheruiyot D, Midega CA, Van den Berg J, Pickett JA & Khan ZR (2018) Suitability of *Brachiaria* grass as a trap crop for management of *Chilo partellus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166:139-148. doi:10.1111/eea.12651
- Du Toit F (1989) Inheritance of resistance in two *Triticum aestivum* lines to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 82:1251-1253. doi:10.1093/jee/82.4.1251
- Eleftherianos I, Vamvatsikos P, Ward D & Gravanis F (2006) Changes in the levels of plant total phenols and free amino acids induced by two cereal aphids and effects on aphid fecundity. *Journal of Applied Entomology* 130:15-19. doi:10.1111/j.1439-0418.2005.01017.x
- Everly RT (1960) Loss in corn yield associated with the abundance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*, in Indiana. *Journal of Economic Entomology* 53:924-932. doi:10.1093/jee/53.5.924
- Faria CA, Wäckers FL, Pritchard J, Barrett DA & Turlings TC (2007) High susceptibility of Bt maize to aphids enhances the performance of parasitoids of lepidopteran pests. *PLoS One* 2:e600. doi:10.1371/journal.pone.0000600
- Fernandes MG, Costa EN, Dutra, CC & Raizer J (2019) Species richness and community composition of ants and beetles in Bt and non-Bt maize fields. *Environmental Entomology* 48:1095-1103. doi:10.1093/ee/nvz086
- Foott WH & Timmins PR (1973) Effects of infestations by the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), on field corn in southwestern Ontario. *The Canadian Entomologist* 105:449-458. doi:10.4039/Ent105449-3
- Foott WH (1977) Biology of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), in southwestern Ontario. *The Canadian Entomologist* 109:1129-1135. doi:10.4039/Ent1091129-8
- Gattolin S, Newbury HJ, Bale JS, Tseng HM, Barrett DA & Pritchard J (2008) A diurnal component to the variation in sieve tube amino acid content in wheat. *Plant Physiology* 147:912-921. doi:10.1104/pp.108.116079

- Gonçalves MC, Godinho M, Alves-Freitas DMT, Varsani A & Ribeiro SG (2017) First report of maize yellow mosaic virus infecting maize in Brazil. *Plant Disease* 101:2156. doi:10.1094/PDIS-04-17-0569-PDN
- Gonzales WL, Gianoli E & Niemeyer HM (2001) Plant quality vs. risk of parasitism: Within-plant distribution and performance of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*. *Agricultural and Forest Entomology* 3:29-33. doi:10.1046/j.1461-9563.2001.00084.x
- Guo J, Hatt S, Wang Z & Francis F (2017) Effect of plant age and species on population growth of two *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) lineages. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 82:183-188.
- Guo J, He K, Bai S, Zhang T, Liu Y, Wang F & Wang Z (2016) Effects of transgenic CryIIe maize on non-lepidopteran pest abundance, diversity, and community composition. *Transgenic Research* 25:761-772. doi:10.1007/s11248-016-9968-y
- Hesler LS & Dangel KJ (2010) Grass hosts of cereal Aphids (Hemiptera: Aphididae) between wheat-cropping cycles in South Dakota. *The Great Lakes Entomologist* 43:1-4.
- Jakobs R, Schweiger R & Müller C (2018) Aphid infestation leads to plant part-specific changes in phloem sap chemistry, which may indicate niche construction. *New Phytologist* 221:503-514. doi:10.1111/nph.15335
- Jauset AM, Munoz MP & Pons X (2000) Karyotype occurrence and host plants of the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae) in a Mediterranean region. *Annals of the Entomological Society of America* 93:1116-1122. doi:10.1603/0013-8746(2000)093[1116:KOAHP]2.0.CO;2
- Karley AJ, Douglas AE & Parker WE (2002) Amino acid composition and nutritional quality of potato leaf phloem sap for aphids. *Journal of Experimental Biology* 205:3009-3018. doi:10.1111/pce.13599
- Kieckhefer RW & Gellner JL (1988) Influence of plant growth stage on cereal aphid reproduction. *Crop Science* 28:688-690. doi:10.2135/cropsci1988.0011183X002800040027x
- Kumar R, Bishop E, Bridges WC, Tharayil N & Sekhon RS (2019) Sugar partitioning and source-sink interaction are key determinants of leaf senescence in maize. *Plant, Cell & Environment* 42:2597-2611. doi:10.1111/pce.13599
- Kuo MH, Chiu MC & Perng JJ (2006) Temperature effects on life history traits of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on corn in Taiwan. *Applied Entomology and Zoology* 41:171-177. doi:10.1303/aez.2006.171
- Louis J, Basu S, Varsani S, Castano-Duque L, Jiang V, Williams WP, ... & Luthe DS (2015) Ethylene contributes to maize insect resistance-mediated maize defense against the phloem sap-sucking corn leaf aphid. *Plant Physiology* 169:313-324. doi:10.1104/pp.15.00958
- Lumbierres B, Albajes R & Pons X (2004) Transgenic Bt maize and *Rhopalosiphum padi* (Hom, Aphididae) performance. *Ecological Entomology* 29:309-317. doi:10.1111/j.0307-6946.2004.00597.x
- Lumbierres B, Starý P & Pons X (2011) Effect of Bt maize on the plant-aphid-parasitoid tritrophic relationships. *BioControl* 56: 133-143. doi:133-143. 10.1007/s10526-010-9317-7

- Maia WJMS, Carvalho CF, Cruz I, Souza B & Maia TJ (2004) Influence of temperature on the development of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)(Hemiptera: Aphidae) under laboratory conditions. *Ciência e Agrotecnologia* 28:521-529. doi:10.1590/S1413-70542004000300006
- Maia WJMS, Cruz I, Carvalho CF, Souza B, Waquil JM, von Pinho RG, ... & Loureiro I (2005) Effect of growth stage of maize plant (*Zea mays* L.) upon *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) INFESTATION. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 4:308-315. doi:10.18512/1980-6477/rbms.v4n03p%25p
- Mar TB, Lau D, Schons J, Yamazaki-Lau E & Nhani Jr A (2013) Molecular identification based on coat protein sequences of the Barley yellow dwarf virus from Brazil. *Scientia Agricola* 70: 428-434. doi: 10.1590/S0103-90162013000600008
- Meihls LN, Handrick V, Glauser G, Barbier H, Kaur H, Haribal MM, ... & Köllner TG (2013) Natural variation in maize aphid resistance is associated with 2, 4-dihydroxy-7-methoxy-1, 4-benzoxazin-3-one glucoside methyltransferase activity. *The Plant Cell* 25:2341-2355. doi:10.1105/tpc.113.112409
- Moral RA, Hinde J & Demétrio CGB (2017) Half-Normal Plots and overdispersed models in R: The hnp package. *Journal of Statistical Software* 81:1-23. doi:10.18637/jss.v081.i10
- Ohshima T, Hayashi H & Chino M (1990) Collection and chemical composition of pure phloem sap from *Zea mays* L. *Plant and Cell Physiology* 31:735-737. doi:10.1093/oxfordjournals.pcp.a077972
- Parchen HA & Auad AM (2016) Biological responses of aphids (Hemiptera: Aphididae) when fed three species of forage grasses. *Florida Entomologist* 99:456-462. doi:10.1653/024.099.0318
- Plett D, Holtham L, Baumann U, Kalashyan E, Francis K, Enju A, ... & Dhugga KS (2016) Nitrogen assimilation system in maize is regulated by developmental and tissue-specific mechanisms. *Plant Molecular Biology* 92:293-312. doi:10.1007/s11103-016-0512-5
- Ponder KL, Pritchard J, Harrington R & Bale JS (2003) Difficulties in location and acceptance of phloem sap combined with reduced concentration of phloem amino acids explain lowered performance of the aphid *Rhopalosiphum padi* on nitrogen deficient barley (*Hordeum vulgare*) seedlings. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97:203-210. doi:10.1046/j.1570-7458.2000.00731.x
- Potan A & Gautam DC (2019) Chromosome studies on five species of aphids infesting *Eleusine coracana* host plant in Shimla hills, India. *The Nucleus* 62:83-87. doi:10.1007/s13237-018-0244-9
- R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Razmjou J & Golizadeh A (2010) Performance of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)(Homoptera: Aphididae) on selected maize hybrids under laboratory conditions. *Applied Entomology and Zoology* 45:267-274. doi:10.1303/aez.2010.267
- Resende DC, Mendes SM, Marucci RC, Silva ADC, Campanha, MM & Waquil JM (2016) Does *Bt* maize cultivation affect the non-target insect community in the agro ecosystem? *Revista Brasileira de Entomologia* 60:82-93. doi:10.1016/j.rbe.2015.12.001

Ritchie SW, Hanway JJ, Benson GO, Herman JC & Lupkes SJ (1993) How a corn plant develops. Special Report 48. Iowa State Univ. Coop. [http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/maize/www.ag.iastate.edu/departments/agronomy/corn\\_grows.html](http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/maize/www.ag.iastate.edu/departments/agronomy/corn_grows.html) Accessed 6 jun 2019

Robinson AG & Hsu SJ (1963) Host plant records and biology of aphids on cereal grains and grasses in Manitoba (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist* 95:134-137. doi:10.4039/Ent95134-2

Seebauer JR, Moose SP, Fabbri BJ, Crossland LD & Below FE (2004) Amino acid metabolism in maize earshoots. Implications for assimilate preconditioning and nitrogen signaling. *Plant Physiology* 136:4326-4334. doi:10.1104/pp.104.043778

Shu Y, Du Y & Wang J (2019) Presence of Cry1Ab in the Bt maize–aphid (*Rhopalosiphum maidis*) - ladybeetle (*Propylea japonica*) system has no adverse effects on insect biological parameters. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 167:1–8. doi:10.1111/eea.12801

Shu Y, Romeis J & Meissle M (2018) No interactions of stacked Bt maize with the non-target aphid *Rhopalosiphum padi* and the spider mite *Tetranychus urticae*. *Frontiers in Plant Science* 9:1-8. doi:10.3389/fpls.2018.00039

Tzin V, Lindsay PL, Christensen SA, Meihls LN, Blue LB & Jander G (2015) Genetic mapping shows intraspecific variation and transgressive segregation for caterpillar-induced aphid resistance in maize. *Molecular Ecology* 24:5739-5750. doi:10.1111/mec.13418

Varsani S, Grover S, Zhou S, Koch KG, Huang PC, Kolomiets MV, ... & Jander G (2019) 12-Oxo-phytodienoic acid acts as a regulator of maize defense against corn leaf aphid. *Plant Physiology*, 179:1402-1415. doi:10.1104/pp.18.01472

Wickham H (2016) *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. 2nd ed. Springer, New York, USA.

Yesbergenova-Cuny Z, Dinant S, Martin-Magniette ML, Quilleré I, Armengaud P, Monfalet P, ... & Hirel B (2016) Genetic variability of the phloem sap metabolite content of maize (*Zea mays* L.) during the kernel-filling period. *Plant Science* 252:347-357. doi:10.1016/j.plantsci.2016.08.007

Dias	Pousio	Milho não <i>Bt</i> [Solteiro]	Milho <i>Bt</i> [Solteiro]	<i>U. ruzizensis</i> [Solteiro]	Milho não <i>Bt</i> [Consórcio]	Milho <i>Bt</i> [Consórcio]	<i>U. ruzizensis</i> [Consórcio – não <i>Bt</i> ]	<i>U. ruzizensis</i> [Consórcio - <i>Bt</i> ]
1	1,000 ± 0,844 ABC a	0,000 ± 0,000 **	0,000 ± 0,000 **	0,067 ± 0,046 B a	0,050 ± 0,050 E a	0,000 ± 0,000 **	0,233 ± 0,141 A a	0,000 ± 0,000 **
7	0,133 ± 0,093 C a	0,200 ± 0,156 D a	0,050 ± 0,050 D a	0,133 ± 0,104 AB a	0,150 ± 0,109 DE a	0,000 ± 0,000 **	0,033 ± 0,033 A a	0,000 ± 0,000 **
14	1,667 ± 1,138 ABC a	0,900 ± 0,429 CD ab	0,100 ± 0,069 D ab	0,667 ± 0,483 AB ab	0,300 ± 0,300 DE ab	0,200 ± 0,138 D ab	0,500 ± 0,467 A ab	0,033 ± 0,033 B b
21	0,267 ± 0,209 BC bc	5,200 ± 3,248 AB a	4,850 ± 3,311 BC a	0,000 ± 0,000 **	2,800 ± 2,800 ABCD ab	9,900 ± 6,535 ABC a	0,133 ± 0,133 A c	0,000 ± 0,000 **
28	0,500 ± 0,291 BC cd	12,500 ± 6,697 AB a	7,650 ± 5,461 ABC ab	0,000 ± 0,000 **	1,500 ± 0,686 BCDE abc	0,750 ± 0,260 CD bcd	0,033 ± 0,033 A d	0,033 ± 0,033 B d
35	5,333 ± 3,586 A a	2,350 ± 1,286 BCD ab	5,000 ± 1,642 BC ab	0,000 ± 0,000 **	0,350 ± 0,302 DE b	2,000 ± 1,235 BCD ab	0,000 ± 0,000 **	0,000 ± 0,000 **
42	2,400 ± 2,234 AB ab	16,100 ± 4,786 AB a	4,450 ± 1,598 BC ab	0,100 ± 0,056 AB c	1,100 ± 0,518 CDE bc	3,450 ± 1,123 BC ab	0,133 ± 0,104 A c	1,000 ± 0,575 A bc
49	0,333 ± 0,268 BC c	64,300 ± 13,849 A a	46,900 ± 11,220 AB a	0,533 ± 0,287 AB c	6,900 ± 5,392 ABC ab	24,700 ± 8,927 AB a	0,167 ± 0,167 A c	0,700 ± 0,326 AB bc
56	0,300 ± 0,268 BC b	48,450 ± 15,559 A a	74,250 ± 22,435 A a	1,400 ± 1,130 A b	16,500 ± 8,588 AB a	26,100 ± 10,695 AB a	0,333 ± 0,188 A b	0,833 ± 0,732 AB b
63	2,167 ± 1,148 AB bc	54,150 ± 14,779 A a	31,450 ± 6,730 AB a	0,000 ± 0,000 **	11,300 ± 8,223 ABC ab	49,950 ± 14,687 A a	0,033 ± 0,033 A d	0,333 ± 0,175 AB cd
70	1,733 ± 1,502 ABC b	61,450 ± 15,778 A a	74,050 ± 23,094 A a	0,467 ± 0,403 AB b	32,700 ± 11,769 A a	76,800 ± 16,291 A a	0,600 ± 0,409 A b	0,000 ± 0,000 **
77	1,200 ± 0,903 ABC ab	6,000 ± 3,296 AB a	1,700 ± 1,310 CD ab	0,200 ± 0,121 AB b	2,600 ± 1,959 ABCD ab	3,350 ± 2,267 BC a	0,733 ± 0,249 A ab	0,867 ± 0,518 AB ab
84	0,133 ± 0,079 C a	1,800 ± 1,550 BCD a	0,650 ± 0,449 CD a	0,133 ± 0,079 AB a	0,150 ± 0,150 DE a	1,300 ± 1,300 CD a	0,367 ± 0,200 A a	0,433 ± 0,213 AB a
91	0,000 ± 0,000 **	0,000 ± 0,000 **	0,150 ± 0,150 D a	0,000 ± 0,000 **	0,000 ± 0,000 **	0,000 ± 0,000 **	0,200 ± 0,169 A a	0,033 ± 0,033 B a

Tabela 1 Safra Verão 2017-2018. Média ± erro padrão da população de *R. maidis* presente nas distintas culturas e sistemas. \*Valores sem variabilidade. Letras maiúsculas comparam valores entre colunas e letras minúsculas linhas.

Dias	Pousio	Milho não Bt [Solteiro]	Milho Bt [Solteiro]	<i>U. ruziziensis</i> [Solteiro]	Milho não Bt [Consórcio]	Milho Bt [Consórcio]	<i>U. ruziziensis</i> [Consórcio não Bt]	<i>U. ruziziensis</i> [Consórcio - Bt]
1	0,00 ± 0,00 *	6,10 ± 1,78 A a	6,75 ± 1,87 A a	1,67 ± 0,51 A ab	3,60 ± 1,35 A ab	6,20 ± 1,82 A a	0,60 ± 0,35 A b	0,47 ± 0,25 A b
7	0,23 ± 0,12 C bc	3,40 ± 1,27 AB a	4,45 ± 1,27 A a	1,33 ± 0,46 AB ab	3,40 ± 0,92 A a	1,60 ± 0,63 ABC ab	0,10 ± 0,06 AB c	0,23 ± 0,10 A bc
14	0,40 ± 0,27 BC bc	5,15 ± 1,34 A a	2,80 ± 0,93 A ab	0,50 ± 0,32 ABC bc	2,35 ± 0,67 ABC ab	5,40 ± 2,78 A a	0,13 ± 0,10 AB c	0,00 ± 0,00 *
21	0,13 ± 0,13 C c	3,45 ± 0,91 ABC a	6,60 ± 2,16 A a	0,23 ± 0,14 ABC bc	2,15 ± 0,83 ABC ab	3,65 ± 1,12 A a	0,03 ± 0,03 B c	0,03 ± 0,03 A c
28	0,00 ± 0,00 *	5,15 ± 1,73 A a	3,80 ± 1,57 A a	0,20 ± 0,10 B b	3,25 ± 1,25 A a	2,75 ± 0,82 AB a	0,03 ± 0,03 B b	0,07 ± 0,05 A b
35	0,00 ± 0,00 *	1,25 ± 0,76 ABC a	1,15 ± 0,44 ABC a	0,00 ± 0,00 *	0,75 ± 0,44 ABC a	1,20 ± 0,56 ABCD a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
42	0,50 ± 0,43 BC a	1,15 ± 0,7 ABC a	1,05 ± 0,49 ABC a	0,10 ± 0,10 C a	0,90 ± 0,76 ABC a	0,35 ± 0,24 BCD a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
49	0,10 ± 0,07 C bc	2,30 ± 0,98 ABC a	1,45 ± 0,94 AB ab	0,03 ± 0,03 C c	1,55 ± 0,57 ABC a	0,20 ± 0,16 CD abc	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
56	2,60 ± 2,23 AB a	0,30 ± 0,18 C abc	0,05 ± 0,05 C c	0,07 ± 0,05 C c	1,00 ± 1,00 ABC abc	1,65 ± 1,40 ABC ab	0,00 ± 0,00 *	0,20 ± 0,20 A bc
63	3,83 ± 3,73 A a	0,00 ± 0,00 *	0,15 ± 0,11 BC b	0,07 ± 0,07 C b	0,25 ± 0,18 C b	0,35 ± 0,21 BCD b	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
70	0,00 ± 0,00 *	1,15 ± 1,10 ABC a	1,80 ± 1,75 AB a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,05 ± 0,05 D b	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
77	0,00 ± 0,00 *	0,45 ± 0,45 BC a	2,00 ± 2,00 AB a	0,00 ± 0,00 *	0,25 ± 0,20 BC a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
84	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,85 ± 0,85 ABC a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *

Tabela 2. Safra Outono 2018. Média ± erro padrão da população de *R. maidis* presente nas distintas culturas e sistemas. \*Valores sem variabilidade. Letras maiúsculas comparam valores entre colunas, letras minúsculas linhas. Os dados dos dias 91, 98 e 105 foram excluídos da Tabela por não demonstrarem qualquer variabilidade.

Dias	Pousio	Milho não <i>Bt</i> [Solteiro]	Milho <i>Bt</i> [Solteiro]	<i>B. ruziziensis</i> [Solteiro]	Milho não <i>Bt</i> [Consórcio]	Milho <i>Bt</i> [Consórcio]	<i>U. ruziziensis</i> [Consórcio – não <i>Bt</i> ]	<i>U. ruziziensis</i> [Consórcio - <i>Bt</i> ]
1	0,00 ± 0,00 *	0,10 ± 0,07 D a	0,20 ± 0,12 E a	0,07 ± 0,05 A a	0,10 ± 0,10 D a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,33 ± 0,24 A a
7	0,00 ± 0,00 *	0,20 ± 0,16 CD a	0,15 ± 0,15 E a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
14	0,00 ± 0,00 *	0,30 ± 0,30 CD a	0,75 ± 0,75 DE a	0,27 ± 0,23 A a	0,00 ± 0,00 *	1,10 ± 0,64 B a	0,03 ± 0,03 A a	0,03 ± 0,03 A a
21	0,00 ± 0,00 *	1,55 ± 0,62 BCD ab	10,60 ± 6,78 ABC a	0,20 ± 0,14 A b	0,00 ± 0,00 *	3,65 ± 2,38 AB a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
28	0,00 ± 0,00 *	2,50 ± 1,60 BC a	2,15 ± 0,92 CDE a	0,00 ± 0,00 *	0,80 ± 0,47 CD a	0,85 ± 0,66 B a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
35	0,00 ± 0,00 *	0,90 ± 0,57 CD ab	6,75 ± 5,10 BCD a	0,13 ± 0,10 A b	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
42	0,00 ± 0,00 *	0,85 ± 0,80 CD ab	7,85 ± 3,90 ABCD a	0,00 ± 0,00 *	0,35 ± 0,30 CD b	0,80 ± 0,65 B ab	0,00 ± 0,00 *	0,03 ± 0,03 A b
49	0,03 ± 0,03 A b	19,30 ± 7,16 AB a	12,60 ± 5,10 ABC a	0,00 ± 0,00 *	2,60 ± 2,06 BC a	3,80 ± 3,20 AB a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
63	0,00 ± 0,00 *	88,20 ± 23,46 A a	58,10 ± 14,05 AB a	0,00 ± 0,00 *	4,10 ± 3,60 ABC b	19,75 ± 10,00 A ab	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
70	0,00 ± 0,00 *	129,10 ± 30,93 A a	84,70 ± 22,06 A a	0,00 ± 0,00 *	14,85 ± 11,28 AB a	36,25 ± 17,15 A a	0,00 ± 0,00 *	0,00 ± 0,00 *
77	0,00 ± 0,00 *	41,15 ± 21,08 A a	32,00 ± 7,59 AB a	0,00 ± 0,00 *	28,80 ± 21,61 AB a	10,10 ± 3,60 AB a	0,00 ± 0,00 *	0,33 ± 0,19 A b
84	0,00 ± 0,00 *	93,60 ± 28,45 A a	44,45 ± 19,32 AB a	0,00 ± 0,00 *	40,90 ± 19,41 A a	42,95 ± 25,71 A a	0,00 ± 0,00 *	0,20 ± 0,17 A b
91	0,00 ± 0,00 *	1,00 ± 0,78 CD ab	1,75 ± 1,60 CDE a	0,00 ± 0,00 *	0,90 ± 0,64 CD ab	5,75 ± 2,17 AB a	0,07 ± 0,05 A b	0,57 ± 0,30 A ab

Tabela 3. Safra Verão 2018-2019. Média ± erro padrão da população de *R. maidis* presente nas distintas culturas e sistemas. \*Valores sem variabilidade. Letras maiúsculas comparam valores entre colunas, letras minúsculas linhas.



Figura 1. Safra Verão 2017-2019. Dinâmica populacional de *R. maidis* durante o desenvolvimento de A) Pousio, B) *U. ruziziensis* (solteiro), C) *U. ruziziensis* (consórcio) e D) *U. ruziziensis* (consórcio Bt)

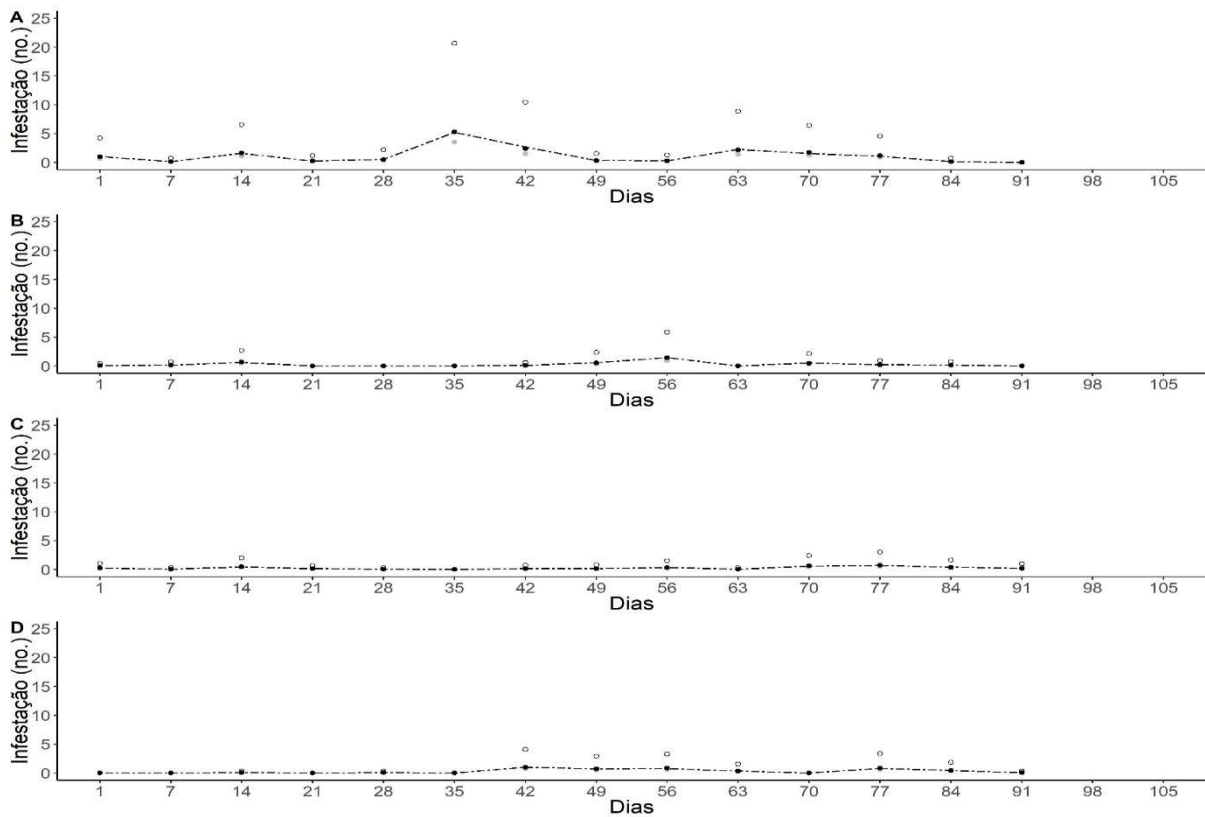


Figura 2. Safra Verão 2017-2018. Dinâmica populacional de *R. maidis* durante o desenvolvimento de A) milho não-Bt (solteiro), B) milho Bt (solteiro), C) milho não-Bt (consórcio com *U. ruziziensis*) e D) milho Bt (consórcio com *U. ruziziensis*)

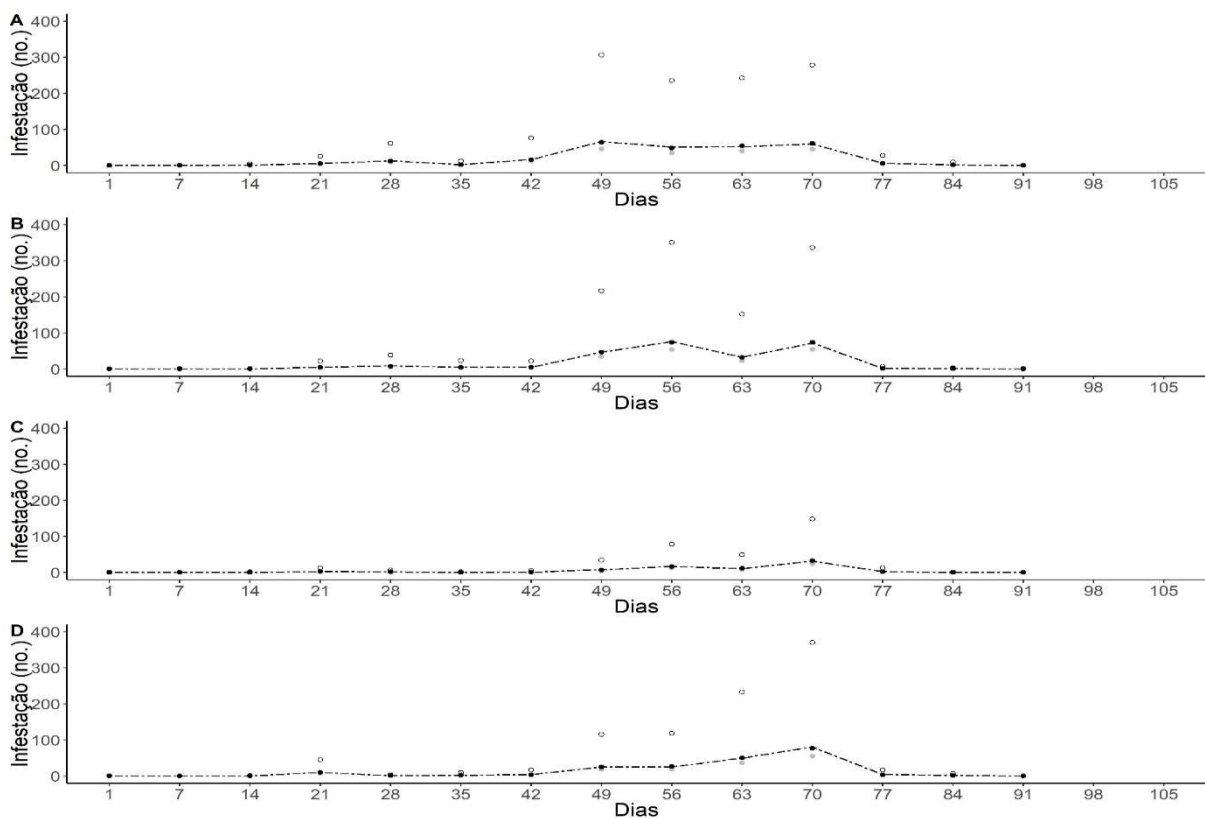


Figura 3. Safra Outono 2018. Dinâmica populacional de *R. maidis* durante o desenvolvimento de A) Pousio, B) *U. ruziziensis* (solteira), C) *U. ruziziensis* (consórcio com milho não-*Bt*) e D) *U. ruziziensis* (consórcio com milho *Bt*)

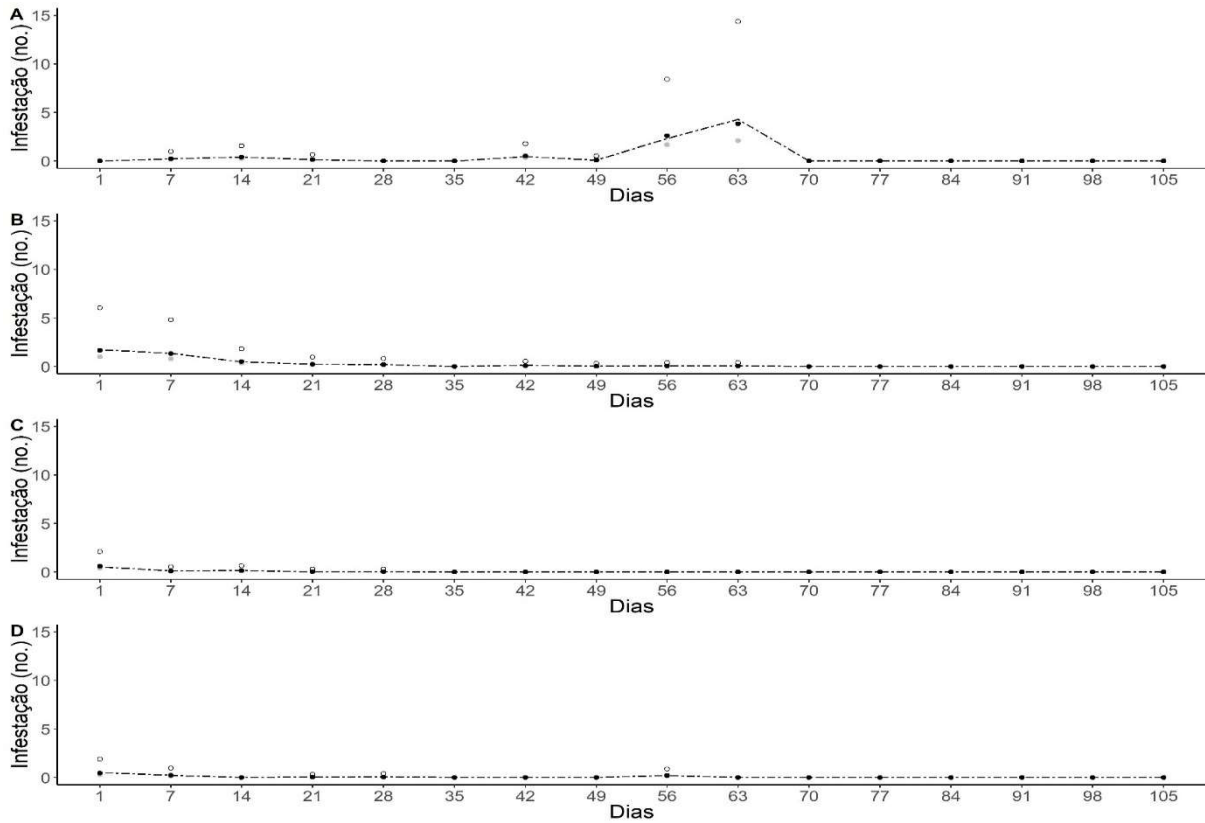


Figura 4. Safra Outono 2018. Dinâmica populacional de *R. maidis* durante o desenvolvimento de A) milho não-*Bt* (solteiro), B) milho *Bt* (solteiro), C) milho não-*Bt* (consórcio com *U. ruziziensis*) e D) milho *Bt* (consórcio com *U. ruziziensis*)

