

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE
PERCEVEJOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO EM SOJA (*Glycine max L.*)
BT E NÃO BT**

PAULO ROGERIO BELTRAMIN DA FONSECA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE
PERCEVEJOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO EM SOJA (*Glycine max* L.)
BT E NÃO BT**

PAULO ROGERIO BELTRAMIN DA FONSECA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. MARCOS GINO FERNANDES

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

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE
PERCEVEJOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO EM SOJA (*Glycine max L.*)
BT E NÃO BT**

por

PAULO ROGÉRIO BELTRAMIN DA FONSECA

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

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

Prof. Dr. Julio César Guerreiro
Membro Titular – UEM

Dr. Harley Nonato de Oliveira
Membro Titular – EMBRAPA/CPAO

Prof. Dr. Elmo Pontes de Melo
Membro Titular – UNIGRAN

Dr. André Luis Faleiros Lourenço
Membro Titular – FUNDAÇÃO/MS

Aprovado em: 09 de Maio de 2014.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

F676d Fonseca, Paulo Rogerio Beltramin da.

Distribuição espacial e amostragem sequencial de percevejos e desempenho agronômico em soja (*Glycine max* L.) Bt e não Bt / Paulo Rogério Beltramin da Fonseca – Dourados, MS : UFGD, 2014.

88 f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Soja – Cultivo. 2. Distribuição espacial. 3. Pragas – Manejo. I. Fernandes, Marcos Gino. II. Título.

CDD: 633.34

Responsável: Vagner Almeida dos Santos. Bibliotecário - CRB.1/2620

A Deus,

Pelo dom da vida, por todas as oportunidades e proteção.

AGRADEÇO

A minha mãe Isaura Aparecida Beltramin *in memoriam*, tia Sandra e seus filhos,

Pelos exemplos de dedicação, humildade, incentivos e amor.

DEDICO

A minha madrinha Emilia Akemi Cavada e seus filhos, a família Yasunaka pela amizade e em especial a Daniele Sayumi Yasunaka pelo companheirismo,

Pela ajuda na minha formação, amizade, paciência e preocupação.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes, exemplo de dedicação e incentivo profissional e pessoal, pela orientação, amizade, oportunidades, confiança e lições de vida pessoal e profissional. A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Grande Dourados (UFGD) pelos ensinamentos transmitidos ao longo do período do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o período de realização do presente trabalho. À Equipe de Entomologia Aplicada da UFGD em especial aos colegas: Wagner Justiniano, Thiago Alexandre Mota, Cácia Leila Tigre Pereira Viana, Paulo Henrique Ramos Fernandes, Samir Oliveira Kassab, Carla Cristina Dutra, Izidro dos Santos de Lima Junior, Elmo Pontes de Melo, pela amizade e auxílio no trabalho de campo. À Equipe da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, aos colegas: Leonardo Hiroito Cavada, Carine Gonzatto, Ivan Vaz Sanches, Lucas Martinho Lopes Francisco.

A todos os funcionários da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD em especial ao Sr. Jesus Felisardo de Souza, Sr. Milton Bernardo de Lima e Sr. Samuel Neves sempre disponíveis para ajudar nos trabalhos de campo e também pelas palavras de amizade e incentivo. E aos servidores das Secretarias dos dois Programas (PPG) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) Sra. Maria Lucia Teles e Sr. Ronaldo Pasquim de Araujo, e da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) o Sr. Manfredo Rode Junior. Ao colega de Moradia Eng.Agrº João Alfredo Neto da Silva, pela amizade. Ao Eng.Agrº Moises E. Grubert e seus pais e irmãos pela amizade.

A família Yasunaka pela amizade em especial a Daniele Sayume Yasunaka (Minha namorada) pelo companheirismo.

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

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	vi
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	viii

CAPÍTULO 1. Distribuição espacial de adultos e ninfas de percevejo *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt

RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Descrição da área amostral	3
2.2 Amostragens.....	4
2.3 Análise Estatística	4
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
3.1 Adultos e Ninfas.....	6
3.2 Índices de Agregação - Adultos	8
3.3 Índices de Agregação - Ninfas	11
3.4 Distribuições teóricas de freqüências – adultos.....	12
3.5 Distribuições teóricas de freqüências – Ninfas.....	14
4 CONCLUSÕES	16
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
6 ANEXOS	22

CAPÍTULO 2. Distribuição Espacial de Adultos e Ninfas de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não-Bt

RESUMO	xxiii
ABSTRACT	xxiv
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 Descrição da área amostral	27
2.2 Amostragens.....	28
2.3 Análise Estatística.....	29
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.1 Adultos e Ninfas.....	31
3.2 Índices de Agregação - Adultos	33
3.3 Índices de Agregação - Ninfas	35
3.4 Distribuições teóricas de freqüências – adultos.....	37
3.5 Distribuições teóricas de freqüências – Ninfas.....	39
4 CONCLUSÕES	43
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

CAPÍTULO 3. Amostragem sequencial de adultos e ninfas de *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt

RESUMO	1
ABSTRACT	li

1 INTRODUÇÃO	52
2 MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1 Descrição da área amostral	54
2.2 Amostragens	55
2.3 Análise Estatística	56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.1 Adultos e Ninfas	58
4 CONCLUSÕES	63
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

CAPÍTULO 4. Teores foliares de clorofila e desempenho agronômico de soja Bt e não Bt

RESUMO	lxvi
ABSTRACT	lxvii
1 INTRODUÇÃO	68
2 MATERIAL E MÉTODOS	71
2.1 Descrição da área amostral	71
2.2 Amostragens	72
2.3 Análise Estatística	72
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4 CONCLUSÕES	80
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais culturas exóticas do agronegócio brasileiro, com grande importância econômica nas exportações de grãos e seus derivados, e possui vantagens como maior potencial produtivo e a maior uniformidade morfológica e fenológica, as quais facilitam o manejo da cultura (NEVES et al., 2013; ANTUNES et al., 2012).

A recomendação de genótipos específicos para cada ambiente, a estratificação de uma área heterogênea em sub-regiões mais homogêneas e a identificação de genótipos com ampla adaptabilidade e estabilidade, tem sido as alternativas propostas para atenuar o efeito da interação genótipos com os ambientes (PELÚZIO et al., 2010).

A introdução de um gene no genoma de um receptor é uma mudança complexa, dependendo do próprio gene no genoma do hospedeiro (YIN et al., 2004). Características agronômicas de culturas pode ser prejudicado após a sua transformação com genes diferentes.

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

As vantagens que a tecnologia Bt (evento MON 87701), disponibiliza são a redução do número de aplicações de inseticidas aos lepidópteros-alvo onde confere resistência às principais lagartas desfolhadoras da cultura como lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) e *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e broca das axilas *Crocidosema aporema* (Walsingham, 1914), pragas-alvo da tecnologia Bt, permanece a necessidade de monitoramento e controle para percevejos e demais lagartas que não foram citados anteriormente (BERNARDI et al., 2012), além de oferecer benefícios econômicos e sociais (JUSTINIANO et al., 2013).

Entretanto, apesar dos benefícios obtidos com a cultivar Bt, ainda não se sabe com exatidão como as plantas transgênicas afetam as populações dos organismos de um agroecossistema (RODRIGUES, 2010). Segundo HILBECK et al., (2006) há outros fatores a considerar na adoção desta tecnologia, como os preços das sementes e o aumento do número de pulverizações a pragas não-alvo.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) e suas táticas de controle usuais caracterizam-se em alterar o agroecossistema o mínimo possível (FERNANDES et al., 2003; FONSECA et al., 2013). A partir desse pressuposto, o controle de pragas da cultura algodoeira deixou de ser realizado através da dependência exclusiva de inseticidas químicos, para adotar sistemas que enfatizam o manejo da população de artrópodes, que se interrelacionam no agroecossistema (LUTTRELL et al., 1994). SUJII et al., (2006) enfatizou que a toxina Bt pode influenciar na dinâmica populacional dos artrópodes e bem como causar a elevação de categoria de pragas secundárias à pragas-chave.

Nesse sentido, o conhecimento da possível alteração da forma da dispersão do arranjo espacial de insetos-praga ou benefícios aliados ao conhecimento fenológico é extremamente importante, pois pode alterar o método de amostragem dessas espécies na cultura, além da sua forma de controle.

Esta tese foi dividida em quatro capítulos seguindo as normas da ABNT e os artigos estão conforme a revista “Journal of Agricultural Science; African Journal of Agricultural Research”, com adaptações para as “Normas de Redação de Tese” da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

No primeiro capítulo, analisa-se a Distribuição espacial de adultos e ninfas de percevejo *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt.

No segundo capítulo, observa-se a Distribuição espacial de adultos e ninfas de percevejo *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt.

No terceiro capítulo, verifica-se Amostragem sequencial de adultos e ninfas de *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt.

No quarto capítulo, abordará os Teores foliares de clorofila e desempenho agronômico de soja Bt e não Bt.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antunes, J. F. G., Mercante, E., Esquerdo, J. C. D. M., Lamparelli, R. A. C., & Rocha, J. V. (2012). **Estimativa de área de soja por classificação de imagens normalizada pela matriz de erros.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(9), 1288-1294. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900014>.

BROOKES G E BARFOOT P. **Global impact of Biotech crops: Socio-economic and environmental effects in the first ten years of commercial use.** 2010. v. 9, n.3 Disponível em: <<http://www.agbioforum.org/>>. Acesso em: 16 fev

CATTANEO M G, YAFUSO C, SCHMIDT C, HUANG C Y, RAHMAN M, OLSON C, ELLERS-KIRK C, ORR, B J, MARSH S E, ANTILLA L, DUTILLEUL P, CARRIÈRE Y. Farm-scale evaluation of the impacts of transgenic cotton on biodiversity, pesticide use, and yield. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 20, p.7571-7576, 2006.

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

EDGE J M, BENEDICT J H, CARROLL J P, REDING H K. Bollgard Cotton: An Assessment of Global Economic, Environmental, and Social Benefits. **The Journal of Cotton Science**, v. 5, p. 121-136, 2001.

FERNANDES, M G, BUSOLI A C, BARBOSA J C. Amostragem seqüencial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Neotrop. Entomol.** 2003, vol.32, n.1, p. 117-122.

FONSECA, P.R.B., M.G. FERNANDES, P.E. DEGRANDE, T.A. MOTA, AND S.O. KASSAB. (2013). Spatial distribution of adult *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) and buds with feeding punctures on conventional and Bt cotton. **Semina. Ciências Agrárias**. 2013, vol.34, n.2, p.1129-1138.

HILBECK A, ANDOW D A, ARPAIA S, BIRCH A N E, FONTES E M G, LÖVEI G L, SUJII E R, WHEATLEY R E, Underwood E. Methodology to support non-target and biodiversity risk assessment. In: Hilbeck A, Andow D A, Fontes E M G. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil.** Cabi Publishing. v. 2, Cap. 5, p.108-132, 2006.

HUESING J & ENGLISH L. **The impact of BT crops on the developing world.** v. 7, n. 1 & 2, artigo 16. Disponível em: <<http://www.agbioforum.org/>>. Acesso em: 08 fev. 2007. 2004

JAMES C. Global states of commercialized transgenic crops: 2005. **ISAAA Briefs**, ISAAA. Ithaca, n.1, 2005.

LUTTRELL R G, FITT G P, RAMALHO F S, SUGONYAEV E S. Cotton pest management: Part 1. A Worldwide Perspective. **Ann. Rev. Entomol.** 1994. 39: 517-526.

Neves, J. A., Silva, J. A. L., Barbosa, D. R. S., Sediyma, T., Teixeira, R. C., Rocha, R. S. (2013). **Agronomic performance of soybean genotypes in low latitude in Teresina-PI, Brazil.** *Journal of Agricultural Science*, 5(3), 243-253. doi:10.5539/jas.v5n3p243

Peluzio, J. M., Afférri, F. S., Monteiro, F. J. F., Vaz de Melo, A., & Pimenta, R. S. (2010). **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins.** *Revista Ciência Agronômica*, 41(3), 427-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000300015>

RODRIGUES T R, FERNANDES M G, SANTOS H R DOS. Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro *Bt* e não-*Bt*. *Rev. Bras. entomol.* 2010, vol.54, n.1, pp. 136-143.

ROMEIS J, MEISSLE M, BIGLER F. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. *Nature Biotechnology*. v. 24. n. 1. p. 63-71, 2006.

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

SUJII E R, LÖVEI G L, SÉTAMOU M, SILVIE P, FERNANDES M G, DUBOIS G S J, ALMEIDA R P. Non-target and biodiversity impacts on non-target herbivorous pests. In: Hilbeck A, Andow D A, Fontes E M G. **Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil.** Cabi Publishing, v. 2, Cap. 6, p. 133-154, 2006.

TOENNIESSEN G H, O'TOOLE J C, DEVRIES, J. Advances in plant biotechnology and its adoption in developing countries. *Current Opinion in Plant Biology*, v. 6, p.191–198, 2003.

THOMAZONI D, DEGRANDE P E, SILVIE P, FACCENDA O AND. **Impacto de Bollgard® genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil.** African Journal of Biotechnology, v.9, n.37, p.6167-6176, 2010.

Yin, Z., Plader, W. E., & Malepszy, S. (2004). Transgene inheritance in plants. *Journal of Applied Genetics*, 45(2), 127-144.

Capítulo I

Distribuição espacial de adultos e ninfas de percevejo *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt

Paulo R. B. da Fonseca¹ & Marcos G. Fernandes²

¹Engº. Agrônomo. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA). E-mail: prbeltramin@hotmail.com

²Professor Adjunto. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). E-mail: marcosfernandes@ufgd.edu.br

RESUMO: O conhecimento dos arranjos de dispersão de insetos pragas em cultivares de soja é necessário para aperfeiçoar o monitoramento e o controle. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição espacial de adultos e ninfas de *E. heros* em soja Bt e não Bt em duas regiões, sob condições de campo. A área experimental, localizada em Dourados e Douradina, MS. Para as avaliações utilizou-se o método de pano-de-batida, onde coletou-se aleatoriamente uma amostra por parcela de cada área experimental. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 dias após a emergência (DAE). Para análise dos dados foram calculados os índices de dispersão (razão variância/média, índice de Morisita e Expoente k da Distribuição Binomial Negativa) e as distribuições teóricas de frequência (Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva) a 1 a 5% de probabilidade. Os adultos de *E. heros* se arranjaram de forma diferenciada para a soja Bt e não Bt e entre as regiões, uma vez que, nas duas cultivares e nos locais, os indivíduos das populações avaliadas ajustaram-se nos arranjos probabilísticos de distribuição binomial negativa (agregado), de Poisson (aleatório) e distribuição binomial positiva (uniforme), conforme os dias após a emergência da soja. As ninfas de *E. heros* apresentaram arranjo espacial agregado, distribuindo-se de forma semelhante para a soja Bt e não Bt e para as regiões, ajustando-se ao modelo de distribuição binomial negativa.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L, danos, amostragem, dispersão horizontal.

Spatial distribution of adults and nymphs of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on Bt and non-Bt soybean

ABSTRACT: The knowledge of the arrangements of dispersion of insect pests in soybean cultivars is needed to improve the monitoring and control. The objective of this study was to evaluate the spatial distribution of adults and nymphs of *Euschistus heros* in Bt and non-Bt soybean into two regions, under field conditions. The experimental area located in Dourados and Douradina, Mato Grosso do Sul. For the evaluations we used the method of cloth-to- beat, where we collected one sample per plot randomly from each experimental area. Evaluations were performed at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 days after emergence (DAE). For data analysis, the rates of dispersion (variance/average Morisita index and exponent k. Negative Binomial Distribution) and theoretical frequency distributions (Poisson, Binomial and Negative Binomial Positive) were estimated at 1-5 % probability. Adults of *E. heros* are arranged differently for Bt and non-Bt soybean and between regions, since in both cultivars and locations, individuals of the populations evaluated in probabilistic set arrangements negative binomial distribution (aggregate), Poisson (random) and positive binomial distribution (uniform), as the days after soybean emergence. The nymphs of *E. heros* showed aggregated spatial arrangement, being distributed similarly for Bt and non-Bt soybean and regions, setting a negative binomial distribution model.

KEY WORDS: *Glycine max* L, damage, sampling, horizontal dispersion.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a oleaginosa com maior área plantada no mundo com alto potencial produtivo (Fonseca et al., 2013; Yokomizo et al., 2013). Durante todo o seu ciclo a cultura da soja está sujeita ao ataque de diferentes espécies de insetos, sendo *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) a espécie mais abundante e predominante nas áreas agrícolas do Brasil (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999; Panizzi et al., 2012; Krinski et al., 2013). Os percevejos ocorrem na cultura da soja em todas as fases e são prejudiciais a partir do início da formação das vagens até a maturação dos grãos (Zambiazzi et al., 2012). Atingem as sementes através da introdução do aparelho bucal nos legumes, tornando-as chochas e enrugadas, afetando, consequentemente, a produção e a qualidade dos grãos (Panizzi & Slansky Junior, 1985).

Os danos ocasionados por *E. heros* quando não controlado podem chegar até a 30% na produção da soja (Vivan & Degrande, 2011). Para reduzir os prejuízos, o controle deste percevejo é realizado através de aplicações de inseticidas químicos desde a fase vegetativa da planta e que nem sempre são eficientes (Corrêa-Ferreira, 2005; Sosa-Gómez & Silva 2010).

Considerando à eficiência do sistema de produção convencional, pode-se considerar que as plantas-Bt é uma ferramenta que auxilia nos sistemas produtivos (Homrich et al., 2008). Os principais objetivos na geração de Plantas Geneticamente Modificada (PGM) é aumentar a resistência vegetal a insetos (Yuan & Knauf, 1997; Yu et al., 2011; Dutra et al., 2012), com isto, apesar da grande evolução que a tecnologia Bt representa para a agricultura mundial, sua adoção, em algumas regiões, pode ser afetada

positiva ou negativamente, dependendo das características de cada localidade (Barros & Degrande, 2012).

Sendo assim a produtividade da soja é definida pela interação da planta com o ambiente e o manejo de insetos pragas (Pereira et al., 2011), desta forma, altos rendimentos somente serão obtidos quando tais condições forem favoráveis, em todos os estádios de crescimento da cultura.

O manejo de *E. heros* na cultura da soja deve incluir a adoção de medidas de controle com base nos níveis populacionais da espécie, monitorados por meio de amostragens periódicas. O primeiro passo na elaboração de um plano de amostragem é o conhecimento da distribuição espacial da espécie de interesse, visando estabelecer critérios adequados de levantamento populacional (Barbosa, 2003). Assim, o conhecimento de uma forma rápida e eficiente de amostragem das pragas, principalmente em extensas áreas de cultivo, é fundamental para que o MIP seja aplicado satisfatoriamente (Fernandes et al., 2003).

Apesar dos benefícios obtidos com a cultivar Bt, ainda não se sabe com exatidão como as plantas transgênicas afetam as populações dos organismos de um agroecossistema (Rodrigues et al., 2010). Entender o comportamento de distribuição de pragas não-alvo em plantas geneticamente modificadas faz se necessário para conhecer a forma do arranjo espacial desse inseto nessa nova tecnologia, para determinar a necessidade ou não de alterar algumas características da amostragem, como o tamanho da amostra e das unidades amostrais.

Há demanda por pesquisas com o intuito de avaliar o arranjo espacial de *E. heros* em soja Bt e não Bt, além disso, ainda há carência de informações científicas a respeito do comportamento desta praga nas diversas regiões produtoras. Neste contexto,

esta pesquisa objetivou avaliar a distribuição espacial de adultos e ninhas de *Euschistus heros* em soja Bt e não Bt em duas regiões sob condições de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área amostral

O experimento foi instalado em condições de campo, em duas áreas experimentais localizadas na Fazenda Rincão Porã, nas coordenadas geográficas 22°14'25"S, 54°42'60,7"W e altitude de 403 m no município de Dourados, e na Fazenda Boa Sorte nas coordenadas geográficas 22° 01'07"S, 54°32'15"W e altitude de 310 m no município de Douradina, durante a safra agrícola 2011/2012. O solo das áreas é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), de textura muito argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Mesotérmico Úmido, do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20°C a 24°C e 1.250 mm a 1.500 mm (Fietz & Fisch, 2006). Para manejo das duas áreas experimentais com a cultura da soja, utilizou-se o sistema de plantio direto, tendo o milho (*Zea mays*, L) como cultura antecessora. A área do experimento foi dessecada com herbicida glifosato associado a óleo mineral (2,0 l.ha⁻¹ + 0,5 l.ha⁻¹), respectivamente.

As sementes utilizadas foram das cultivares de soja Bt AL 6910 Intacta RR2 PRO™ e não Bt BMX Potência RR®, constituindo os 2 tratamentos em dois locais diferentes. Foram realizadas a semeadura nas áreas experimentais, primeira área Fazenda Rincão Porã, efetuada no dia 22/10/2011, segunda área Fazenda Boa Sorte efetuada no dia 29/10/2011, com uma densidade de 15 sementes por metro linear, adotando-se uma população de aproximadamente 300.000 plantas ha⁻¹. O espaçamento

entre fileiras foi de 0,50 metros. Para a adubação de base nas duas cultivares utilizou-se 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK (02.18.18). Realizou-se o controle das plantas invasoras e doenças com aplicação de herbicidas, fungicidas, e não foi realizada a aplicação de inseticidas nas áreas estudadas.

2.2 Amostragens

Avaliou-se a distribuição espacial de adultos e ninfas do percevejo marrom *E. heros*, em duas regiões (Dourados e Douradina) com duas áreas cada, contendo 100 parcelas em cada área, cada parcela foi composta de 11 linhas com 5 m de comprimento, totalizando (27,5 m²) com as cultivares de soja Bt e não-Bt, constituindo os dois tratamentos. A metodologia de amostragem utilizada foi o método de pano-debatida, constituído de dois bastões de madeira ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1m e largura de 1,4m. Para as coletas, uma extremidade do pano foi colocada entre as fileiras de soja, sendo ajustada à base das plantas de uma linha e a outra estendida sobre as plantas da linha adjacente. As plantas de uma fileira (0,50 m²) foram sacudidas, vigorosamente, a fim de derrubar os insetos-praga sobre o pano (Sturmer et al., 2012). As amostragens foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 dias após a emergência (DAE), nas cultivares de soja Bt e não Bt.

2.3 Análise Estatística

Para análise dos dados, a média e a variância do número de adultos e ninfas de *E. heros* por parcela foram obtidas em cada data de amostragem, utilizando-se a relação entre esses valores como um dos indicativos da distribuição espacial (Elliott, 1979). Os

índices de dispersão, descritos a seguir, foram calculados com o uso do programa Excel®.

Razão variância/média: É a relação entre a variância e a média ($I = s^2/m$), utilizada para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, em que valores iguais à unidade indicam distribuição espacial aleatória, valores menores que a unidade distribuição uniforme e valores maiores que a unidade distribuição agregada (Rabinovich, 1980). O afastamento da aleatoriedade pode ser testado pelo teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade, $\chi^2 = (n-1) s^2/m$ (Elliott, 1979).

Índice de Morisita: o índice de Morisita (I_δ) é relativamente independente da média e do número de amostras. Sendo assim, quando $I_\delta = 1$ a distribuição é ao acaso; quando $I_\delta > 1$ a distribuição é do tipo contagiosa e quando $I_\delta < 1$ indica uma distribuição regular (Morisita, 1962).

Expoente k da Distribuição Binomial Negativa: o expoente k é um índice adequado de dispersão quando o tamanho e os números de unidades amostrais são os mesmos em cada amostra, já que, freqüentemente, este é influenciado pelo tamanho das unidades amostrais. Este parâmetro é uma medida inversa do grau de agregação, nesse caso os valores negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme, os valores positivos, próximos de zero, indicam disposição agregada e os valores superiores a oito indicam uma disposição ao acaso (Pielou 1977; Southwood 1978; Elliot 1979). Sobre esse aspecto, Poole (1974) utiliza outra interpretação, para ele quando $0 < k < 8$, o índice indica distribuição agregada, e quando $0 > k > 8$ aponta para distribuição aleatória.

Distribuição teórica de freqüências: As distribuições teóricas de freqüências utilizadas para avaliar a distribuição espacial das espécies observadas são apresentadas a seguir, de acordo com Young & Young (1998).

Distribuição de Poisson: também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual à média ($s^2 = m$).

Distribuição Binomial Positiva: descreve a distribuição uniforme e apresenta variância menor que a média ($s^2 < m$).

Distribuição Binomial Negativa: apresenta variância maior que a média, indicando, assim, distribuição agregada, além de possuir dois parâmetros: a média (m) e o parâmetro k ($k>0$).

Teste de qui-quadrado de aderência: para a verificação do teste de ajuste dos dados coletados em campo às distribuições teóricas de freqüência, utilizou-se o teste qui-quadrado de aderência que compara o total das freqüências observadas na área amostral, com as freqüências esperadas, de acordo com Young & Young (1998); sendo estas freqüências definidas pelo produto das probabilidades de cada classe e o número total de unidades amostrais utilizadas. Para a realização destes testes, optou-se por fixar uma freqüência esperada mínima igual à unidade. A análise estatística foi efetuada utilizando-se o teste de qui-quadrado ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Adultos e Ninfas

A presença dos adultos de *E. heros* nas plantas de soja em Dourados foi detectada aos 35 dias após a emergência (DAE), nas cultivares de soja Bt e não Bt em Dourados e Douradina (Figura 1A e 1B). A presença do percevejo no estádio vegetativo deve-se ao fato de muitas vezes esses pentatomídeos iniciarem a colonização das lavouras no final do período vegetativo e início da floração. Nessa época, os percevejos

saem da diapausa ou de hospedeiros alternativos e migram para a soja, aumentando progressivamente suas populações durante a fase reprodutiva (Corrêa-Ferreira, 2005).

Nas 14 amostragens foram encontrados um total de 3856 insetos, sendo 51,47% para a cultivar Bt e 48,52% na não Bt em Dourados em um total de 3181 insetos, sendo 51,30% para a cultivar Bt e 48,69% na não Bt em Douradina (Figura 1A e 1B). O pico populacional dos adultos do foi verificado aos 77 DAE (mês de janeiro) nas cultivares Bt e não-Bt, respectivamente em Dourados e Douradina (Figura 1A e 1B).

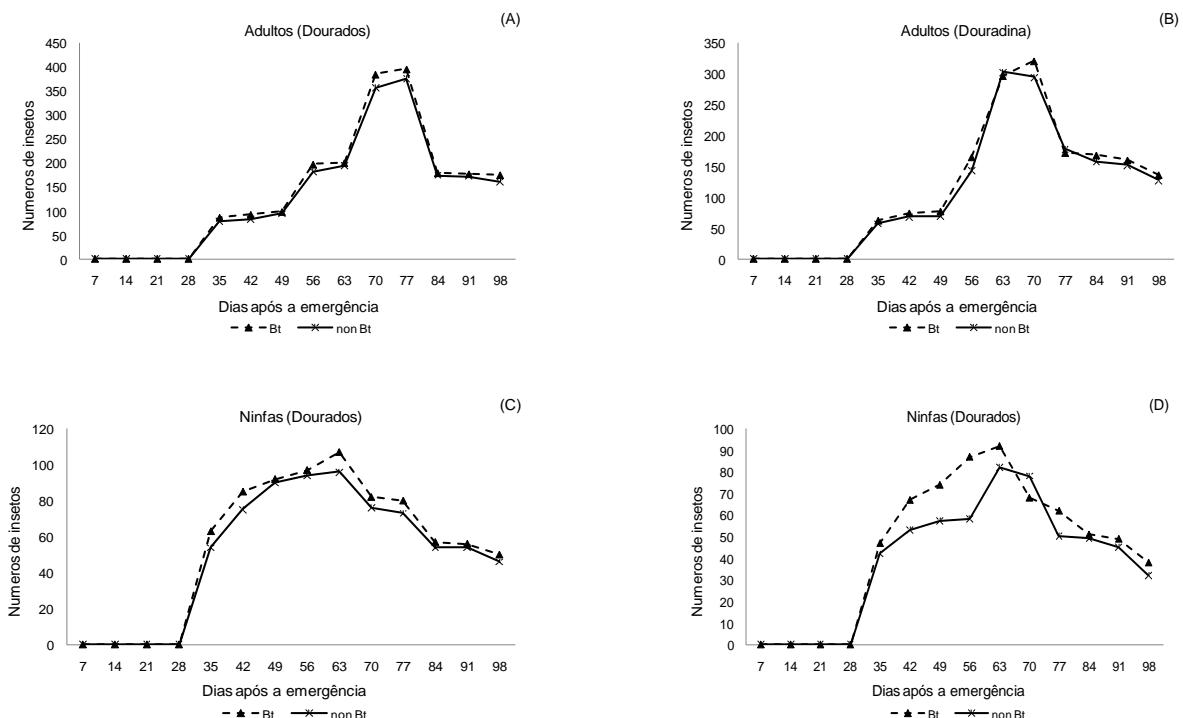


Figura 1. Percentagem de números de adultos e ninfas *E. heros* ocorrentes em cultivares de soja [*Glycine max* (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Dourados e Douradina, MS. 2012.

Foi observada a presença de ninfas de *E. heros* nas cultivares Bt e não Bt a partir da quinta amostragem, aos 35 DAE, nas duas regiões (Figura 1C e 1D). Os maiores números de ninfas de *E. heros* foram encontrados na soja Bt, o que representou 51,92% do total das parcelas amostradas em Dourados; e 53,76% em Douradina (Figura

1C e 1D). Os resultados observados no presente estudo e corroboram com os estudos realizados por Thomazoni et al. (2010), Dutra et al. (2012), mostrou que a tecnologia Bt teve maior abundância deste inseto.

A maior densidade populacional de adultos e ninfas de *E. heros* encontrada na cultivar Bt deveu-se, provavelmente, à diminuição de competição inter-específica entre as diversas populações que compunham a comunidade de artrópodes da cultura, isso foi ocasionado, provavelmente, devido à redução da população de lagartas como às principais lagartas desfolhadoras da cultura como lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857), *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e broca das axilas *Crocidosema aporema* (Walsingham, 1914), espécies essas que são alvo da toxina Cry1Ac e que, portanto, não foram encontradas nessa cultivar em virtude da resistência oferecida por essas plantas transgênicas a esses lepidópteros (Bernardi et al., 2012).

Não foi observado preferência dos adultos e ninfas de *E. heros* em relação as cultivares *versus* regiões para as cultivares de soja Bt e não Bt. O comportamento semelhante nas duas regiões deve-se ao fato da utilização do mesmo sistema de cultivo nos últimos anos agrícolas. Pois segundo Smaniotto et al. (2013) diferentes práticas de cultivo adotadas, principalmente o plantio direto e a semeadura na segunda safra, têm resultado em importantes modificações na dinâmica das pragas agrícolas, desta forma as semelhanças das áreas de estudo resultou em um mesmo comportamento do *E. heros* nas duas regiões.

3.2 Índices de Agregação - Adultos

Em relação aos índices de agregação para adultos de *E. heros* a razão variância/média (I) calculada na cultivar Bt apresentou nove amostragens em Dourados

e quatro em Douradina, com valores estatisticamente maiores que à unidade indicando agregação, e teve duas amostragens nas cultivares Bt, variando com valores iguais a unidade indicando uniformidade (Tabela 1).

Em Dourados para os adultos de *E. heros* a soja não Bt o índice I teve sete amostragens com valores estatisticamente maiores que a unidade (arranjo agregado). Para Douradina o índice I teve quatro amostragens com valores estatisticamente maiores que a unidade (arranjo agregado) e dois valores iguais a unidade que indicam distribuição teórica uniforme (Tabela 1). Pereira et al. (2004) ao estudar a população de pragas em leguminosa, constataram a disposição regular ou uniforme dos indivíduos da população amostrada.

Em síntese, pelos resultados do índice Morisita (I_δ) para o tratamento Bt, os adultos de *E. heros*, mostrou valores maiores que à unidade de um total de dez, oito amostragens em Dourados e cinco em Douradina representando um arranjo agregado. Analisando o teste do índice Morista (I_δ) para a cultura não Bt em Dourados, observou-se das dez amostras, sete, teve valores maiores que a unidade (arranjo agregado); na soja não Bt em Dourados, e em Douradina observou-se das dez amostragens, quatro teve valores maiores que a unidade e uma amostragem igual à unidade, ou seja, indicou uniformidade (Tabela 1).

Analizando o expoente K para a soja Bt em Dourados, constatou das dez amostragens, oito indicaram disposição agregada para os adultos de *E. heros*, pois os valores apresentaram variáveis de 1,961 a 5,091, e duas amostras indicaram arranjo aleatório com valores 10,822 e 33,000. Em Douradina verificou-se para K , na soja Bt, quatro amostragens que indicaram disposição agregada, quatro aleatória e duas uniforme (Tabela 1).

Verificou-se para os adultos de *E. heros* na soja não Bt em Dourados com dez amostragens a campo, que oito delas indicaram disposição agregada para os adultos, e duas mostraram distribuição aleatória. Em Douradina observou-se cinco amostragens indicaram disposição agregada, duas aleatória, três uniforme pelo índice de dispersão K (Tabela 1).

Tabela 1. Índices de dispersão para adultos de *Euschistus heros*, em cultivares de soja [*Glycine max (L)*] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem			Dourados			Douradina					
	Nº	(DAE)	Média	S ²	I	I _δ	K	Média	S ²	I	I _δ	K
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PRO™	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,220	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	0,860	1,051	1,222 *	1,259 NS	3,874 AG	0,620	0,561	0,905 NS	0,846 NS	-6,539 UN
	6 ^a	42	0,920	1,226	1,332 *	1,362 *	2,767 AG	0,740	0,800	1,082 NS	1,111 NS	9,069 AL
	7 ^a	49	0,980	1,474	1,504 *	1,515 *	1,943 AG	0,770	0,846	1,098 NS	1,128 *	7,847 AG
	8 ^a	56	1,970	3,949	2,004 *	1,507 *	1,961 AG	1,650	3,260	1,976 *	1,589 *	1,691 AG
	9 ^a	63	2,000	2,121	1,061 NS	1,030 NS	33,000 AL	2,970	3,080	1,037 NS	1,012 NS	80,264 AL
	10 ^a	70	3,850	5,220	1,356 *	1,092 *	10,822 AL	3,210	4,087	1,273 *	1,085 *	11,752 AL
	11 ^a	77	4,000	7,143	1,786 *	1,207 *	5,091 AG	1,720	1,335	0,776 NS	0,870 NS	-7,683 UN
	12 ^a	84	1,790	2,895	1,617 *	1,343 *	2,900 AG	1,680	2,624	1,562 *	1,333 *	2,990 AG
	13 ^a	91	1,770	2,947	1,665 *	1,374 *	2,663 AG	1,600	2,646	1,654 *	1,407 *	2,446 AG
	14 ^a	98	1,750	2,856	1,632 *	1,360 *	2,769 AG	1,360	1,465	1,077 NS	1,057 NS	17,607 AL
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR®	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	1,800	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	7,900	0,790	1,107 NS	1,136 NS	7,373 AG	0,570	0,551	0,966 NS	0,940 NS	-16,753 UN
	6 ^a	42	8,300	0,830	1,267 *	1,322 *	3,109 AG	0,680	0,705	1,036 NS	1,054 NS	18,761 AL
	7 ^a	49	9,400	0,940	1,479 *	1,510 *	1,962 AG	0,690	0,822	1,191 NS	1,279 *	3,604 AG
	8 ^a	56	1,820	1,820	1,669 *	1,366 *	2,720 AG	1,430	1,763	1,233 *	1,162 NS	6,146 AG
	9 ^a	63	1,950	1,950	1,030 NS	1,015 NS	66,043 AL	3,030	5,423	1,790 *	1,259 *	3,836 AG
	10 ^a	70	3,560	3,560	1,188 NS	1,052 NS	18,953 AL	2,940	3,128	1,064 NS	1,022 NS	46,056 AL
	11 ^a	77	3,760	3,760	1,510 *	1,135 *	7,366 AG	1,780	1,567	0,880 *	0,933 NS	-14,894 UN
	12 ^a	84	1,740	1,740	1,563 *	1,322 *	3,091 AG	1,580	2,347	1,485 *	1,306 *	3,254 AG
	13 ^a	91	1,720	1,720	1,598 *	1,346 *	2,875 AG	1,520	2,454	1,615 *	1,403 *	2,473 AG
	14 ^a	98	1,600	1,600	1,275 *	1,171 *	5,813 AG	1,270	1,250	0,984 *	0,987 *	-79,048 UN

*Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

ns Não significativo a 5% de probabilidade.

AG Agregado; UN uniforme; AL aleatório.

² Variância, I Razão Variância-Media, I_δ Índice de Morisita, K Expoente da Distribuição Binomial Negativa.

Com base no índice de dispersão K, pode-se afirmar, com segurança, que a distribuição espacial de adultos de *Euschistus heros* é agregada, corroborando com os resultados obtidos por, Bueno et al. (2008) e Souza et al. (2011), na cultura da soja com

estudos de distribuição espacial do percevejo verde pequeno e Fonseca et al. (2013) na cultura do algodoeiro com estudos de distribuição espacial de percevejo *Piezodorus guildine*.

3.3 Índices de Agregação - Ninfas

Em relação aos índices de agregação para ninfas de *E. heros* a razão variância/média (I) calculada para ninfas de *E. heros* na cultivar Bt apresentou oito amostragens em Dourados e sete em Douradina, com valores estatisticamente maiores que à unidade indicando agregação (Tabela 2).

Na soja não Bt em Dourados o índice I para ninfas *E. heros* teve sete amostragens com valores estatisticamente maiores que a unidade (arranjo agregado). Em Douradina o índice I teve seis amostragens com valores estatisticamente maiores que a unidade (arranjo agregado) (Tabela 2).

Assim como a maioria dos pentatomídeos fitófagos, as espécies associadas à soja tendem a ser polífagas (Slansky, Jr & Panizzi, 1987), as quais se desenvolvem em mais de 32 espécies vegetais, embora a sobrevivência e duração do ciclo sejam influenciadas pelo alimento (Medeiros & Megier, 2009). Apesar do padrão alimentar dos percevejos fitófagos, constata-se a existência de preferências alimentares em populações localizadas, nas quais os insetos podem atuar como oligófagos a até mesmo monófagos, dependendo da disponibilidade de hospedeiros (Panizzi, 1997; Cividanes et al., 1994).

Em síntese, pelos resultados do índice Morisita (I_δ) para o tratamento Bt, as ninfas de *E. heros*, arranjou-se de forma agregada em nove amostragens em Dourados e sete amostragens em Douradina, de um total de dez. Analisando o teste do índice Morista (I_δ) para a cultura não Bt em Dourados, observou-se das dez amostragens, nove,

teve valores maiores que a unidade (agregação); em Douradina, observou-se das dez amostragens, sete, teve arranjo agregado (Tabela 2). Neste contexto de acordo Ricklefs (2003) o arranjo espacial de populações de insetos obedece a padrões que podem ser de maneira aleatória, uniforme e agregada.

Tabela 2. Índices de dispersão para ninfas de *Euschistus heros*, em cultivares de soja [*Glicine max* (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem			Dourados			Douradina					
	Nº	(DAE)	Média	S ²	I	I _δ	K	Média	S ²	I	I _δ	K
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PRO™	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	0,140	0,142	1,013 *	1,099 *	10,780 AG	0,120	0,107	0,889 NS	-	-1,080 UN
	6 ^a	42	0,160	0,156	0,975 NS	0,833 NS	-6,336 UN	0,170	0,163	0,957 NS	0,735 NS	-3,974 UN
	7 ^a	49	0,170	0,203	1,195 *	2,206 *	0,872 AG	0,180	0,189	1,053 *	1,307 *	3,412 AG
	8 ^a	56	0,210	0,228	1,080 *	1,429 *	2,426 AG	0,200	0,182	0,909 NS	0,526 NS	-2,200 UN
	9 ^a	63	0,150	0,129	0,859 NS	0,000 NS	-1,061 UN	0,180	0,169	0,941 NS	0,654 NS	-3,026 UN
	10 ^a	70	0,170	0,203	1,195 *	2,206 *	0,872 AG	0,170	0,163	0,957 NS	0,735 NS	-3,974 UN
	11 ^a	77	0,170	0,183	1,076 *	1,471 *	2,235 AG	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN
	12 ^a	84	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG
	13 ^a	91	0,130	0,134	1,034 *	1,282 *	3,803 AG	0,110	0,119	1,083 *	1,818 *	1,331 AG
	14 ^a	98	0,110	0,139	1,266 *	3,636 *	0,413 AG	0,080	0,095	1,182 *	3,571 *	0,440 AG
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR®	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	0,110	0,099	0,899 NS	-	-1,089 UN	0,100	0,111	1,111 *	2,222 *	0,900 AG
	6 ^a	42	0,140	0,142	1,013 *	1,099 *	10,780 AL	0,130	0,134	1,034 NS	1,282 *	3,803 AG
	7 ^a	49	0,160	0,176	1,101 *	1,667 *	1,584 AG	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG
	8 ^a	56	0,190	0,196	1,031 NS	1,170 *	6,162 AG	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN
	9 ^a	63	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN	0,170	0,183	1,076 NS	1,471 *	2,235 AG
	10 ^a	70	0,140	0,142	1,013 NS	1,099 NS	10,780 AL	0,140	0,142	1,013 NS	1,099 NS	10,780 AL
	11 ^a	77	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG
	12 ^a	84	0,100	0,111	1,111 *	2,222 *	0,900 AG	0,110	0,119	1,083 NS	1,818 *	1,331 AG
	13 ^a	91	0,100	0,111	1,111 *	2,222 *	0,900 AG	0,090	0,103	1,144 *	2,778 *	0,626 AG
	14 ^a	98	0,050	0,048	0,960 NS	-	-1,238 UN	0,060	0,077	1,286 *	6,667 *	0,210 AG

*Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade.

^{AG}Agregado; ^{UN}uniforme; ^{AL}aleatório.

S² Variância, I Razão Variância-Media, I_δ Índice de Morisita, K Expoente da Distribuição Binomial Negativa.

3.4 Distribuições teóricas de frequências - Adultos

Os testes de distribuições teóricas de freqüências para adultos de *E. heros* apresentaram em 10 amostragens, números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para a soja Bt em Dourados e Douradina (Tabela 3). Melo et al. (2006) e

Fonseca et al. (2013) estudando a distribuição de pragas realizaram distribuições teóricas de freqüências para insetos pragas, em oito e doze amostragens a campo.

Tabela 3. Teste qui-quadrado de aderência das freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial negativa (Bn) binomial positivo (Bp), arranjo espacial para adultos de *Euschistus heros*, em cultivares de soja [*Glicine max* (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem			Dourados			Arranjo	Douradina			Arranjo
	Nº	(DAE)	Poisson	Bn	Bp	Poisson	Bn	Bp			
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PRO TM	1 ^a	7	i	i	i	i	i	i			
	2 ^a	14	i	i	i	i	i	i			
	3 ^a	21	i	i	i	NP	i	i			NP
	4 ^a	28	i	i	i		i	i			
	5 ^a	35	7,959 *	8,753 NS	4,021 *	agregado	8,292 *	10,626 NS	9,249 **		agregado
	6 ^a	42	10,391 *	6,380 NS	9,078 *		11,121 *	8,941 NS	12,805 **		
	7 ^a	49	17,702 *	5,578 NS	14,304 *	agregado	11,702 **	8,733 NS	13,485 **		
	8 ^a	56	4,927 NS	20,303 *	8,215 *		1,402 NS	20,034 **	3,090 *		
	9 ^a	63	4,324 NS	36,911 *	9,288 *	aleatório	2,804 NS	45,906 **	5,501 *	aleatório	
	10 ^a	70	7,018 NS	27,337 *	21,566 *		21,679 NS	42,482 **	63,059 **		
	11 ^a	77	46,555 NS	18,219 *	243,730 *	uniforme	10,639 *	48,747 **	10,532 NS	uniforme	
	12 ^a	84	9,098 *	12,246 *	7,468 NS		10,556 *	10,460 NS	10,786 **		agregado
	13 ^a	91	10,149 *	9,418 *	9,581 NS	aleatório	10,596 NS	6,708 NS	13,365 **		
	14 ^a	98	8,383 *	10,450 *	8,560 NS		7,595 NS	18,872 **	11,015 **	aleatório	
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR [®]	1 ^a	7	i	i	i	NP	i	i	i		
	2 ^a	14	i	i	i		i	i	i		
	3 ^a	21	i	i	i	NP	i	i	i		NP
	4 ^a	28	i	i	i		i	i	i		
	5 ^a	35	5,811 *	8,528 NS	6,184 *	agregado	9,101 *	9,752 NS	9,983 **		agregado
	6 ^a	42	10,020 *	5,303 NS	12,336 *		17,585 **	16,021 NS	19,459 **		
	7 ^a	49	16,095 *	4,674 NS	15,244 *	agregado	15,968 **	9,915 NS	18,639 **		agregado
	8 ^a	56	0,817 NS	26,547 *	1,861 *		7,267 *	30,933 NS	7,109 **		
	9 ^a	63	4,974 NS	38,150 *	8,991 *	aleatório	123,014 **	16,990 NS	440,705 **		
	10 ^a	70	4,918 NS	30,681 *	18,860 *		8,342 NS	32,821 **	24,886 **		
	11 ^a	77	41,289 *	26,630 NS	195,420 *	agregado	6,656 NS	38,551 **	8,726 **	aleatório	
	12 ^a	84	8,169 NS	13,794 NS	7,542 *		6,530 *	13,297 **	6,135 NS	uniforme	
	13 ^a	91	8,804 NS	11,430 *	8,218 *	aleatório	7,976 NS	8,929 *	9,578 **		
	14 ^a	98	5,350 NS	15,461 *	8,316 *		9,383 NS	21,096 **	10,720 **	aleatório	

**Significativo a 1% e *Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

ns - Não significativo a 5 e 1% de probabilidade.

ⁱ - Insuficiência de classe.

NP - não presente.

Os valores dos adultos de *E. heros*, para a cultivar Bt e não Bt em Dourados e Douradina indicam que os dados se ajustaram aos modelos teóricos de distribuição de Poisson (arranjo aleatório) binomial negativa (arranjo agregado) e binomial positiva (arranjo uniforme) nas amostragens (Tabela 3).

Segundo Degrande, (1998), Rodrigues et al. (2010), Fonseca et al. (2013) os grupos de insetos iniciam de forma contagiosa, posteriormente se dispersam na área e com o passar do tempo a distribuição torna-se generalizada em todo o campo.

3.5 Distribuições teóricas de frequências - Ninfas

Os testes de distribuições teóricas de freqüências para ninfas de *E. heros* apresentaram em 10 amostragens, números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para a soja Bt em Dourados e Douradina. Os valores das ninfas de *E. heros* para a cultivar de soja Bt em Dourados e Douradina indicam que os dados se ajustaram aos modelos teóricos de distribuição de binomial negativa (arranjo agregado) nas amostragens realizadas (Tabela 4). A dispersão é provavelmente induzida por alterações na disponibilidade de alimentos ao redor das ninfas e pela concorrência por alimentos (Panizzi, 1991; Panizi & Oliveira, 1998).

Ninfas de percevejos se dispersam do local da oviposição, porém podem cobrir apenas distâncias relativamente pequenas. Por exemplo, ninfas do percevejo verde-pequeno, *P. guildinii*, movem-se por até 12 m do ponto inicial, durante o seu desenvolvimento em campos de soja. É importante destacar que as ninfas movem-se mais no sentido longitudinal do que no sentido transversal das fileiras de soja (Panizzi et al., 1980; Cividanes et al., 1994).

O uso de vários índices de dispersão para calcular a distribuição espacial de uma praga é uma recomendação importante (Barbosa, 2003), pois um único índice não fornece todos os atributos considerados ideais do ponto de vista estatístico, e o uso de mais de um índice pode fornecer maior segurança às conclusões (Martins et al., 2012).

Os adultos de *E. heros* se arranjaram de forma diferenciada entre as cultivares de soja e entre as regiões, uma vez que, nas duas cultivares e nos locais, os indivíduos

das populações avaliadas apresentaram diferentes formas de distribuição espacial em função de dias após emergência. No entanto, com relação ao arranjo espacial das ninfas de *E. heros*, verificou-se que o local de cultivo e a soja Bt não influenciou a distribuição, pois, ao se analisar os resultados obtidos com as distribuições teóricas de freqüência, sendo representado por disposição agregada nas duas cultivares e nas duas regiões. Resultados relatados por Souza et al. (2013) corrobora com este trabalho, no qual relata que ninfas de *E. heros* do primeiro ao terceiro estádio apresentaram distribuição espacial agregada.

Tabela 4. Teste qui-quadrado de aderência das freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial negativa (Bn) binomial positivo (Bp), arranjo espacial para ninfas de *Euschistus heros*, em cultivares de soja [*Glycine max (L)*] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem		Dourados			Arranjo	Douradina			Arranjo
	Nº	(DAE)	Poisson	Bn	Bp		Poisson	Bn	Bp	
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PROR™	1 ^a	7	i	i	i	NP	i	i	i	NP
	2 ^a	14	i	i	i		i	i	i	
	3 ^a	21	i	i	i		i	i	i	
	4 ^a	28	i	i	i		i	i	i	
	5 ^a	35	20,461 **	7,458 NS	21,847 **		4,502 *	2,518 NS	5,254 *	
	6 ^a	42	30,310 **	12,056 NS	29,451 **		11,556 **	4,811 NS	15,652 **	
	7 ^a	49	11,718 **	7,326 NS	10,364 **		5,807 *	7,688 NS	6,018 *	
	8 ^a	56	9,443 *	4,814 NS	11,316 **		10,248 *	7,230 NS	11,515 **	
	9 ^a	63	21,138 **	6,070 NS	25,156 **		25,884 **	8,065 NS	29,092 **	
	10 ^a	70	30,310 **	6,738 NS	29,451 **		16,840 **	5,841 NS	21,933 **	
	11 ^a	77	18,256 **	3,6704 NS	21,525 **		14,142 **	5,214 NS	15,324 **	
	12 ^a	84	12,679 **	4,201 NS	14,136 **		13,020 **	3,780 NS	14,752 **	
	13 ^a	91	7,365 *	2,704 NS	8,514 **		10,815 *	3,041 NS	12,480 **	
	14 ^a	98	7,219 *	5,722 NS	8,038 **		4,133 *	1,815 NS	4,938 *	
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR®	1 ^a	7	i	i	i	agregado	i	i	i	agregado
	2 ^a	14	i	i	i		i	i	i	
	3 ^a	21	i	i	i		i	i	i	
	4 ^a	28	6,219 *	4,434 NS	6,928 **		i	i	i	
	5 ^a	35	15,124 **	7,969 NS	16,720 **		7,659 *	4,210 NS	8,577 **	
	6 ^a	42	21,950 **	9,480 NS	29,451 **		11,581 **	6,547 NS	12,628 **	
	7 ^a	49	16,440 **	8,466 NS	14,333 **		3,486 *	6,124 NS	3,847 *	
	8 ^a	56	8,419 *	2,931 NS	9,641 **		12,370 **	4,538 NS	13,613 **	
	9 ^a	63	22,972 **	5,801 NS	27,462 **		25,789 **	8,908 NS	28,352 **	
	10 ^a	70	32,222 **	6,743 NS	31,628 **		30,113 **	9,880 NS	33,317 **	
	11 ^a	77	22,212 **	3,790 NS	25,758 **		15,695 **	6,241 NS	17,356 **	
	12 ^a	84	11,372 **	3,283 NS	12,975 **		9,339 *	2,600 NS	10,730 **	
	13 ^a	91	7,554 *	2,387 NS	8,745 **		7,442 *	1,929 NS	8,743 **	
	14 ^a	98	3,112 *	2,917 NS	3,666 NS		3,987 *	1,006 NS	4,900 *	

**Significativo a 1% e *Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

ns - Não significativo a 5 e 1% de probabilidade.

ⁱ - Insuficiência de classe.

NP - não presente.

A ausência das lagartas alvo da tecnologia Bt parece ter favorecido o crescimento das populações de adultos e ninfas de *E. heros* na cultivar Bt. Assim, sugere-se que trabalhos futuros busquem desenvolver planos de amostragem seqüencial dessa praga da soja, tanto no cultivo Bt quanto no cultivo não Bt, visando definir o número exato de unidades amostrais a serem utilizadas.

O número preciso de unidades de amostra para o processo de amostragem desses insetos é extremamente importante uma vez que essas espécies são causadoras de consideráveis prejuízos diretos à cultura. Desta forma a aplicação de inseticidas deve ser realizada somente em locais com a presença dos insetos pragas e levando em consideração os princípios do manejo integrado de pragas e o arranjo de distribuição espacial, resultando em um manejo mais eficiente, com menor impacto ambiental.

4 CONCLUSÕES

Os adultos de *E. heros* se arranjaram de forma diferenciada para a soja Bt e não Bt e entre as regiões, uma vez que, nas duas cultivares e nos locais, os indivíduos das populações avaliadas ajustaram-se nos arranjos probabilísticos de distribuição binomial negativa (agregado), de Poisson (aleatório), e distribuição binomial positiva (uniforme), conforme os dias após a emergência da soja.

As ninfas de *E. heros* apresentaram arranjo espacial agregado, distribuindo-se de forma semelhante para a soja Bt e não Bt e para as regiões, ajustando-se ao modelo de distribuição binomial negativa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, R., & Degrande, P. E. (2012). Desempenho do algodão-Bt como tática de controle de pragas em condições de campo. *Científica*, 40(2), 117-137.
- Barbosa, J. C. (2003). *Métodos estatísticos aplicados à entomologia*. (1 edn, p. 254). Jaboticabal, SP: FUNEP.
- Bernardi, O., Malvestiti, G., Dourado, P. M., Oliveira, W. S., Martinelli, S., Berger, G. U., Head, G. P., & Omoto, C. (2012). Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pest Management Science*, (68), 1083-1091. DOI: 10.1002/ps.3271
- Bueno, N. M., Christovam, R. S., Prado, E. P., Aguiar Junior, H. O., Dalpogetto, M. H. F. A., & Raetano, C. G. (2008). Distribuição espacial de *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura da soja. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2008, Uberlândia. **Anais**. MG. XXII Congresso Brasileiro de Entomologia.
- Cividanes, F. J., & Parra, J. R. P. (1994). Zoneamento ecológico de *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) em quatro estados produtores de soja do Brasil. *Jornal Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 23(2), 219-226.
- Corrêa-Ferreira B. S., & Panizzi A. R. (1999). *Percevejos da soja e seu manejo*. Londrina, PR: Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja. (1 edn, p. 45). (Circular técnica, 24).
- Corrêa-Ferreira B. S. (2005). Susceptibilidade da soja aos percevejos *Euschistus heros* (F.) e *Piezodorus guildinii* (West.) na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(11), 1067-1072. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005001100003>
- Degrande, P. E. (1998). *Guia prático de controle das pragas do algodoeiro*. (1 edn, p. 60). Dourados, MS: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.
- Dutra, C. C., Meotti, C., Fernandes, M. G., & Raizer, J. (2012). Riqueza e composição de espécies de insetos visitantes florais de algodoeiro Bt e não-Bt. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79(3), 353-361.
- Dutra, C. C., Koch, R. L., Burkness, E., Meissle, M., Romeis, J., Hutchison, W. D., & Fernandes, M. G. (2012). *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) exhibits no preference between Bt and non-Bt maize fed *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Plos One*, 7(9), e44867. doi:10.1371/journal.pone.0044867
- Elliott, J. M. (1979). *Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates*. (1 edn, p. 157). Ambleside, Freshwater Biological Association.

- Fernandes, M. G., Busoli, A. C., & Barbosa, J. C. (2003). Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology*, 32(1), 107-115. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2003000100016>
- Fietz C. R., & Fisch G. F. (2006). *O clima da região de Dourados, MS.* (1 edn, p. 32). Dourados, MS, Brasil: Embrapa Agropecuária Oeste. (Documentos, 85).
- Fonseca, P. R. B., Fernandes, M. G., Cavada, L. H., & Silva, J. A. N. (2013). Distribuição espacial de adultos de *Piezodorus guildine* em algodoeiro Bt e não Bt. *Revista de Ciências Exatas e da Terra*, 2(2), 71-82.
- Fonseca, P. R. B., Fernandes, M. G., Justiniano, W., Cavada, L. H., & Silva, J. A. N. (2013). Leaf Chlorophyll Content and Agronomic Performance of Bt and Non-Bt Soybean. *Journal of Agricultural Science*, 5(12), p. 117-125. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n12p117>
- Fonseca, P. R. B., Fernandes, M. G., Degrande, P. E., Mota, T. A., & Kassab, S. O. (2013). Spatial distribution of adult *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) and buds with feeding punctures on conventional and Bt cotton. *Semina. Ciências Agrárias*, 34(3), 1129-1138. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1129>
- Homrich, M. S., Passaglia, L. M. P., Pereira, J. F., Bertagnolli, P. F., Pasquali, G., Zaidi, M. A., Altosaar, I., & Zanettini, M. H. B. (2008). Resistance to *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) in transgenic soybean (*Glycine max* (L.) Merrill Fabales, Fabaceae) cultivar IAS5 expressing a modified Cry1Ac endotoxin. *Genetics and Molecular Biology*, 31(2), 522-531. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572008000300020>
- Krinski, D., Favetti, B. M., Lima, A. G., & Brum, T. R. (2013). Oviposition preference of the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* on artificial substrates of different colors. *Ciência Rural*, 43(12), 2185-2190. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013001200011>
- Martins, G. L. M., Vieira, M. R., Barbosa, J. C. Dini, T. A., Manzano, A. M., Alves, B. M. S., & Silva, R. M. (2012). Distribuição espacial de *Calacarus Heveae* feres na cultura da seringueira em Marinópolis - São Paulo. *Revista Árvore*, 36(2), 211-217.
- Maruyama, W. I., Fernandes, Marcos. G., Barbosa, J. C., & Yamamoto, P. T. (2002). Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. *Neotropical Entomology*, 31(1), 35-40.
- Medeiros, L., & Megier, G. (2009). Ocorrência e desempenho de *Euschistus heros* (Heteroptera, pentatomidae) em plantas hospedeiras alternativas no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Entomology*, 38(4), 459-463. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2009000400003>

- Melo, E. P., Fernandes, M. G., Degrande, P.E., Cessa, R. M. A., Salomão, J. L., & Nogueira, R. F. (2006). Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, 35(5), 689-697. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000500018>
- Morisita, M. (1962). Id-index, a measure of dispersion of individuals. *Journal: Researches on Population Ecology*. 4(1), 1-7.
- Panizzi, A. R., Bueno, A. F., & Silva, F. A. C. (2012). *Insetos que atacam vagens e grãos*. In: Hoffman-Campo, C.B., Corrêa-Ferreira, B.S., Moscardi, F. *Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga*. (1 edn, p. 420). Brasília, DF: Embrapa.
- Panizzi, A. R., Galileo, M. H. M., Gastal, H. A. O., Toledo, J. F. F., & Wild, C. H. (1980). Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii* nymphs in soybeans. *Environmental Entomology*, 9(3), 293-297.
- Panizzi, A. R., & Slansky, F. (1985). Review of phytophagous pentatomids associated with soybean in the Americas. *The Florida Entomologist*, 68(1), 184-214.
- Panizzi, A. R. (1997). Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Reviews Entomology*, 42(1), 99-122.
- Panizzi, A. R. (1991). *Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes*. In: Panizzi, A. R., Parra, J. R. P. (1 edn p. 287) Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Manole, São Paulo, SP. 253-287.
- Panizzi, A. R., & Oliveira, E. D. M. (1998). Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 88(3)169-175, 1998. DOI: 10.1046/j.1570-7458.1998.00359.x
- Pereira, R. G., Albuquerque, A. W., Souza, R. O., Silva, A. D., Santos, J. P. A., Barros, E. S., & Medeiros, P. V. Q. (2011). Sistemas de manejo do solo: soja [*Glycine max* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(1), 44-51.
- Pereira, M. F. A.; A. L. Boiça Jr. & J. C. Barbosa. (2004). Spatial distribution of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) on bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.). *Neotropical Entomology* 33(4), 499-504. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000400015>
- Pielou, E. C. (1977). *Mathematical ecology*. (2edn, p. 385). New York: John Wiley & Sons.
- Poole, R. W. (1974). *An introduction to quantitative ecology*. (1edn, p. 525). New York: McGraw Hill.

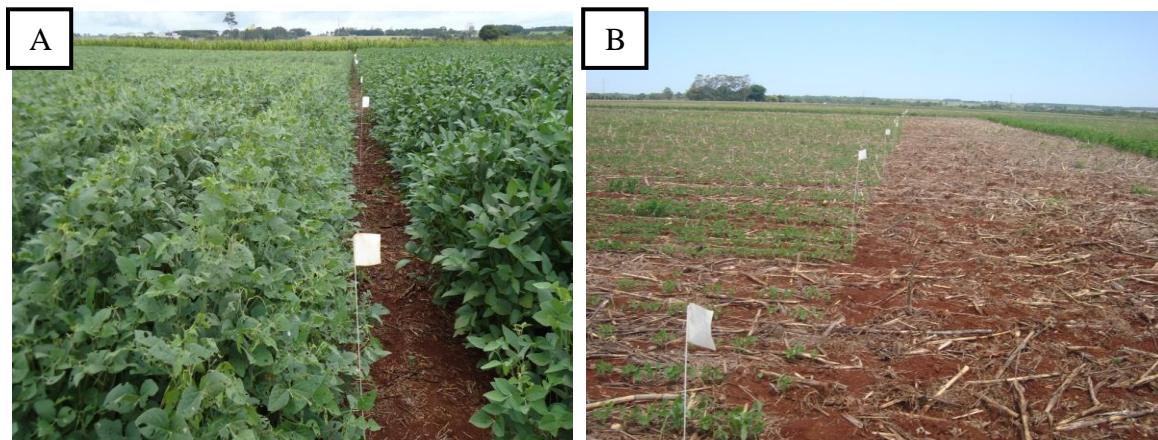
- Rabinovich, J. E. (1980). *Introducion a la ecología de poblaciones animales*. (1edn, p. 313), México, CECSA.
- Ricklefs, R. E. (2003). *A economia da natureza*. (5 edn, p.470). Rio de Janeiro, Guanabara/Koogan.
- Rodrigues, T. R., Fernandes, M. G., & Santos, H. R. (2010). Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro Bt e não-Bt. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(1), 136-143. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262010000100019>
- Slansky Jr. F., & Panizzi, A. R. (1987). Nutritional ecology of seed-sucking insects, p.283-320. In Slansky, Jr. F., & Rodriguez, J. G. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates.(1edn, p.1034) .New York, John Wiley & Sons.
- Smaniotto, L. F., & Panizzi, A. R. (2013). Nymph and Adult Biology on Cultivated and on Non-Cultivated Plants and Seasonal Phenology on Wild Plants of the Neotropical Stink Bug, *Euschistus paranicus* Grazia (Hemiptera: Pentatomidae). *International Journal of Biology*, 5(2), 103-110. DOI: 10.5539/ijb.v5n2p103
- Southwood, T. R. E. (1978). *Ecological methods*. (2 edn, p. 525), New York: John Wiley & Sons.
- Souza, L. A., Barbosa, J. C., Grigolli, J. F. J., Fraga, D. F., Maldonado, W., Busoli, A. C. (2013). Spatial Distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. *Neotropical Entomology*, 42(2), 412-418. DOI 10.1007/s13744-013-0136-2
- Souza, L. A., Barbosa, J. C., Grigolli, J. F. J., Fraga, D. F., Maldonado Jr., W.; Busoli, A. C. (2011). Distribuição espacial de *Piezodorus guildinii* na cultura da soja. **Anais:** XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - São Pedro, SP, 94-96.
- Sosa-Gómez, D. R., & Silva, J. J. (2010). Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(7), 767-769. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000700019>
- Sturmer, G. R., Cargnelutti Filho, A., Stefanelo, L. S., & Guedes, J. V. C. (2012). Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. *Ciência Rural*, 42(12), 2105-2111. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000145>
- Thomazoni, D., Degrande, P. E., Silvie, P., & Faccenda, O. (2010). Impact of Bollgard® genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil. *African Journal of Biotechnology*, 9(37), 6167-6176. <http://dx.doi.org/10.4314%2Fajb.v9i37>.

- Vivan, L. M., & Degrande, P. E. (2011). Pragas da soja. In: *Boletim de pesquisa de soja*. (1 edn, p. 297). Rondonópolis: Fundação MT. (Boletim, 15).
- Zambiazzi, E. V., De Nadai, J., Guilherme, S. R., & Bonaldo, S. M. (2012). Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, 6(2), 44-48.
- Yokomizo, G. K., Duarte, J. B., Vello, N. A., & Unfried, J. R. (2013). Análise AMMI da produtividade de grãos em linhagens de soja selecionadas para resistência à ferrugem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(10), 1376-1384. DOI: 10.1590/S0100-204X2013001000009
- Young, L. J., & Young, J. H. (1998). *Statistical ecology: a population perspective*. (1 edn, p. 565) Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Yu, H. L., Yun, H. L., & Kong, M. W. (2011). Risk assessment and ecological effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* crops on non-target organisms. *Journal of Integrative Plant Biology*, 53(7) 520-538. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2011.01047.x
- Yuan, L., & Knauf, V. C. (1997). Modification of plants components. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(2), 227-233.

6 Anexos

Bordadura - Milho Bt										
50 metros										
Cultivar I (Bt AL 6910 Intacta RR2 PRO™)										
1	20	21	40	41	60	61	80	81	91	
2	19	22	39	42	59	62	79	82	92	
3	18	23	38	43	58	63	78	83	93	
4	17	24	37	44	57	64	77	84	94	
5	16	25	36	45	56	65	76	85	95	
6	15	26	35	46	55	66	75	86	96	
7	14	27	34	47	54	67	74	87	97	
8	13	28	33	48	53	68	73	88	98	
9	12	29	32	49	52	69	72	89	99	
10	11	30	31	50	51	70	71	90	100	
50 metros										
Cultivar II (não Bt BMX Potência RR®)										
1	20	21	40	41	60	61	80	81	91	
2	19	22	39	42	59	62	79	82	92	
3	18	23	38	43	58	63	78	83	93	
4	17	24	37	44	57	64	77	84	94	
5	16	25	36	45	56	65	76	85	95	
6	15	26	35	46	55	66	75	86	96	
7	14	27	34	47	54	67	74	87	97	
8	13	28	33	48	53	68	73	88	98	
9	12	29	32	49	52	69	72	89	99	
10	11	30	31	50	51	70	71	90	100	
50 metros										
Bordadura - Milho Bt										

Anexo 1. Disposição dos tratamentos do soja-Bt e não-Bt dentro da área de amostragem. Dourados e Douradina, MS.



Anexo 2. Área Experimental: Local da área do ensaio da pesquisa, Dourados (A) e Douradina (B). MS.

Capítulo II

Distribuição espacial de adultos e ninhas de percevejo *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt

Paulo R. B. da Fonseca¹ & Marcos G. Fernandes²

¹Engº. Agrônomo, doutorando em Produção Vegetal. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA). E-mail: prbeltramin@hotmail.com

²Professor Adjunto. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). E-mail: marcosfernandes@ufgd.edu.br

RESUMO: O conhecimento do modelo de dispersão de adultos e ninhas de *Edessa meditabunda* em cultivares de soja é necessário para determinar as ações de controle e, assim, permitir a correta utilização de estratégias para evitar perdas na produção. Esta pesquisa teve por objetivo realizar análises probabilísticas dos padrões de distribuição espacial dos adultos e ninhas de *E. meditabunda* em duas regiões em soja Bt e não Bt. Para as avaliações utilizou-se o método de pano-de-batida, onde coletou-se aleatoriamente uma amostra por parcela de cada área experimental. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 dias após a emergência (DAE). Para análise dos dados foram calculados os índices de dispersão (razão variância/média, índice de Morisita e Expoente kda Distribuição Binomial Negativa) e as distribuições teóricas de freqüência (Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva) a 5% de probabilidade. O pico populacional dos adultos e ninhas de *E. meditabunda* foi verificado no período reprodutivo das cultivares de soja Bt e não-Bt, em Dourados e Douradina. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a tecnologia Bt teve o arranjo espacial de adultos e ninhas de *E. meditabunda*, sendo que ajustou-se nos arranjos probabilísticos de distribuição binomial negativa (agregado) nas duas regiões pesquisadas. Na soja não Bt para os adultos e ninhas de *E. meditabunda* teve os arranjos espaciais que ajustou-se nos arranjos probabilísticos de distribuição binomial negativa e distribuição binomial positiva (uniforme), conforme os dias após a emergência, para a região de Dourados e Douradina.

PALAVRAS-CHAVE: Arranjo espacial, danos, dispersão horizontal, *Edessa meditabunda* F., *Glycine Max*

Spatial distribution of adults and nymphs of stink bug *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean Bt and non-Bt

ABSTRACT: Knowledge of the dispersion of adults and nymphs of *Edessa meditabunda* in soybean model is needed to determine the control actions and thus enable proper use of strategies to avoid losses in production. This research aimed to conduct probabilistic analysis of the spatial distribution patterns of adults and nymphs of *E. meditabunda* in two regions in soybean Bt and non-Bt. For the evaluations we used the method of cloth-to- beat, where we collected one sample per plot randomly from each experimental area. Evaluations were performed at 7, 14 , 21 , 28 , 35 , 42 , 49 , 56 , 63 , 70 , 77 , 84 , 91, 98 days after emergence. For data analysis, the rates of dispersion (variance/average Morisita index and exponent k . Negative Binomial Distribution) and theoretical frequency distributions (Poisson, Binomial and Negative Binomial Positive) at 5 % probability were calculated. The peak population of adults and nymphs of *E. meditabunda* was observed in the reproductive stage of soybean Bt and non-Bt in Dourados and Douradina. From the results obtained it can be concluded that the Bt technology had the spatial arrangement of adults and nymphs of *E. meditabunda*, and is set in probabilistic arrangements negative binomial distribution (aggregate) in the two regions surveyed. In non-Bt soybeans for adults and nymphs of *E. meditabunda* spatial arrangements that had set in probabilistic arrangements of positive and negative binomial distribution binomial distribution (uniform) , as the days after emergence , for the region of Dourados and Douradina.

KEY WORDS: Spatial arrangement, damage, horizontal dispersion, *Edessa meditabunda* F., *Glycine max* L.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] representa, no nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida (Leal-Costa et al., 2008; Silva et al., 2012). Tal fato se justifica pela importância do produto tanto para o consumo animal, através do farelo da soja, quanto para o consumo humano, através do óleo (Silva et al., 2010). No Brasil tem grande relevância para o agronegócio, verificada pelo aumento das áreas cultivadas e, principalmente, pelo incremento da produtividade pela utilização de novas tecnologias (Zadinello et al., 2012; Fonseca et al., 2013).

Para ser atingido o potencial máximo de produção da soja, é necessário que se tenham as melhores condições de manejo integrado de pragas. Sendo os percevejos, considerado as pragas mais importantes da cultura da soja, por se alimentarem diretamente das sementes, sendo responsáveis por danos que refletem na redução da produção, na qualidade das sementes e por transmissão de moléstias (Belorte et al., 2003; Marsaro Júnior et al., 2010; Souza et al., 2013).

O percevejo *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) é uma praga de grande importância em varias regiões do Brasil, devido a sua ocorrência desde a fase vegetativa até a maturação dos grãos (Corrêa-Ferreira e Panizzi, 1999, Golin et al., 2011). Os adultos de *E. meditabunda* utilizam seu aparelho bucal para alimentar de hastes de plantas de soja e perfurar as vagens, sementes da soja, tornando-as chochas e enrugadas, afetando, consequentemente, a produção e a qualidade dos grãos (Panizzi e Parra 2009). O gênero Edessa é a maior família dos Pentatomídeos, sendo de ocorrência neotropical (Silva et al., 2006).

Os danos ocasionados por *E. meditabunda* quando não controlado podem pode provocar retenção foliar, diminuição do tamanho das sementes, redução do teor de óleo e do poder germinativo e a redução na produtividade da soja (Lourenço et al., 1999; Gonçalves et al., 2008).

Para reduzir os prejuízos, o controle deste percevejo é realizado através de aplicações de inseticidas químicos desde a fase vegetativa da planta e que nem sempre são eficientes e

seletivos aos inimigos naturais (Corrêa-Ferreira et al., 2010; Sosa-Gómez e Silva 2010; Fiorin et al. 2011).

Para reduzir o uso de inseticidas houve uma longa procura por tecnologias específicas com baixa persistência no ambiente, incluindo o manejo integrado de pragas, baseado na resistência de plantas a insetos. Com o advento do melhoramento de plantas, os genes de bactérias, tais como *Bacillus thuringiensis* (Bt) e *Bacillus sphaericus* foram os principais organismos utilizados para conferir resistência de plantas a insetos em escala comercial (Sharma et al., 2000; Silva et al., 2000; Theoduloz et al., 2003).

Os recentes avanços na biotecnologia agrícola resultaram em plantas transgênicas que são alternativas eficientes e têm menos impacto ambiental para o controle de lepidópteros em áreas onde estes são considerados pragas (Williams et al., 1998; Lolas e Meza-Basso, 2006).

Estudos de dinâmica populacional fornece informações úteis para os modelos de desenvolvimento que envolve o manejo de pragas (Gilbert et al., 1976), considerando-se a possibilidade de obtenção de dados sobre a distribuição da população ao longo de um determinado período de tempo (Odum, 1988). Portanto, tais estudos podem ser empregadas com sucesso em programas de MIP (Silveira Neto et al., 1976).

O manejo de *E. meditabunda* na cultura da soja deve incluir a adoção de medidas de controle com base nos níveis populacionais da espécie, monitorados por meio de amostragens periódicas. O primeiro passo na elaboração de um plano de amostragem é o conhecimento da distribuição espacial da espécie de interesse, visando estabelecer critérios adequados de levantamento populacional (Barbosa, 2003). Assim, o conhecimento de uma forma rápida e eficiente de amostragem das pragas, principalmente em extensas áreas de cultivo, é fundamental para que o MIP seja aplicado satisfatoriamente (Fernandes et al., 2003).

Os padrões de distribuição espacial de pragas nas lavouras são agregada, uniforme e aleatória. Tais distribuições são denominadas Binomial Negativa, Binomial Positiva e Poisson, respectivamente (Barbosa e Perecin, 1982). Essa classificação é feita com base na relação entre a variância e a média dos dados (Elliott, 1979). Entretanto, apesar dos benefícios obtidos com a

cultivar Bt, ainda não se sabe com exatidão como as plantas transgênicas afetam as populações dos organismos de um agroecossistema (Rodrigues et al., 2010).

O conhecimento da distribuição espacial dos percevejos da soja pode ser um parâmetro importante a ser considerado para subsidiar a tomada de decisão do local e momento mais adequados para aumentar a eficiência de seu controle no manejo integrado de pragas, bem como reduzir custos de controle e danos ambientais (Kuss-Roggia, 2009).

Neste contexto, esta pesquisa objetivou avaliar a distribuição espacial de adultos e ninfas de *Edessa meditabunda* em soja Bt e não Bt em duas regiões sob condições de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área amostral

O experimento foi instalado em condições de campo, em duas áreas experimentais localizadas na Fazenda Rincão Porã, nas coordenadas geográficas 22°14'25"S, 54°42'60,7"W e altitude de 403 m no município de Dourados, e na Fazenda Boa Sorte nas coordenadas geográficas 22° 01'07"S, 54°32'15"W e altitude de 310 m no município de Douradina, durante a safra agrícola 2011/2012. O solo das áreas é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), de textura muito argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Mesotérmico Úmido, do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20°C a 24°C e 1.250 mm a 1.500 mm (Fietz e Fisch, 2006). Para manejo das duas áreas experimentais com a cultura da soja, utilizou-se o sistema de plantio direto, tendo o milho (*Zea mays*, L) como cultura antecessora. A área do experimento foi dessecada com herbicida glifosato associado a óleo mineral (2,0 l.ha⁻¹ + 0,5 l.ha⁻¹), respectivamente.

As sementes utilizadas foram das cultivares de soja Bt AL 6910 Intacta RR2 PRO™ e não Bt BMX Potência RR®, constituindo os dois tratamentos em dois locais

diferentes. Foram realizadas a semeadura nas áreas experimentais, primeira área Fazenda Rincão Porã, efetuada no dia 22/10/2011, segunda área Fazenda Boa Sorte efetuada no dia 29/10/2011, com uma densidade de 15 sementes por metro linear, adotando-se uma população de aproximadamente 300.000 plantas ha⁻¹. O espaçamento entre fileiras foi de 0,50 metros. Para a adubação de base nas duas cultivares utilizou-se 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK (02.18.18). Realizou-se o controle de plantas invasoras e doenças com aplicação de herbicidas, fungicidas, e não foi realizada a aplicação de inseticidas nas áreas estudadas.

2.2 Amostragens

Avaliou-se a distribuição espacial de adultos e ninfas do percevejo *E. meditabunda*, em duas regiões (Dourados e Douradina) com duas áreas cada, contendo 100 parcelas em cada área, cada parcela foi composta de 11 linhas com 5 m de comprimento, totalizando (27,5 m²) com as cultivares de soja Bt e não-Bt, constituindo os dois tratamentos. A metodologia de amostragem utilizada foi o método de pano-debatida, constituído de dois bastões de madeira ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1m e largura de 1,4m. Para as coletas, uma extremidade do pano foi colocada entre as fileiras de soja, sendo ajustada à base das plantas de uma linha e a outra estendida sobre as plantas da linha adjacente. As plantas de uma fileira (0,50 m²) foram sacudidas, vigorosamente, a fim de derrubar os insetos-praga sobre o pano (Sturmer et al., 2012). As amostragens foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 dias após a emergência (DAE), nas cultivares de soja Bt e não Bt.

2.3 Análise Estatística

Para análise dos dados, a média e a variância do número de adultos e ninfas de *E. meditabunda* por parcela foram obtidas em cada data de amostragem, utilizando-se a relação entre esses valores como um dos indicativos da distribuição espacial (Elliott, 1979). Os índices de dispersão, descritos a seguir, foram calculados com o uso do programa Excel®.

Razão variância/média: É a relação entre a variância e a média ($I = s^2/m$), utilizada para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, em que valores iguais à unidade indicam distribuição espacial aleatória, valores menores que a unidade distribuição uniforme e valores maiores que a unidade distribuição agregada (Rabinovich, 1980). O afastamento da aleatoriedade pode ser testado pelo teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade, $\chi^2 = (n-1) s^2/m$ (Elliott, 1979).

Índice de Morisita: o índice de Morisita (I_δ) é relativamente independente da média e do número de amostras. Sendo assim, quando $I_\delta = 1$ a distribuição é ao acaso; quando $I_\delta > 1$ a distribuição é do tipo contagiosa e quando $I_\delta < 1$ indica uma distribuição regular (Morisita, 1962).

Expoente k da Distribuição Binomial Negativa: o expoente k é um índice adequado de dispersão quando o tamanho e os números de unidades amostrais são os mesmos em cada amostra, já que, freqüentemente, este é influenciado pelo tamanho das unidades amostrais. Este parâmetro é uma medida inversa do grau de agregação, nesse caso os valores negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme, os valores positivos, próximos de zero, indicam disposição agregada e os valores superiores a oito indicam uma disposição ao acaso (Pielou, 1977; Southwood, 1978; Elliot, 1979). Sobre esse aspecto, Poole (1974) utiliza outra interpretação, para ele quando $0 < k < 8$, o índice indica distribuição agregada, e quando $0 > k > 8$ aponta para distribuição aleatória.

Distribuição teórica de freqüências: As distribuições teóricas de freqüências utilizadas para avaliar a distribuição espacial das espécies observadas são apresentadas a seguir, de acordo com Young e Young (1998).

Distribuição de Poisson: também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual à média ($s^2 = m$).

Distribuição Binomial Positiva: descreve a distribuição uniforme e apresenta variância menor que a média ($s^2 < m$).

Distribuição Binomial Negativa: apresenta variância maior que a média, indicando, assim, distribuição agregada, além de possuir dois parâmetros: a média (m) e o parâmetro k ($k>0$).

Teste de qui-quadrado de aderência: para a verificação do teste de ajuste dos dados coletados em campo às distribuições teóricas de freqüência, utilizou-se o teste qui-quadrado de aderência que compara o total das freqüências observadas na área amostral, com as freqüências esperadas, de acordo com Young e Young (1998); sendo estas freqüências definidas pelo produto das probabilidades de cada classe e o número total de unidades amostrais utilizadas. Para a realização destes testes, optou-se por fixar uma freqüência esperada mínima igual à unidade. A análise estatística foi efetuada utilizando-se o teste de qui-quadrado ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Adultos e Ninfas

A presença dos adultos de *E. meditabunda* nas plantas de soja em Dourados foi detectada aos 35 dias após a emergência (DAE), nas cultivares com soja Bt e não Bt, em

Dourados e Douradina (Figura 1A e 1B). Nas 14 amostragens foram encontrados um total de 470 insetos, sendo 52,76% para a cultivar Bt e 47,23% na não Bt em Dourados e um total de 415 insetos em Douradina, sendo 53,73% para a cultivar Bt e 46,26% na não Bt (Figura 1A e 1B). O pico populacional dos adultos foi verificado aos 77 DAE (mês de janeiro) nas cultivares Bt e não-Bt, respectivamente em Dourados e Douradina (Figura 1A e 1B).

Normalmente, a colonização das lavouras de soja pelos percevejos inicia no final da fase vegetativa, (Panizzi e Vivan, 1997), fato este que ocorreu no presente trabalho, onde teve das infestações na fase vegetativa e o pico populacional na fase reprodutiva. Isto pode ser explicado, devido, com o aparecimento das vagens, a soja se torna nutricionalmente mais adequada para o desenvolvimento dos percevejos, o que implica no aumento das populações. No final do desenvolvimento das vagens e início do enchimento de grãos, considerado período crítico (Corrêa-Ferreira e Panizzi, 1999; Husch et al., 2012).

Em função da busca por plantas hospedeiras mais adequadas para sua alimentação, oviposição e desenvolvimento de sua prole, os percevejos adultos migram de uma região para outra, o que resulta em comportamento e infestações diferentes, ajustando ao ambiente (Panizzi, 1991).

Os resultados das ninfas de *E. meditabunda* nas cultivares Bt e não Bt surgiram a partir da quinta amostragem, aos 35 DAE em Dourados e Douradina (Figura 1C e 1D). Os maiores números de ninfas de *E. meditabunda* foram encontrados na cultivar Bt, o que representou 52,32% do total das parcelas amostradas em Dourados; e em Douradina teve 55,43% do total das parcelas amostradas (Figura 1C e 1D). Thomazoni et al. (2010); Barros e Degrande (2012) relatam que a infestação de percevejos na cultivar Bt foi mais intensa comparada à não Bt, exigindo mais pulverizações.

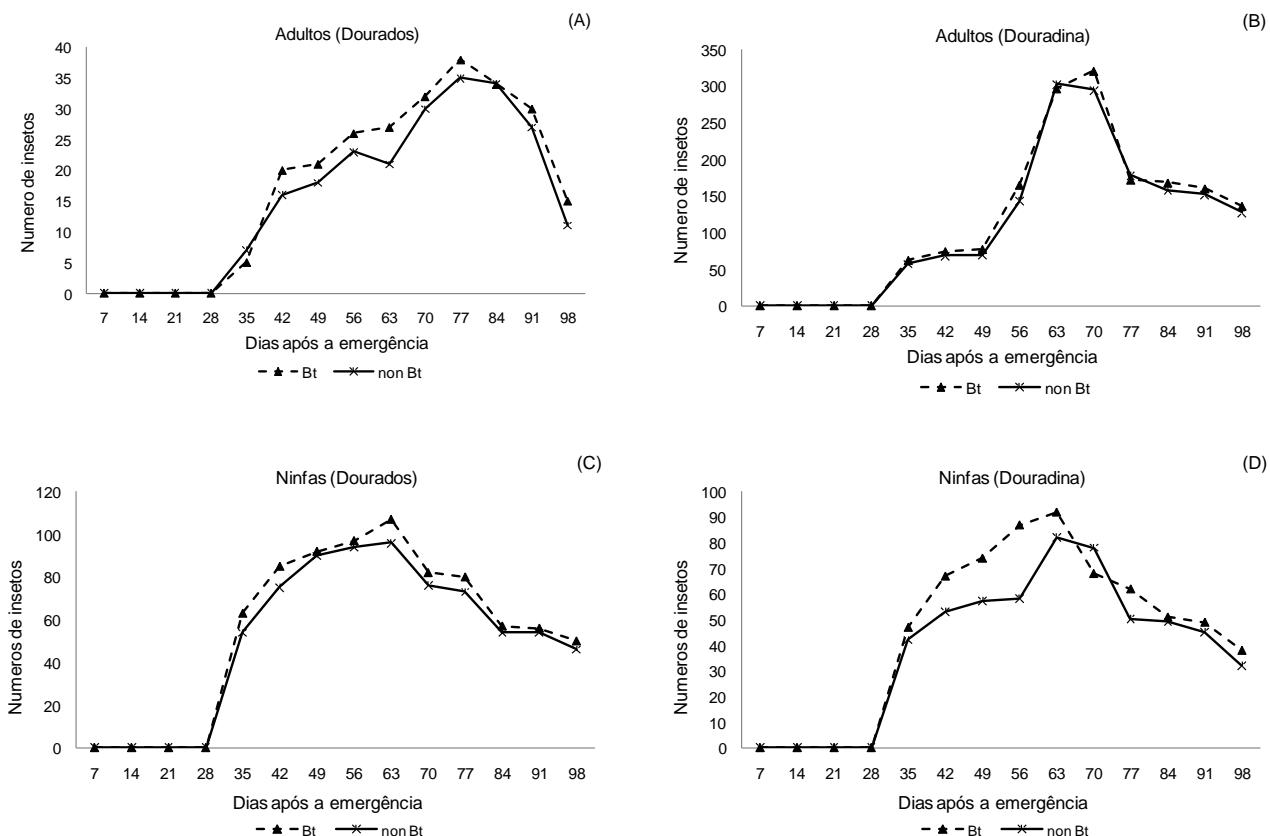


Figura 1. Percentagem de números de adultos e ninfas *E. meditabunda* ocorrentes em cultivares de soja [*Glycine max* (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Dourados e Douradina, MS. 2012.

A maior densidade populacional de adultos e ninfas de *E. meditabunda* encontrada na cultivar Bt deveu-se, provavelmente, à diminuição de competição inter-específica entre as diversas populações que compunham a comunidade de artrópodes da cultura, isso foi ocasionado, provavelmente, devido à redução da população de lagartas como às principais lagartas desfolhadoras da cultura como lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Bernardi et al., 2012) e *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e broca das axilas *Crocidosema aporema* (Walsingham, 1914), espécies essas que são alvo da toxina Cry1Ac e que, portanto, não foram encontradas nessa cultivar em virtude da resistência oferecida por essas plantas transgênicas a esses lepidópteros (Bernardi et al., 2012).

Não foi observado preferência dos adultos e ninfas de *E. meditabunda* em relação as cultivares *versus* regiões para as cultivares de soja Bt e não Bt. Fonseca et al. (2013) relatam não teve diferença de infestação de percevejos entre as cultivares Bt e não Bt. Da mesma forma, o número de estruturas atacadas não incorre em diferenças significativas entre as plantas Bt e não-Bt (Tomquelski, 2009; Kodama e Degrande, 2012). Áreas cultivadas durante o ano todo fornecem condições ideais para a sobrevivência de insetos polífagos, como os pentatomídeos, cuja população pode aumentar a ponto de causar danos significativos em diversas culturas (Corrêa-Ferreira e Panizzi, 1999; Chocorosqui, 2001).

3.2 Índices de Agregação – Adultos

A razão variância/média (I) calculada para adultos de *E. meditabunda* na cultivar Bt apresentou seis amostragens em Dourados e sete em Douradina, com valores estatisticamente maiores que à unidade indicando agregação, e teve quatro amostragens em Dourados e três em Douradina na cultivar Bt, com valores iguais a unidade indicando uniformidade (Tabela 1).

Na soja não Bt em Dourados o índice I teve cinco amostras com valores estatisticamente maiores que a unidade (agregado) e seis valores iguais a unidade que distribuição teórica é uniforme. Em Douradina o índice I teve seis amostragens com valores estatisticamente maiores que a unidade (agregado) e cinco valores iguais a unidade que distribuição teórica é uniforme (Tabela 1).

Tabela 1. Índices de dispersão para adultos de *E. meditabunda*, em cultivares de soja [*Glicine max* (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem		Dourados				Douradina					
	Nº	(DAE)	Média	S ²	I	I _δ	K	Média	S ²	I	I _δ	K
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PRO™	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	0,050	0,068	1,364 *	10,000 *	0,138 AG	0,060	0,077	1,286 *	6,667 *	0,210 AG
	6 ^a	42	0,200	0,182	0,909 NS	0,526 NS	-2,200 UN	0,160	0,156	0,975 NS	0,833 NS	-6,336 UN
	7 ^a	49	0,210	0,228	1,087 *	1,429 *	2,426 AG	0,170	0,163	0,957 NS	0,735 NS	-3,974 UN
	8 ^a	56	0,260	0,235	0,903 NS	0,615 NS	-2,677 UN	0,230	0,219	0,953 NS	0,791 NS	-4,941 UN
	9 ^a	63	0,270	0,280	1,037 NS	1,140 *	7,364 AG	0,220	0,234	1,063 *	1,298 *	3,472 AG
	10 ^a	70	0,320	0,361	1,129 *	1,411 NS	2,485 AG	0,290	0,329	1,135 *	1,478 NS	2,146 AG
	11 ^a	77	0,380	0,480	1,264 *	1,707 *	1,438 AG	0,350	0,432	1,234 *	1,681 *	1,497 AG
	12 ^a	84	0,340	0,408	1,201 *	1,604 *	1,688 AG	0,330	0,385	1,167 *	1,515 NS	1,982 AG
	13 ^a	91	0,300	0,354	1,178 *	1,609 *	1,681 AG	0,280	0,325	1,160 *	1,587 NS	1,748 AG
	14 ^a	98	0,150	0,129	0,859 NS	-	-1,061 UN	0,140	0,182	1,302 *	3,297 *	0,464 AG
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR®	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,060	0,118	1,960 *	20,000 *	0,063 AG	0,020	0,020	0,990 NS	-	-1,980 UN
	5 ^a	35	0,070	0,126	1,805 *	14,286 *	0,087 AG	0,050	0,048	0,960 NS	-	-1,238 UN
	6 ^a	42	0,160	0,156	0,975 NS	0,833 NS	-6,336 UN	0,120	0,107	0,889 NS	-	-1,080 UN
	7 ^a	49	0,180	0,169	0,941 NS	0,654 NS	-3,026 UN	0,140	0,142	1,013 *	1,099 *	10,780 AL
	8 ^a	56	0,230	0,199	0,866 NS	0,395 NS	-1,711 UN	0,190	0,176	0,925 NS	0,585 NS	-2,517 UN
	9 ^a	63	0,210	0,208	0,990 NS	0,952 NS	-21,830 UN	0,190	0,176	0,925 NS	0,583 NS	-2,517 UN
	10 ^a	70	0,300	0,354	1,178 *	1,609 *	1,681 AG	0,260	0,275	1,058 *	1,231 *	4,462 AG
	11 ^a	77	0,350	0,452	1,291 *	1,849 *	1,201 AG	0,330	0,385	1,167 *	1,515 *	1,982 AG
	12 ^a	84	0,340	0,408	1,201 NS	1,604 *	1,688 AG	0,290	0,309	1,065 *	1,232 *	4,429 AG
	13 ^a	91	0,270	0,320	1,186 *	1,709 *	1,449 AG	0,240	0,265	1,104 *	1,449 *	2,299 AG
	14 ^a	98	0,110	0,099	0,899 NS	-	-1,089 UN	0,110	0,119	1,083 *	1,818 *	1,331 AG

*Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

\

NS Não significativo a 5% de probabilidade.

AG Agregado; UN uniforme; AL aleatório.

S² Variância, I Razão Variância-Media, I_δ Índice de Morisita, K Expoente da Distribuição Binomial Negativa.

Em síntese, pelos resultados do índice Morisita (I_{δ}) para o tratamento Bt, os adultos de *E. meditabunda*, mostrou em seis amostragens em Dourados e cinco em Douradina, de um total de dez, valores maiores que à unidade (arranjo agregado). Analisando o teste do índice Morista (I_{δ}) para a cultura não Bt em Dourados, observou-se das dez amostras, seis, teve valores maiores que a unidade (arranjo agregado) e em quatro iguais a unidade com valores indicaram uniformidade; na soja não Bt em Douradina, observou-se das dez amostras, seis, teve valores maiores que a unidade

(arranjo agregado) e em duas iguais à unidade, ou seja, indicaram uniformidade (Tabela 1).

Analisando o expoente K para a soja Bt em Dourados, constatou das dez amostragens, sete indicaram disposição agregada para os adultos de *E. meditabunda*, pois os valores apresentaram variáveis de 1,438 a 7,364, e três amostras indicaram uniforme com respectivos valores -1,061, -2,200 e -2,677; já em Douradina verificou para este índice e esta cultivar, oito, amostras que indicaram disposição agregada e três uniforme (Tabela 1).

Verificou-se na soja não-Bt em Dourados com dez amostragens a campo, que seis delas indicaram disposição agregada para os adultos, e duas mostraram distribuição uniforme. Em Douradina observou-se cinco amostras indicaram disposição agregada, cinco uniforme e aos (49 DAE) arranjo aleatório pelo índice de dispersão K (Tabela 1).

3.3 Índices de Agregação – Ninfas

A razão variância/média (I) calculada para ninfas de *E. meditabunda* na cultivar Bt apresentou sete amostragens em Dourados e quatro em Douradina, com valores estatisticamente maiores que à unidade, indicando agregação, e teve três amostragens em Dourados e seis em Douradina, nas cultivar Bt com valores iguais à unidade indicando uniformidade (Tabela 2).

Na soja não Bt em Dourados e Douradina o índice I teve cinco amostragens com valores estatisticamente maiores que a unidade (agregado) e cinco valores iguais à unidade que distribuição teórica é uniforme (Tabela 2).

Em síntese, pelos resultados do índice Morisita (I_δ) para o tratamento Bt, as ninfas de *E. meditabunda*, mostrou em sete amostragens em Dourados e quatro em Douradina, de um total de dez, valores maiores que à unidade (arranjo agregado).

Analisando o teste do índice Morista (I_δ) para a cultura não Bt em Dourados, observou-se das dez amostras, seis, teve valores maiores que a unidade (arranjo agregado) e em duas iguais a unidade com valores indicaram uniformidade; na soja não Bt em Douradina, observou-se das dez amostras, oito, teve valores maiores que a unidade (arranjo agregado) e em duas iguais que a unidade com valores estatísticos iguais à unidade, ou seja, indicaram uniformidade (Tabela 2).

Analisando o expoente K para ninfas em soja Bt em Dourados, constatou das dez amostragens, sete indicaram disposição agregada para as ninfas de *E. meditabunda*, pois os valores apresentaram variáveis de 0,413 a 10,780, e três amostras indicaram uniforme com respectivos valores -1,061, -6,336 e -22,275; já em Douradina verificou para este índice e esta cultivar, quatro amostras que indicaram disposição agregada e seis arranjo uniforme (Tabela 2).

Verificou-se na soja não Bt em Dourados com dez amostragens a campo que cinco delas indicaram disposição agregada para as ninfas, e três mostraram distribuição uniforme, e aos (42 e 70 DAE) arranjo aleatório pelo índice de dispersão K . Em Douradina observou-se oito amostras indicaram disposição agregada, uma uniforme (56 DAE), e uma aleatória aos (49 DAE) pelo índice de dispersão K (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de dispersão para ninfas de *E. meditabunda*, em cultivares de soja [Glicine max (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem			Dourados			Douradina					
	Nº	(DAE)	Média	S ²	I	I _δ	K	Média	S ²	I	I _δ	K
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PR TM	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	0,140	0,142	1,013 *	1,099 *	10,780 AG	0,120	0,107	0,889 NS	-	-1,080 UN
	6 ^a	42	0,160	0,156	0,975 NS	0,833 NS	-6,336 UN	0,170	0,163	0,957 NS	0,735 NS	-3,974 UN
	7 ^a	49	0,170	0,203	1,195 *	2,206 *	0,872 AG	0,180	0,189	1,053 *	1,307 *	3,412 AG
	8 ^a	56	0,210	0,228	1,080 *	1,429 *	2,426 AG	0,200	0,182	0,909 NS	0,526 NS	-2,200 UN
	9 ^a	63	0,150	0,129	0,859 NS	0,000 NS	-1,061 UN	0,180	0,169	0,941 NS	0,654 NS	-3,026 UN
	10 ^a	70	0,170	0,203	1,195 *	2,206 *	0,872 AG	0,170	0,163	0,957 NS	0,735 NS	-3,974 UN
	11 ^a	77	0,170	0,183	1,076 *	1,471 *	2,235 AG	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN
	12 ^a	84	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG
	13 ^a	91	0,130	0,134	1,034 *	1,282 *	3,803 AG	0,110	0,119	1,083 *	1,818 *	1,331 AG
	14 ^a	98	0,110	0,139	1,266 *	3,636 *	0,413 AG	0,080	0,095	1,182 *	3,571 *	0,440 AG
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR®	1 ^a	7	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	2 ^a	14	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	3 ^a	21	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	4 ^a	28	0,000	-	-	-	-	0,000	-	-	-	-
	5 ^a	35	0,110	0,099	0,899 NS	-	-1,089 UN	0,100	0,111	1,111 *	2,222 *	0,900 AG
	6 ^a	42	0,140	0,142	1,013 *	1,099 *	10,780 AL	0,130	0,134	1,034 NS	1,282 *	3,803 AG
	7 ^a	49	0,160	0,176	1,101 *	1,667 *	1,584 AG	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG
	8 ^a	56	0,190	0,196	1,031 NS	1,170 *	6,162 AG	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN
	9 ^a	63	0,150	0,149	0,993 NS	0,952 NS	-22,275 UN	0,170	0,183	1,076 NS	1,471 *	2,235 AG
	10 ^a	70	0,140	0,142	1,013 NS	1,099 NS	10,780 AL	0,140	0,142	1,013 NS	1,099 NS	10,780 AL
	11 ^a	77	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG	0,120	0,127	1,057 *	1,515 *	2,096 AG
	12 ^a	84	0,100	0,111	1,111 *	2,222 *	0,900 AG	0,110	0,119	1,083 NS	1,818 *	1,331 AG
	13 ^a	91	0,100	0,111	1,111 *	2,222 *	0,900 AG	0,090	0,103	1,144 *	2,778 *	0,626 AG
	14 ^a	98	0,050	0,048	0,960 NS	-	-1,238 UN	0,060	0,077	1,286 *	6,667 *	0,210 AG

*Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

ns Não significativo a 5% de probabilidade.

AG Agregado; UN uniforme; AL aleatório.

S² Variância, I Razão Variância-Media, I_δ Índice de Morisita, K Expoente da Distribuição Binomial Negativa.

3.4 Distribuições teóricas de freqüências – adultos

Os testes de ajustes das freqüências de classes numéricas para os adultos de *E. meditabunda* observadas em 10 amostragens apresentaram números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para a soja Bt em Dourados e Douradina (Tabela 3).

Os valores dos adultos de *E. meditabunda* para a cultivar Bt em Dourados e Douradina indicam que os dados não se ajustaram aos modelos teóricos de distribuição

de binomial negativa (arranjo agregado) (Tabela 3). No âmbito da estatística ecológica, o melhor ajuste é representado pela distribuição de frequência que apresenta o menor valor do valor do qui-quadrado (χ^2) calculado (Melo et al., 2006). Como a maioria das amostras para adultos apresentou o valor do χ^2 não significativo pelo método da distribuição binomial negativa, e consequentemente, apresentaram ajuste a este tipo dispersão.

Para a cultivar não Bt em Dourados 10 amostragens apresentaram números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para os adultos de *E. meditabunda*. Os valores do χ^2 calculado para os adultos indicaram que os dados de contagem obtidos no campo não se ajustam aos modelos teóricos de distribuição de Poisson, e ajustou seis amostras a binomial negativa e três amostras a binomial positiva (Tabela 3).

Na região de Douradina verificou-se 10 amostragens apresentaram números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para os adultos de *E. meditabunda*. Os valores do χ^2 calculado para os adultos indicaram que os dados de contagem obtidos no campo não se ajustam aos modelos teóricos de distribuição de Poisson, e ajustou-se oito amostras a binomial negativa e duas amostras a binomial positiva (Tabela 3).

Tabela 3. Teste qui-quadrado de aderência das freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial negativa (Bn) binomial positivo (Bp), arranjo espacial para adultos de *E. meditabunda*, em cultivares de soja [*Glicine max (L)*] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem			Dourados			Arranjo	Douradina			Arranjo
	Nº	(DAE)	Poisson	Bn	Bp			Poisson	Bn	Bp	
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PRO™	1 ^a	7	i	i	i		NP	i	i	i	
	2 ^a	14	i	i	i			i	i	i	
	3 ^a	21	i	i	i			i	i	i	NP
	4 ^a	28	i	i	i			i	i	i	
	5 ^a	35	49,623 **	26,119 NS	55,058 **			51,245 **	27,807 NS	56,673 **	
	6 ^a	42	1,674 *	3,785 NS	1,495 *			0,078 *	0,827 NS	0,047 NS	
	7 ^a	49	12,416 **	5,812 NS	15,586 **			0,180 *	1,085 NS	0,127 NS	
	8 ^a	56	0,588 *	3,271 NS	0,388 **			0,484 *	1,728 NS	0,443 NS	
	9 ^a	63	2,565 *	2,645 NS	2,885 *			0,889 *	0,687 NS	1,109 NS	
	10 ^a	70	4,327 *	2,661 NS	4,929 *			3,770 *	2,083 NS	4,315 *	
	11 ^a	77	16,782 **	11,696 NS	18,192 **			11,165 *	7,1803 NS	12,237 **	
	12 ^a	84	8,510 *	5,250 NS	9,407 **			6,337 *	3,783 NS	7,071 **	
	13 ^a	91	5,788 *	3,210 NS	6,495 *			4,484 *	2,364 NS	5,079 *	
	14 ^a	98	1,289 *	2,623 NS	1,155 *			24,171 **	6,006 NS	31,671 **	
Soja (não-Bt) - BMX Poïência RR®	1 ^a	7	i	i	i		agregado	i	i	i	
	2 ^a	14	i	i	i			i	i	i	
	3 ^a	21	i	i	i			i	i	i	NP
	4 ^a	28	i	i	i			i	i	i	
	5 ^a	35	i	i	i			4,826 *	5,043 NS	4,802 *	
	6 ^a	42	0,078 *	0,827 NS	0,047 *			0,843 *	1,715 NS	0,754 *	
	7 ^a	49	0,242 *	1,486 NS	0,152 *			0,934 *	0,941 NS	0,980 NS	
	8 ^a	56	1,287 *	3,672 NS	1,083 NS			2,005 *	2,590 NS	2,001 *	uniforme
	9 ^a	63	0,184 *	0,995 NS	0,199 NS			0,387 *	1,800 NS	0,278 NS	
	10 ^a	70	5,846 *	3,245 NS	6,592 *			1,206 *	1,097 NS	1,467 NS	
	11 ^a	77	15,471 **	10,333 NS	16,779 *			6,527 *	3,972 NS	7,327 **	
	12 ^a	84	8,510 *	5,250 NS	9,407 **			1,803 *	1,440 NS	2,115 NS	
	13 ^a	91	5,312 *	2,779 NS	5,954 NS			2,178 *	1,172 NS	2,517 NS	
	14 ^a	98	1,055 *	1,493 NS	1,016 NS			0,681 *	0,231 NS	0,839 NS	agregado

*Significativo a 5% de probabilidade. **Significativo a 5% de probabilidade.DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

ns - Não significativo a 5% de probabilidade.

i - Insuficiência de classe.

NP - não presente.

3.5 Distribuições teóricas de freqüências – Ninfas

Os testes de ajustes das freqüências de classes numéricas para as ninfas de *E. meditabunda* observadas em 10 amostragens apresentaram números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para a soja Bt em Dourados e Douradina (Tabela 4).

Tabela 4. Teste qui-quadrado de aderência das freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial negativa (Bn) binomial positivo (Bp), arranjo espacial para ninfas de *E. meditabunda*, em cultivares de soja [Glicine max (L)] Bt e não Bt em função de dias após emergência. Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

	Amostragem		Dourados			Arranjo	Douradina			Arranjo
	Nº	(DAE)	Poisson	Bn	Bp		Poisson	Bn	Bp	
Soja (Bt) - AL 6910 Intacta RR2 PRO™	1 ^a	7	i	i	i	NP	i	i	i	NP
	2 ^a	14	i	i	i		i	i	i	
	3 ^a	21	i	i	i		i	i	i	
	4 ^a	28	i	i	i		i	i	i	
	5 ^a	35	1,775 *	1,964 NS	1,864 NS		1,499 *	2,527 NS	1,391 *	
	6 ^a	42	0,385 *	1,230 NS	0,353 *		0,824 *	1,972 NS	0,759 *	
	7 ^a	49	39,027 **	10,992 *	51,099 **		4,236 *	3,390 NS	4,621 *	
	8 ^a	56	12,416 **	5,812 NS	15,586 **		0,838 *	2,820 NS	0,668 *	
	9 ^a	63	1,594 *	3,129 NS	1,435 *		1,450 *	2,921 NS	1,350 *	
	10 ^a	70	67,820 **	18,711 NS	89,180 **		5,058 *	6,060 NS	5,058 *	
	11 ^a	77	7,367 *	5,274 NS	8,022 **		2,626 *	3,067 NS	2,688 *	
	12 ^a	84	6,390 *	6,428 NS	6,557 *		2,734 *	2,090 NS	2,975 NS	
	13 ^a	91	9,541 *	8,070 NS	10,010 **		6,243 *	4,383 NS	6,753 **	
	14 ^a	98	20,199 **	10,545 NS	22,477 **		4,108 *	1,809 NS	4,666 *	
Soja (não-Bt) - BMX Potência RR®	1 ^a	7	i	i	i	agregado	i	i	i	agregado
	2 ^a	14	i	i	i		i	i	i	
	3 ^a	21	i	i	i		i	i	i	
	4 ^a	28	i	i	i		i	i	i	
	5 ^a	35	0,913 *	1,709 NS	0,830 *		0,803 *	0,179 NS	0,979 NS	
	6 ^a	42	0,069 *	0,366 NS	5,710 *		0,193 *	0,245 NS	0,247 NS	
	7 ^a	49	3,184 *	1,803 NS	3,626 NS		0,271 *	0,129 NS	0,363 NS	
	8 ^a	56	0,398 *	0,657 NS	0,504 NS		0,526 *	0,812 *	0,541 NS	
	9 ^a	63	0,133 *	0,694 NS	0,132 NS		1,688 *	1,056 *	1,971 NS	
	10 ^a	70	1,775 *	1,964 NS	1,864 NS		1,775 *	1,964 *	1,864 NS	
	11 ^a	77	0,803 *	0,547 NS	0,940 NS		0,803 *	0,547 NS	0,940 NS	
	12 ^a	84	1,759 *	0,757 NS	2,038 NS		2,100 *	1,268 NS	2,361 NS	
	13 ^a	91	5,156 *	3,131 NS	5,684 *		4,445 *	2,273 NS	4,989 *	
	14 ^a	98	4,826 *	5,043 NS	4,802 *		4,561 *	2,065 NS	5,140 *	

*Significativo a 5% de probabilidade. **Significativo a 5% de probabilidade. DAE = Dias Após Emergência das Plantas.

ns - Não significativo a 5% de probabilidade.

ⁱ - Insuficiência de classe.

NP - não presente.

Os valores das ninfas de *E. meditabunda* para a cultivar de soja Bt em Dourados e Douradina indicam que os dados se ajustaram aos modelos teóricos de distribuição de binomial negativa (arranjo agregado) na amostras realizadas (Tabela 4). No âmbito da estatística ecológica, o melhor ajuste é representado pela distribuição de frequência que apresenta o menor valor do valor do qui-quadrado (χ^2) calculado (Melo et al. 2006). Como a maioria das amostras para ninfas apresentou o valor do χ^2 não significativo pelo método da distribuição binomial negativa, e consequentemente, apresentaram ajuste a este tipo dispersão.

Para a cultivar não Bt em Dourados e Douradina 10 amostragens apresentaram números de classes suficientes para a realização do teste de ajuste para as ninfas de *E. meditabunda*. Os valores do χ^2 calculado para as ninfas indicaram que os dados de contagem obtidos no campo não se ajustam aos modelos teóricos de distribuição de Poisson, e ajustou-se para as amostragens de 35; 42; 49; 77; 84; 91 e 98 DAE ao arranjo agregado (binomial negativa) e para as amostragens de 56, 63 e 70 DAE ao arranjo uniforme (binomial positiva) (Tabela 4).

A colonização das lavouras de soja, pelos percevejos, muitas vezes, começa pelas bordas, devido a sua migração de uma área para outra de soja com diferentes estádios de desenvolvimento e áreas com hospedeiros alternativos (Panizzi *et al.*, 1980; Panizzi, 1991). Esta dinâmica de deslocamento, foi estudada por Kuss-Roggia (2009) e por Guedes *et al.* (2010).

De acordo com Panizzi e Vivan, (1997) em lavouras de soja ocorrem infestações de percevejos filófagos já na fase vegetativa, o que corrobora com os dados do presente trabalho, o qual aos 28 DAE teve infestação de adultos e ninfas de *E. meditabunda*.

Com o aparecimento dos legumes, a soja se torna nutricionalmente mais adequada para o desenvolvimento dos percevejos, o que implica no aumento das populações, principalmente de ninfas (Panizzi e Vivan, 1997). Desta forma foi observado aumento da população de adultos e ninfas de *E. meditabunda* com o desenvolvimento dos legumes, tendo seu pico populacional na fase de enchimento de grãos. Dados estes que demonstram a importância de manejo dos percevejos em áreas agrícolas, contribuindo para a realização do controle químico ou biológico no momento em que atinge o nível de dano econômico, buscando reduzir os picos populacionais.

Da mesma forma é de suma importância entender a dispersão e distribuição espacial dos percevejos da soja, para o estudo destas é utilizado vários índices de dispersão para calcular o arranjo espacial de uma praga (Barbosa, 2003), pois um único índice não fornece todos os atributos considerados ideais do ponto de vista estatístico, e o uso de mais de um índice pode fornecer maior segurança às conclusões (Martins et al., 2012).

O arranjo espacial de adultos e ninfas de *E. meditabunda* na cultura da soja Bt, quando teve número de classes suficiente para os testes de ajuste, às distribuições teóricas de freqüência mostrou-se agregada nas duas regiões de estudo. Segundo Rodrigues et al. (2010); Fonseca et al. (2013) relatam comportamento agregado de insetos adultos em cultivar geneticamente modificada. No entanto, com relação a soja não Bt, para adultos e ninfas de *E. meditabunda* ajustou-se à distribuição do tipo agregada e uniforme pelas distribuições teóricas de freqüência. Esses resultados estão de acordo com Souza et al. (2013) que relacionam o arranjo espacial do percevejo adultos e ninfas nos campos de soja.

É possível concluir, que o arranjo espacial foi influenciado pela cultivar geneticamente modificada em função dos dias após a emergência, uma vez que, nas duas cultivares, os indivíduos das populações avaliadas apresentaram diferenças na forma de distribuição espacial agregada e uniforme.

O modelo de distribuição espacial agregada para a cultura da soja exige um maior número de unidades amostrais do que qualquer outro tipo de distribuição espacial quando da realização de um processo de amostragem.

O número preciso de unidades de amostra para o processo de amostragem desses insetos é extremamente importante uma vez que essas espécies são causadoras de consideráveis prejuízos diretos à cultura da soja.

Assim, quanto ao controle desses insetos pragas, é possível recomendar a aplicação de inseticidas seletivos quando necessário em áreas localizadas da cultura, onde são encontrados grupos destes indivíduos. Sobre esse aspecto, o número de unidades amostral é dependente do grau de precisão requerido, o qual varia de acordo com o objetivo da investigação: dinâmica populacional, danos às culturas, níveis de desenvolvimento econômico, perdas e controle de pragas (Silva e Costa, 1998; Guedes et al., 2012 e Türmer et al., 2014).

Além disso, essas informações devem ser consideradas no desenvolvimento de novos planos de amostragem de pragas, para reduzir o tempo de amostragem e aumentar a confiabilidade dos resultados (Gregoli et al., 2012).

4 CONCLUSÕES

O pico populacional dos adultos e ninfas de *E. meditabunda* foi verificado no período reprodutivo das cultivares de soja Bt e não-Bt, em Dourados e Douradina.

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a tecnologia Bt teve o arranjo espacial de adultos e ninfas de *E. meditabunda*, sendo que ajustou-se nos arranjos probabilísticos de distribuição binomial negativa (agregado) nas duas regiões pesquisadas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, J.C., and D. Perecin. (1982). Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. Científica 10:181-191.
- Barbosa, J.C. (2003). Métodos estatísticos aplicados à entomologia. 1 edn, 254 p. Jaboticabal, SP: FUNEP.
- Barros, R., and P.E. Degrande. (2012). Desempenho do algodão-Bt como tática de controle de pragas em condições de campo. Científica, 40: 117-137.
- Belorte, L.C.C., Z.A. Ramiro, and A.M. Faria. (2003). Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill, 1917] no município de Araçatuba, SP. Arq. Inst. Bio. 70:447-451.
- Bernardi, O., G. Malvestiti, P.M. Dourado, W.S. Oliveira, S. Martinelli, G.U. Berger, G.P. Head, and C. Omoto. (2012). Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Pest Manag. Sci. 68:1083-1091. DOI: 10.1002/ps.3271
- Chocorosqui, V.R. (2001). Bioecologia de espécies de *Dichelops* (*Diceraeus*) (Heteroptera: Pentatomidae) e danos em soja, milho e trigo no Norte do Paraná. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná. 158 p.
- Corrêa-Ferreira, B.S., and A.R. Panizzi. (1999). Percevejos da soja e seu manejo. Londrina, Embrapa-CNPSO, 45p. (Circular técnica, 24).
- Elliott, J.M. (1979). Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates. 1 edn, 157 p. Ambleside, Freshwater Biological Association.
- Fernandes, M.G., A.C. Busoli, and J.C. Barbosa. (2003). Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. Neotrop Entomol. 32:107-115. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2003000100016>
- Fiorin, R.A., G.R. Stürmer, J.V.C. Guedes, I.F.D. Costa, and C.R. Perini. (2011). Métodos de aplicação e inseticidas no controle de percevejos na cultura da soja. Semina. Ciências Agrárias 32:139-146. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p139>
- Fietz, C.R., and G.F. Fisch. (2006). O clima da região de Dourados, MS. Dourados, MS, Brasil: Embrapa Agropecuária Oeste, 1 edn 32 p. Documentos, 85.

- Fonseca, P.R.B., M.G. Fernandes, P.E. Degrande, T.A. Mota, and S.O. Kassab. (2013). Spatial distribution of adult *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) and buds with feeding punctures on conventional and Bt cotton. Semina. Ciências Agrárias 34:1129-1138. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1129>
- Fonseca, P.R.B., M.G. Fernandes, W. Justiniano, L.H. Cavada, and J.A.N. Silva. (2013). Leaf Chlorophyll Content and Agronomic Performance of Bt and Non-Bt Soybean. J. Agric. Sci. 5:117-125. DOI: 10.5539/jas.v5n12p117
- Gilbert, N., A.P. Gutierrez, B.D. Frazer, and R.E. Jones. (1976). Ecological relationships. San Francisco, W.H. Freeman. 256p.
- Golin, V., M.S. Loiacono, C.B. Margaria, and D.A. Aquino. (2011). Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa meditabunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* in Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. Neotrop. Entomol. 40:617-618.
- Gonçalves, L., F.S. Almeida, and F.M. Mota. (2008). Efeitos da temperatura no controle, desenvolvimento e reprodução de *Edessa meditabunda* (Fabricius, 1764) (Hemiptera: Pentatomidae). Acta Biol. Paran. 37:111-121.
- Grigolli, J.F.J., L.A. Souza, D.F. Fraga, and A.C. Busoli. (2012). Boll weevil feeding preference on squares at different ages and square shedding time of cotton cultivars. Afr. J. Agric. Res. 7:4317-4323.
- Guedes, J.V.C., J.A. Arnemann, G.R. Stürmer, A.A. Melo, M. Bigolin, C.R. Perini, and B.G. Sari. (2012). Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. Revista Plantio Direto 1:28-34.
- Husch, P.H., M.C.N. Oliveira., and D.R. Sosa-Gómez. (2012). Danos ocasionados por *Edessa meditabunda* (F.) e *Piezodorus guildinii* (West.) (Hemiptera: Pentatomidae) em sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Anais... Londrina: Embrapa Soja.
- Kodama, E., and P.E. Degrande. (2012). Não-preferência para oviposição e viabilidade de ninfas de *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodão-Bt e em sua isolinha não-transgênica. Interciencia (Caracas) 37:377-380.
- Kuss-Roggia, R.C.R. (2009). Distribuição espacial e temporal de percevejos da soja e comportamento de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do

- dia.Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria. 130f.
- Leal-Costa, M.V., F.J.L. Aragão, F. Reinert, and E.S. Tavares. (2008). Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae). Revista Biociências 14:23-31.
- Lourenção, A.L., J.C.N.A. Pereira; M.A.C. Miranda, and G.M.B. Ambrosiano. (1999). Danos de percevejos e de lagartas em cultivares e linhagens de soja de ciclos médio e semi-tardio. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 28:157-167. <http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000100017>
- Lolas, L.N., and Meza-Basso, L., (2006). Evaluation of native strains of *Bacillus thuringiensis* as an alternative of integrated management of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* Meyrick; Lepidoptera: Gelechiidae in Chile. Agric. Téc. 66:235-246.
- Marsaro Júnior, A.L., P.R.V. Silva Pereira, W.R. Silva, and S.C.P. Griffel. (2010). Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient. 8:71-76.
- Martins, G.L.M., M.R. Vieira, J.C. Barbosa, T.A. Dini, A.M. Manzano, B.M.S. Alves, and R. M. Silva. (2012). Distribuição espacial de *Calacarus Heveae* feres na cultura da seringueira em Marinópolis - São Paulo. Rev. Árvore 36:211-217.
- Melo, E.P., M.G. Fernandes, P.E. Degrande, R.M.A. Cessa, J.L. Salomão, and R.F. Nogueira. (2006) Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. Neotrop. Entomol. 35:689-697. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000500018>
- Morisita, M. (1962). Id-index, a measure of dispersion of individuals. Res. Popul. Ecol. 4:1-7.
- Odum, E. P. (1988). Ecologia 1 ed., 434 p. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Panizzi, A.R., and L.M. Vivan. (1997). Seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* in overwintering sites and the breaking of dormancy. Entomol. Exp. Appl. 82:213-217.
- Panizzi, A.R. (1991). Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: Panizzi, A.R., and J.R.P. Parra. 1991. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Manole, cap. 7, p. 253-287.
- Panizzi, A.R., M.H.M. Galileo, H.A.O. Gastal, J.F.F. Toledo, and C.H. Wild. (1980). Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii* nymphs in soybeans. Environ. Entomol. 9:293-297.

- Panizzi, A.R., and J.R.P. Parra. (2009). A bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas, p.1107-1140. In Panizzi, A.R., e J.R.P. Parra. (eds) Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, Embrapa/CNPq, 1164p
- Pielou, E.C. (1977). Mathematical ecology. 2edn, 385 p. New York: John Wiley & Sons.
- Poole, R.W. (1974). An introduction to quantitative ecology. 1edn, 525 p. New York: McGraw Hill.
- Rabinovich, J.E. (1980). Introducion a la ecología de poblaciones animales. 1edn, 313 p. México, CECSA.
- Rodrigues, T.R., M.G.Fernandes, and H.R. Santos. (2010). Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótico B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro Bt e não-Bt. Rev. Bras Entomol. 54:136-143. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262010000100019>
- Sharma, H.C., K.K. Sharma, N. Seetharama, and R. Ortiz. (2000). Prospects for using transgenic resistance to insects in crop improvement. Electronic J. Biotechnol. 3:1-26. <http://dx.doi.org/10.2225/vol3-issue2-fulltext-3>
- Silva, J.P.G.F., E.L.L. Baldin, E. S. Souza, and A.L. Lourençao. (2012). Assessing *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B resistance in soybean genotypes: Antixenosis and antibiosis. Chilean J. Agric. Res. 72:516-522.
- Silva, C.O., G.F. Andrade, M.I.S. Dantas, N.M.B. Costa, M.C.G. Peluzio, and H.S.D. Martino. (2010). Influência do Processamento na Qualidade Proteica de Novos Cultivares de Soja destinados à Alimentação Humana. Revista de Nutrição 23:239-397. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732010000300007>
- Silva, E.J.E., J.A.M. Fernandes, and J.Grazia. (2006). Caracterização do grupo *Edessa rufomarginata* e descrição de sete novas espécies (Heteroptera, Pentatomidae, Edessinae). Iheringia Série Zoologia 96:345-362. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212006000300012>.
- Silva, M.T.B., and E.C. Costa. (1998). Tamanho e número de unidades de amostra de solo para amostragem de larvas de *Diloboderus abderus* (Sturm) (Coleoptera: Melolonthidae) em plantio direto. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 27:193-197. doi: 10.1590/S0301-80591998000200004
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Barbin, e N.A. Villa Nova. (1976). Manual de Ecologia dos Insetos 1 ed., 419 p. São Paulo: Agronômica Ceres.

- Souza, E.S., E.L.L. Baldin, J.P.G.F. Silva, and A.L. Lourenção. (2013). Feeding preference of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) and attractiveness of soybean genotypes. Chilean J. Agric. Res. 73:351-357.
- Sosa-Gómez, D.R., and J.J. Silva. 2010. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. Pesq. Agropecu. Bras. 45:767-769. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000700019>
- Southwood, T.R.E. (1978). Ecological methods. 2 edn, 525 p., New York: John Wiley & Sons.
- Souza, L A., J.C. Barbosa, J.F.J. Grigolli, D.F. Fraga, W. Maldonado, and A.C. Busoli. (2013). Spatial Distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. Neotrop. Entomol. 42:412-418. DOI 10.1007/s13744-013-0136-2
- Sturmer, G.R., A. Cargnelutti Filho, L.S. Stefanelo, and J.V.C. Guedes. (2012). Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. Cienc. Rural, 42:2105-2111. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000145>
- Theoduloz, C., A.Vega, M. Salazar, E. González, and L. Meza-Basso. (2003). Expression of a *Bacillus thuringiensis* δ-endotoxin *cry1Ab* gene in *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* strains that naturally colonize the phylloplane of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Appl. Microbiol. 94:1-7.
- Thomazoni, D., P.E. Degrande, P. Silvie, and O. Faccenda. (2010). Impact of Bollgard® genetically modified cotton on the biodiversity of arthropods under practical field conditions in Brazil. Afr. J. Biotechnol. 9:6167-6176. <http://dx.doi.org/10.4314%2Fajb.v9i37>.
- Tomquelski, G.V. 2009. Ocorrência de pragas e custo de produção em algodoeiro geneticamente modificado (Bt) e convencional. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira. 98 p.
- Vianna, V. F.; Trevisoli, S. H. U.; Desiderio, J. A.; Santiago, S.; Charnai, K.; Ferreira Junior, J. A.F.; Ferrando, A. S.; Mauro, A. O. (2013). The multivariate approach and influence of characters in selecting superior soybean genotypes. Afr. J. Agric. Res, v. 8, p. 4162-4169, 2013.
- Zadinello, R., M.M. Chaves, R.F. Santos, D. Bassegio, e I. Werncke. (2012). Influência da aplicação de Glifosato na produtividade da soja. Acta Iguazu 1:1-8.
- Williams, J.W., R.L. Summers, and T. Webb. (1998). Applying plant functional types to construct biome maps from eastern North American pollen data: comparisons with

- model results. *Quat. Sci. Rev.* 17:607-628. [http://dx.doi.org/10.1016/S0277-3791\(98\)00014-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0277-3791(98)00014-6)
- Young, L.J., and J.H. Young. (1998). Statistical ecology: a population perspective. 1 edn, 565 p. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Capítulo III

Amostragem sequencial de adultos e ninfas de *Euschistus heros* Fabricius, 1794 (Hemiptera: Pentatomidae) em soja Bt e não Bt

Paulo R. B. da Fonseca¹ & Marcos G. Fernandes²

¹Engº. Agrônomo. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA). E-mail: prbeltramin@hotmail.com

²Professor Adjunto. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). E-mail: marcosfernandes@ufgd.edu.br

RESUMO: Para implantar o manejo apropriado de adultos e ninfas de *Euschistus heros* em soja, é necessário construir um plano de amostragem que permita estimar sua densidade populacional de forma rápida e precisa. Esta pesquisa teve por objetivo realizar o plano de amostragem seqüencial dessa dos adultos e ninfas de *E. heros* em duas regiões em soja Bt e não Bt. Para as avaliações utilizou-se o método de pano-debatida, onde coletou-se aleatoriamente uma amostra por parcela de cada área experimental. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 dias após a emergência (DAE). Adotou-se o modelo de distribuição contagiosa, construiu-se um plano de amostragem seqüencial de acordo com o Teste Seqüencial da Razão de Probabilidade (TSRP). Adotou-se o nível de controle de dois percevejos (adultos e ninfas) por pano de batida. Para análise dos dados indicou duas linhas de decisão: a superior, que representa a condição de que a adoção de um método de controle é recomendado, definida por $S_1 = 6,2449 + 0,14244n$; e a inferior, representando que a adoção de algum método de controle não é recomendado, definida por $S_0 = -6,2449 + 0,14244n$. O plano de amostragem apresentou um número máximo esperado de oito unidades amostrais para se determinar a necessidade ou não do controle.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L, danos, plano de amostragem, dispersão horizontal.

Spatial distribution of adults and nymphs of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on Bt and non-Bt soybean

ABSTRACT: The knowledge of the arrangements of dispersion of insect pests in soybean cultivars is needed to improve the monitoring and control. The objective of this study was to evaluate the spatial distribution of adults and nymphs of *Euschistus heros* in Bt and non-Bt soybean into two regions, under field conditions. The experimental area located in Dourados and Douradina, Mato Grosso do Sul. For the evaluations we used the method of cloth-to- beat, where we collected one sample per plot randomly from each experimental area. Evaluations were performed at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 days after emergence (DAE). For data analysis, the rates of dispersion (variance/average Morisita index and exponent k. Negative Binomial Distribution) and theoretical frequency distributions (Poisson, Binomial and Negative Binomial Positive) were estimated at 1-5 % probability. Adults of *E. heros* are arranged differently for Bt and non-Bt soybean and between regions, since in both cultivars and locations, individuals of the populations evaluated in probabilistic set arrangements negative binomial distribution (aggregate), Poisson (random) and positive binomial distribution (uniform), as the days after soybean emergence. The nymphs of *E. heros* showed aggregated spatial arrangement, being distributed similarly for Bt and non-Bt soybean and regions, setting a negative binomial distribution model.

KEY WORDS: *Glycine max* L, damage, sampling, horizontal dispersion.

1 INTRODUÇÃO

Euschistus heros (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) é a espécie mais abundante e predominante nas áreas cultivadas com soja no Brasil (Panizzi et al., 2012; Krinski et al., 2013). Os percevejos ocorrem na cultura da soja em todas as fases e são prejudiciais a partir do início da formação das vagens até a maturação dos grãos (Zambiazzi et al., 2012). Os danos ocasionados por *E. heros* quando não controlado podem chegar até a 30% na produção da soja (Vivan e Degrande, 2011).

A soja Bt é uma ferramenta à ser utilizada no manejo integrado de pragas (MIP), com o objetivo de aumentar a resistência vegetal a insetos (Yu et al., 2011; Dutra et al., 2012; Fonseca et al., 2013). Porem, apesar da grande evolução que a tecnologia Bt representa para a agricultura mundial, sua adoção, em algumas regiões, pode ser afetada positiva ou negativamente, dependendo das características de cada localidade (Barros e Degrande, 2012).

Desta forma, a tomada de decisão no manejo integrado de pragas (MIP) segue protocolos para decidir sobre a ação de gestão baseado em uma avaliação do nível populacional de pragas, na qual os planos de amostragem são um componente crucial do MIP, permitindo uma estimativa de pragas, que será levada em consideração para controlar ou não controlar (Fernandes et al., 2011).

A mesma área pode ser amostrada várias vezes durante um período de tempo determinado, com foco no mesmo ciclo de vida do inseto (caso em que o período de amostragem tem de corresponder o estágio de vida escolhido) (Kuno, 1991). Estes estudos geralmente fornecer informações sobre a dinâmica populacional em uma determinada área ao longo dos anos, tornando-se possível correlacionar níveis de população com determinados fatores edafo-climáticas (Kaplan e Eubanks, 2002).

Amostragem sequencial tem sido demonstrado ser mais rápida e mais confiável do que a amostragem convencional e pode minimizar o esforço da pesquisa porque o número de amostras necessário depende da tamanho da população em estudo (Kogan e Herzog, 1980). Estudos intensivos incluem observações contínuas de uma população local ao longo de um período de tempo. Normalmente, as informações obtidas por esses estudos permitem a construção de tabelas de vida, avaliação dos níveis de parasitismo, taxas de dispersão, e as mudanças na população; eles também ajudam a determinar os fatores que causam e regulam grandes populações de insetos (Qaim e Zilberman, 2003).

A amostragem seqüencial pode ser aplicada a agroecossistemas bem como os ecossistemas naturais, sendo possível utilizar o método de amostragem seqüencial para a rápida e precisa determinação do momento certo para manejar as pragas alvos e reduzindo o numero de aplicações de inseticidas (Fernandes et al., 2003).

Planos de amostragem seqüencial podem, portanto, ser considerados instrumentos valiosos quando já se dispõe de conhecimentos básicos sobre as populações das pragas e de seus inimigos naturais, incluindo estudos sobre comportamento e definição dos níveis de controle e de segurança, entre outros requisitos necessários ao desenvolvimento desses planos (Fernandes et al., 2002).

Neste contexto, esta pesquisa objetivou estabelecer um plano de amostragem seqüencial para adultos e ninfas de *Euschistus heros*, em soja Bt e não Bt em duas regiões sob condições de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área amostral

O experimento foi instalado em condições de campo, em duas áreas experimentais localizadas na Fazenda Rincão Porã, nas coordenadas geográficas 22°14'25"S, 54°42'60,7"W e altitude de 403 m no município de Dourados, e na Fazenda Boa Sorte nas coordenadas geográficas 22° 01'07"S, 54°32'15"W e altitude de 310 m no município de Douradina, durante a safra agrícola 2011/2012. O solo das áreas é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), de textura muito argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Mesotérmico Úmido, do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20°C a 24°C e 1.250 mm a 1.500 mm (Fietz e Fisch, 2006). Para manejo das duas áreas experimentais com a cultura da soja, utilizou-se o sistema de plantio direto, tendo o milho (*Zea mays*, L.) como cultura antecessora. A área do experimento foi dessecada com herbicida glifosato associado a óleo mineral (2,0 l.ha⁻¹ + 0,5 l.ha⁻¹), respectivamente.

As sementes utilizadas foram das cultivares de soja Bt AL 6910 Intacta RR2 PRO™ e não Bt BMX Potência RR®, constituindo os 2 tratamentos em dois locais diferentes. Foram realizadas a semeadura nas áreas experimentais, primeira área Fazenda Rincão Porã, efetuada no dia 22/10/2011, segunda área Fazenda Boa Sorte efetuada no dia 29/10/2011, com uma densidade de 15 sementes por metro linear, adotando-se uma população de aproximadamente 300.000 plantas ha⁻¹. O espaçamento entre fileiras foi de 0,50 metros. Para a adubação de base nas duas culturas utilizou-se 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK (02.18.18). Realizou-se o controle plantas invasoras e

doenças com aplicação de herbicidas, fungicidas, e não foi realizada a aplicação de inseticidas nas áreas estudadas.

2.2 Amostragens

Avaliou-se a amostragem seqüencial de adultos e ninfas do percevejo marrom *E. heros*, em duas regiões (Dourados e Douradina) com duas áreas cada, contendo 100 parcelas em cada área, cada parcela foi composta de 11 linhas com 5 m de comprimento, totalizando ($27,5 \text{ m}^2$) com as cultivares de soja Bt e não-Bt, constituindo os dois tratamentos. A metodologia de amostragem utilizada foi o método de pano-de-batida, constituído de dois bastões de madeira ligados entre si por um tecido branco, com comprimento de 1m e largura de 1,4m. Para as coletas, uma extremidade do pano foi colocada entre as fileiras de soja, sendo ajustada à base das plantas de uma linha e a outra estendida sobre as plantas da linha adjacente. As plantas de uma fileira ($0,50 \text{ m}^2$) foram sacudidas, vigorosamente, a fim de derrubar os insetos-praga sobre o pano (Sturmer et al., 2012). As amostragens foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98 dias após a emergência (DAE), nas cultivares de soja Bt e não Bt.

O nível de ação, a partir do qual o controle químico dos percevejos deve ser realizado, é de quatro percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5cm, observados na média das amostragens Hoffmann-Campo et al. (2000).

Entretanto para o controle de percevejos baseado no controle biológico e no manejo integrado de pragas, no presente trabalho adotou-se o nível de controle de dois percevejos adultos e ninfas por pano-de-batida. Utilizou-se o nível menor que o recomendado para o controle químico em função das respostas mais lentas de controle alternativos aos inseticidas para o controle da praga, sendo necessário desta forma ação de controle antes da praga atingir o nível critico de dano econômico. Consegue-se

monitorar esse nível de infestação com a amostragem seqüencial de percevejos adultos e ninfas em todos os instares.

Os dados obtidos do número de adultos e ninfas foram utilizados para a descrição matemática da dispersão espacial da população desse inseto, que apresentaram ajuste adequado à Distribuição Binomial Negativa (Fonseca et al., 2014).

O nível de segurança (μ_0) foi adotado em 10%, pois está bem abaixo do nível de dano, oferecendo menor possibilidade de se incorrer nos erros tipo I e tipo II. O K comum (K_c) foi determinado através do método de Bliss e Owen (1958). Os valores utilizados para os erros tipo I e II foram $\alpha=0,05$ e $\beta=0,05$, respectivamente, pois esses valores são os mais apropriados para trabalhos com insetos (Young e Young, 1998).

2.3 Análise Estatística

Para análise dos dados, o plano de amostragem seqüencial construído para a espécie estudada, baseia-se no Teste Seqüencial da Razão de Probabilidade (TSRP), de acordo com a metodologia desenvolvida por Wald (1947). A finalidade do plano é testar com o menor número possível de unidades amostrais, a hipótese H_0 versus H_1 , ou seja, a rejeição de H_0 indica a necessidade de controle da praga, e sua aceitação, a não aplicação de métodos de controle.

Foram construídas as linhas de decisão necessárias para a realização do teste TSRP. A linha de decisão superior indica o valor máximo do número de unidades amostrais com a presença de adultos e ninfas de percevejos, independente do número desses por parcela, para que se determine que a população dessa praga tenha atingido o nível de controle proposto; por outro lado, a linha de decisão inferior indica o valor mínimo de parcelas com percevejos, independente do número, a partir do qual pode-se

afirmar com segurança que a população da praga está abaixo do nível de segurança, sendo possível concluir, portanto, que não será necessário adotar nenhuma medida de controle (Barbosa, 1992).

A linha de decisão superior do teste é definida como: $S_1 = h_1 + Sn$. Já a linha de decisão inferior é definida pelo teste TSRV como: $S_0 = h_0 + Sn$. O valor n indica o número da unidade amostral a ser utilizada na amostragem. Cada unidade amostral representa uma parcela. Os valores h_0 , h_1 e S foram determinados em função da distribuição espacial agregada representada pela Binomial Negativa.

Assim, de acordo com o modelo de distribuição espacial do percevejo estudado, para a primeira observação utiliza-se n igual a 1 e determina-se o valor do limite superior e inferior para a unidade amostral de número 1; na segunda observação utiliza-se n igual a 2, determinando, então os valores dos limites superior e inferior para a unidade amostral número 2, e assim sucessivamente, até a última unidade amostral necessária do plano de amostragem.

As propriedades de um plano proposto de amostragem deve ser conhecido tanto quanto possível antes da implementação do programa. A avaliação do teste TSRP de Wald é, geralmente, baseado na Curva Característica de Operação - CO(m) e na Curva do Tamanho Esperado de Unidades Amostrais - E(n). Portanto, após a construção do plano de amostragem sequencial, é importante que se determine a curva CO(m), que é a representação gráfica da função operatória característica que fornece a probabilidade de terminar a amostragem e não aconselhar o controle quando o nível de infestação da praga na lavoura estiver igual ou acima do nível de controle adotado, ou então, aconselhar o controle quando o nível de infestação estiver igual ou abaixo do nível de segurança adotado. Assim, essa curva indica a probabilidade de se adotar uma decisão correta ou errada para qualquer nível de infestação.

Já a curva de tamanho Esperado $E(n)$ representa o número médio de observações necessárias para se tomar a decisão de realizar ou não o controle. As funções utilizadas para a determinação de ambas as curvas em qualquer tipo de distribuição espacial são apresentadas (Young e Young 1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Adultos e Ninfas

Para a construção do plano de amostragem sequencial para número de adultos e ninfas de *E. heros*, estabeleceu-se pelo teste de aderência das frequências que a Distribuição Binomial Negativa é o modelo que descreve o tipo de sua distribuição espacial no campo com maior precisão, de acordo com os resultados obtidos por Fonseca et al., (2014). Adotou-se o nível de controle de 2,0 percevejos por pano-debatida (adultos e ninfas). O nível de segurança (μ_0) foi adotado em 1,0, pois está bem abaixo do nível de dano, oferecendo menor possibilidade de se incorrer nos erros tipo I e tipo II.

Devido ao rápido desenvolvimento do inseto (ciclo biológico) a amostragem seqüencial no período de sete a sete dias é fundamental para que seja observado, ninfas antes do quarto instar já que neste estádio a praga já ocasiona danos. Caso a amostragem tenha um período maior de tempo corre-se o risco de entre uma amostragem e outra atingir um nível de infestação alto de ninfas e adultos podendo ocasionar danos a cultura.

O monitoramento para um controle alternativo ao químico deve ser iniciado no desenvolvimento inicial da cultura e assim que for observado a presença do percevejo,

realizar uma estratégia de controle, para não permitir altas infestações, levando em consideração á ação mais lenta do controle biológico.

Levando-se em consideração ainda que a cultura da soja é cultivada em áreas com grandes extensões, as amostragem são fundamentais para localizar a presença desta praga em diferentes locais de uma propriedade já que existe dinâmica populacional de um mesmo ambiente, assim como em ambientes distintos (Fonseca et al., 2014). A dinâmica populacional é influenciada pelas condições climáticas (precipitação, temperatura) o que faz necessário a amostragem constante para conseguir informações com maior precisão. Com a utilização do k comum obtido (3,0301) construiu-se um plano de amostragem sequencial de adultos e ninfas de *E. heros* na forma de gráfico (Figura 1).

Portanto, para a construção do plano de amostragem seqüencial para número de adultos e ninfas de *E. heros* em soja Bt e não Bt, as hipóteses de interesse são: $H_0: \mu = \mu_0 = 0,10$ $H_1: \mu = \mu_1 = 0,20$. Assim, o limite de decisão superior a partir do qual aceita-se $H_1: \mu_1 = 0,20$ é: $S_1 = 6,2449 + 0,14244n$. E o limite de decisão inferior até o qual aceita-se $H_0: \mu_0 = 0,10$ é: $S_0 = -6,2449 + 0,14244n$. A partir da reta superior se rejeita H_0 , ou seja, controlar, e abaixo da inferior se aceita H_0 , não controlar (Figura 1).

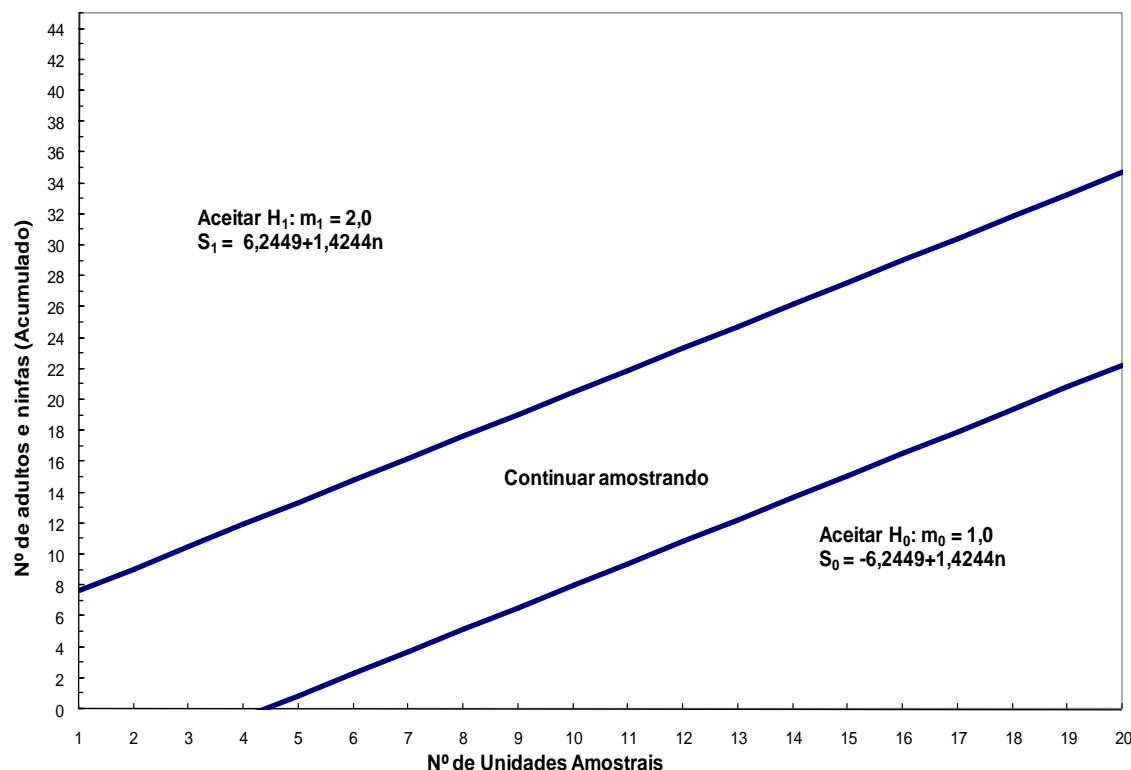


Figura 1. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial para o número de ninfas e adultos de *E. heros* por pano de batida, com base na distribuição Binomial Negativa para a soja Bt e não Bt.

A partir dos dados fornecidos pelas equações das retas superior e inferior para utilização em campo foi elaborada uma planilha de amostragem, que deve ser feita da seguinte maneira: a primeira observação realizada é anotada no campo numero de ninfas e adultos por unidade amostral; a segunda observação é realizada e anotada no campo número de ninfas e adultos por unidade amostral, e assim sucessivamente (Tabela 1). Esse número vai sendo acumulado após cada unidade amostral ou pano de batida.

Tabela 1. Planilha de amostragem sequencial de adultos e ninfas de *E. heros* para a soja Bt e não Bt.

Nº de unidade Amostral	Limite Inferior (Não Controlar)	Nº de Ninfas e Adultos (Acumulado)	Limite Superior (Controlar)	Nº de unidade Amostral	Limite Inferior (Não Controlar)	Nº de Ninfas e Adultos (Acumulado)	Limite Superior (Controlar)
1	ND		8	21	24		36
2	ND		9	22	25		38
3	ND		11	23	27		39
4	ND		12	24	28		40
5	1		13	25	29		42
6	2		15	26	31		43
7	4		16	27	32		45
8	5		18	28	34		46
9	7		19	29	35		48
10	8		20	30	36		49
11	9		22	31	38		50
12	11		23	32	39		52
13	12		25	33	41		53
14	14		26	34	42		55
15	15		28	35	44		56
16	17		29	36	45		58
17	18		30	37	46		59
18	19		32	38	48		60
19	21		33	39	49		62
20	22		35	40	51		63

ND - Não Definido

Cada cultura necessita de um número determinado de amostras, dependendo da praga e do estádio da cultura (Alatawi et al., 2005). Embora a amostragem é fundamental para a proteção integrada a decisão de controlar as pragas é feita pelos agricultores (Martins et al., 2010), consequência disto é aplicação de inseticidas antes de atingir o nível de controle, aumentando os custos de produção e causando desequilíbrio no agroecossistema (Martins et al., 2013).

Dentro do monitoramento uma opção mais barata pode ser amostragem sequencial (Alatawi et al., 2005), o qual é caracterizado pela utilização de um número variável de unidades de amostragem (Costa et al., 2007). A amostragem seqüencial geralmente resulta na observação de um número menor de amostras do que seria necessário com amostragem convencional (Fernandes et al., 2002), economizando tempo e trabalho (Fernandes et al., 2003).

Esse procedimento é repetido até que a regra para finalizar a amostragem seja satisfeita, ou seja: a) parar a amostragem se o total de percevejos (adultos e ninfas) contados for igual ou exceder ao limite superior e, nesse caso, recomendar o manejo apropriado da praga; ou, b) parar a amostragem se o total de insetos contados for igual ou menor que o limite inferior e, nesse caso, não recomendar o controle.

A curva característica de operação CO(m) para adultos e ninfas de *E. heros* indica a probabilidade de tomar uma decisão correta para um determinado nível de infestação. Verificou-se que quando a média for de 1,0 o teste possui 95% de probabilidade de aceitar H_0 , não recomendando o controle e, quando a média for de 2,0, a probabilidade de aceitar H_0 é de 5%, isto é, a probabilidade de se recomendar o controle é de 95% (Figura 2).

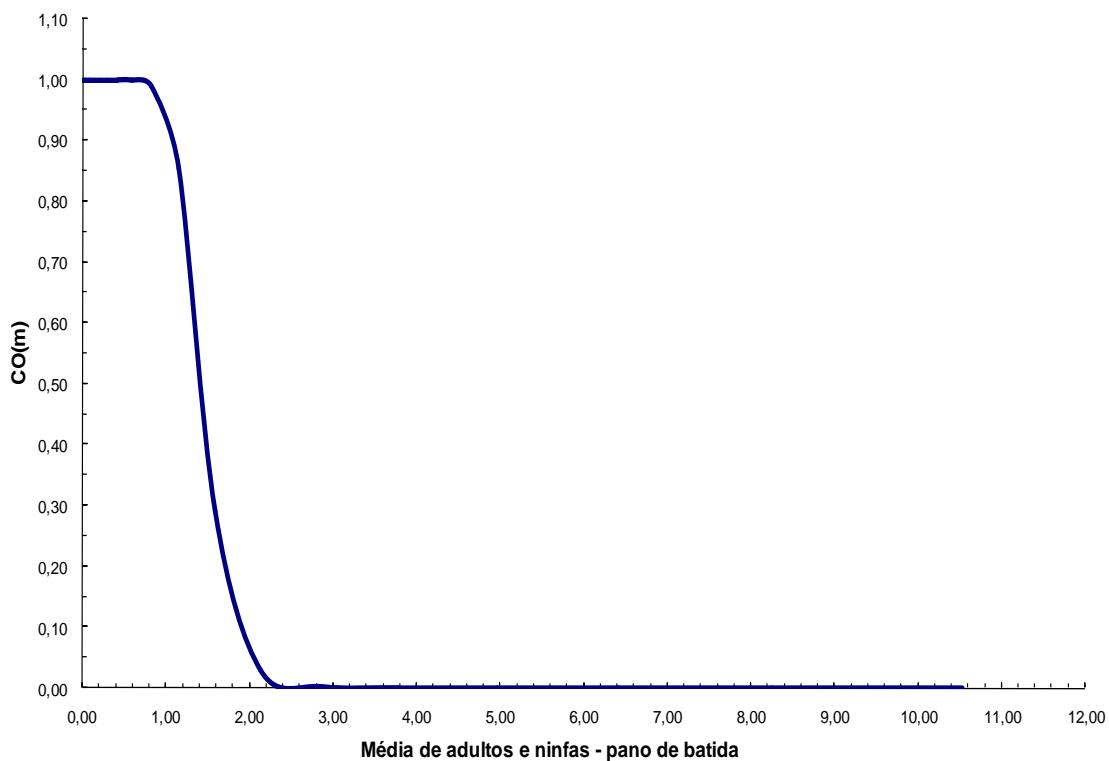


Figura 2. Curva Característica de Operação CO(m) do plano de amostragem para adultos e ninfas de *E. heros* para a soja Bt e não Bt.

E verificada pela representação gráfica da função entre o número de amostras e a média da população, atingira o pico de 17 E(n) unidades amostrais, com uma média 1,58 indivíduos (Figura 3). Para uma infestação média de 2,0 percevejos (adultos e ninfas), indicado pela curva E(n) do Teste Seqüencial da Razão de Probabilidade de Wald por pano de batida, o número esperado de amostras é nove (Figura 3). O plano seqüencial de amostragem, onde a unidade amostral é examinada, levando-se em conta

somente se o indivíduo está ou não presente, independente do número aumenta a facilidade e rapidez na amostragem (Farias et al., 2001).

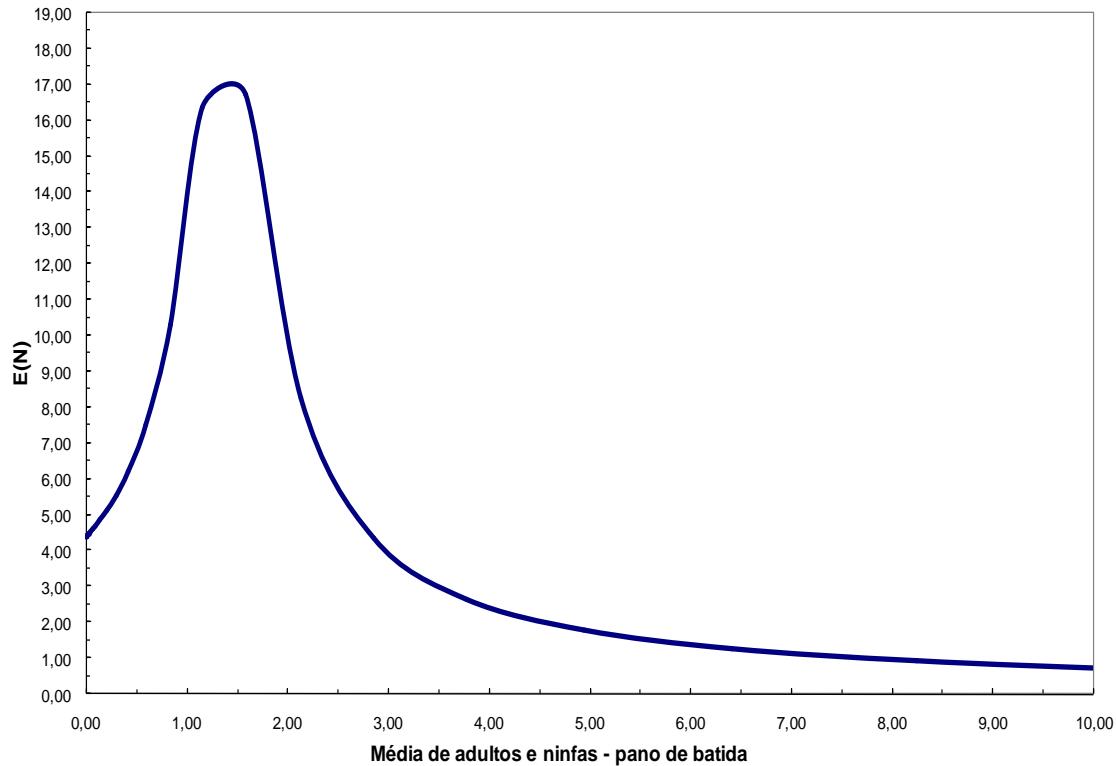


Figura 3. Curva do tamanho esperado de amostras do plano de amostragem sequencial para o número de adultos e ninfas de *E. heros* por pano de batida, para a soja Bt e não Bt.

4 CONCLUSÕES

Para adultos e ninfas de *E. heros* foi construído um plano de amostragem sequencial, com base na distribuição Binomial Negativa, e o número máximo de unidades amostrais esperado, para se tomar a decisão de controlar ou não, encontra-se em torno de dezessete.

Para o manejo com base no nível de dano econômico, o número esperado de unidades amostrais é nove, indicado pela curva do Teste Seqüencial da Razão de Probabilidade de Wald.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alatawi FJ, Opit GP, Margolies DC, Nechols JR (2005) Within-plant distribution of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) on impatiens: development of a presence-absence sampling plan. *J. Econ. Entomol.* 98:1040-1047.
- Barros R., Degrande PE (2012). Desempenho do algodão-Bt como tática de controle de pragas em condições de campo. *Científica*, 40:117-137.
- Barbosa JC (1992). A amostragem seqüencial, p.205-211. In Fernandes O A, Correia AC B, Bortoli SA de (eds) Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP, 253p.
- Bliss CI, Owen ARG (1958). Negative binomial distribution with a common K. *Biometrika* 45:37-58.
- Costa MG, Barbosa JC, Yamamoto PT (2007). Planos de amostragem seqüenciais para *Orthezia praelonga* Douglas (Hemiptera, Sternorrhyncha: Ortheziidae) na cultura de citros. *Neotrop. Entomol.* 36:932-938
- Dutra CC, Meotti C, Fernandes MG, Raizer J. (2012). Riqueza e composição de espécies de insetos visitantes florais de algodoeiro Bt e não-Bt. *Arq. Inst. Biol.* 79:353-361.
- Farias PRS, Barbosa JC, Busoli AC (2001). Amostragem seqüencial (presença-ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. *Neotrop. Entomol.* 30:691-695.
- Fernandes MG, Busoli AC, Barbosa JC (2003). Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neotrop. Entomol.* 32:107-115.
- Fernandes MG, Spessoto RR, Degrande PE, Rodrigues TR, Herzog TRR (2011). Sequential sampling of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and *Frankliniella schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) on cotton crop. *Neotrop. Entomol.* 40:258-263.
- Fernandes MG, Busoli AC, Barbosa JC (2002). Amostragem seqüencial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. *Rev. Bras. Agrocienc.* 8:213-218.
- Fietz C. R., & Fisch G. F. (2006). *O clima da região de Dourados, MS.* (1 edn, p. 32). Dourados, MS, Brasil: Embrapa Agropecuária Oeste. (Documentos, 85).
- Fonseca PRB, Fernandes MG, Justiniano W, Cavada LH, Silva JAN (2013). Leaf Chlorophyll Content and Agronomic Performance of Bt and Non-Bt Soybean. *J. Agric. Sci.* 5:117-125.
- Fonseca PRB, Fernandes MG, Justiniano W, Cavada LH, Silva JAN (2014). Spatial Distribution of Adults and Nymphs of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on Bt and Non-Bt Soybean. *J. Agric. Sci.* 6:1-12.

- Hoffmann-Campo, C. B.; Moscardi, F.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Oliveira, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (Circular Técnica, 30).
- Kaplan I, Eubanks, MD (2002). Disruption of cotton aphid (Homoptera: Aphididae) – natural enemy dynamics by red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). Environ. Entomol. 31: 1175-1183.
- Kogan M, Herzog DC (1980). Sampling methods in soybean entomology. New York, Springer-Verlag, 587p.
- Krinski D, Favetti BM, Lima AG, Brum TR (2013). Oviposition preference of the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* on artificial substrates of different colors. Cienc. Rural, 43: 2185-2190.
- Kuno, E. Sampling and analysis of insect populations (1981). Annu. Rev. Entomol. 36:285-304.
- Martins GLM, Vieira MR, Barbosa JC (2013). Sequential Sampling Plan for *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae) on Rubber Tree. Neotrop. Entomol. 42:200-204.
- Martins, G.LM, Vieira, M.R, Barbosa J.C, Dini T, Manzano AM, Alves BMS, Silva RM (2010) Distribuição espacial de *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae) na cultura da seringueira. Neotrop Entomol 39:703-708
- Panizzi, A. R., Bueno, A. F., & Silva, F. A. C. (2012). *Insetos que atacam vagens e grãos*. In: Hoffmann-Campo, C.B., Corrêa-Ferreira, B.S., Moscardi, F. *Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga*. (1 edn, p. 420). Brasília, DF: Embrapa.
- Qaim M, Zilberman D (2003). Yield effects of genetically modified crops in developing countries. Science 299: 900-902.
- Sturmer GR, Cargnelutti Filho A, Stefanelo LS, Guedes JVC (2012). Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. Ciência Rural, 42:2105-2111.
- Vivan LM, Degrande PE (2011). Pragas da soja. In: *Boletim de pesquisa de soja*. (1 edn, p. 297). Rondonópolis: Fundação MT. (Boletim, 15).
- Zambiasi EV, De Nadai J, Guilherme SR, Bonaldo SM (2012). Controle biológico in-vitro do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) com *Beauveria bassiana*. Rev. Trop. Cienc. Agr. Biol., 6:44-48.
- Wald A. Sequential analysis. (1947). New York, John Wiley & Sons, 212p.
- Young LJ, Young JH (1998). *Statistical ecology: a population perspective*. (1 edn, p. 565) Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Yu HL, Yun HL, Kong, MW (2011). Risk assessment and ecological effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* crops on non-target organisms. Journal of Integrative Plant Biology, 53: 520-538.

Capítulo IV

Teores foliares de clorofila e desempenho agronômico de soja Bt e não Bt

Paulo R. B. da Fonseca¹ & Marcos G. Fernandes²

¹Engº. Agrônomo. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA). E-mail: prbeltramin@hotmail.com

²Professor Adjunto. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA). E-mail: marcosfernandes@ufgd.edu.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores foliares de clorofila e o desempenho agronômico de soja Bt e não Bt sob condições de campo. Para as avaliações do teor de clorofila nas folhas de soja utilizou-se o clorofilômetro (SPAD-502), onde coletou-se aleatoriamente nas posições do terço superior (TS), terço médio (TM) e terços inferior (TI). As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 dias após a emergência (DAE). Para análise do teor de clorofila utilizou o delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas subsubdivididas ($2 \times 3 \times 10$) com quatro repetições. Utilizou-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade, para testar a interação entre as cultivares e posições nas plantas em duas regiões, e realizou-se o teste de regressão para a interação entre cultivares *versus* posições *versus* avaliações para cada região. O delineamento experimental para os fatores de produção foram inteiramente casualizados em esquema fatorial 2×2 (duas cultivares e duas regiões) com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), e as médias comparadas pelo teste Tukey e regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Para a região de Dourados, os maiores teores de clorofila foram apresentados aos 42 DAE para a soja Bt e não Bt, no TS (43,38 e 42,83 mg cm⁻²) TI (37,90 e 37,41 mg cm⁻²) e no TM os maiores teores foram aos 42 DAE para a soja Bt (45,94 mg cm⁻²) e aos 35 DAE para a cultivar não Bt (45,70 mg cm⁻²). Em Douradina os maiores teores de clorofila foi para a soja Bt aos 28 DAE (38,50 mg cm⁻²) e o não Bt aos 49 DAE (36,40 mg cm⁻²) no terço inferior. Para o TM e TS a cultivar Bt apresentou seus maiores teores aos 35 DAE (45,35 e 42,09 mg cm⁻²) e para o não Bt aos 35 DAE (44,46 e 42,22 mg cm⁻²). Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a tecnologia Bt não influenciou o teor de clorofila da soja, sendo as duas cultivares apresentaram teores semelhantes, com maiores concentrações no terço médio das plantas nas duas regiões pesquisada. Para os atributos agronômicos avaliados, altura de planta, altura da primeira vagem, numero de vagens por planta e produtividade a soja Bt teve maiores valores em relação a soja não Bt nos dois ambientes de estudos.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* L, clorofilômetro, organismo geneticamente modificado.

Foliar Chlorophyll and Agronomic Performance of Bt and non-Bt Soybean

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the levels of chlorophyll and agronomic performance of Bt and non-Bt soybeans under field conditions. For the evaluation of chlorophyll content in soybean leaves was used chlorophyll (SPAD-502), which was collected at random positions in the upper third (TS), middle third (TM) and lower thirds (IT). Evaluations were performed at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 days after emergence (DAE). For analysis of chlorophyll used the completely randomized design in a split plot design ($2 \times 3 \times 10$) with four replications. We used the Tukey test at 5% probability, to test the interaction between cultivars and locations in plants in two regions, and held up the regression test for interaction between cultivars versus positions versus assessments for each region. The experimental design for the factors of production were randomized in a factorial 2×2 (two cultivars and two regions) with four replications. Data were subjected to analysis of variance (F test), and means were compared by Tukey test and regression at 5% probability. For the region of Dourados, the highest chlorophyll levels were presented to 42 DAE for soybeans Bt and non-Bt in TS (43.38 and 42.83 mg cm^{-2}) TI (37.90 and 37.41 mg cm^{-2}) and TM in the highest levels were at 42 DAE for biotech soybean (45.94 mg cm^{-2}) and 35 DAE to grow non-Bt (45.70 mg cm^{-2}). In Douradina higher content of chlorophyll was for biotech soybean at 28 DAE (38.50 mg cm^{-2}) and the non-Bt to 49 DAE (36.40 mg cm^{-2}) in the lower third. For TM and TS cultivating Bt was maximum levels at 35 DAE (45.35 and 42.09 mg cm^{-2}) and for non Bt 35 DAE (44.46 and 42.22 mg cm^{-2}). From the results obtained, it can be concluded that the Bt technology did not influence the chlorophyll content of soybean, the two cultivars showed similar levels, with higher concentrations in the middle third of the plants in the two regions studied. For agronomic attributes, plant height, first pod height, number of pods per plant and yield Bt soybeans had higher values compared to non-Bt soybeans in two environmental studies.

KEY WORDS: *Glycine max L*, chlorophyll, genetically modified organism. position the plant.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais culturas exóticas do agronegócio brasileiro, com grande importância econômica nas exportações de grãos e seus derivados, e possui vantagens como maior potencial produtivo e a maior uniformidade morfológica e fenológica, as quais facilitam o manejo da cultura (Neves et al., 2013; Antunes et al., 2012).

A recomendação de genótipos específicos para cada ambiente, a estratificação de uma área heterogênea em sub-regiões mais homogêneas e a identificação de genótipos com ampla adaptabilidade e estabilidade, tem sido as alternativas propostas para atenuar o efeito da interação genótipos com os ambientes (Pelúzio et al., 2010).

A introdução de um gene no genoma de um receptor é uma mudança complexa, dependendo do próprio gene no genoma do hospedeiro (Yin et al., 2004). Características agronômicas de culturas pode ser prejudicado após a sua transformação com genes diferentes.

Considerando os dados relativos à segurança alimentar, aos riscos ambientais e à eficiência no sistema de produção, avaliados durante os 50 anos de utilização do *Bacillus thuringiensis* como biopesticida, pode-se considerar que as plantas-Bt é uma ferramenta que auxilia nos sistema produtivo (Homrich et al., 2008). Os principais objetivos na geração de Plantas Geneticamente Modificada (PGM) é aumentar a resistência vegetal a insetos (Yuan & Knauf, 1997; Yu et al., 2011; Dutra et al., 2012;). Com isto, apesar da grande evolução que a tecnologia Bt representa para a agricultura mundial, sua adoção, em algumas regiões, pode ser afetada positiva ou negativamente, dependendo das características de cada localidade (Barros & Degrande, 2012).

Sendo assim a produtividade da soja é definida pela interação da planta com o ambiente e o manejo (Pereira et al., 2011), desta forma altos rendimentos somente serão obtidos quando tais condições forem favoráveis, em todos os estádios de crescimento da cultura. Com isto, estudos sobre a eficiência energética das plantas Bt através do índice de clorofila é importante às novas variedades e se tornam fundamentais para explicar o desenvolvimento e possivelmente o melhor rendimento.

O crescimento e a adaptação da planta a diferentes condições de ambiente relacionam-se a sua eficiência fotossintética que, por sua vez, está associada, entre outros fatores aos teores de clorofila foliar. Diversos fatores externos e internos afetam a biossíntese de clorofilas, por isso, os seus conteúdos foliares podem variar de maneira significativa. Entre estes fatores, a luz é essencial a sua biossíntese (Sousa et al., 2011). A clorofila está sendo constantemente sintetizada e destruída (foto-oxidação) em presença de luz, porém sob intensidades luminosas mais elevadas ocorre maior degradação, e o equilíbrio é estabelecido a uma concentração mais baixa. Portanto, folhas de sombra possuem concentração maior de clorofila do que as folhas de sol (Kramer & Kozlowski, 1979).

O método-padrão para a determinação de clorofilas em laboratório, ainda que fácil, apresenta desvantagens, já que resulta na coleta destrutiva do material vegetal, sendo relativamente demorado (Arnon, 1949). Com o advento dos medidores portáteis, que utilizam princípios ópticos não destrutivos, baseados na absorbância e refletância da luz pelas folhas, a determinação de clorofilas tornou-se fácil e rápida, podendo ser realizada diretamente a campo (Richardson et al., 2002).

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura da luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH (Araújo et al., 2013).

Assim, as clorofitas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes. Na década de 90 foi disponibilizado um equipamento capaz de gerar grandezas relacionadas com os teores de clorofila, o clorofilômetro “Soil Plant Analysis Development” - SPAD-502 (Minolta, 1989). Esse instrumento é portátil e fornece leituras que podem se relacionar com o teor de clorofila presente na folha (Uddling et al., 2007; Guimarães et al., 1999).

O medidor de clorofila minolta SPAD-502 tem sido utilizado na quantificação de clorofitas, caracterizando-se pela rapidez, simplicidade e, principalmente, por possibilitar uma avaliação não-destrutiva de tecido foliar. O modelo atual tem sido utilizado com sucesso para diagnosticar o estado nitrogenado de culturas como milho, batata, trigo, entre outras (Argenta et al., 2001).

O teor de clorofitas nas folhas é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, estando diretamente relacionado com o potencial de atividade fotossintética das plantas (Taiz & Zeiger, 2004). Portanto sua quantificação é relevante no estudo de práticas culturais e de manejo, visando a aumentar o potencial fotossintético e o aumento de produção (Fonseca et al., 2012).

Há demanda por pesquisas em condições brasileiras com o intuito de avaliar o desempenho agronômico de soja Bt e não Bt, além disso, ainda há carência de informações científicas a respeito do comportamento desta tecnologia nas diversas regiões produtoras do País. Neste contexto, esta pesquisa objetivou avaliar os teores foliares de clorofila e o desempenho agronômico de soja Bt e não Bt em duas regiões sob condições de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área amostral

O experimento foi instalado em condições de campo, em duas áreas experimentais localizadas na Fazenda Rincão Porã, nas coordenadas geográficas 22°14'25"S, 54°42'60,7"W e altitude de 403 m no município de Dourados, e na Fazenda Boa Sorte nas coordenadas geográficas 22° 01'07"S, 54°32'15"W e altitude de 310 m no município de Douradina, durante a safra agrícola 2011/2012. O solo das áreas é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), de textura muito argilosa. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Mesotérmico Úmido, do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20°C a 24°C e 1.250 mm a 1.500 mm (Fietz & Fisch, 2006). Para manejo das duas áreas experimentais com a cultura da soja, utilizou-se o sistema de plantio direto, tendo o milho (*Zea mays*, L) como cultura antecessora. A área do experimento foi dessecada com herbicida glifosato associado a óleo mineral (2,0 l.ha⁻¹ + 0,5 l.ha⁻¹), respectivamente.

As sementes utilizadas foram das cultivares de soja Bt AL 6910 Intacta RR2 PRO™ e da não Bt BMX Potência RR®, constituindo os 2 tratamentos em dois locais diferentes. Foram realizadas a semeadura nas áreas experimentais primeira área Fazenda Rincão Porã, efetuada no dia 22/10/2011, segunda área Fazenda Boa Sorte efetuada no dia 29/10/2011, com uma densidade de 15 sementes por metro linear, adotando-se uma população de aproximadamente 300.000 plantas ha⁻¹. O espaçamento entre fileiras foi de 0,50 metros. Para a adubação de base nas duas culturas utilizou-se 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK (02.18.18). Realizou-se o controle plantas invasoras e doenças com aplicação de herbicidas e fungicidas.

2.2 Amostragens

Para as avaliações do teor de clorofila nas folhas de soja utilizou-se o clorofilômetro (SPAD-502), evitando medidas sobre a nervura central, onde coletou-se aleatoriamente nas posições do terço superior (TS), terço médio (TM) e terços inferior (TI) em duas plantas por parcela. As avaliações nas duas áreas experimentais e nas duas cultivares de soja foram realizadas aos, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 dias após a emergência (DAE).

Para a avaliação dos fatores de produção foi realizada apenas uma amostragem no final do ciclo da cultura quando as plantas se encontravam no estádio R9, de acordo com a escala proposta por Ritchie et al. (1982). A altura de planta foi mensurada da superfície do solo ao ápice da planta e a altura da primeira vagem foi da superfície do solo até a sua inserção com o auxílio de uma régua graduada. O número de vagens por planta foi realizada através da contagem direta e a produtividade foi obtida pela massa total de grãos sendo corrigida a umidade de 13%.

2.3 Análise Estatística

Para análise do teor de clorofila utilizou o delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas subdivididas ($2 \times 3 \times 10$) com quatro repetições, sendo as parcelas principais constituídas pelas cultivares, as subparcelas por posições na planta e as subsubparcelas as avaliações no tempo. Utilizou-se o teste Tukey, a 5% de probabilidade, para testar a interação entre as cultivares e posições nas plantas

em duas regiões, e realizou-se o teste de regressão para a interação entre cultivares *versus* posições *versus* avaliações para cada região.

O delineamento experimental para os fatores de produção foram inteiramente casualizados em esquema fatorial 2 x 2 [(duas cultivares (Bt e não Bt) e duas regiões (Dourados e Douradina)] com quatro repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), e as médias comparadas pelo teste Tukey e regressão, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR[®] (Ferreira, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos com soja descrevem interação entre teor de clorofila e estádio de desenvolvimento, relacionando os menores índices de clorofila no final do ciclo da cultura, essa resposta é justificada pelo vigoroso desenvolvimento inicial das folhas do dossel e por grande parte dessas folhas estarem envolvidas com a atividade fotossintética, após esse período, ocorre um sombreamento gradual nas folhas inferiores do dossel, com subsequente senescência associada à redução de luz (Ragagnin et al., 2013; Casaroli et al., 2007).

Resultados semelhantes foram descritos com outras espécies, como relatado por Cancellier et al. (2013), Salgado et al. (2012), estudando o teor de clorofila, na qual ocorre diferença entre as cultivares, posições na planta e nos diferentes ambientes.

Através da análise de desdobramento para a região de Dourados, observou-se repostas das cultivares na média das avaliações e posições na planta, que a cultivar Bt teve os maiores teores de clorofila. Já avaliando as posições, na média das avaliações e

cultivares verificou-se os maiores teores de clorofila no terço médio, seguido terço superior e inferior, respectivamente, para as duas regiões (Tabela 1).

Os fatores ligados à eficiência fotossintética e consequentemente ao crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes são os pigmentos foliares como as clorofilas, onde as folhas de sombra apresentam maior concentração de clorofila por grama de matéria seca do que folhas expostas diretamente ao sol, assim, a combinação das clorofilas e dos pigmentos acessórios capacitam as plantas a captarem a maior quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa (Engel & Poggiani, 1991).

Na interação entre cultivares *versus* posições para cada região observou que ocorreram resultados semelhantes para as cultivares Bt e não Bt nas duas regiões, onde o terço médio apresentou os maiores teores de clorofila, seguido pelo superior e inferior, respectivamente, não ocorrendo diferença estatística entre as cultivares e nenhuma das combinações (Tabela 1).

Tabela 1. Número médio da análise conjunta de cultivares e locais no que tange o teor de Clorofila determinado pelo clorofilômetro (SPAD-502 Minolta[®]) em cultivares de soja [*Glicine max (L)*] Bt e não Bt no terço inferior (TS), terço médio (TM) e terço superior (TI). Municípios de Dourados e Douradina, MS. 2012.

Cultivar	Dourados			
	Posição na planta			
	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior	Média
Bt	38,00 Ab	41,60 Aa	34,31 Ac	37,97 A
não Bt	37,34 Ab	41,15 Aa	33,09 Ac	37,19 B
Média	37,66 b	41,37 a	33,70 c	
Cultivar	Douradina			
	Posição na planta			
	Terço Superior	Terço Médio	Terço Inferior	Média
Bt	36,41 Ab	40,44 Aa	33,28 Ac	36,71 A
não Bt	36,34 Ab	39,15 Aa	32,09 Ac	35,86 A
Média	36,38 b	39,80 a	32,67 c	

Médias seguidas por letras iguais, maiúscula na coluna compara as cultivares em cada local e as cultivares nas médias dos locais, minúscula na linha compara locais para cada cultivar e locais nas médias das cultivares, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O fator cultivar pode influenciar o teor de clorofila da planta, pois, as folhas de um dado cultivar tendem a ter algumas características próprias, como espessura, conteúdo de pigmentos e estrutura interna que são funções das diferenças morfofisiológicas entre os cultivares, que podem influenciar as propriedades espectrais das folhas (leituras SPAD) (Minotti et al., 1994).

A interação das cultivares de soja com os estádios de desenvolvimento foram significativos ($p<0,05$) para os teores de clorofila para todas as posições na planta nas duas regiões de estudos (Figura 1). O teor de clorofila na folhas do terço superior das plantas teve comportamento semelhante em Dourados e Douradina (Figura 1A e 1B), seguindo o modelo quadrático para cultivar Bt e não Bt. Para as duas regiões ocorreu aumento no teor de clorofila dos 7 aos 42 DAE e houve redução dos 42 aos 70 DAE. Esses resultados se repetiram avaliados o terço inferior das plantas em Dourados e Douradina (Figura 1E e 1F).

No terço médio das plantas, apenas a soja Bt cultivada em Douradina teve o desempenho que seguiu o modelo cúbico, já a soja não Bt em Douradina e as duas cultivares em Dourados seguiram o modelo quadrático (Figura 1C e 1D). Observou-se que as plantas de soja apresentaram valores crescentes de clorofila até os 42 DAE e decresceram a partir desta fase continuando ate a senescência, isto confirma o fato que no inicio do desenvolvimento da cultura, as plantas ainda pequenas possui pequeno teor de clorofila que irão aumentar com o desenvolvimento e reduzir novamente com a fase de senescência.

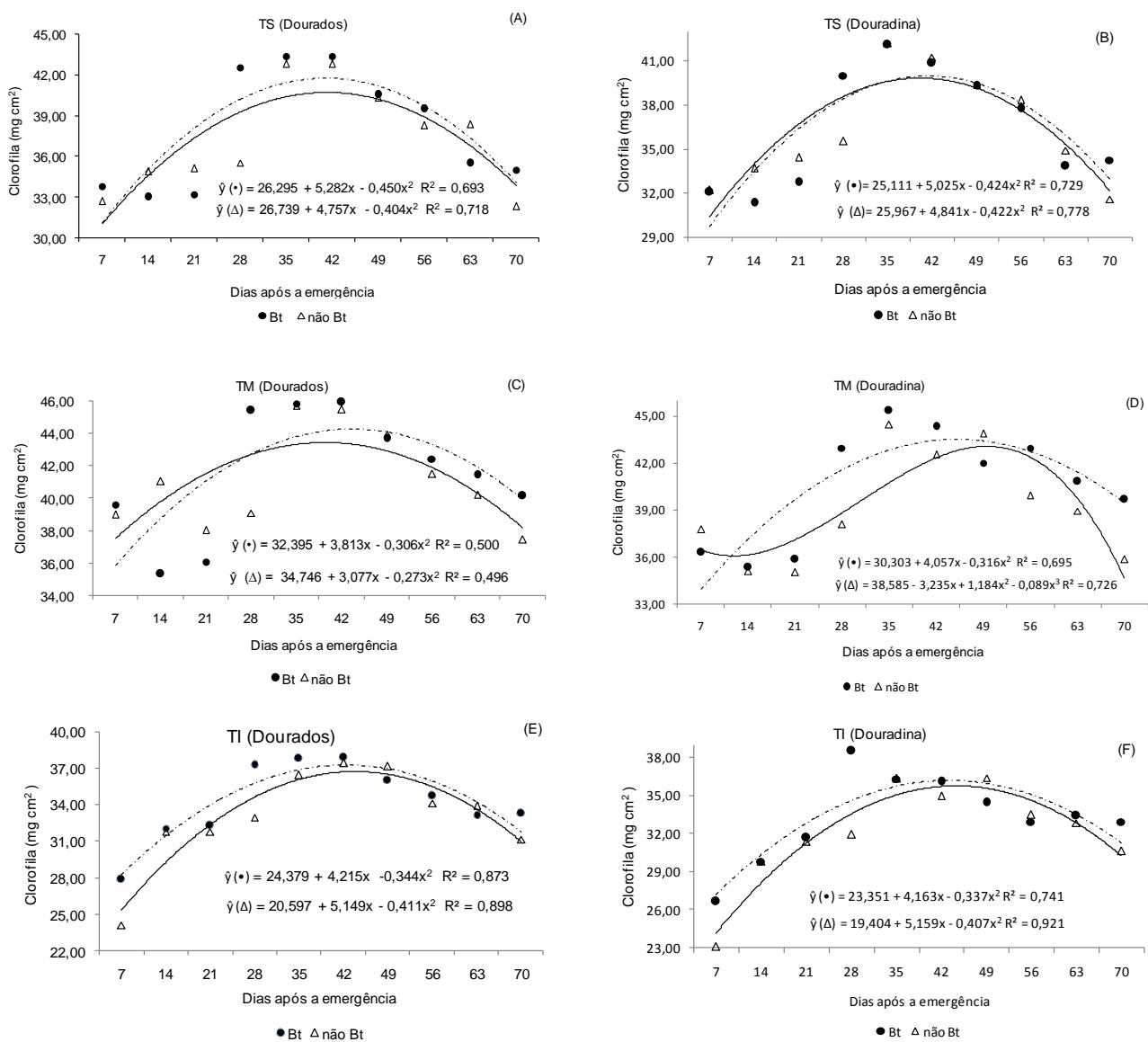


Figura 1. Linhas de regressão ajustada para os valores de clorofila em cultivares de soja [*Glycine max* (L)] Bt e não Bt no terço inferior (TI), terço médio (TM) e terço superior (TS) em função de dias após emergência. Dourados e Douradina, MS. 2012.

As alterações luminosas no ambiente de cultivo proporcionam ajustes do aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam na maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos. Nesse contexto o desempenho das características agronômicas das cultivares de soja pode variar de um ambiente de cultivo para outro, faz-se necessário que diferentes cultivares sejam avaliadas em diferentes locais, períodos e tecnologias (Peluzio et al., 2012; Barbosa et al., 2011).

Para a região de Dourados, os maiores teores de clorofila foram apresentados aos 42 DAE para a soja Bt e não Bt, no TS ($43,38$ e $42,83$ mg cm 2) TI ($37,90$ e $37,41$ mg cm 2) e no TM os maiores teores foram aos 42 DAE para a soja Bt ($45,94$ mg cm 2) e aos 35 DAE para a cultivar não Bt ($45,70$ mg cm 2). Em Douradina os maiores teores de clorofila foi para a soja Bt aos 28 DAE ($38,50$ mg cm 2) e o não Bt aos 49 DAE ($36,40$ mg cm 2) no terço inferior. Para o TM e TS a cultivar Bt apresentou seus maiores teores aos 35 DAE ($45,35$ e $42,09$ mg cm 2) e para o não Bt aos 35 DAE ($44,46$ e $42,22$ mg cm 2) (Figura 1). Board e Modali (2005) ressaltam que o acúmulo de fitomassa seca a partir do estádio reprodutivo é um componente importante para estimar a produtividade da cultura de soja, principalmente devido à maior interceptação de radiação solar e partição de fotoassimilados para os órgãos reprodutivos, o que auxilia na otimização da produtividade.

Em relação ao índice de clorofila nos diferentes terços da planta verificou-se que o terço superior e médio da folha apresentam maiores teores deste pigmento, o que expressam superioridade ao terço inferior da folha. Possivelmente este fato está ligado à maior concentração de pigmentos na folhas completamente formadas e novas (Taiz & Zeiger, 2004). Resultados similares foram observados por outros autores ao analisarem a perda da cor verde em folhas velhas ao senescer em condições de temperatura e umidade ambiente e consequentemente a intensa degradação da clorofila até o completo amarelecimento das folhas (Hung & Kao, 1997; Thimann et al., 1982).

Teores de clorofila nos terços inferiores da planta tendem a serem menos expressivos, por sofrerem interferência da arquitetura foliar e do arranjo do dossel, causando a sobreposição das folhas e possível sombreamento (Gil et al., 2002).

Embora a capacidade produtiva de uma planta dependa essencialmente da sua constituição genética, a exteriorização dessa característica agronômica fica subordinada

às condições do ambiente em que ela se encontra (Rocha et al., 2012; Amorim et al., 2011).

Neste contexto observou-se que para altura de planta teve maiores valores para as duas cultivares na região de dourados, entretanto, ao se comparar as cultivares, a soja Bt não diferiu da não Bt em Dourados e foi superior em Douradina, respectivamente (Tabela 2). Porém as duas cultivares nas duas regiões apresentaram altura superior aos 50 cm indicado para a cultura como critério para a seleção de novos cultivares (Amorim et al., 2011).

Tabela 2. Número médio de altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de vagens por planta (NVP) e produtividade (Kg ha^{-1}) de soja Bt e não Bt. Dourados e Douradina, MS, 2012.

Cultivar	Altura de Planta (cm)			Altura da Primeira Vagem (cm)		
	Locais			Locais		
	Dourados	Douradina	Média	Dourados	Douradina	Média
Bt	89,80 Aa	78,20 Ab	84,00 A	23,60 Ab	28,80 Aa	26,20 A
não Bt	91,40 Aa	54,60 Bb	73,00 B	14,80 Ba	11,40 Ba	13,10 B
Média	90,60 a	66,40 b		19,20 a	20,10 a	
Cultivar	Número de Vagens por Planta (unidade)			Produtividade (kg ha^{-1})		
	Locais			Locais		
	Dourados	Douradina	Média	Dourados	Douradina	Média
Bt	588,20 Aa	290,80 Ab	439,50 A	3276,52 Aa	1212,66 Ab	2244,59 A
não Bt	476,40 Ba	165,80 Bb	321,10 B	2576,83 Ba	847,75 Bb	1712,29 B
Média	532,30 a	228,30 b		2926,67 a	1030,20 b	

Médias seguidas por letras iguais, maiúscula na coluna compara as cultivares em cada local e as cultivares nas médias dos locais, minúscula na linha compara locais para cada cultivar e locais nas médias das cultivares, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Sediyama (2009) verificou-se que a cultura da soja apresenta características morfológicas variáveis com a cultivar, podendo estas serem influenciadas pelo ambiente como a altura da planta, que varia de 30 a 200 cm.

Para a variável altura de inserção da primeira vagem verificou-se diferença entre as cultivares, e locais, em que a cultivar Bt foi a que apresentou a maior altura de inserção, para as duas regiões, porém todas elas apresentaram valores suficientes para a

realização de colheita mecânica. Observou-se ainda que a cultivar Bt teve a maior altura de inserção da primeira vagem em Douradina, enquanto que a cultivar não Bt teve resultados semelhantes nas duas regiões (Tabela 2).

Segundo Sedyiyama, Teixeira e Reis (2005), para que não haja perda na colheita pela barra de corte, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 10 a 12 centímetros em solos de topografia plana. Nas condições do experimento nenhuma cultivar teria problemas de perdas na colheita, em topografia mais plana, uma vez que todas tiveram altura de inserção da primeira vagem superior a 10 cm.

Na região de Dourados, o numero de vagens por planta para as cultivares Bt e não Bt teve maior numero em comparação com a região de Douradina. Analisando cada região de forma independente observou-se que para as duas regiões a soja Bt foi melhor que a não Bt para numero de vagens (Tabela 2).

Entres os componentes de produção destacam-se o, o número de vagens por planta sendo o caráter que mais contribui para o rendimento de grãos em leguminosas, uma vez que apresenta as maiores correlações com a produção (Almeida et al., 2011; Pinchinat & Adams 1966). Geralmente, a maioria dos ganhos na produção resulta de aumentos no número total de vagens por planta, principalmente quando se obtêm maiores rendimentos (Maud et al., 2010).

Diante da existência da interação cultivares *versus* ambientes, são necessárias avaliações contínuas, em rede de ensaios, a fim de determinar o comportamento agronômico dos genótipos e sua adaptação às diferentes condições locais (Porto et al., 2007).

Umas das principais ferramentas para os agricultores aumentarem a produtividade e a estabilidade na produção foi as utilizações de novas variedades de soja. Todavia, conhecer a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos é fundamental

para amenizar os efeitos da interação genótipo *versus* ambientes e facilitar a recomendação das cultivares (Lima et al., 2008).

Neste contexto verificou-se que houve diferença na produtividade entre as variedades, nas duas regiões, sendo a soja Bt com valores maiores que a não Bt. Em Dourados as cultivares Bt e não Bt tiveram maiores produtividades que na região de Douradina. Estes resultados vêm confirmar os trabalhos de Lemos et al. (2011), Ávila et al. (2007) e Garcia et al. (2007) que demonstraram que a produtividade de grãos de soja variam entre locais de cultivo, devido ao efeito dos fatores ambientais.

4 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a tecnologia Bt não influenciou o teor de clorofila da soja, sendo as duas cultivares apresentaram teores semelhantes, com maiores concentrações no terço médio das plantas nas duas regiões pesquisadas.

Para a região de Dourados, os maiores teores de clorofila foram apresentados aos 42 DAE para a soja Bt e não Bt, no TS ($43,38$ e $42,83$ mg cm 2) TI ($37,90$ e $37,41$ mg cm 2) e no TM os maiores teores foram aos 42 DAE para a soja Bt ($45,94$ mg cm 2) e aos 35 DAE para a cultivar não Bt ($45,70$ mg cm 2). Em Douradina os maiores teores de clorofila foi para a soja Bt aos 28 DAE ($38,50$ mg cm 2) e o não Bt aos 49 DAE ($36,40$ mg cm 2) no terço inferior. Para o TM e TS a cultivar Bt apresentou seus maiores teores aos 35 DAE ($45,35$ e $42,09$ mg cm 2) e para o não Bt aos 35 DAE ($44,46$ e $42,22$ mg cm 2).

Para os atributos agronômicos avaliados, altura de planta, altura da primeira vagem, numero de vagens por planta e produtividade a soja Bt teve maiores valores em relação a soja não Bt nos dois ambientes de estudos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R. D., Peluzio, J. M., & Afferri, F. S. (2011). Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea. *Revista ciência agronômica*, 42(1), 108-115. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000100014>
- Amorim, F. A., Hamawaki, O. T., Sousa, L. B., Lana, R. M. Q., & Hamawaki, C. D. L. (2011). Época de semeadura no Potencial produtivo de Soja em Uberlândia-MG. Semina. *Ciências Agrárias*, 32(1), 1793-1802. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32Supl1793.
- Antunes, J. F. G., Mercante, E., Esquerdo, J. C. D. M., Lamparelli, R. A. C., & Rocha, J. V. (2012). Estimativa de área de soja por classificação de imagens normalizada pela matriz de erros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(9), 1288-1294. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900014>.
- Araújo, S. A. C., Vasquez, H. M., Torres Neto, A., Campostrini, E., Deminicis, B. B., & Lima, É. S. (2013). Indirect method for quantifying the content of photosynthetic pigments in genotypes of dwarf elephant grass. *Acta Scientiarum. Zootechney*, 35(1), 43-47. doi: 10.4025/actascianimsci.v35i1.15178
- Argenta, G., Silva, P. R. F., Bortolini, C. G., Forsthofer, E. L., & Strieder, M. L. (2001). Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13(2), 158-167. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-31312001000200005>
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
- Ávila, M. R.; Braccini, A. L.; Scapim, C. A.; Mandarino, J. M. G.; Albrecht, L. P., & Vidigal Filho, P. S. (2007). Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3), 111-127.
- Barros, R., & Degrande, P. E. (2012). Desempenho do algodão-Bt como tática de controle de pragas em condições de campo. *Científica*, 40(2), 117-137.
- Barbosa, V. S., Peluzio, J. M., Afferri, F. S., & Siqueira, G. B. (2011). Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando à produção de biocombustível. *Revista Ciência Agronômica*, 42(3), 742-743. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000300021>
- Board, J. E., & Modali, H. (2005). Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean. *Crop Science*, 45(5), 1790-1799. doi: 10.2135/cropsci2004.0602
- Cancellier, E. L., Silva, J., Santos, M. M., Siebenechler, S. C., & Fidelis, R. R. (2013). Índices de clorofila em partes da planta de arroz de terras altas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(1), 199-206.
- Casaroli, D., Fagan, E. B., Simon, J., Medeiros, S. L. P., Manfron, P. A., Dourado Neto, D., Lier, Q. J. V., Muller, L., & Martin, T. N. (2007). Radiação solar e aspectos

- fisiológicos na cultura de soja. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, 14(2), 102-120.
- Dutra, C. C., Koch, R. L., Burkness, E., Meissle, M., Romeis, J., Hutchison, W. D., & Fernandes, M. G. (2012). *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) exhibits no preference between Bt and non-Bt maize fed *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Plos One*, 7(9), e44867. doi:10.1371/journal.pone.0044867
- Engel, V. L., & Poggiani, F. (1991). Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 3(1), 39-45.
- Ferreira, D. F. (2008). Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6(1), 36-41.
- Fietz C. R., & Fisch G. F. (2006). *O clima da região de Dourados*, MS. Dourados, MS, Brasil: Embrapa Agropecuária Oeste, (1 edn) (p. 32). (Documentos, 85).
- Fonseca, P. R. B., Fernandes, M. G., Dutra, F., Souza, T. A., & Pontim, B. C. A. (2012). Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, em híbridos de milho, (*Zea mays* L.) Bt e isogênico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(1), 56-60.
- Garcia, A., Pípolo, A. E., Lopes, I. O. N., Portugal, F. A. F. (2007). *Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas*. Londrina: Embrapa Soja, (1 edn) (p. 11). (Circular Técnica, 51).
- Gil, P. T.; Fontes, P. C. R., Cecon, P. R., & Ferreira, F. A. (2002). Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. *Horticultura Brasileira*, 20(4), 611-615.
- Guimarães, T. G., Fontes, P. C. R., Pereira, P. R. G.; Alvarez, V. H., & Monnerat, P. H. (1999). Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. *Bragantia*, 58(1), 209-216. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051999000100020>
- Homrich, M. S., Passaglia, L. M. P., Pereira, J. F., Bertagnolli, P. F., Pasquali, G., Zaidi, M. A., Altosaar, I., & Zanettini, M. H. B. (2008). Resistance to *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) in transgenic soybean (*Glycine max* (L.) Merrill Fabales, Fabaceae) cultivar IAS5 expressing a modified Cry1Ac endotoxin. *Genetics and Molecular Biology*, 31(2), 522-531. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572008000300020>
- Hung, K. T., & Kao C. H. (1997). Lipid peroxidation in relation to senescence of maize leaves. *Journal of Plant Physiology*, 150(3), 283-286. [http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617\(97\)80121-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617(97)80121-6).
- Kramer, T., & Koslowski, T. (1979). *Physiology of woody plants*. (1 edn) (p. 811). New York: Academic Press.

- Lemos, L. B., Farinelli, R., Cavariani, C., & Zapparoli, R. A. (2011). Desempenho agronômico e produtivo de cultivares de soja em diferentes safras. *Científica*, 39(1/2), 44-51.
- Lima, W. F., Pípolo, A. E., Moreira, J. U. B., Carvalho, C. G. P., Prete, C. E. C., Arias, C. A. A., Oliveira, M. F., Carneiro, G. E., & Toledo, J. F. F. (2008). Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(6), 195-201.
- Mauad, M., Silva, T. L. B., Neto, A. I. A., & Abreu, V. G. (2010). Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. *Agrarian*, 3(9), 175-181.
- Minolta, C. (1989). *Manual for chlorophyll meter SPAD 502*. (1 edn) (p. 22). Osaka: Minolta, Radiometric Instruments Divisions.
- Minotti, P. L., Halseth, D. E., & Sieczka, J. B. (1994). Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. *HortScience*, 29(12), 1497-1500.
- Neves, J. A., Silva, J. A. L., Barbosa, D. R. S., Sediyama, T., Teixeira, R. C., Rocha, R. S. (2013). Agronomic performance of soybean genotypes in low latitude in Teresina-PI, Brazil. *Journal of Agricultural Science*, 5(3), 243-253. doi:10.5539/jas.v5n3p243
- Peluzio, J. M., Afférri, F. S., Monteiro, F. J. F., Vaz de Melo, A., & Pimenta, R. S. (2010). Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, 41(3), 427-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000300015>
- Peluzio, J. M., Pires, L. P. M., Cancellier, L. L., Afférri, F. S., Colombo, G. A., Teixeira Júnior, T., & Ribeiro, G. R. S. (2012). Genetic divergence among soybean cultivars in irrigated lowland in the State of Tocantins. *Ciência Rural*, 42(3), 1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000300002>
- Pereira, R. G., Albuquerque, A. W., Souza, R. O., Silva, A. D., Santos, J. P. A., Barros, E. S., & Medeiros, P. V. Q. (2011). Sistemas de manejo do solo: soja [*Glycine max* (L.)] consorciada com *Brachiaria decumbens* (STAPF). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(1), 44-51.
- Pinchinat, A. M., Adams, M. W. (1966). Yield Components in beans, as affected by intercrossing and neutron irradiation. *Turrialba*, 16(3), 247- 252.

- Porto, W. S., Carvalho, C. G. P., & Pinto, R. J. B. (2007). Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(4), 491-499. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400006>
- Ragagnin, V. A., Sena Jr, D. G., Dias, D. S., Braga, W. F., & Nogueira, P. D. M. (2013). Growth and nodulation of soybean plants fertilized with poultry litter. *Ciência e Agrotecnologia*, 37(1), 17-24. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542013000100002>
- Richardson, A. D., Duigan, S. P., & Berlyn, G. P. (2002). An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*, 153(1), 185-194. DOI: 10.1046/j.0028-646X.2001.00289.x
- Ritchie, S., Hanway, J. J., & Thompson, H. E. (1982). *How a soybean plant develops*. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, (1 edn) (p. 20). (Special report, 53).
- Rocha, R. S., Silva, J. A. L., Neves, J. A., Sediyama, T., & Teixeira, R. C. (2012). Desempenho agronômico de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. *Revista Ciência Agronômica*, 43(1), 154-162.
- Salgado, F. H. M., Silva, J., Oliveira, T. C., Barros, H. B., Passos, N. G., & Fidelis, R. R. (2012). Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(4), 368-374.
- Sediyama, T. 2009. *Tecnologias de produção e usos da soja*. (1 edn) (p. 314), Londrina, PR: Mecenas.
- Sediyama, T., Teixeira, R. C., Reis, M. S. (2005). *Melhoramento da Soja*. In: Borém, A. *Melhoramento de espécies cultivadas*. (1 edn) (p. 604), Viçosa: UFV.
- Souza, G. S., Castro, E. M., Soares, A. M., Santos, A. R., & Alves, E. (2011). Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. *Semina. Ciências Agrárias*, 32(1), 1843-1854. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32SuplP1843
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). *Fisiologia Vegetal*. (4 edn) (p. 819). Porto Alegre: Artmed.
- Thimann, K. V., Satler, S. O., & Trippi, V. (1982). *Further extension of the syndrome of leaf senescence*. In: *Plant growth substances*. (1 edn) (p. 683). London: Academic Press.
- Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., & Pleijel, H. (2007). Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynth. Research*, 91(1), 37-46. DOI 10.1007/s11120-006-9077-5
- Yin, Z., Plader, W. E., & Malepszy, S. (2004). Transgene inheritance in plants. *Journal of Applied Genetics*, 45(2), 127-144.

Yu, H. L., Yun, H. L., & Kong, M. W. (2011). Risk assessment and ecological effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* crops on non-target organisms. *Journal of Integrative Plant Biology*, 53(7) 520-538. DOI: 10.1111/j.1744-7909.2011.01047.x

Yuan, L., & Knauf, V. C. (1997). Modification of plants components. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(2), 227-233.