

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**DANOS DE *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)**

RENATO ANASTACIO GUAZINA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019**

**DANOS DE *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)**

RENATO ANASTACIO GUAZINA

ORIENTADOR: Prof. Dr. PAULO EDUARDO DEGRANDE

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
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G919d Guazina, Renato Anastacio
DANOS DE *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA
CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) [recurso eletrônico] / Renato Anastacio
Guazina. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Paulo Eduardo Degrande.
Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. risco fitossanitário. 2. Heliothinae. 3. comportamento. 4. proteína Cry1Ac. I.
Degrande, Paulo Eduardo. II. Título.

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

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

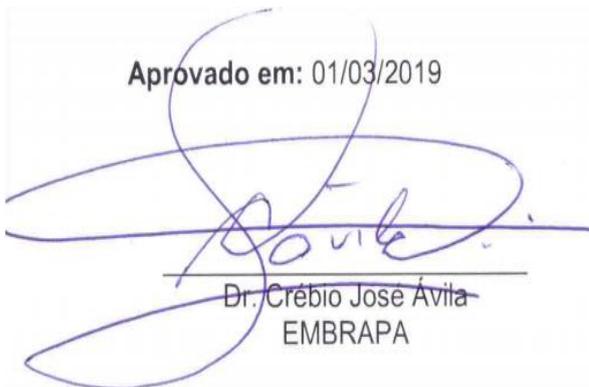
**DANOS DE *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill)**

Por

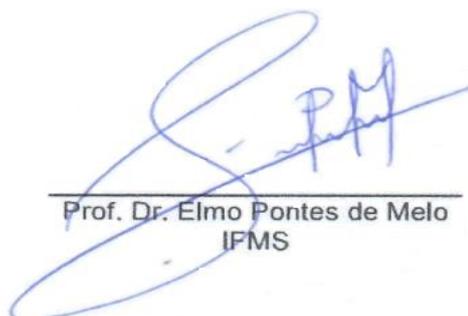
Renato Anastacio Guazina

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

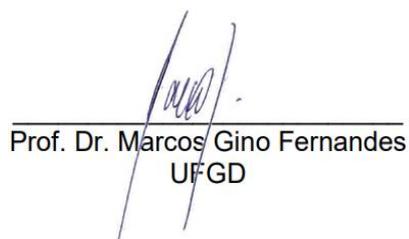
Aprovado em: 01/03/2019



Dr. Crébio José Ávila
EMBRAPA



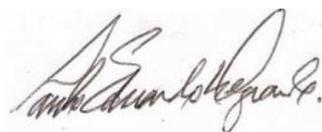
Prof. Dr. Elmo Pontes de Melo
IFMS



Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
UFGD



Dr. Ricardo Barros
MS Integração



Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande
Orientador - UFGD

BIOGRAFIA DO ACADÊMICO

Renato Anastacio Guazina nasceu no dia 29 de setembro de 1987, na cidade de Campo Grande – MS, filho de Alberto Jorge Maciel Guazina e Rose Mari Anastácio Guazina; cursou Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), *Campus* de Chapadão do Sul e, nessa mesma instituição de ensino, obteve o título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), sob a orientação do Prof. Dr. Gustavo de Faria Theodoro. Em 2015, iniciou o Curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal), na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande. Durante essa trajetória realizou trabalhos, principalmente na área de proteção de plantas (Fitopatologia e Entomologia), com as culturas da soja, milho e algodão. Trabalhou como Analista de Pesquisa Sênior na Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT), no setor de Entomologia Agrícola e, atualmente, é Servidor Público Federal, no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *Campus* Teófilo Otoni, exercendo o cargo de Engenheiro Agrônomo.

Aos meus pais.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por todas as coisas boas que fez e faz na minha vida.

Aos meus pais, Alberto Jorge Maciel Guazina e Rose Mari Anastácio Guazina, pelo apoio e incentivo constante, que foram essenciais para que eu pudesse chegar ao fim desta grande etapa da minha vida.

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande, por ter aceitado me orientar, pelos valiosos ensinamentos transmitidos e oportunidades que me proporcionou nesse período.

À Universidade Federal da Grande Dourados, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo ensino de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante o período do Doutorado.

A Dra. Rosalia Azambuja, pelos conhecimentos transmitidos sobre a criação massal de *Helicoverpa armigera* e pela ajuda na elaboração desta tese.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFGD, em especial aos doutorandos, Ellen Patrícia de Souza e Danilo Renato Oliveira dos Santos, pela amizade e ajuda durante a realização dos trabalhos.

Aos membros das bancas avaliadoras, pelas valiosas contribuições.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta tese de doutorado.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	1
LISTA DE FIGURAS.....	3
RESUMO GERAL.....	4
GENERAL ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Caracterização, importância e distribuição de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae).....	9
2.2 Plantas hospedeiras e danos causados por <i>Helicoverpa armigera</i>	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
Capítulo 1: Escolha de lagartas <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) por estruturas vegetativas e reprodutivas da soja.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	23
Resultados e Discussão.....	25
Conclusões.....	29
Agradecimentos.....	30
Referências Bibliográficas.....	31
Capítulo 2: Danos de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) durante os estádios de enchimento de grãos da soja.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	40
Conclusões.....	46
Agradecimentos.....	46
Referências Bibliográficas.....	47
Capítulo 3: Danos de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) no estágio vegetativo e reprodutivo da soja.....	52
Resumo.....	52
Abstract.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão.....	58
Conclusão.....	70
Agradecimentos.....	71
Referências Bibliográficas.....	71
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Escolha de lagartas *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) por estruturas vegetativas e reprodutivas da soja

Tabela 1. Características agronômicas das cultivares estudadas. Dourados, MS. 2019.....	23
Tabela 2. Médias (\pm EP) de lagartas (3° instar) de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) presentes em quatro estruturas de plantas de soja Bt e não-Bt (FMS: folha da metade superior; FMI: folha da metade inferior; VMS: vagem da metade superior; e VMI: vagem da metade inferior), em dois períodos de avaliação (24 e 48 horas após a infestação). Dourados, MS. 2019.....	26
Tabela 3. Médias (\pm EP) de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) mortas em estruturas de soja Bt e não-Bt. Dourados, MS. 2019.....	26

Capítulo 2: Danos de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) durante os estádios de enchimento de grãos da soja

Tabela 1. Características agronômicas das cultivares estudadas. Dourados, MS. 2019.....	38
Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) da porcentagem de desfolha (PD), número de vagens por planta (NVP), número de vagens atacadas por planta (NVAP), número de lóculos vazios de vagens por planta (NLVP), peso de 100 grãos (P100) e rendimento (RD). Dourados, MS. 2019.....	40
Tabela 3. Médias (\pm EP) da porcentagem de desfolha nas cultivares de soja submetidas à infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae). Dourados, MS. 2019.....	41
Tabela 4. Médias (\pm EP) do número de vagens por planta de duas cultivares soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida a infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.....	43
Tabela 5. Médias (\pm EP) do número de vagens atacadas por planta em duas cultivares de soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida a infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.....	43
Tabela 6. Médias (\pm EP) do número de lóculos vazios por planta e número de grãos por planta em duas cultivares de soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida a	45

infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.....	
Tabela 7. Médias (\pm EP) do peso de 100 grãos (g) e rendimento (g) em duas cultivares de soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida a infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.....	46
Capítulo 3: Danos de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) no estágio vegetativo e reprodutivo da soja	
Tabela 1. Características agrônômicas das cultivares estudadas nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Dourados, MS. 2019.....	56
Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) da porcentagem de desfolha (PD), número de vagens por planta (NVP), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD) no experimento realizado na fase vegetativa da cultura da soja, durante as safras 2015/2016 e 2016/2017. Dourados, MS. 2019.....	59
Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA) da porcentagem de desfolha (PD), número de vagens por planta (NVP), número de vagens atacadas por planta (NVAP), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD) no experimento realizado na fase reprodutiva da cultura da soja, durante as safras 2015/2016 e 2016/2017. Dourados, MS. 2019.....	60
Tabela 4. Médias (\pm EP) da porcentagem de desfolha nas cultivares de soja Bt e não-Bt em função dos níveis de infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante as fases vegetativas e produtivas das plantas. Dourados, MS. 2019.....	61
Tabela 5. Médias (\pm EP) do número de vagens por planta (NVP), peso de 100 grãos (P100) e produtividade de grãos (PROD) em duas cultivares de soja (Bt e não-Bt) submetida a infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante a fase vegetativa (estádio fenológico V2). Dourados, MS. 2019.....	64
Tabela 6. Médias (\pm EP) do número de vagens por planta (NVP), número de vagens atacadas por planta (NVA), peso de 100 grãos (P100) e produtividade de grãos (PROD) em duas cultivares de soja (Bt e não-Bt) submetida a infestação da lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) durante a fase reprodutiva (estádio fenológico R5.5). Dourados, MS. 2019.....	65
Tabela 7. Médias (\pm EP) do consumo foliar (cm ²) por lagarta <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) obtidas em teste sem chance de escolha em cultivares de soja Bt e não-Bt. Dourados, MS. 2019.....	69

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Escolha de lagartas *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) por estruturas vegetativas e reprodutivas da soja

- Figura 1. Disposição das estruturas de soja referente ao teste com chance de escolha. Dourados, MS. 2019..... 24
- Figura 2. Vagens de soja coletadas da metade inferior (A) e superior (B) da planta, com granação de aproximadamente 75 a 100 % e 10 a 25 %, respectivamente. Dourados, MS. 2019..... 24
- Figura 3. Dendograma das distâncias dos valores médios de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estruturas de plantas de soja não-Bt e Bt (FMS: folha da metade superior; FMI: folha da metade inferior; VMS: vagem da metade superior; e VMI: vagem da metade inferior). Dourados, MS. 2019..... 27

Capítulo 3: Danos de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) no estágio vegetativo e reprodutivo da soja

- Figura 1. Porcentagem de desfolha nas cultivares não-Bt submetida a diferentes níveis de infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) durante as fases vegetativa e reprodutiva das plantas de soja (Safras 2015/2016 e 2016/2017). Dourados, MS. 2019..... 62
- Figura 2. Porcentagem de sobrevivência de lagartas *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de soja Bt (que expressa a proteína Cry1Ac) e não-Bt em condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) e em teste sem chance de escolha. Dourados, MS. 2019..... 70

GUAZINA, Renato Anastacio. **Danos de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).** 2019. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. Orientador: Dr. Paulo Eduardo Degrande.

RESUMO GERAL

A soja é produzida em larga escala no Brasil, e se tornou a principal cultura em termos de área cultivada e volume de produção. Porém, diversos são os fatores que afetam o potencial produtivo dessa leguminosa, destacando-se, entre eles, os insetos da Ordem Lepidoptera. A espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada a praga mais recente e com elevado potencial de danos à cultura da soja, pois tem a capacidade de ocorrer ao longo de todo o ciclo da cultura. Por se tratar de uma praga relativamente nova no país, ainda há pouca informação sobre a relação inseto-planta. Portanto, para compreender melhor o comportamento e os danos provocados pela lagarta na soja, este estudo está dividido em três capítulos: I - Escolha de lagartas *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) por estruturas vegetativas e reprodutivas da soja; II - Avaliação da infestação de *Helicoverpa armigera* durante os estádios de enchimento de grãos da soja; III - Danos da lagarta *Helicoverpa armigera* no estágio vegetativo e reprodutivo da soja. Todos os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no Laboratório de Entomologia Aplicada. De maneira geral, observou-se que as lagartas podem se alimentar tanto das folhas quanto das vagens da soja não-Bt, havendo, porém, maior preferência pelas folhas, o que pode causar intensa desfolha nas plantas, dependendo do nível populacional da lagarta. A produtividade da soja não foi afetada em decorrência da desfolha sofrida, independentemente do nível populacional e do estágio fenológico. Houve somente redução no rendimento de grãos quando se observou o ataque

das lagartas nas vagens de soja, em decorrência do aumento do número de lóculos vazios nas vagens e, conseqüentemente, pela redução no número de grãos por vagens.

Palavras-chaves: risco fitossanitário; Heliothinae; comportamento; proteína Cry1Ac.

GUAZINA, Renato Anastacio. **Damage by *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill).** 2019. 76 f. Thesis (Ph.D. in Agronomy – Plant Production) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. Advisor: Ph.D. Paulo Eduardo Degrande.

GENERAL ABSTRACT

Soybeans are produced on a large scale in Brazil and have become the largest crop in planted area and production volume. However, several factors affect the productive potential of this legume, such as insects of the order Lepidoptera. The species *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) is considered the most recent pest with a high potential of damaging soybeans, as it can occur throughout the crop cycle. Because it is a relatively new pest in the country, the insect-plant relationship is still poorly known. Therefore, to better understand the behavior and damage caused by its caterpillar in soybeans, this study is divided into three chapters: I – Preference of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) larvae (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean vegetative and reproductive structures; II - Evaluation of the damage by *Helicoverpa armigera* during seed filling in soybeans; III - Damage by *Helicoverpa armigera* caterpillars in soybean vegetative and reproductive stages. All the experiments were conducted at the Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), in the Laboratory of Applied Entomology. In general, caterpillars fed on both non-Bt soybean leaves and pods, but a preference for leaves was observed, which can cause intense defoliation in plants, depending on the population level of caterpillars. Soybean yield was not affected as a result of defoliation, regardless of population level and phenological stage. Seed yield was reduced only when larvae attacked soybean pods, due to the increase in the number of empty locules in the pods and, consequently, decrease in number of seeds per pod.

Keywords: phytosanitary risk; Heliothinae; behavior; Cry1Ac protein

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é destaque na produção mundial de diversas *commodities* e ocupa o segundo lugar no *ranking* de produção de grãos de soja, ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América. Na safra 2017/2018, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área cultivada foi de, aproximadamente, 35.099,7 milhões de hectares e produção superior a 116 milhões de toneladas, com expectativa de aumento na área de 3,5%, na safra 2018/2019 (CONAB, 2018).

Para que o setor continue competitivo, gerador de empregos e contribuinte do superávit na balança comercial, os agricultores buscam constantemente o aumento das suas produtividades, visando obter rentabilidade econômica. Nesse propósito, observa-se que o lançamento de tecnologias desenvolvidas é diversificado. As principais tecnologias vão desde o manejo correto dos solos, sistemas de cultivos, desenvolvimento de novos fertilizantes, máquinas, cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas, e, inclusive, voltadas ao controle de doenças e insetos-praga (SARTORI et al., 2016).

Mesmo com o grande número de tecnologias desenvolvidas, ainda é possível observar perdas consideráveis decorrentes da incidência de insetos-praga nas lavouras de todo o país. Os grupos de pragas associados à soja são beneficiados pelas amplas áreas de cultivos distribuídas por milhões de hectares em várias regiões brasileiras. Dentre esses grupos, destacam-se como as principais pragas (pragas-chave) os percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) e as lagartas (Lepidoptera: Noctuidae), dentre elas *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera* spp., *Helicoverpa zea* (MOSCARDI et al., 2012; FORMENTINI et al., 2015) e, mais recentemente, a *Helicoverpa armigera* com ocorrência registrada no Brasil a partir da safra 2012/2013 (CZEPAK et al., 2013).

Apesar de a base alimentar da maioria dessas lagartas serem somente as folhas (MOSCARDI et al., 2012), constata-se que a lagarta de *H.*

armigera pode se alimentar tanto das folhas, como também das flores, vagens e cotilédones das plantas de soja (FORMENTINI et al., 2015; SUZANA et al., 2015). Trata-se, portanto, de uma espécie que apresenta comportamento alimentar diferente da maioria das lagartas que ocorrem na cultura da soja; e essa característica pode aumentar a capacidade de danos sobre a cultura, visto que a compensação dos danos, principalmente sobre as vagens e flores, pode ser menor, em relação à de uma desfolha sofrida (BARROS et al., 2002; SOUZA et al., 2014).

A soja é reconhecida como uma cultura que apresenta boa capacidade de recuperação depois de submetida a injúrias, principalmente em relação à desfolha sofrida por insetos. No entanto, sua capacidade para evitar redução da produtividade depende de alguns fatores, como a própria intensidade da injúria, o estágio fenológico em que ocorre, a habilidade de cultivar em tolerar ou compensar o que foi atacado e os fatores ambientais (PEDIGO et al., 1986; COSTA et al., 2003).

Nas cultivares de soja que possuem biotecnologia de resistência às principais espécies de lagartas dessa cultura, devido à expressão da proteína inseticida Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* (Bt), também se tem observado a ocorrência de *H. armigera* em algumas regiões (LUZ et al., 2018), mesmo porque, no Brasil, essa tecnologia foi lançada sem ter como alvo de controle essa espécie de lagarta. Entretanto, alguns trabalhos já evidenciam alta mortalidade quando se alimentam de folhas de soja Bt (YU et al., 2013; AZAMBUJA et al. 2015; DOURADO et al., 2016).

Por sua vez, ainda é importante entender o comportamento da lagarta *H. armigera* nas cultivares de soja Bt e não-Bt, no Brasil, visto que inúmeras informações sobre a praga são oriundas de outros países que convivem com ela há mais tempo ou levantadas empiricamente. Essas informações a respeito da interação entre inseto-praga e hospedeiro são fundamentais e dão subsídio para a implantação de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Assim, este trabalho foi dividido em três capítulos, com o intuito de compreender melhor o comportamento e os danos provocados pela lagarta de *H. armigera*, na cultura da soja.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização, importância e distribuição de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae)

Helicoverpa (= *Heliothis*) *armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) pertence à subfamília Heliothinae e ao gênero *Helicoverpa* (Hardwick, 1965), o qual é composto por um grupo de 18 espécies (BEHERE et al. 2007), dentre as quais a *H. armigera* é citada como uma das mais importantes pragas da Agricultura Mundial (TAY et al. 2013).

A importância da espécie se deve aos danos causados em diversas culturas de importância econômica, como algodão (*Gossypium hirsutum*), arroz (*Oryza sativa*), aveia (*Avena sativa*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), soja (*G. max*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) e trigo (*Triticum aestivum*) (CPEZAK et al. 2013b; CUNNINGHAM; ZALUCKI 2014) e pelo fato de a lagarta evoluir rapidamente na resistência aos inseticidas químicos (KRANTHI et al. 2002; ALVI et al. 2012).

A espécie *H. armigera* apresenta ampla distribuição geográfica, podendo se estabelecer em regiões de clima tropical ou temperado, apresentando registros de ocorrência na África, Ásia, Austrália, Europa e, mais recentemente, na América (TAY et al. 2013). No Continente Americano, a espécie foi relatada, pela primeira vez, no ano de 2013, no Brasil (CPEZAK et al. 2013a; SPECHT et al. 2013; TAY et al. 2013), sendo, antes disso, considerada praga quarentenária A1 (KUSS et al. 2016).

Em seguida, também foi registrada em outros países, como Paraguai (SENAVE 2013), Argentina (MURÚA et al. 2014; ARNEODO et al. 2015), Porto Rico (APHIS, 2014), Estados Unidos (APHIS, 2015) e Uruguai (CASTIGLIONI et al. 2016). Essa ampla ocorrência geográfica se deve, principalmente, pelo alto grau de polifagia (CUNNINGHAM & ZALUCKI, 2014) e pela elevada capacidade de dispersão dos adultos (KRITICOS et al., 2015). Fêmeas adultas apresentam

alta mobilidade e elevada taxa de fecundidade, o que contribui para o aumento das populações (HEMATI et al. 2013; KRITICOS et al., 2015) e favorece a distribuição da espécie em diferentes regiões.

O primeiro registro da ocorrência de *H. armigera*, no Brasil, foi realizado nos estados de Goiás, Mato Grosso e Bahia, onde a espécie foi encontrada atacando, respectivamente, cultivos de soja, algodão e plantas tiguera de soja (CPEZAK et al. 2013a). No Mato Grosso do Sul, lagartas dessa espécie foram observadas em praticamente todas as regiões do estado, mostrando que essa praga está amplamente disseminada em vários municípios, inclusive com altos níveis populacionais da praga (GRIGOLLI et al., 2016).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) declarou, inclusive, no ano de 2017, estado de emergência fitossanitário relativo ao risco da ocorrência de *H. armigera* em Mato Grosso do Sul, para que fossem implementados planos de supressão da praga e adoção de medidas urgentes (MAPA, 2017).

No Brasil, a elevada infestação em nível populacional e a explosão em área geográfica de *H. armigera* sugeriu que a ocorrência da espécie no país pode ter se dado antes de 2013. De acordo com estudos de Sosa-Gómez et al. (2016), os resultados obtidos por meio das análises de amostras depositadas em coleções científicas confirmam que a introdução da espécie no país ocorreu antes de 2008, permitindo inferir que essa praga teve tempo suficiente para construir populações que foram aumentando ao longo dos anos e resultando no grande surto populacional observado na safra 2012/2013.

2.2 Plantas hospedeiras e danos causados por *Helicoverpa armigera*

Helicoverpa armigera apresenta hábito alimentar extremamente polífago, havendo relatos de sua ocorrência em 68 famílias de plantas (CUNNINGHAM & ZALUCKI, 2014) e em mais de 180 espécies hospedeiras (POMARI-FERNANDES et al., 2015).

As lagartas dessa espécie são encontradas alimentando-se em plantas silvestres e cultivadas. Em sistemas de produção agrícola, *H. armigera* tem provocado prejuízos consideráveis devido aos danos indiretos decorrentes da elevada capacidade de desfolhamento das plantas e/ou aos danos diretos causados pelas injúrias em flores e frutos (BABU et al., 2018; BIRADARPATIL & JAGGINAVAR, 2018), o que resulta em prejuízos significativos na fase vegetativa e reprodutiva das culturas agrícolas (CPEZAK et al. 2013a).

Na fase inicial da cultura da soja, a espécie *H. armigera* tem grande potencial de causar danos, visto que a lagarta pode se alimentar dos cotilédones, folhas unifolioladas e haste das plântulas e, dependendo do nível populacional, as injúrias provocadas nessas estruturas podem ser severas, comprometendo negativamente a quantidade e a qualidade do estande de plantas (GUAZINA et al., 2019).

O hábito das lagartas de se alimentarem das estruturas reprodutivas das plantas hospedeiras tem sido observado em várias culturas. Em grão de bico, a *H. armigera* foi capaz de causar danos em, aproximadamente, 47% das vagens das plantas, provocando, conseqüentemente, 43% de perdas no rendimento da cultura (ZAHID et al. 2008). Na cultura do feijão, o ataque da lagarta de *H. armigera* reduziu o número de vagens totais e não danificadas em $4,10 \pm 1,18$ vagens e $12,88 \pm 1,57$ vagens, respectivamente, enquanto que o número de sementes não danificadas foi reduzido em até $35,64 \pm 7,25$ sementes (ROGERS & BRIER, 2010).

Especificamente para a cultura da soja, tem-se observado nas lavouras a ocorrência de lagartas de *H. armigera* durante todo o ciclo da cultura. Porém, Carneiro et al. (2018) notaram maior ocorrência da praga durante a fase reprodutiva, possivelmente pelo fato de preferirem alimentar-se das vagens e dos grãos de soja. O ataque das lagartas às vagens de soja foi observado por Stürmer (2016), que relatou, inclusive, que as lagartas dessa espécie causaram os maiores danos quando isso aconteceu no estágio fenológico R5.3, ocorrendo danos de até 8,93 legumes por planta e redução de 12 grãos por planta, com a densidade de 6 lagartas/m².

Estudos anteriores em soja determinaram que tanto folhas (AZAMBUJA et al., 2015) quanto vagens, com sementes verdes, duras e cheias,

são alimentos que permitem o desenvolvimento larval da praga (SUZANA et al., 2015), demonstrando que a soja é um hospedeiro adequado para o desenvolvimento dessa espécie de inseto (REIGADA et al., 2016).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVI, A. H. K.; SAYYED, A. H.; NAEF, M.; ALI, M. Field Evolved Resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* Toxin Cry1Ac in Pakistan. **PLoS One**, v.7, n. 10, p. 1-9, 2012.

APHIS. **Animal and Plant Health Inspection Service**. For information and action, 2014. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/DA-2014-45.pdf>. Acesso em: 27 outubro de 2018.

APHIS. **Animal and Plant Health Inspection Service**. For information and action, 2015. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/DA-2015-43.pdf>. Acesso em: 27 outubro de 2018.

ARNEODO, J.D.; BALBI, E.I.; FLORES, F.M.; SCIOCCO-CAP A. Molecular Identification of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliethinae) in Argentina and Development of a Novel PCR-RFLP Method for its Rapid Differentiation From *H. zea* and *H. gelotopoeon*. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 6, p. 2505-2510, 2015.

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P. E.; SANTOS, R. O.; SOUZA, E. P.; GOMES, C. E. C. Effect of soybean on larvae of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 7, n. 8, p. 90-94, 2015.

BABU, S. R.; SAINI, D. P.; DUDWAL, R.; MEEMA, P. K. Estimation of avoidable losses in chickpea by pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in Southern

Rajasthan. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 2, p. 1128-1130, 2018.

BARROS, H. B.; SANTOS, M. M.; PELÚZIO, J. M.; ROCHA, R. N. C.; SILVA, R. R.; VENDRUSCO, J. B. Desfolha na produção de soja (*Glycine max* 'M-SOY 190'), cultivada no cerrado, em Gurupi-TO, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 5-10, 2002.

BIRADARPATIL, K. A.; JAGGINAVAR, S. B. Crop loss estimation due to capsule borer *Helicoverpa armigera* (Hübner) in safflower. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 4, p. 151-154, 2018.

BEHERE, G. T.; TAY, W. T.; RUSSELL, D. A.; HECKEL, D. G.; APPLETON, B. R.; KRANTHI, K. R.; BATTERHAM, P. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. **Evolutionary Biology**, v. 7, n. 117, p. 1-10, 2007.

CARNEIRO, E.; SILVA, L. B.; SILVA, A. F.; LOPES, G. N.; PAVAN, B. E.; RODRIGUES, R. H. F.; CARVALHINHO, D. T.; MIELEZRSKI, D. F. Lepidopteran pests associated with the soybean cultivars phenology. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 112-121, 2018.

CARVALHO, J. L. N.; GALDOS, M. V.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. A soja e os novos desafios mundiais. In: CAMARA, G. M. S. **Soja e Cia**, Piracicaba, 2009. 334 p.

CASTIGLIONI, E.; CLÉRISON, R. P.; CHIARAVALLE, W.; JONAS, A. A.; UGALDE, G.; JERSON, V. C. G. Primer registro de ocurrencia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) en soja, en Uruguay. **Agrociencia**, v. 20, n. 1, p.31-35, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. v. 5, n. 8, 2018. 140 p.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 881–896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013a.

CZEPAK, C.; VIVAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Pragas da vez. **Cultivar**, v. 167, n. 20-27, 2013b.

DOURADO, P. M.; BACALHAU, F. B.; AMADO, D.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. High susceptibility to Cry1Ac and low resistance allele frequency reduce the risk of resistance of *Helicoverpa armigera* to Bt soybean in Brazil. **Plos One**, v. 11, n. 8, p. 1-15, 2016.

FORMENTINI, A. C.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; BARROS, N. M.; SPECHT, A. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2113-2120, 2015.

GRIGOLLI, J. F. J.; ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, H. N.; TOMQUELSKI, G. V.; SANTOS, V. Mapping the occurrence and density of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Journal of Entomology and Nematology**, v. 8, n. 4, p. 28-33, 2016.

GUAZINA, R. A.; DEGRANDE, P. E.; SOUZA, E. P.; GAUER, E. Danos da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em plântulas de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 41-46, 2019.

HEMATI, S. A.; NASERI, B.; RAZMJOU, J. Reproductive performance and growth indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. **Journal Crop Protection**, v. 2, n. 2, p. 193-208, 2013.

KRANTHI, K. R.; JADHAV, D. R.; KRANTHI, S.; WANJARI, R. R.; ALA, S. S.; RUSSELL, C. D. A. Insecticide resistance in five major insect pests of cotton in India. **Crop Protection**, v. 21, n. 6, p. 449-460, 2002.

KRITICOS, D. J.; OTA, N.; HUTCHISON, W. D.; BEDDOW, J.; WALSH, T.; TAY, W. T.; BORCHERT, D. M.; PAULA MOREAS, S. V.; CZEPAK, C.; ZALUCKI, M.P. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time? **PLoS One**, v. 10, n. 3, p. 1-24, 2015.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; JOSÉ BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N.; PIAS, O. H. C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 527-536, 2016.

LUZ, P. M. C.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; FERREIRA, L. F. M.; OTANÁSIO, P. N.; DINIZ, I. R. Owllet moths (Lepidoptera: Noctuoidea) associated with Bt and non-Bt soybean in the Brazilian savanna. **Brazilian Journal of Biology**, p. 1-9, 2018.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **MAPA declara emergência fitossanitária para combate de praga em Mato Grosso do Sul.** 2017. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/mapa-declara-emergencia-fitossanitaria-para-combate-de-praga-em-mato-grosso-do-sul>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2019.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja – Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga.** Embrapa, Brasília, p. 211-334. 2012.

MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F. R.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First Record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

PAMARES-FERNANDES, A.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2015.

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v. 31, n. 1, p. 341-368, 1986.

REIGADA, C.; GUIMARÃES, K. F.; PARRA, J. R. P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: a perspective for IPM in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 1-5, 2016.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry

bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; DAVID, R.; DONATO, G.; COELHO, L. L.; AIRES, N. P.; ARAMBURU, B. B. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 492-498, 2016.

SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; BAHRY, C. A.; CARON, B. O.; ZIMMER, P. D. Caracteres morfológicos e produtividade da soja em razão da desfolha no estágio vegetativo. **Científica**, v. 42, n. 3, p. 216-223, 2014.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. BOTTON, M.; ZENKER, M. M.; AZEVEDO-FILHO, W. S. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 1, p. 101-104, 2016.

SPECHT, A.; SOSA-GOMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

STÜRMER, G. R. **Danos e comportamento larval de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Leptoptera: Noctuidae) em soja**. 2016. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:

Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 480-485, 2015.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; GAJANAN, T. B.; CRAIG, A.; SHARON, D. A brave new world for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. 1-7, 2013.

YU, H.; LI, Y.; LI, X.; ROMEIS, J.; WU, K. Expression of Cry1Ac in transgenic Bt soybean lines and their efficiency in controlling lepidopteran pests. **Pest Management Science**, v. 69, n. 12, p. 1326-1333, 2013.

ZAHID, M. A.; ISIAM, M. M.; REZA, M. H.; PRODHAM, M. H. Z.; BEGUM, M. R. Determination of economic injury levels of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in chickpea. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 33, n. 3, p. 555-563, 2008.

CAPÍTULO 1: ESCOLHA DE LAGARTAS *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) POR ESTRUTURAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DA SOJA

RESUMO: A lagarta *Helicoverpa armigera* é relatada atacando folhas, flores, vagens e grãos de soja, constituindo-se num sério problema fitossanitário da cultura. Diante desses aspectos, este estudo teve por objetivo avaliar a escolha das lagartas *H. armigera* por folhas e vagens da soja. O bioensaio foi realizado em laboratório, com condições controladas de temperatura ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), umidade ($70\pm 10\%$) e fotofase (12 horas). As estruturas utilizadas foram: folhas e vagens coletadas da metade superior e inferior do dossel das plantas de cultivares não-Bt e Bt (evento MON87701 para a expressão da deltaendotoxina Cry1Ac). Para cada cultivar de soja, o teste empregado foi com chance de escolha, com cinquenta repetições, sendo que cada repetição conteve quatro estruturas da planta de soja e uma lagarta de terceiro instar. Avaliou-se a escolha contabilizando o número de lagartas em cada estrutura. Notou-se que a lagarta pode escolher tanto as estruturas vegetativas quanto as reprodutivas em soja não-Bt, porém há maior escolha pelas folhas. Já em soja Bt, apesar de ser constatado o maior número de lagartas nas folhas da metade superior da planta, houve elevada mortalidade do inseto. Conclui-se que lagartas de 3º instar de *H. armigera* preferem as folhas das plantas de soja. A fase de granação das vagens não influenciou na escolha do alimento pelas lagartas.

Palavras-chave: *Glycine max*, Cry1Ac, folhas, vagens.

CHAPTER 1: PREFERENCE OF *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) LARVAE IN SOYBEAN VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE STRUCTURES

ABSTRACT: *Helicoverpa armigera* caterpillars have been reported feeding on leaves, flowers, pods, and soybeans, thus representing a serious phytosanitary concern for this crop. This study was aimed at evaluating the food preferences of *H. armigera* caterpillars for soybean leaves and pods. The bioassay was carried out under controlled laboratory conditions of temperature ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$), humidity ($70\pm 10\%$), and photophase (12 hours). The structures used consisted of leaves and pods collected from the upper and lower halves of non-Bt and Bt (event MON87701 for expression of the Cry1Ac deltaendotoxin) soybean plants. For each soybean cultivar, the choice assay was carried out with fifty replicates and each replicate contained four soybean plant structures and one third-instar caterpillar. Food preference was evaluated by counting the number of caterpillars in each structure. Caterpillars were observed feeding on both vegetative and reproductive structures in non-Bt soybeans, but with a preference for leaves. In Bt soybean, although the highest number of caterpillars was observed in leaves of the upper half of the plant, insect mortality was high. These findings indicate that *H. armigera* third-instar larvae prefer soybean leaves. The food choice by caterpillars was not influenced during the seed filling stages.

Keywords: *Glycine max*, Cry1Ac, leaves, pods.

INTRODUÇÃO

A *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie de inseto-praga que possui hábito polífago (SOSA-GÓMEZ et al., 2016) e alta capacidade destrutiva, causando danos aos mais diversos sistemas de cultivo, incluindo a cultura da soja, no Brasil (CZEPAK et al., 2013; STACKE et al., 2018). Sua ocorrência no país tem causado sérios prejuízos resultando em

perdas de, aproximadamente, 2 bilhões de dólares, entre os anos 2012 e 2014 (LOPES-DA-SILVA et al., 2014).

Essas perdas estão relacionadas com os danos provocados pelas lagartas nas estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas hospedeiras. Há registros na literatura de *H. armigera* se alimentando de folhas, flores, vagens e frutos (PRATISSOLI et al., 2015; SARWAR et al., 2009). Para a cultura da soja, estudos anteriores determinaram que folhas (AZAMBUJA et al., 2015) e vagens, com sementes verdes, duras e cheias, são alimentos que permitem o desenvolvimento larval (SUZANA et al., 2015), mostrando que a soja é um hospedeiro adequado para o desenvolvimento dessa espécie de inseto-praga (REIGADA et al., 2016).

Apesar de esses estudos afirmarem que essas estruturas são alimentos adequados para *H. armigera*, é necessário investigar a escolha das lagartas entre as estruturas de diferentes partes da planta, uma vez que, dependendo do local do ataque, os danos podem se acentuar ou as tecnologias de controle podem ser menos efetivas a campo. Além disso, com o advento de novas cultivares de soja Bt (que expressam a proteína inseticida Cry1Ac) e não-Bt, com hábito de crescimento indeterminado, nota-se que a granação das vagens, a partir do estágio fenológico R5.1 (RITCHIE et al., 1977), ocorre gradativamente no dossel da planta, iniciando na metade inferior (CELLA et al. 2014), o que pode influenciar no comportamento alimentar da lagarta. Vale ressaltar que as cultivares com biotecnologia de resistência Bt estão sendo amplamente utilizados como estratégia de manejo das principais lagartas que acometem a cultura no Brasil (SANAHUJA et al., 2011). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a escolha das lagartas de *H. armigera* por folhas e vagens de plantas de soja não-Bt e Bt (evento MON87701 para a expressão da deltaendotoxina Cry1Ac).

MATERIAL E MÉTODOS

O bioensaio foi conduzido no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os ovos de *H. armigera* foram mantidos em sala de criação sob temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 h. Após a eclosão, as lagartas foram alimentadas com dieta artificial conforme a metodologia de Vilela et al. (2014). Para a condução do bioensaio, foram utilizadas lagartas de terceiro ínstar e estruturas de plantas das cultivares de soja Bt (Intacta® - evento MON87701 para a expressão da deltaendotoxina Cry1Ac) (Tabela 1), que foram semeadas em campo, seguindo todas as recomendações para o cultivo da cultura.

Tabela 1. Características agronômicas das cultivares estudadas. Dourados, MS. 2019.

Cultivar	Tipo de crescimento	Grupo de maturação	Bioteχνologia ¹
BRS 360	Indeterminado	6.2	RR®
M 6210	Indeterminado	6.2	RR IPRO®

¹RR - confere tolerância ao herbicida glifosato; RR IPRO – confere tolerância ao herbicida glifosato e controle contra as principais lagartas que atacam a cultura da soja (*Chrysodeixis includens*, *Anticarsia gemmatilis*, *Chloridea virescens* e *Epinotia aporema*) e supressão contra *Helicoverpa* spp. e *Elasmopalpus lignosellus*.

Para cada cultivar de soja, o teste de escolha utilizado foi com chance de escolha, tendo, como tratamentos: folha da metade inferior das plantas (FMI), folha da metade superior (FMS), vagem da metade inferior (VMI) e vagem da metade superior (VMS). As estruturas foram depositadas no interior de recipientes de plástico transparente, com tampas, contendo no fundo papel de filtro levemente umedecido com água destilada (Figura 1). Foram ofertados pedaços de folhas de 4 cm² e vagens inteiras que apresentavam granação de, aproximadamente, 75 a 100 % e 10 a 25 %, correspondendo aos estádios fenológicos R5.5 e R5.2, respectivamente, para VMI e VMS (Figura 2 A e B). No centro de cada recipiente, foi colocada uma lagarta, totalizando 50 lagartas por

tratamento. A individualização das lagartas foi realizada com auxílio de pincel de ponta fina. As estruturas de soja oferecidas às lagartas foram previamente lavadas com hipoclorito de sódio (0,5%) e água destilada para descontaminação de possíveis entomopatógenos.

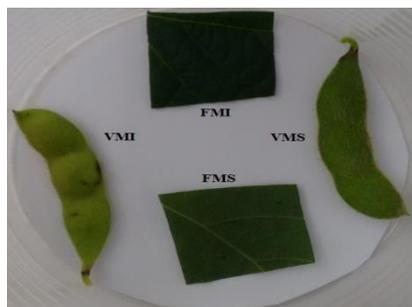


Figura 1. Disposição das estruturas de soja referente ao teste com chance de escolha. Dourados, MS. 2019.

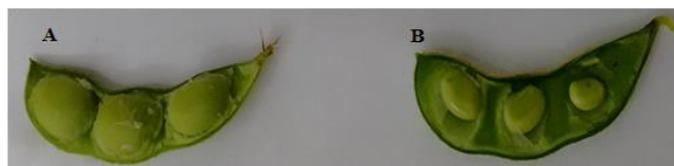


Figura 2. Vagens de soja coletadas da metade inferior (A) e superior (B) da planta, com granação de, aproximadamente, 75 a 100 % e 10 a 25 %, respectivamente. Dourados, MS. 2019.

Avaliou-se a escolha após 24 e 48 horas da instalação do experimento, contabilizando o número de indivíduos presentes em cada estrutura da planta. Os dados foram analisados utilizando-se o software estatístico “R”, empregando a distribuição binomial e, quando houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, múltiplas comparações foram realizadas, por meio da função “glht” do pacote Multcomp. Também foi contabilizado o número de lagartas mortas nas duas avaliações (24 e 48 h) e realizada a comparação das médias entre as cultivares pelo teste F ($p < 0,05$).

Ainda, a análise multivariada de agrupamento foi realizada utilizando o software estatístico “R”, com o objetivo de agrupar os tratamentos semelhantes

para cada cultivar de soja em relação à escolha. Para a formação dos grupos, adotou-se a medida de dissimilaridade distância euclidiana, e, para identificar a similaridade entre grupos, como estratégia de agrupamento, utilizou-se o método Ward.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha da lagarta *H. armigera* apresentou diferença significativa entre as estruturas da planta de soja não-Bt (Tabela 2). Nesse bioensaio, na avaliação de 24 horas, verificou-se que as folhas da metade superior da planta (FMS) apresentaram as maiores médias de lagartas, seguido da folha da metade inferior (FMI) e vagens (VMI e VMS). Com 48 horas, tanto as folhas da metade superior quanto da metade inferior da planta apresentaram as maiores médias (0,44 e 0,28 lagartas/estrutura, respectivamente), enquanto que nas estruturas VMI e VMS as médias foram inferiores e variaram de 0,02 a 0,06 lagartas/estrutura, respectivamente. A escolha pelas vagens é menor em relação às folhas; e não é influenciada pela porcentagem de granação das vagens de soja.

Na primeira avaliação (24 h) realizada em estruturas de plantas de soja Bt (Tabela 2), nota-se que a *H. armigera* teve maior escolha pela FMS em relação às demais estruturas. Na segunda avaliação (realizada com 48 horas), não houve diferença estatística entre os tratamentos ($p > 0,05$), sendo que as médias foram baixas em função da mortalidade das lagartas. Com 48 horas, após o início do experimento com estruturas de soja Bt, houve a mortalidade de 82% das lagartas (Tabela 3).

Tabela 2. Médias (\pm EP) do número de lagartas (3^o instar) de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) presentes em quatro estruturas de plantas de soja Bt e não-Bt (FMS: folha da metade superior; FMI: folha da metade inferior; VMS: vagem da metade superior; e VMI: vagem da metade inferior), em dois períodos de avaliação (24 e 48 horas após a infestação). Dourados, MS. 2019.

Tratamentos	Soja não-Bt ¹	
	24 horas	48 horas
Folha da metade superior (FMS)	0,56 \pm 0,07 a	0,44 \pm 0,07 a
Folha da metade inferior (FMI)	0,30 \pm 0,06 b	0,28 \pm 0,06 a
Vagem da metade superior (VMS)	0,04 \pm 0,02 c	0,06 \pm 0,03 b
Vagem da metade inferior (VMI)	0,02 \pm 0,02 c	0,02 \pm 0,02 b

Tratamentos	Soja Bt ¹	
	24 horas	48 horas
Folha da metade superior (FMS)	0,40 \pm 0,06 a	0,02 \pm 0,02 a
Folha da metade inferior (FMI)	0,16 \pm 0,05 b	0,00 \pm 0,00 a
Vagem da metade superior (VMS)	0,08 \pm 0,03 b	0,00 \pm 0,00 a
Vagem da metade inferior (VMI)	0,02 \pm 0,02 b	0,00 \pm 0,00 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pela análise de distribuição binomial a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Médias (\pm EP) do número de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) mortas em estruturas vegetativas e reprodutivas de soja Bt e não-Bt. Dourados, MS. 2019.

Cultivar	Mortalidade ¹	
	24 horas	48 horas
Soja não-Bt	0,00 \pm 0,00 a	0,08 \pm 0,03 b
Soja Bt	0,02 \pm 0,02 a	0,82 \pm 0,05 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

A escolha entre as estruturas da soja não-Bt, por meio da análise de agrupamento (Figura 3), com o ponto de corte em torno 0,45 de similaridade, obteve-se a formação de dois grupos: o primeiro é representado pela VMS e VMI, que apresentaram a menor distância euclidiana e, dessa forma, apontou serem os menos atrativos para as lagartas *H. armigera* em relação ao segundo grupo que é representado pela FMS e FMI com a maior distância euclidiana.

Considerando a análise de agrupamento para as estruturas da soja Bt (Figura 3), com o ponto de corte em torno de 0,25 de similaridade, obteve-se a formação de um grupo principal pelas estruturas VMS, VMI e FMI, o que mostra que são similares entre si. Dentro desse grupo principal, ocorreu a formação de dois subgrupos com similaridade de escolha mais próxima: um formado pelas estruturas VMS e VMI e o outro pela FMI. A estrutura FMS foi a que evidenciou maior distância euclidiana, portanto, foi a mais escolhida pelas lagartas *H. armigera* em soja Bt.

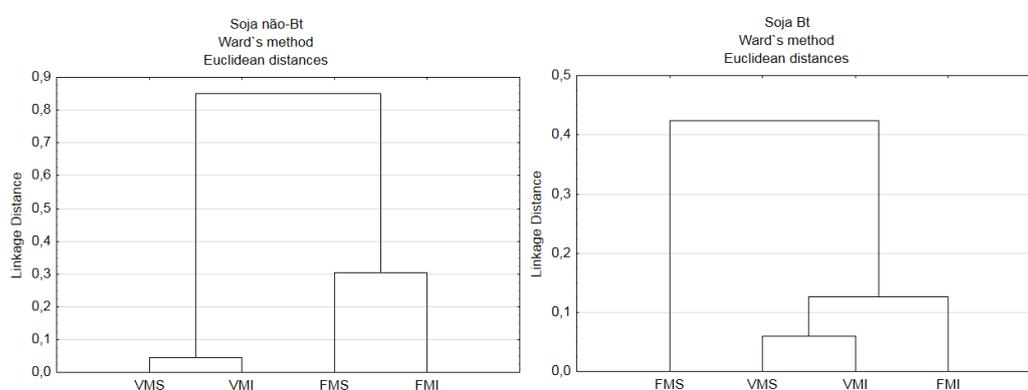


Figura 3. Dendrograma das distâncias dos valores médios de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes estruturas de plantas de soja não-Bt e Bt (FMS: folha da metade superior; FMI: folha da metade inferior; VMS: vagem da metade superior; e VMI: vagem da metade inferior). Dourados, MS. 2019.

A lagarta *H. armigera* pode escolher tanto as folhas como as vagens para se alimentarem, independente do estrato em que essas estruturas estejam localizadas nas plantas, conforme mostram os resultados obtidos por Rogers & Brier (2010), que constataram a presença da lagarta *H. armigera* em todo o dossel das plantas de soja, alimentando-se de folhas e vagens.

Conforme observado neste estudo, a escolha das estruturas da planta para forrageamento pela lagarta nem sempre ocorre de maneira equivalente entre elas (KAMUR e SAINI, 2008). De forma geral, as lagartas de 3º instar preferiram folhas às vagens, inclusive na soja Bt. Embora não tenha sido investigado neste estudo, a escolha de grande parte das lagartas pelas folhas

da metade superior das plantas de soja Bt não necessariamente estaria associado à baixa produção da proteína inseticida Cry1Ac nesse tecido da planta, visto que houve grande mortalidade larval (>80%) já nas primeiras 48 horas. A alta sensibilidade da lagarta a essa deltaendotoxina de *Bacillus thuringiensis* é observada inclusive em baixas concentrações (DOURADO et al., 2016) e corrobora com os resultados de outros bioensaios que avaliaram a eficiência dessa biotecnologia na cultura da soja que controla *H. armigera* (AZAMBUJA et al., 2015; YU et al., 2013).

Infere-se, portanto, que outros fatores podem influenciar no momento da escolha do alimento pelos insetos, dentre eles, a idade larval (SUITS et al., 2017). Esses autores relatam que as lagartas de *H. zea* quando estão nos primeiros instares tendem a se alimentar das folhas e, à medida que vão crescendo, preferem as vagens das plantas de soja.

Uma possível explicação para esse fato é o aumento das concentrações de proteinases no aparelho digestivo à medida que as lagartas crescem, pois, essas enzimas auxiliam na digestão quando os insetos se alimentam das vagens (PATANKAR et al., 2001). Pode-se inferir, também, que na medida que as lagartas se desenvolvem podem precisar de uma variedade de fontes de alimentos para obter diferentes nutrientes que irão permitir que o inseto complete seu ciclo.

Os aspectos intrínsecos e extrínsecos dos tecidos da planta hospedeira contribuem no momento da escolha do alimento pelas lagartas (YAMASAKI et al., 2009). É sabido que a qualidade e o valor nutricional raramente são os mesmos entre as estruturas da planta, sendo observadas variações nos teores de nutrientes (SILVA, 2017), proteínas, açúcares, compostos fenólicos, bem como nos aspectos físicos, por exemplo, presença de tricomas nos tecidos (SAI et al., 2018). Essas características também têm sido relatadas como importantes mecanismos de resistência da planta contra possível herbivoria (DALIN et al., 2008).

Como visto, a escolha do alimento será determinada por um conjunto de fatores e mesmo que uma espécie de inseto fitófago apresente o hábito de se alimentar de diferentes estruturas da planta, como no caso da *Helicoverpa armigera*, sua sobrevivência será altamente dependente do tipo de alimento.

Santos et al. (2010), ao estudarem o potencial de danos de *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides* criadas em diferentes estruturas, vegetativa e reprodutiva, do algodoeiro, descobriram que a taxa média de sobrevivência das lagartas foi influenciada pelo tipo de alimento, sendo que aquelas que se alimentaram de folhas, botões florais e maçãs, a sobrevivência foi significativamente maior (acima de 70%), em relação àquelas que se alimentaram apenas das maçãs, cuja a taxa de sobrevivência foi menor que 40%.

Assim, o conhecimento da escolha das lagartas entre as estruturas da planta hospedeira fornece não só uma melhor compreensão sobre a dinâmica do inseto, mas, também, tem uma contribuição prática para os programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), principalmente para definir a forma mais adequada a ser empregada nos planos de monitoramento, visando melhorar a eficiência e otimizar o tempo desse procedimento no campo, e, também, em relação à tecnologia de aplicação, visando proporcionar uma tomada de decisão mais bem embasada e interpretar eventuais falhas de controle a campo correlacionadas com a expressão da deltaendotoxina em questão.

CONCLUSÕES

Lagartas de 3º instar de *Helicoverpa armigera* preferem as folhas em relação às vagens de soja.

O estágio de granação das vagens não influencia na escolha do alimento pelas lagartas tanto nas plantas de soja Bt como nas não-Bt.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o período do Doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P. E.; SANTOS, R. O.; SOUZA, E. P.; GOMES, C. E. C. Effect of *Bt* soybean on larvae of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 7, n. 8, p. 90-94, 2015.

CELLA, V.; SILVA, J. F.; DE AZEVEDO, P. H.; AZEVEDO, V. H.; HOFFMAN, L. L. Efeito da dessecação em estádios fenológicos antecipados na cultura da soja. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1364-1370, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DALIN, P.; AGREN, J.; BJÖRKMAN, C.; HUTTUMEN, P.; KÄRKKÄINEN, K. Leaf trichome formation and plant resistance to herbivory. In: Schaller A, (ed.) **Induced plant resistance to herbivory**. Springer Science+Business Media, 2008. p. 89–105.

DOURADO, P. M.; BACALHAU, F. B.; AMADO, D.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. High susceptibility to Cry1Ac and low resistance allele frequency reduce the risk of resistance of *Helicoverpa armigera* to Bt soybean in Brazil. **Plos One**, v. 11, n. 8, p. 1-15, 2016.

KAMUR, S.; SAINI, R. K. Feeding preference and damage potential of *Helicoverpa armigera* (Hübner) on different promising cotton genotypes/hybrid. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 10, n. 5, p. 411-420, 2008.

LOPES-DA-SILVA, M.; SANCHES, M. M.; STANCIOLI, A. R.; ALVES, G.; SUGAYAMA, R. The role of natural and human-mediated pathways for invasive agriculture pests: A historical analysis of cases from Brazil. **Agricultural Sciences**, v. 5, n. 7, p. 634-646, 2014.

PATANKAR, A. G.; GIRI, A. P.; HARSULKAR, A. M.; SAINANI, M. N.; DESHPANDE, V. V.; RANJEKAR, P. K.; GUPTA, V. S. Complexity in specificities and expression of *Helicoverpa armigera* gut proteinases explains polyphagous nature of the insect pest. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 15, n. 31, p. 453-464, 2001.

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 101-105, 2015.

REIGADA, C.; GUIMARÃES, K. F.; PARRA, J. R. P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: a perspective for IPM in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 1-5, 2016.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20p.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry

bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

SAI, Y.; SREEKANTH, M.; KUMAR, D. V. S.; KUMAR, V. M. Morphological and biochemical factors associated with resistance to *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Maruca vitrata* (Geyer) in Pigeonpea. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 2, p. 3073-3078, 2018.

SANAHUJA, G.; BANAKAR, R.; TWYMAN, R. M.; CAPELL, T.; CHRISTOU, P. *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial applications. **Plant Biotechnology Journal**, v.9, n. 3, p. 283-300, 2011.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, W. J.; NEVES, P. M. O. J.; SANTOS, R. B. Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 626-631, 2010.

SARWAR, M.; AHMAD, N.; TOUFIQ, M. Host plant resistance relationships in chickpea (*Cicer arietinum* L.) against gram pod borer (*Helicoverpa armigera* Hubner). **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, n. 6, p. 3047-3052, 2009.

SILVA, I. F. **Desempenho de populações geográficas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificial e caracterização por microssatélites**. 2017. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2017.

SOSA-GÓME, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R.; BOTTON, M.; ZENKER, M. M.; AZEVEDO-FILHO, W. S.

Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 1, p. 101-104, 2016.

STACKE, R. F.; ARNEMANN, J. A.; ROGERS, J.; STACKE, R. S.; STRAHL, T. T.; PERINI, C. R.; DOSSIN, M. F.; POZEBON, H.; CAVALLIN, L. A.; GUEDES, J. V. C. Damage assessment of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean reproductive stages. **Crop Protection**, v. 112, p. 10-17, 2018.

SUITZ, R.; REISIG, D.; BURRACK, H. Feeding preference and performance of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on various soybean tissue type. **Florida Entomologist**, v. 100, n.1, p. 162-167, 2017.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 480-485, 2015.

VILELA, M.; MENDES, S. M.; VALICENTE, F. H.; CARVALHO, S. S. S.; SANTOS, A. E.; SANTOS, C. A.; ARAÚJO, O. G.; BARBOSA, T. A. N.; CARVALHO, E. A. R.; COSTA, V. H. D. **Metodologia para criação e manutenção de *Helicoverpa armigera* em laboratório**. Embrapa, 2014. 7p. (Circular Técnica, 203)

YAMASAKI, A.; SHIMIZU, K.; FUJISAKI, K. Effect of host plant part on larval body-color polymorphism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 102, n. 1, p. 76-84, 2009.

YU, H.; LI, Y.; LI, X.; ROMEIS, J.; WU, K. Expression of Cry1Ac in transgenic *Bt* soybean lines and their efficiency in controlling lepidopteran pests. **Pest Management Science**, v. 69, n. 12, p. 1326-1333, 2013.

CAPÍTULO 2: DANOS DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DURANTE OS ESTÁDIOS DE ENCHIMENTO DE GRÃOS DA SOJA

Resumo: A lagarta *Helicoverpa armigera* tornou-se uma praga nacionalmente relevante desde sua constatação no Brasil, principalmente devido à sua elevada capacidade de danos aos cultivos. Diante disso, investigou-se, neste trabalho, a capacidade de causar danos da lagarta em diferentes épocas de infestação durante as fases de enchimento de grãos na cultura da soja. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso e em esquema fatorial 2 x 3, com cinco repetições. O primeiro fator foi representado pela cultivar de soja (Bt com o evento MON87701 para a expressão da deltaxina Cry1Ac e não-Bt) e, o segundo fator, pelos estádios de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). As unidades experimentais foram representadas por duas plantas de soja que foram infestadas com duas lagartas. Após o período de infestação, foram avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de desfolha, número de vagens/planta, número de vagens atacadas/planta, número de vagens com lóculos vazios/planta, número de grãos/planta, número de grãos atacados/planta, massa de 100 grãos e rendimento de grãos por unidade experimental. Nas plantas de soja não-Bt, os danos nas folhas e vagens foram estatisticamente maiores em relação às plantas Bt. Portanto, essa biotecnologia de resistência garante proteção do dossel das plantas, independentemente da época de ocorrência da lagarta *H. armigera* na fase de enchimento de grãos, enquanto que, nas plantas sem tal biotecnologia de resistência, ocorrem danos as folhas e vagens, proporcionando maior quantidade de lóculos vazios nas vagens, menor número de grãos por planta e menor rendimento de grãos.

Palavras-chaves: soja Bt, danos, vagem, Cry1Ac.

CHAPTER 2: DAMAGE BY *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DURING SEED FILLING IN SOYBEANS

Abstract: *Helicoverpa armigera* has become a significant pest in Brazil since it has been first reported in the country, given its potential to severely damage crops. This study was aimed at assessing the damage caused by caterpillars at different times of infestation during the stages of seed filling in soybeans. The experiment was carried out in a greenhouse at the Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). The experimental design consisted of randomized blocks and in a 2 x 3 factorial design, with five replications. The first factor was represented by the soybean cultivar (Bt with event MON87701 for the expression of delta toxin Cry1Ac and non-Bt) and the second factor by seed filling stages (R5.1, R5.3, and R5.5). The experimental units were represented by two soybean plants with two caterpillars. After the period of infestation, the following parameters were evaluated: percentage of defoliation, number of pods/plant, number of attacked pods/plant, number of pods with empty locules/plant, number of grains/plant, number of attacked seeds/plant, mass of 100 grain yield and grain yield per experimental unit. In non-Bt soybean plants, leaf and pod damage was statistically higher compared to that of Bt plants. Therefore, this biotechnology of resistance provides protection to the upper parts of soybean plants, regardless of the time of infestation with *H. armigera* caterpillars during the stage of seed filling, whereas, in non-Bt plants, damage to leaves and pods results in more empty locules in pods, decreasing the number of seeds per plant and lowering yields.

Keywords: Bt soybean, damage, pods, Cry1Ac.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja é hospedeira de um complexo de artrópodes, pragas que podem ocasionar danos em praticamente todo o seu ciclo (CIVIDANES & YAMAMOTO, 2002; SUYAL et al., 2018). Entre essas pragas, a *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) tem merecido atenção face à frequência crescente e à intensidade de danos em diversas regiões produtoras dessa leguminosa (MURÚA et al., 2016). Vários fatores contribuem com sua ocorrência, por exemplo, a elevada capacidade de dispersão geográfica dos adultos (KRITICOS et al., 2015) e o alto grau de polifagia (CUNNINGHAM & ZALUCKI, 2014).

A lagarta *H. armigera* tem provocado prejuízos consideráveis aos mais diversos sistemas de produção devido aos danos indiretos decorrentes da elevada capacidade de desfolhamento nas plantas e/ou aos danos diretos causados pelas injúrias nas estruturas reprodutivas (BABU et al., 2018; BIRADARPATIL & JAGGINAVAR, 2018). Tem-se observado, nas lavouras de soja, a ocorrência da lagarta durante todo o ciclo da cultura, porém, Carneiro et al. (2018) notaram maior ocorrência da praga durante a fase reprodutiva, possivelmente pelo fato de se alimentarem também das vagens e dos grãos de soja.

O hábito das lagartas de se alimentarem das estruturas reprodutivas das plantas hospedeiras tem sido observado em várias culturas. Por exemplo, em grão de bico, Zahid et al. (2008) relatam que a lagarta *H. armigera* foi capaz de causar danos em, aproximadamente, 47% das vagens das plantas, provocando, conseqüentemente, 43% de perdas no rendimento da cultura. Na cultura do feijão, o crescimento no nível populacional da lagarta resultou no aumento significativo dos danos às vagens e sementes, e, além disso, reduziu o número de vagens por plantas (ROGERS & BRIER, 2010). Esses autores, também observaram efeito negativo da lagarta *H. armigera* em relação ao número de sementes por vagens e no número total de vagens em plantas de soja.

É sabido que a cultura da soja possui boa capacidade de tolerância à desfolha (NARDINO et al., 2015), inclusive quando é causada por insetos-praga, (MOSCARDI et al., 2012). Porém, pouca informação está disponível sobre a resposta da cultura quanto às injúrias causadas por pragas nos estádios de enchimento de grãos. Assim, devido aos relatos do ataque da lagarta *H. armigera* na fase reprodutiva da cultura e diante das novas cultivares de soja (Bt e não-Bt), objetivou-se, neste estudo, investigar a capacidade de danos da lagarta em diferentes épocas de infestação durante a fase de enchimento de grãos na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em 2017, em casa-de-vegetação do Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados - MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3, totalizando seis tratamentos com cinco repetições. Os fatores constituíram-se de duas cultivares de soja (com e sem proteína Cry1Ac) e três épocas de infestação da lagarta *H. armigera*, correspondendo aos estádios fenológicos R5.1, R5.3 e R5.5. Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por um vaso plástico, contendo duas plantas de soja que foram infestadas com duas lagartas de *H. armigera*. As cultivares de soja utilizadas possuem as características de importância agrônômica, descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características agrônômicas das cultivares estudadas. Dourados, MS. 2019.

Cultivar	Tipo de crescimento	Grupo de maturação	Biotecnologia ¹
FPS Júpiter	Indeterminado	5.9	RR®
FPS Atalanta	Indeterminado	5.8	RR IPRO®

¹RR - confere tolerância ao herbicida glifosato; RR IPRO – confere tolerância ao herbicida glifosato e controle contra as principais lagartas que atacam a cultura da soja (*Chrysodeixis includens*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chloridea virescens* e *Epinotia aporema*) e supressão contra *Helicoverpa* spp. e *Elasmopalpus lignosellus*.

A semeadura de cada cultivar foi realizada de forma escalonada para que o momento da infestação das lagartas fosse simultâneo em todos os tratamentos. Utilizou-se, para o cultivo da soja, vasos plásticos com capacidade para 10 l, contendo solo, areia e composto orgânico, na proporção de 1:1:1. A adubação seguiu a exigência nutricional e a recomendação técnica para a cultura, sendo feita a correção do solo um mês antes da semeadura. Em cada vaso, foram semeadas cinco sementes e, no estágio fenológico V1 (folhas unifolioladas completamente desenvolvidas), foi realizado o desbaste, deixando apenas duas plântulas por vaso, sendo essas molhadas sempre que necessário ao longo de todo o ciclo. As sementes foram tratadas com fungicida carbendazim + tiram na dosagem de 30 + 70 g i.a. para 100 kg de sementes.

As lagartas de *H. armigera* utilizadas neste experimento foram mantidas em sala de criação sob temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. As lagartas foram alimentadas com dieta artificial, conforme a metodologia de Vilela et al. (2014), até o terceiro instar larval, momento que foi utilizada na infestação em todos os tratamentos, alocando-as nos trifólios mais tenros da metade superior das plantas de soja com auxílio de um pincel de ponta fina. Para manter as lagartas em cada unidade experimental, os vasos foram alocados a uma distância que não permitisse o contato entre as plantas de vasos vizinhos, espalhando-se, também, óleo mineral, produto incolor e quimicamente inerte, na borda interna dos vasos para que não houvesse a fuga delas do vaso.

Após a infestação, as lagartas permaneceram durante 15 dias nas parcelas e, no final desse período, avaliou-se a porcentagem de desfolha em cada planta, utilizando-se a escala de Willson (2009). No final do ciclo da cultura, procedeu-se à colheita manual das vagens para avaliação das seguintes variáveis: número de vagens/planta, número de vagens atacadas/planta, número de vagens com lóculos vazios/planta, número de grãos/planta, número de grãos atacados/planta, massa de 100 grãos e rendimento de grãos por unidade experimental. Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e submetidos à análise de variância, sendo realizada comparação de médias pelo teste Tukey, à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa entre cultivar e estágio reprodutivo somente para o número de vagens atacadas por planta, indicando que os efeitos isolados do cultivar e estádios reprodutivos não explicam todas as variações encontradas. Para as variáveis porcentagem de desfolha, número de lóculos vazios por planta, número de grãos por planta e rendimento, houve efeito significativo somente para o fator cultivar. Para o número de vagens por planta e peso de 100 grãos, não houve efeito significativo da cultivar e estágio reprodutivo, tampouco da interação entre esses fatores (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) da porcentagem de desfolha (PD), número de vagens por planta (NVP), número de vagens atacadas por planta (NVAP), número de lóculos vazios de vagens por planta (NLVP), peso de 100 grãos (P100) e rendimento (RD). Dourados, MS. 2019.

FV	GL	Quadrado Médio						
		PD	NVP	NVAP	NLVP	NGP	P100	RD
Blocos	4	6,2 ^{ns}	37,6 ^{ns}	2,6 ^{ns}	0,7 ^{ns}	192,2 ^{ns}	1,5 ^{ns}	48,0 ^{ns}
Cultivar (C)	1	520,8*	97,2 ^{ns}	313,6*	880,2*	5992,5*	2,1 ^{ns}	788,6*
Estádio (E)	2	0,8 ^{ns}	27,1 ^{ns}	16,5*	3,5 ^{ns}	378,4 ^{ns}	0,2 ^{ns}	36,2 ^{ns}
C x E	2	0,8 ^{ns}	10,9 ^{ns}	16,5*	3,5 ^{ns}	348,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	45,5 ^{ns}
Resíduo	20	5,2	26,1	1,7	1,2	165,2	0,9	16,9
C.V. (%)	-	54,9	10,5	40,9	13,22	11,5	6,08	11,46

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

Ao analisar os dados de desfolha (Tabela 3), nota-se que, nas plantas de soja da cultivar FPS Atalanta RR IPRO[®], que produz a proteína inseticida Cry1Ac, não foi observada nenhuma injúria nas folhas causada pelo ataque das lagartas, mostrando-se eficiente no seu controle, independentemente do período de desenvolvimento dos grãos, visto que não houve interação entre os fatores aqui estudados. Na cultivar de soja FPS Júpiter RR[®], que não possui biotecnologia de resistência a lepidópteros pragas, nota-se que as lagartas

provocaram injúrias significativas nas folhas, causando desfolha de, aproximadamente, 8% nas plantas.

Tabela 3. Médias (\pm EP) da porcentagem de desfolha nas cultivares de soja submetidas à infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Dourados, MS. 2019.

Cultivar	Desfolha (%) ¹
FPS Atalanta RR IPRO [®]	0,0 \pm 0,0 a
FPS Júpiter RR [®]	8,3 \pm 0,8 b

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A proteína inseticida Cry1Ac, que está presente na cultivar de soja FPS Atalanta RR IPRO[®], é capaz de minimizar os danos de desfolha das plantas, conforme relatam Murúa et al. (2018). Esses autores observaram que, nas plantas de soja, a expressão dessa proteína inseticida apresentou menor desfolhamento causados pelas lagartas *Spodoptera albula*, *Spodoptera cosmiodes*, *Spodoptera eridania*, *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa gelotopoeon*.

Azambuja et al. (2015), em estudo de eficácia de soja Bt (evento MON87701 para a expressão da deltatoxina Cry1Ac), para *H. armigera*, comprovaram eficácia de 100% em todos os seis instares larvais, em um período curto de tempo (4 a 6 dias). A alta eficiência dessa proteína sobre as lagartas deve-se à ação direta no intestino do inseto (SEBASTIÃO et al., 2015), causando efeitos negativos no consumo alimentar e desenvolvimento larval (KAUR & DILAWARI, 2017).

Em relação ao desfolhamento causado pelas lagartas *H. armigera* nas plantas de soja não-Bt (FPS Júpiter RR[®]), nota-se que o nível observado foi inferior àquele que a cultura é capaz de tolerar. Na literatura, há recomendação para que a adoção de medidas de controle seja realizada quando for observada desfolha de 15% na fase reprodutiva, ou seja, momento em que atinge o Nível de Controle (NC) e, dessa forma, não há danos significativos à produtividade de grãos (BUENO et al., 2010).

Pelúzio et al. (2004) constataram que a soja é capaz de tolerar níveis de desfolhamento superior ao indicado como NC, sendo que até 33% de desfolha, independentemente do estágio fenológico reprodutivo, não há redução significativa na produção de grãos. Possivelmente, o baixo nível de desfolhamento observado, deve-se ao fato de as lagartas terem atacado outras estruturas das plantas de soja não-Bt, por exemplo, as vagens que são tidas como bons alimentos para o desenvolvimento larval (SUZANA et al., 2015).

Ao analisar os componentes produtivos, nota-se que o número de vagens por plantas não foi afetado em decorrência dos danos causados pelas lagartas *H. armigera* às plantas de soja, visto que a quantidade desse componente não diferiu estatisticamente entre as cultivares, independentemente da época de infestação (Tabela 4).

Apesar de as lagartas terem atacado as vagens da soja não-Bt, não foram observadas injúrias que pudessem comprometer por completo essa estrutura, pois houve somente perfurações circulares nas vagens para o consumo dos grãos em formação. Esse sintoma do ataque das lagartas nas vagens é característico dessa espécie, conforme menciona Hill (2008). Vale ressaltar que as injúrias nas vagens se tornam porta de entrada para patógenos causadores de podridões e, dessa forma, poderiam causar a queda e, conseqüentemente, a redução do número de vagens por planta (HENNING et al., 2014).

Tabela 4. Médias (\pm EP) do número de vagens por planta de duas cultivares soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida à infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.

	Fatores	Número de vagens por planta ¹
Cultivares	FPS Atalanta RR IPRO	50,3 \pm 1,4 a
	FPS Júpiter RR	46,7 \pm 1,3 a
Época de Infestação	R5.1	46,6 \pm 1,4 a
	R5.3	49,3 \pm 2,0 a
	R5.5	49,5 \pm 1,7 a

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto ao número de vagens atacadas por planta (Tabela 5), nota-se que, na cultivar de soja FPS Atalanta RR IPRO®, que possui biotecnologia de resistência a lagartas, não foram observadas injúrias nas vagens, enquanto que, na cultivar sem essa biotecnologia de resistência (FPS Júpiter RR®), o número de vagens atacadas por plantas variou de 4,6 a 9,4 entre os três estádios reprodutivos testados, havendo, portanto, diferença estatística entre ambas. Nessa cultivar, é possível observar, também, a influência da época de infestação da lagarta, visto que foi constatado o maior número de vagens atacadas por planta quando a infestação ocorreu no estádio fenológico R5.3, diferindo estatisticamente das outras épocas de infestação (R5.1 e R5.5).

Tabela 5. Médias (\pm EP) do número de vagens atacadas por planta em duas cultivares de soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida à infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.

Cultivares	Número de vagens atacadas por planta¹		
	Época de infestação		
	R5.1	R5.3	R5.5
FPS Atalanta RR IPRO®	0,0 \pm 0,0 aA	0,0 \pm 0,0 aA	0,0 \pm 0,0 aA
FPS Júpiter RR®	5,4 \pm 0,6 bA	9,4 \pm 1,0 bB	4,6 \pm 0,9 bA

¹ Médias seguidas de letras iguais (minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O ataque das lagartas de *H. armigera* em vagens de soja também foi observado por Sturmer (2016), que relatou, inclusive, que as lagartas dessa espécie causaram os maiores danos quando ocorreram no estágio fenológico R5.3, corroborando com os dados obtidos neste trabalho. Outro aspecto observado, neste estudo, foi a elevada capacidade de danos às vagens, visto que mais de 19% das vagens foram atacadas. Esse dado supera aquele observado por Hossain et al. (2010), que constaram danos em, aproximadamente, 10% das vagens após a infestação da lagarta *H. armigera*, na cultura do grão-de-bico. A capacidade de danos nas vagens estará relacionada com a população da lagarta no campo (ZAHID et al., 2008).

As lagartas *H. armigera*, ao atacarem as vagens, impactam, conseqüentemente, na quantidade de lóculos vazios e de grãos por planta. Ao analisar os dados na Tabela 6, verifica-se que, nas plantas de soja não-Bt (FPS Júpiter RR[®]), houve aumento do número de lóculos vazios em relação a cultivar Bt (FPS Atalanta RR IPRO[®]). Mesmo não sendo constatadas injúrias nas vagens das plantas da cultivar Bt, foi possível observar lóculos vazios, isso se deve ao fato que outros fatores também podem impedir a formação de grãos, conforme mencionam Lana et al. (2002). Todavia, fica evidente que a ocorrência da lagarta *H. armigera* durante a fase de enchimento de grãos poderá intensificar o aumento dessa característica indesejável.

O número de grãos por planta (Tabela 6) seguiu comportamento semelhante ao observado no número de lóculos vazios por planta, apresentando diferença significativa apenas dentro do fator cultivar de soja. Na cultivar que não apresenta biotecnologia de resistência, houve redução significativa no número de grãos por planta, o que irá refletir no rendimento da cultura.

Tabela 6. Médias (\pm EP) do número de lóculos vazios por planta e número de grãos por planta em duas cultivares de soja (FPS Atalanta RR IPRO[®] e FPS Júpiter RR[®]) submetida à infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.

Fator		Número de lóculos vazios por planta ¹	Número de grãos por planta ¹
Cultivar	FPS Atalanta RR IPRO [®]	5,9 \pm 0,3 a	125,8 \pm 3,9 b
	FPS Júpiter RR [®]	17,7 \pm 0,7 b	97,5 \pm 3,3 a

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Na avaliação do peso de 100 grãos, nota-se que os valores não sofreram alteração significativa entre as cultivares, após submetido à infestação das lagartas *H. armigera*. Já o rendimento de grãos foi significativamente menor na cultivar de soja não-Bt (FPS Júpiter RR[®]) em relação à cultivar Bt (FPS Atalanta RR IPRO[®]) (Tabela 7). Assim, a cultivar de soja com biotecnologia de resistência pode ser utilizada como uma importante ferramenta de controle, pois não permite que as lagartas *H. armigera* causem danos às plantas e, conseqüentemente, afetem o rendimento de grãos na cultura. Por outro lado, na cultivar de soja sem biotecnologia de resistência, os danos foram notórios no dossel das plantas ao longo da fase de enchimento de grãos da cultura, o que refletiu negativamente no rendimento de grãos. Dessa forma, será necessário a adoção de medidas de controle, caso venha a ocorrer nas áreas produtoras dessa leguminosa.

Tabela 7. Médias (\pm EP) do peso de 100 grãos (g) e rendimento (g) em duas cultivares de soja (FPS Atalanta RR IPRO® e FPS Júpiter RR®) submetida à infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante as fases de enchimento de grãos (R5.1, R5.3 e R5.5). Dourados, MS. 2019.

	Fatores	Peso de 100 grãos (g)¹	Rendimento (g)¹
Cultivar	FPS Atalanta RR IPRO®	16,6 \pm 0,3 a	41,9 \pm 1,4 a
	FPS Júpiter RR®	14,7 \pm 0,2 a	32,7 \pm 1,1 b
Época de infestação	R5.1	17,1 \pm 0,4 a	36,1 \pm 2,2 a
	R5.3	15,8 \pm 0,2 a	34,7 \pm 2,6 a
	R5.5	16,3 \pm 0,3 a	37,9 \pm 2,0 a

¹ Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A proteína inseticida Cry1Ac, presente nas plantas de soja da cultivar FPS Atalanta RR IPRO®, foi capaz de impedir os danos às folhas e vagens, independentemente da época de ocorrência da lagarta *H. armigera*, na fase de enchimento de grãos.

Na cultivar de soja FPS Júpiter RR®, que não possui biotecnologia de resistência, a lagarta de *H. armigera* causou maiores danos às folhas e vagens, independentemente da fase de enchimento de grãos, resultando em maior quantidade de lóculos vazios nas vagens, menor número de grãos por planta e menor rendimento de grãos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o período do Doutorado e à Fundação Pró-Sementes pela cessão das sementes das cultivares de soja (FPS Júpiter RR® e FPS Atalanta RR IPRO®) utilizadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P. E.; SANTOS, R.; SOUZA, E. P.; GOMES, C. E. C.; Effect of Bt soybean on larvae of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 7, n. 8, p. 90-94, 2015.

BABU, S. R.; SAINI, D. P.; DUDWAL, R.; MEEMA, P. K. Estimation of avoidable losses in chickpea by pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in Southern Rajasthan. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 2, p. 1128-1130, 2018.

BIRADARPATIL, K. A.; JAGGINAVAR, S. B. Crop loss estimation due to capsule borer *Helicoverpa armigera* (Hübner) in safflower. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 4, p. 151-154, 2018.

BUENO, A. F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F.; FREITAS BUENO, R. C. O.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. **Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12p. (Circular Técnica, 79)

CARNEIRO, E.; SILVA, L. B.; SILVA, A. F.; LOPES, G. N.; PAVAN, B. E.; RODRIGUES, R. H. F.; CARVALHINHO, D. T.; MIELEZRSKI, D. F. Lepidopteran pests associated with the soybean cultivars phenology. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 112-121, 2018.

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

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 881-896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 5 ed. 2014. 76p.

HILL, D. S. **Pests of crops in warmer climates and their control**. 2008. 704p.

HOSSAIN, M. S.; ISLAM, M. S.; SALAM, M. A.; SALMA, M. U. Management of chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) using neem seed extract and lambda-cyhalothrin in high barind tract. **Journal of Bio-Science**, v. 18, n. 1, p. 44-48, 2010.

KAUR, P.; DILAWARI, V. K. Behaviour of laboratory-selected Cry1Ac – tolerant strain of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on *Bt*-cotton. **Current Science**, v. 112, n. 7, p. 1579-1583, 2017.

KRITICOS, D. J.; OTA, N.; HUTCHISON, W. D.; BEDDOW, J.; WALSH, T.; TAY, W. T.; BORCHERT, D. M.; PAULA-MORAES, S. V.; CZEPAK, C.; ZALUCKI, M. P. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* North America: Is it just a matter of time? **Plos One**, v. 10, n. 3, p. 1-24, 2015.

LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, O. T.; LIMA, L. M. L.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 17-23, 2002.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In. HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja – Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Embrapa, Brasília, p. 211-334. 2012.

MURÚA, M. G.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; HERRERO, M. I.; VILLAGRÁN, M. E.; VERA, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GASTAMINZA, G. Species from the *Heliothinae* complex (Lepidoptera: Noctuidae) in Tucumán, Argentina, an update of geographical distribution of *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Science**, v.16, n. 1, p. 1-7, 2016.

MURÚA, M. G.; VERA, M. A.; HERRERO, M. I.; FOGLIATO, S. V.; MICHEL, A. Defoliation of soybean expressing Cry1Ac by lepidopteran pests. **Insects**, v. 9, n. 93, p. 1-13, 2018.

NARDINO, M.; SOUZA, V. Q.; BUSANELLO, C.; BAHRY, C. A.; CARON, B. O.; ZIMMER, P. D.; SCHIMIDT, D. Desfolha artificial em estádios vegetativos e suas implicações a cultura da soja. **Magistra**, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2015.

PELÚZIO, J. M.; BARROS, H. B.; BRITO, E. L.; SANTOS, M. M.; SILVA, R. R. Efeitos sobre a soja do desfolhamento em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ceres**, v. 51, n. 297, p. 575-585, 2004.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry

bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

STURMER, G. R. **Danos e comportamento larval de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 2016. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

SEBASTIÃO, I.; LEMES, A. R. N.; FIQUEIREDO, C. S.; POLANCZYK, R. A.; DESIDÉRIO, J. A.; LEMOS, M. V. F. Toxicidade e capacidade de ligação de proteínas Cry1 a receptores intestinais de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 11, p. 999-1005, 2015.

SUYAL, P.; GAUR, N.; PRAMOD, R.; DEVRANI, A. Seasonal incidence of insect pests and their natural enemies on soybean crop. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 4, p. 1237-1240, 2018.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 480-485, 2015.

VILELA, M.; MENDES, S. M.; VALICENTE, F. H.; CARVALHO, S. S. S.; SANTOS, A. E.; SANTOS, C. A.; ARAÚJO, O. G.; BARBOSA, T. A. N.; CARVALHO, E. A. R.; COSTA, V. H. D. **Metodologia para criação e manutenção de *Helicoverpa armigera* em laboratório**. Embrapa, 2014. 7p. (Circular Técnica, 203)

WILLSON, H. R. **Soybean insect defoliation assessment**. The Ohio State University Extension, OPMS, Circular FC-22. 2009

ZAHID, M. A.; ISIAM, M. M.; REZA, M. H.; PRODHAM, M. H. Z.; BEGUM, M. R.
Determination of economic injury levels of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in chickpea. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 33, n. 3, p. 555-563, 2008.

CAPÍTULO 3: DANOS DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO ESTÁDIO VEGETATIVO E REPRODUTIVO DA SOJA

Resumo: A lagarta de *Helicoverpa armigera* tornou-se uma importante praga na cultura da soja e conhecer o seu potencial de danos é fundamental para subsidiar programas de Manejo Integrado de Pragas. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os danos causados à soja pela lagarta *H. armigera*, durante as fases vegetativa e reprodutiva e determinar o consumo foliar das lagartas. Para avaliar os danos na cultura da soja, foram instalados dois experimentos de campo, em blocos ao acaso e em esquema fatorial 2 x 6, com cinco repetições. O primeiro fator foi representado pela cultivar de soja (Bt e não-Bt) e, o segundo fator, pelo nível de infestação da lagarta (0, 2, 4, 6, 8 e 10 lagartas por parcela). As unidades experimentais (parcelas) foram constituídas de duas linhas de cultivo, espaçadas em 0,45 m e comprimento de 0,60 m, com 14 plantas de soja e suas respectivas densidades de lagartas. Após o período de infestação, foram avaliados: porcentagem de desfolha, número de vagens, número de vagens atacadas, peso de 100 grãos e produtividade. Para determinar o consumo foliar, foi instalado um experimento em laboratório em delineamento inteiramente casualizado, com 50 repetições, onde foram fornecidos às lagartas discos foliares coletados da metade superior das plantas de soja Bt e não-Bt. Periodicamente, eram coletadas as sobras dos discos foliares para determinar a área foliar consumida (cm²), por meio de análise digital. Conclui-se que somente houve danos nas plantas de soja sem biotecnologia de resistência, sendo observada intensa desfolha com o aumento populacional da praga, porém, esses danos não afetaram os componentes produtivos, tampouco a produtividade de grãos. A lagarta *H. armigera* consome ao longo de todo o seu ciclo de vida, aproximadamente, 87,3 cm² de área foliar das plantas de soja não-Bt.

Palavras-chaves: Densidade populacional, Desfolha, Componentes produtivos, proteína Cry1Ac.

CHAPTER 3: DAMAGE BY *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN SOYBEAN VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE STAGES

Abstract: The caterpillar of *Helicoverpa armigera* has become an important pest of soybeans and knowledge on its potential damage is essential for Integrated Pest Management. This study was aimed at assessing the damage caused by *H. armigera* caterpillars during soybean vegetative and reproductive stages and determine leaf consumption by caterpillars. To evaluate the damage in soybeans, two field assays were conducted in randomized blocks with a 2 x 6 factorial design and five replicates. Soybean cultivar (Bt and non-Bt) and level of caterpillar infestation (0, 2, 4, 6, 8, and 10 caterpillars per stand) represented the first and second factors, respectively. The experimental units (stands) consisted of two rows with spacing of 0.45 m and 0.60 m in length with 14 soybean plants and their densities of caterpillars. After the period of infestation, percent defoliation, number of pods, number of damaged pods, 100-seed weight, and yield were obtained. To determine leaf consumption, a randomized assay was conducted under laboratory conditions with 50 replicates in which caterpillars were fed leaf disks collected from the upper half of Bt and non-Bt soybean plants. The unconsumed portions of leaf disks were periodically collected to determine the consumed leaf area (cm²) using digital analysis. Damage was observed only in non-Bt soybean plants, with high defoliation levels and pest population growth. However, the damage did not affect yield components or crop yield. The caterpillar of *H. armigera* consumes approximately 87.3 cm² of leaf area of non-Bt soybean plants throughout its entire life cycle.

Keywords: Population density, defoliation, productive components, Cry1Ac protein.

INTRODUÇÃO

Do complexo de lagartas que ocorrem na cultura da soja, a *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie considerada relativamente nova. No Brasil, há indícios da sua presença desde 2008 (SOSA-GÓMEZ et al., 2016). Contudo, houve sua confirmação somente cinco anos após, durante a safra 2012/2013, causando, inicialmente, danos às culturas da soja e algodão (CZEPAK et al., 2013). Além dessas culturas, as lagartas de *H. armigera* podem atacar mais de 180 espécies de plantas hospedeiras, tornando-se uma praga de grande importância para os mais diversos sistemas de produção no país (LEITE et al., 2014; POMARI-FERNANDES et al., 2015).

A importância dessa praga para a cultura da soja é comprovada pelo grande potencial de danos que, segundo Bueno & Sosa-Gómez (2014), alcançaram o equivalente a 0,8 bilhões de dólares norte-americanos durante a safra 2012/2013, uma vez que é uma praga de difícil controle e possui elevada plasticidade ao longo do ciclo da cultura. Ou seja, é capaz de ocorrer desde a fase vegetativa, alimentando de folhas e cotilédones, até a fase reprodutiva, provocando injúrias às flores e vagens, podendo acarretar perdas ainda mais elevadas (CARNEIRO et al., 2018; FORMENTINI et al., 2015; ROGERS & BRIER, 2010; SUZANA et al., 2015).

Devido ao hábito alimentar dessa lagarta poder variar ao longo do desenvolvimento das plantas de soja e ser diferente das demais espécies de lagartas que ocorrem também nessa cultura, os limiares de danos econômicos são ainda incertos. Nas cultivares de soja que possuem biotecnologia de resistência às principais lagartas da cultura, que produzem a proteína inseticida Cry1Ac, também há relatos da ocorrência da *H. armigera* (LUZ et al., 2018). Porém, ainda há uma carência de informações a respeito do comportamento dessa espécie de praga em relação a essas cultivares de soja que expressam proteínas Bt.

O desenvolvimento de estudos básicos, relacionados à bioecologia e aos danos desse inseto, é fundamental o estabelecimento de estratégias visando

o correto controle dessa praga em condições de campo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo foliar e os danos causados à soja pela lagarta *Helicoverpa armigera*, durante a fase vegetativa e reprodutiva da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante a safra 2015/16 e 2016/17, na área experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada no município de Dourados – MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6, totalizando doze tratamentos em cinco repetições. O primeiro fator foi representado por duas cultivares de soja (com e sem proteína Cry1Ac) e o segundo fator por seis níveis de infestações: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 lagartas por parcela, correspondendo, respectivamente, a 0; 1,6; 3,3; 5; 6,7; 8,3 lagartas por metro. As unidades experimentais (parcelas) foram constituídas de duas linhas de cultivo, espaçadas em 0,45 m e comprimento de 0,60 m, que abrangia 14 plantas de soja e suas respectivas densidades de lagartas.

Na primeira safra de condução dos trabalhos (2015/2016), foram utilizadas as cultivares de soja BRS 360 RR[®] e M 6210 RR IPRO[®] e, na safra 2016/2017, as cultivares utilizadas foram FPS Júpiter RR[®] e FPS Atalanta RR[®] IPRO (Tabela 1). A época de cultivo, correção de solo, densidade de semeadura e tratos culturais seguiram todas as recomendações técnicas para cultura da soja na região.

Tabela 1. Características agrônômicas das cultivares estudadas nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Dourados, MS. 2019.

Safra	Cultivar	Tipo de crescimento	Grupo de maturação	Biotechnologia ¹
2015/2016	BRS 360	Indeterminado	6.2	RR®
	M 6210	Indeterminado	6.2	RR IPRO®
2016/2017	FPS Júpiter	Indeterminado	5.9	RR®
	FPS Atalanta	Indeterminado	5.8	RR IPRO®

¹RR - confere tolerância ao herbicida glifosato; RR IPRO – confere tolerância ao herbicida glifosato e controle contra as principais lagartas que atacam a cultura da soja (*Chrysodeixis includens*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chloridea virescens* e *Epinotia aporema*) e supressão contra *Helicoverpa* spp. e *Elasmopalpus lignosellus*.

Em cada safra, foram realizados dois experimentos: o primeiro na fase vegetativa das plantas, procedendo a infestação das lagartas no estágio fenológico V2 (primeiro trifólio completamente desenvolvido); e o segundo na fase reprodutiva, quando as plantas se encontravam no estágio fenológico R5.5 (final da granação), seguindo a Escala Fenológica de Fehr et al. (1971). A infestação das lagartas ocorreu de forma artificial, utilizando lagartas de terceiro ínstar, sendo essas colocadas nos trifólios mais tenros das plantas de soja presentes em cada parcela. Para manter os diferentes níveis de infestação sobre as parcelas, foram utilizadas gaiolas confeccionadas com uma capa de “voil” que permaneceram por 15 dias sobre a cultura após a infestação.

Após o período de infestação em ambos os experimentos, foram avaliadas as injúrias foliares causadas pelas lagartas em cada parcela. Essa avaliação foi visual, atribuindo-se uma porcentagem de área foliar consumida, seguindo a escala de danos de Willson (2009). No final do ciclo da cultura, no estágio fenológico R9, foi realizada a colheita manual das plantas para serem avaliados os seguintes parâmetros: número de vagens por planta, número de vagens atacadas por planta (somente no experimento 2), peso de 100 grãos e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, foi empregado o teste de Tukey para os dados qualitativos e regressão para os dados quantitativos, escolhendo a equação que melhor se ajustasse aos dados obtidos.

Paralelamente, durante a safra 2016/17, foi conduzido um outro experimento, em laboratório, para determinar o consumo foliar da lagarta *H. armigera* nas cultivares de soja Bt e não-Bt. Foi empregado o teste sem chance de escolha em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinquenta repetições. Cada unidade experimental (parcela) foi representada por um copo de poliestireno com tampa e uma lagarta, contendo, no fundo do copo, papel de filtro levemente umedecido com água destilada. Sobre o papel de filtro, foi depositado o disco foliar e a lagarta recém eclodida (neonata) obtida da mesma empresa do experimento anterior.

As cultivares de soja utilizadas para fornecerem as folhas às lagartas foram a FPS Júpiter RR[®] e FPS Atalanta RR IPRO[®], sendo cultivadas próximas ao Laboratório, seguindo todas as recomendações técnicas para a cultura. Os discos foliares fornecidos para as lagartas foram oriundos de folhas completamente desenvolvidas, coletadas na metade superior do dossel da planta. Esse material vegetal foi previamente lavado com hipoclorito de sódio (0,5%) e água destilada para descontaminação de possíveis entomopatógenos.

Diariamente, ao longo de todo o período larval, os discos foliares foram substituídos e retirados os excrementos das lagartas do interior do copo, bem como a umectação ou a troca do papel de filtro. Quando os insetos atingiram a fase de pré-pupa, foi suspenso o fornecimento dos discos foliares a eles. Logo após a retirada das sobras dos discos foliares, foi realizada a digitalização utilizando um scanner de mão. Posteriormente, foi determinada a área foliar consumida por análise digital, utilizando o *software* ImageJ[®], e, pela diferença da área total do disco foliar e da sobra, foi obtida a área foliar total consumida, sendo expresso em cm².

Os dados de consumo foliar foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, foi empregado o teste de t de Student a 5% de probabilidade. Também foi realizada a análise de sobrevivência mediante contagem de indivíduos vivos e mortos ao longo de todo o período do experimento e, para a análise dos dados, foi utilizado o teste Kaplan-Meier (Gehan-Breslow).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo ($P \leq 0,05$) na interação entre os fatores avaliados apenas para a porcentagem de desfolha, tanto nos experimentos realizados na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva da soja, em ambas as safras. Essa significância indica que as cultivares de soja bem como o nível de infestação apresentaram diferenças entre si, o que possibilita identificar a capacidade de danos da praga na área foliar das plantas de soja. Para as demais variáveis avaliadas, como número de vagens por plantas, número de vagens atacadas, peso de 100 grão e produtividade, não foi possível observar efeito significativo ao analisar os fatores isolados, tampouco na interação entre eles (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) da porcentagem de desfolha (PD), número de vagens por planta (NVP), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD), no experimento realizado na fase vegetativa da cultura da soja, durante as safras 2015/2016 e 2016/2017. Dourados, MS. 2019.

<i>Safra 2015/2016</i>					
F.V.	G.L.	Quadrado Médio			
		PD	NVP	P100	PROD
Blocos	4	0,19 ^{ns}	28,07 ^{ns}	0,61 ^{ns}	34909,44 ^{ns}
Cultivar (C)	1	251,33*	121,83 ^{ns}	0,11 ^{ns}	29946,77 ^{ns}
Nível de Infestação (NI)	5	18,70*	22,70 ^{ns}	0,19 ^{ns}	19857,49 ^{ns}
C x NI	5	13,03*	44,03 ^{ns}	0,16 ^{ns}	38808,14 ^{ns}
Resíduo	44	0,23	34,21	0,57	48119,88
C.V. (%)	-	20,87	8,80	4,50	6,86
<i>Safra 2016/2017</i>					
Blocos	4	0,03 ^{ns}	67,04 ^{ns}	0,35 ^{ns}	74376,35 ^{ns}
Cultivar (C)	1	254,62*	73,48 ^{ns}	1,50 ^{ns}	47949,87 ^{ns}
Nível de Infestação (NI)	5	15,34*	99,37 ^{ns}	0,52 ^{ns}	12511,22 ^{ns}
C x NI	5	15,34*	92,75 ^{ns}	0,68 ^{ns}	45040,07 ^{ns}
Resíduo	44	0,04	60,96	0,68	53619,04
C.V. (%)	-	10,81	12,80	4,89	7,52

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

Tabela 3. Resumo da análise de variância (ANOVA) da porcentagem de desfolha (PD), número de vagens por planta (NVP), número de vagens atacadas por planta (NVAP), peso de 100 grãos (P100) e produtividade (PROD), no experimento realizado na fase reprodutiva da cultura da soja, durante as safras 2015/2016 e 2016/2017. Dourados, MS. 2019.

<i>Safra 2015/2016</i>						
F.V.	G. L.	Quadrado Médio				
		PD	NVP	NVAP	P100	PROD
Blocos	4	0,06 ^{ns}	71,78 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,31 ^{ns}	64939,03 ^{ns}
Cultivar (C)	1	267,97*	25,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	25,32 ^{ns}
Nível de Infestação (NI)	5	14,98*	41,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,29 ^{ns}	20763,28 ^{ns}
C x NI	5	14,98*	34,46 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,39 ^{ns}	15711,48 ^{ns}
Resíduo	44	0,08	71,97	0,00	0,61	38203,91
C.V. (%)	-	14,09	12,82	0,00	4,58	6,22
<i>Safra 2016/2017</i>						
Blocos	4	0,05 ^{ns}	17,63 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,62 ^{ns}	51066,29 ^{ns}
Cultivar (C)	1	267,77*	87,60 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1263,07 ^{ns}
Nível de Infestação (NI)	5	15,05*	92,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,08 ^{ns}	14592,70 ^{ns}
C x NI	5	15,04*	50,55 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,18 ^{ns}	5930,07 ^{ns}
Resíduo	44	0,08	52,57	0,00	0,60	30647,24
C.V. (%)	-	13,75	11,83	0,00	4,56	5,63

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

O resultado do desdobramento cultivar dentro dos níveis de infestação (C:NI), para a porcentagem de desfolha na fase vegetativa e reprodutiva das plantas de soja, mostra que há diferença estatística entre as cultivares Bt e não-Bt (Tabela 4). Nota-se que o desfolhamento ocorreu somente nas plantas de soja não-Bt, visto que em todos os níveis de infestação da lagarta de *H. armigera* a desfolha foi significativamente maior em relação às plantas de soja Bt.

Tabela 4. Médias (\pm EP) da porcentagem de desfolha nas cultivares de soja Bt e não-Bt, em função dos níveis de infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante as fases vegetativas e produtivas das plantas. Dourados, MS. 2019.

		<i>Fase vegetativa</i>					
Safr	Cultivar	Níveis de infestação					
		0	2	4	6	8	10
2015/2016	Bt	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
	Não-Bt	0,0 \pm 0,0 a	14,0 \pm 1,2 b	25,0 \pm 1,9 b	26,0 \pm 1,9 b	43,0 \pm 1,2 b	47,0 \pm 1,2 b
2016/2017	Bt	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
	Não-Bt	0,0 \pm 0,0 a	9,0 \pm 1,0 b	14,0 \pm 1,0 b	25,0 \pm 2,2 b	41,0 \pm 1,0 b	44,0 \pm 1,0 b
		<i>Fase reprodutiva</i>					
2015/2016	Bt	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
	Não-Bt	0,0 \pm 0,0 a	7,0 \pm 1,9 b	20,0 \pm 1,9 b	30,0 \pm 1,2 b	35,5 \pm 2,2 b	45,0 \pm 1,2 b
2016/2017	Bt	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a	0,0 \pm 0,0 a
	Não-Bt	0,0 \pm 0,0 a	9,0 \pm 1,9 b	19,0 \pm 1,9 b	28,0 \pm 1,2 b	41,0 \pm 2,2 b	42,0 \pm 1,2 b

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No desdobramento dos níveis de infestação dentro de cultivar (NI:C), houve efeito significativo ($P < 0,05$) somente para a cultivar de soja não-Bt, sendo possível, portanto, realizar a análise de regressão (Figura 1). Nota-se que a equação que melhor se ajustou aos dados foi a de primeiro grau. Observa-se que os níveis de infestação da lagarta de *H. armigera* tem uma forte influência sobre a desfolha nas plantas de soja não-Bt, visto que, com o aumento da população do inseto, há, conseqüentemente, um aumento na porcentagem de desfolha nas plantas. Portanto, nota-se, de forma geral, que, tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva da soja, os maiores danos às folhas ocorreram nos tratamentos com 10 lagartas, causando desfolha de, aproximadamente, 45%.

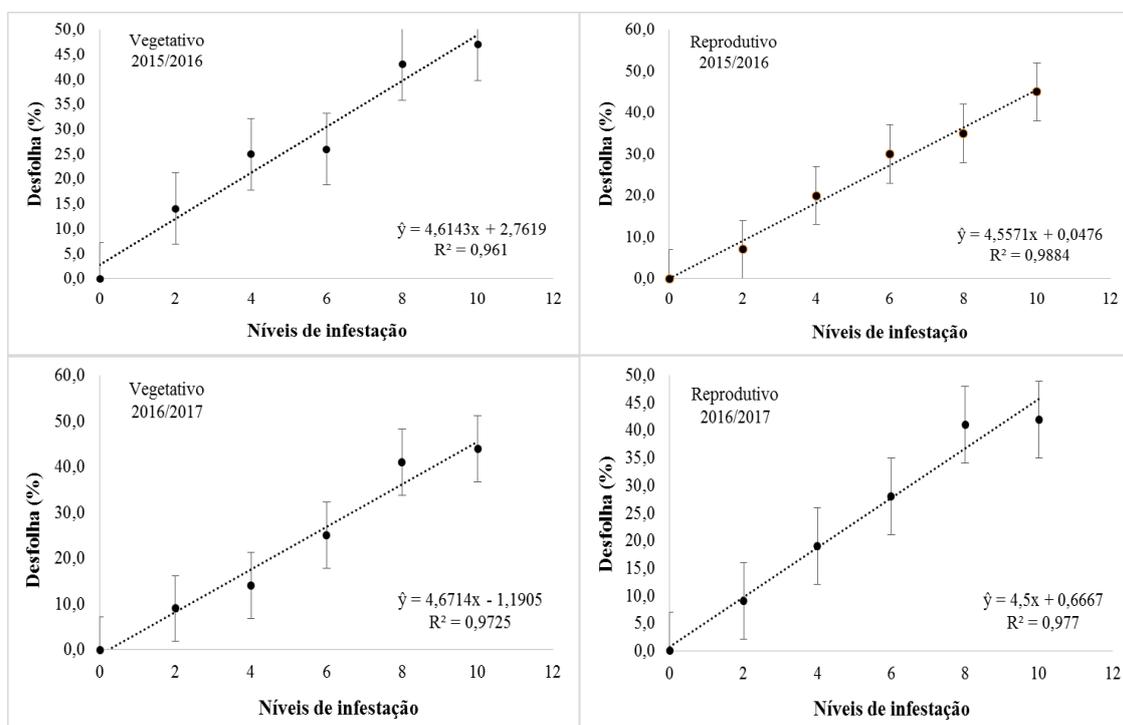


Figura 1. Porcentagem de desfolha (EP) nas cultivares não-Bt submetida a diferentes níveis de infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante as fases vegetativa e reprodutiva das plantas de soja (Safras 2015/2016 e 2016/2017). Dourados, MS. 2019.

Ao analisar os componentes produtivos (Tabelas 5 e 6), não se verificou efeito significativo entre os tratamentos. Mesmo nas cultivares de soja não-Bt, que houve desfolha acentuada, conforme já mencionado, o número de vagens, peso de 100 grãos e produtividade de grãos não diferiu estatisticamente das cultivares de soja Bt, inclusive o número de vagens atacadas que foi avaliado no experimento realizado na fase reprodutiva da cultura.

Os resultados foram similares ao analisar o fator nível de infestação, que, mesmo com o aumento populacional da lagarta *H. armigera* durante a fase vegetativa (V2) e reprodutiva (R5.5) da soja, não foi capaz de afetar os componentes produtivos e a produtividade de grãos (Tabela 5 e 6).

Tabela 5. Médias (\pm EP) do número de vagens por planta (NVP), peso de 100 grãos (P100) e produtividade de grãos (PROD) em duas cultivares de soja (Bt e não-Bt) submetida a infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante a fase vegetativa (estádio fenológico V2). Dourados, MS. 2019.

Fatores		Fase vegetativa					
		2015/2016			2016/2017		
		NVP	P100 ¹	PROD ²	NVP	P100 ¹	PROD ²
Cultivar	Bt	68,8 \pm 1,1 a	17,3 \pm 0,1 a	3219,8 \pm 36,4 a	62,1 \pm 1,5 a	17,0 \pm 0,2 a	3106,8 \pm 41,4 a
	Não-Bt	65,0 \pm 1,0 a	16,8 \pm 0,1 a	3175,1 \pm 40,1 a	59,9 \pm 1,5 a	15,7 \pm 0,1 a	3050,3 \pm 40,8 a
Nível de infestação	0	65,2 \pm 1,5 a	16,8 \pm 0,3 a	3206,6 \pm 60,4 a	58,2 \pm 2,8 a	16,9 \pm 0,2 a	3068,5 \pm 74,1 a
	2	67,2 \pm 2,1 a	18,2 \pm 0,2 a	3258,3 \pm 64,1 a	59,6 \pm 2,3 a	16,8 \pm 0,2 a	3350,8 \pm 67,8 a
	4	63,6 \pm 1,5 a	16,7 \pm 0,2 a	3126,3 \pm 56,2 a	58,8 \pm 2,6 a	17,1 \pm 0,3 a	3146,9 \pm 72,3 a
	6	70,7 \pm 2,2 a	17,0 \pm 0,3 a	3192,8 \pm 68,4 a	61,6 \pm 2,9 a	16,8 \pm 0,3 a	3078,7 \pm 77,8 a
	8	67,1 \pm 2,4 a	16,7 \pm 0,3 a	3177,5 \pm 69,5 a	60,6 \pm 2,6 a	17,2 \pm 0,3 a	3273,9 \pm 85,0 a
	10	75,9 \pm 1,6 a	16,9 \pm 0,2 a	3223,3 \pm 84,4 a	66,9 \pm 1,9 a	16,6 \pm 0,3 a	3052,4 \pm 62,9 a

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ¹Peso de 100 grãos em gramas (g).

²Produtividade de grãos em kg ha⁻¹.

Tabela 6. Médias (\pm EP) do número de vagens por planta (NVP), número de vagens atacadas por planta (NVA), peso de 100 grãos (P100) e produtividade de grãos (PROD) em duas cultivares de soja (Bt e não-Bt) submetida a infestação da lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), durante a fase reprodutiva (estádio fenológico R5.5). Dourados, MS. 2019.

Fator		Fase reprodutiva							
		2015/2016				2016/2017			
		NVP	NVA	P100 ¹	PROD ²	NVP	NVA	P100 ¹	PROD ²
Cultivar	Bt	66,8 \pm 1,6a	0,0 \pm 0,0a	17,1 \pm 0,1a	3264,2 \pm 35,1a	62,5 \pm 1,4a	0,0 \pm 0,0a	16,8 \pm 0,1a	3113,0 \pm 31,6a
	Não-Bt	64,8 \pm 1,3a	0,0 \pm 0,0a	17,6 \pm 0,2a	3142,9 \pm 34,8a	60,1 \pm 1,3a	0,0 \pm 0,0a	16,1 \pm 0,1a	3102,9 \pm 30,1a
Nível de infestação	0	64,9 \pm 3,6a	0,0 \pm 0,0a	17,0 \pm 0,3a	3169,0 \pm 61,6a	66,3 \pm 2,0a	0,0 \pm 0,0a	17,4 \pm 0,3a	3145,9 \pm 48,6a
	2	66,8 \pm 2,3a	0,0 \pm 0,0a	17,5 \pm 0,2a	3077,6 \pm 53,3a	62,1 \pm 2,7a	0,0 \pm 0,0a	16,2 \pm 0,2a	3108,3 \pm 53,0a
	4	62,6 \pm 2,7a	0,0 \pm 0,0a	16,7 \pm 0,2a	3361,1 \pm 57,1a	57,2 \pm 2,1a	0,0 \pm 0,0a	17,3 \pm 0,2a	3045,8 \pm 65,0a
	6	67,1 \pm 2,1a	0,0 \pm 0,0a	17,3 \pm 0,3a	3052,7 \pm 54,3a	61,3 \pm 2,6a	0,0 \pm 0,0a	16,8 \pm 0,2a	3085,6 \pm 48,8a
	8	67,4 \pm 2,9a	0,0 \pm 0,0a	17,2 \pm 0,2a	3157,3 \pm 89,8a	61,6 \pm 2,0a	0,0 \pm 0,0a	16,0 \pm 0,2a	3109,5 \pm 57,6a
	10	68,1 \pm 1,4a	0,0 \pm 0,0a	16,6 \pm 0,2a	3242,7 \pm 43,4a	59,4 \pm 2,0a	0,0 \pm 0,0a	17,3 \pm 0,2a	3147,6 \pm 50,1a

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ¹Peso de 100 grãos em gramas (g).

²Produtividade de grãos em kg ha⁻¹.

Os experimentos realizados durante as safras 2015/2016 e 2016/2017, para determinar os danos da lagarta *H. armigera*, mostram que essa espécie de praga tem grande capacidade de desfolhamento nas cultivares de soja que não possuem biotecnologia de resistência (soja não-Bt), porém os danos constatados nas folhas das plantas não foram capazes de reduzir o rendimento de grãos, mesmo nos maiores níveis de infestação, durante as fases vegetativa ou reprodutiva das plantas.

Nos estádios vegetativo e reprodutivo das plantas de soja, a desfolha observada nos tratamentos com níveis de infestação a partir de 8 e 4 lagartas, respectivamente, foram superiores àqueles que são considerados como níveis de controle para as lagartas que ocorrem comumente na cultura da soja, como a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) e lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*).

Na cultura da soja, os níveis de controle para essas lagartas, quanto à desfolha, é de 30% na fase vegetativa e de 15% na fase reprodutiva (CONTE et al., 2018). Dessa forma, ao respeitar esses níveis de controle, é possível reduzir os danos econômicos sobre a cultura. Porém, há trabalhos que mostram que a cultura da soja é capaz de tolerar níveis superiores de desfolha sem que o rendimento de grãos seja afetado (GREGORUTTI et al., 2012), corroborando com os resultados obtidos neste experimento.

A pesquisa realizada por Souza et al. (2014) teve por objetivo avaliar o efeito da desfolha artificial nos estádios vegetativos da soja sobre o número de estruturas reprodutivas e o rendimento de grãos. Os níveis de desfolha empregados neste trabalho variaram de 0 a 66,7%, e foi possível observar que o aumento da desfolha afetou os números de flores (estádio R2) e vagens em formação (estádio R4) por planta, porém não afetou estatisticamente o número total de vagens no estágio fenológico R8 e na produtividade de grãos. Já Monteiro et al. (2017) relatam que somente quando as plantas de soja recebem desfolha acima de 50%, no estágio fenológico V6, os componentes de produção, como o número de vagens e de sementes por planta, foram afetados negativamente.

Na fase reprodutiva da cultura da soja, Zuffo et al. (2015) conduziram um experimento para avaliar três níveis de desfolha (33, 66 e 99%) em seis

estádios fenológicos da soja (R1, R2, R3, R4, R5 e R6) e notaram que, nas plantas, ao sofrerem desfolha de 33%, não houve redução significativa na produtividade de grãos, independentemente da fase reprodutiva em que as plantas se encontravam. Ao submeter as plantas à desfolha de 66%, houve redução na produção de grãos, o que diferiu estatisticamente dos outros dois níveis de desfolha, exceto no estágio R5, onde as produtividades de grãos foram semelhantes entre os níveis de 33% e 66% de desfolha. A maior redução na produtividade de grãos foi observada nas plantas que sofreram desfolhamento de 99%. De forma geral, nota-se que mesmo no estágio fenológico R5, onde há maior demanda por fotoassimilados, a planta tolerou desfolhamento de 33%.

Conforme visto, a cultura da soja é capaz de tolerar elevados níveis de desfolhamento. No entanto, a capacidade da soja de evitar redução de produtividade depois de submetida a um desfolhamento depende de outros fatores, como a própria intensidade da desfolha, o estágio fenológico em que ocorre, a habilidade da cultivar em tolerar ou compensar o desfolhamento (COSTA et al., 2003; PARCIANELLO et al., 2004) e, também, dos fatores ambientais, dentre eles, a radiação solar (ANDRADE et al., 2002) e disponibilidade hídrica (SILVA et al., 2013).

Vale ressaltar que, apesar de não ter ocorrido redução no rendimento de grãos de soja em condições de campo, pelo fato de não ter havido o ataque das lagartas às vagens ou mesmo, de forma indireta, pelo intenso desfolhamento que as plantas de soja não-Bt sofreram, é necessário considerar que, caso não sejam adotadas medidas de controle, as lagartas presentes na cultura irão completar seu ciclo, gerando novos indivíduos e, conseqüentemente, o aumento da população do inseto. Dessa forma, a capacidade de danos aumentará e poderá, posteriormente, comprometer o rendimento da cultura.

É importante mencionar que estudos mostram que essa espécie de lagarta possui grande capacidade de danos às vagens, caso venha atacar essa estrutura das plantas. Rogers & Brier (2010), ao investigarem os danos da lagarta de *H. armigera* na cultura da soja, constataram que essa espécie pode reduzir em, aproximadamente, 1 grão por vagem. Em outro trabalho, realizado por Stümer (2016), constatou-se que 6 lagartas m⁻² foram capazes de causar danos de até 9 vagens por planta e redução de 12 grãos por planta, quando a

infestação ocorreu no estágio fenológico R5.3 da cultivar de soja BMX Potência RR.

Outro aspecto importante e que tem sido reportado frequentemente é a dificuldade de controle dessa espécie de lagarta nas lavouras. A eficiência da maioria dos inseticidas químicos comumente utilizados para as demais lagartas nem sempre é satisfatória para o controle da *H. armigera* (KUSS et al., 2016; PERINI et al., 2016). Portanto, mesmo não sendo observadas reduções no rendimento de grãos nas condições em que os experimentos foram conduzidos, é uma praga que merece atenção nas lavouras de soja.

Para minimizar possíveis problemas, em decorrência do ataque dessa espécie de lagarta, este estudo mostra que o uso de cultivares de soja Bt, (Intacta® - evento MON87701 para a expressão da deltaendotoxina Cry1Ac), é de grande importância, visto que não foi possível observar danos nas plantas, por meio da redução da área foliar e tampouco no rendimento de grãos da cultura. A eficiência do uso dessa biotecnologia contra lepidópteros pragas foi constatada por Justiniano et al. (2014) contra as lagartas *Anticarsia gemmatilis*, *Chrysoideixis includens*, *Heliothis virescens* e *Spodoptera frugiperda*.

No bioensaio para determinar o consumo foliar das lagartas de *H. armigera*, em teste sem chance de escolha, houve diferença estatística entre os tratamentos. Nota-se que houve o consumo somente quando foram ofertados discos foliares das cultivares de soja não-Bt, enquanto que, no tratamento com discos foliares de plantas Bt, foi observado que grande parte das lagartas não estava no alimento e, por isso, não foi constatado o consumo. O consumo médio das lagartas foi de 87,3 cm², no tratamento com discos foliares de soja não-Bt (Tabela 7).

Tabela 7. Médias (\pm EP) do consumo foliar (cm^2) por lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) obtidas em teste sem chance de escolha em cultivares de soja Bt e não-Bt. Dourados, MS. 2019.

Cultivares ¹	Área foliar consumida (cm^2)
Bt	0,0 \pm 0,0 a
Não-Bt	87,3 \pm 3,9 b

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade.¹Cultivares de soja Bt: FPS Atalanta RR® IPRO e não-Bt: FPS Júpiter RR®.

O consumo foliar observado neste experimento mostra valor bastante semelhante a outras espécies de lagartas, conforme constatado por Freitas Buenos et al. (2011). Esses autores constataram o consumo foliar de 74,2 a 94,9 cm^2 e 63,9 a 92,7 cm^2 , respectivamente, para as espécies *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*, que são consideradas pragas-chave na cultura. Já a área foliar consumida pelas espécies *Spodoptera cosmioides*, *S. eridania* e *S. frugiperda* foi maior, variando de 86,9 a 185,4 cm^2 .

Durante este experimento, observou-se que as lagartas foram susceptíveis à proteína Cry1Ac expressa nas folhas de soja Bt. Esse tratamento causou mortalidade de 95% dos indivíduos já aos quatro dias após a infestação, e de 100% aos seis dias (Figura 2). Resultados muito semelhantes foram encontrados por Azambuja et al. (2015), que, alimentando as lagartas com folhas da planta Bt, observaram a mortalidade de 100% dos indivíduos até o quarto dia após a infestação.

Comparando-se a sobrevivência dos indivíduos, observou-se que essa foi significativamente menor na soja Bt em relação à variedade não-Bt (K-M =90,61, d.f.=1, p=0,001) (Figura 2). Em soja não-Bt, ocorreu sobrevivência de 96% dos indivíduos, permitindo que a lagartas completassem o estágio larval e se tornassem pupas. Em estudos semelhantes, com lagartas neonatas e outros ínstares larvais de *H. armigera*, Yu et al. (2013) também observaram que a soja Bt, que expressa proteína Cry1Ac, apresenta eficácia contra as lagartas, sendo essa espécie, até o momento, sensível a essa proteína tóxica.

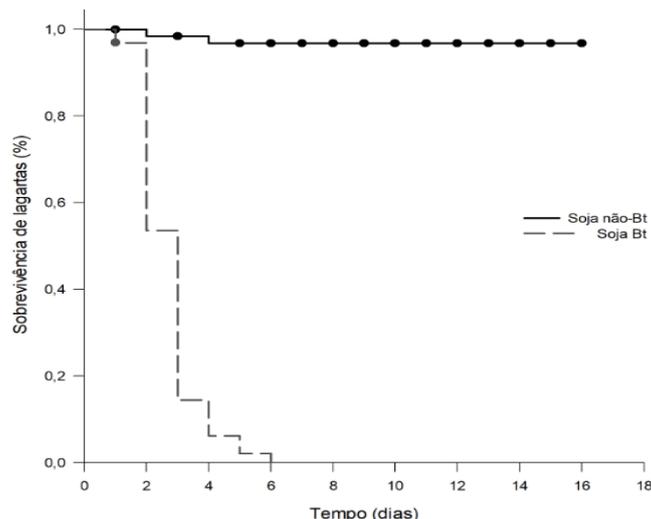


Figura 2. Porcentagem de sobrevivência de lagartas *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de soja Bt (que expressa a proteína Cry1Ac) e não-Bt em condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) e em teste sem chance de escolha. Dourados, MS. 2019.

CONCLUSÕES

A lagarta de *H. armigera* causou danos somente às plantas de soja não-Bt, observados por meio do desfolhamento que é intensificado com o aumento populacional da praga. Porém, não foi constatado efeito negativo, direto ou indireto, sobre os componentes produtivos nos períodos em que foram estudados.

A lagarta de *H. armigera* consumiu, ao longo de todo o ciclo de vida, aproximadamente, 87 cm^2 de área foliar das plantas de soja não-Bt.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o período do Doutorado e à Fundação Pró-Sementes, pela cessão das sementes das cultivares de soja (FPS Júpiter RR® e FPS Atalanta RR IPRO®) utilizadas nestes trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F. H.; CALVIÑO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 5, p. 975-980, 2002.

BUENO, A. F.; SOSA-GOMÉZ, D. R. The old world bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. **Pest Management**, v. 25, n. 4, p. 1-4, 2014.

CARNEIRO, E.; SILVA, L. B.; SILVA, A. F.; LOPES, G. N.; PAVAN, B. E.; RODRIGUES, R. H. F.; CARVALHINHO, D. T.; MIELEZRSKI, D. F. Lepidopteran pests associated with the soybean cultivars phenology. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 1, p. 112-121, 2018.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ROGGIA, S.; PRANDO, A. M.; SERATTO, C. D. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2017/2018 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 66 p.

COSTA, M. A. G.; BALARDIN, R. S.; COSTA, E. C.; GRÜTZMACHER, A. D.; SILVA, M. T. B. da. Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 813-819, 2003.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

FORMENTINI, A. C.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; BARROS, N. M.; SPECHT, A. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2113-2120, 2015.

FREITAS BUENO, R. C. O.; FREITAS BUENO, A.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R. P.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 170-174, 2011.

GREGORUTTI, V. C.; CAVIGLIA, O. P.; SALUSO, A. Defoliation affects soybean yield depending on time and level of light interception reduction. **Australian Journal of Crop Science**, v. 6, n. 7, p. 1166-1171, 2012.

JUSTINIANO, W.; FERNANDES, M. G.; VIANA, C. L. T. P. Diversity, composition and population dynamics of arthropods in the genetically modified soybeans roundup ready RR1 (GT 40-3-2) and Intacta RR2 PRO (MON87701 x MON89788). **Journal of Agricultural Science**, v. 6, n. 2, p. 33-44, 2014.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N.; PIAS, O. H. C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p.527-536, 2016.

LEITE, N. A.; ALVES-PEREIRA, A.; CORRÊA, A. S.; ZUCCHI, M. I.; OMOTO, C. Demographics and genetic variability of the new world bollworm (*Helicoverpa zea*) and the old world bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Brazil. **Plos One**, v. 9, n. 11, p. e113286, 2014.

LUZ, P. M. C.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; FERREIRA, L. F. M.; OTANÁSIO, P. N.; DINIZ, I. R. Owlet moths (Lepidoptera: Noctuoidea) associated with Bt and non-Bt soybean in the Brazilian savanna. **Brazilian Journal of Biology**, p. 1-9, 2018.

MONTEIRO, M. A.; KOCH, F.; NOBRE, F. L. L.; ZULLI, F. S.; ARAÚJO, B. O. N.; BORGES, E. G.; PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; SANTOS, E. L. Intensidade de desfolha e desempenho de plantas de soja com diferentes hábitos de crescimento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 265-269, 2017.

PAMARES-FERNANDES, A.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2015.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 357-364, 2004.

PERINI, C. R.; ARNEMANN, J. A.; MELO, A. A.; PES, M. P.; VALMORBIDA, I.; BECHE, M.; GUEDES, V. C. How to control *Helicoverpa armigera* on soybean in Brazil? What we have learned since its detection. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 16, p. 1426-1431, 2016.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry

bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protect**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

SILVA, A. J.; CANTERI, M. G.; SILVA, A. L. Haste verde e retenção foliar na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 151-156, 2013.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R.; ZENKER, M. M.; AZEVEDO-FILHO, W. S. A. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliiothinae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 1, p. 101-104, 2016.

SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; SILVA, A. G.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Aspectos bionômicos de *Spodoptera eridania* (Cramer): Uma praga em expansão na cultura da soja na região do cerrado brasileiro. **Entomobrasilis**, v. 7, n. 2, p. 75-80, 2014.

STÜRMER, G. R. Danos e comportamento larval de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja. 2016. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 480-485, 2015.

WILLSON, H. R. **Soybean insect defoliation assessment**. The Ohio State University Extension, OPMS, Circular FC-22. 2009.

YU, H.; LI, Y.; LI, X.; ROMEIS J.; WU, K. Expression of Cry1Ac in transgenic Bt soybean lines and their efficiency in controlling lepidopteran pests. **Pest Management Science**, v. 69, n. 12, p. 1326-1333, 2013.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lagarta de *Helicoverpa armigera* consome tanto das estruturas vegetativas quanto das reprodutivas da soja, porém as lagartas de 3º ínstar tendem a escolher mais as folhas do que as vagens, inclusive na cultivar Bt (evento MON87701 para a expressão da deltaendotoxina Cry1Ac). Os danos provocados nas folhas aumentam conforme aumenta a densidade populacional das lagartas, e ao atacar as vagens das plantas de soja não-Bt consome grãos e conseqüentemente reduz o rendimento da cultura. Na fase reprodutiva da cultura da soja, o estágio fenológico que se mostrou mais crítico para os ataques da lagarta de *H. armigera* foi o R5.3.

O uso das cultivares de soja Bt impede que as lagartas de *H. armigera* causem danos nas plantas independentemente da sua densidade populacional e do período que ocorre ao longo do ciclo da cultura. Sendo assim, plantas resistentes com esta biotecnologia torna-se uma importante ferramenta de controle, apesar desta tecnologia de primeira geração não possuir piramidação de genes que levaria a uma adequada estratégia de manejo de resistência de Lepidoptera.