

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

Desempenho do algodão *Bt* no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a competição interespecífica destes lepidópteros

DANILO RENATO SANTIAGO SANTANA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016**

Desempenho do algodão *Bt* no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a competição interespecífica destes lepidópteros

DANILO RENATO SANTIAGO SANTANA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. PAULO EDUARDO DEGRANDE
Coorientador: PROF. DR. ELMO PONTES DE MELO

Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Agronomia.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S232d Santana, Danilo Renato Santiago

Desempenho do algodão Bt no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a competição interespecífica destes lepidópteros / Danilo Renato Santiago Santana -- Dourados: UFGD, 2016.
58f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Paulo Eduardo Degrande

Co-orientador: Elmo Pontes de Melo

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Eficácia. 2. Controle. 3. Biotecnologia. 4. Cerrado. I. 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.

**DESEMPENHO DO ALGODÃO-BT NO CONTROLE DE *HELICOVERPA*
ARMIGERA (HÜBNER, 1808) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) E *SPODOPTERA*
FRUGIPERDA (SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), E A
COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA DESTES LEPIDÓPTEROS**

por

DANILO RENATO SANTIAGO SANTANA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

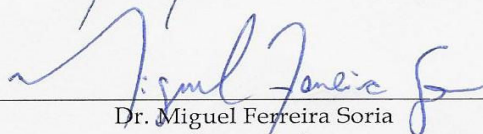
Aprovada em: 01/03/2016



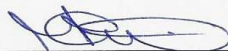
Dr. Paulo Eduardo Degrande
Orientador – UFGD/FCA



Dr. Marcos Gino Fernandes
UFGD/FCBA



Dr. Miguel Ferreira Soria
Bayer S. A.



Dr. Harley Nonato de Oliveira
EMBRAPA

DEDICATÓRIA

A Deus, ofereço este trabalho pela dádiva da vida e por me guiar em minha caminhada.
“Eu plantei, Apolo regou; mas Deus deu o crescimento.” 1 Coríntios 3:6

Aos meus pais, Eusa de Lima Santana e Rodolfo Santiago Santana (*in memoriam*) a quem dedico todo meu esforço, bem como aos meus irmãos Eliane Santiago Santana, Andréia de Lima Santana, Sueli de Lima Santana (*in memoriam*) e Ângelo Rodolfo Santiago, pelo amor e apoio.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande pela orientação, oportunidade, paciência e pelos ensinamentos transmitidos durante todo o período.

Ao Prof. Dr. Elmo Pontes de Melo pela co-orientação, paciência, ensinamentos e ampla disponibilidade.

À Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD e ao Programa da Pós graduação em Agronomia - “Produção Vegetal” pela oportunidade de realizar o mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Aos demais professores (UFGD/FCA e UFGD/FCBA), pelos grandes exemplos de dedicação contribuindo para minha formação profissional.

Aos Membros da Banca de Defesa, pelas considerações e ensinamento passados durante a defesa.

Aos meus grandes amigo (a)s, Julio Cesar Corrêa Fontes Assis, Ellen Patrícia de Souza, Evandro Gauer, Rosalia Azambuja, Renato Anastacio Guazina, Vanusa Rodrigues Hora, Kellen Maggioni, Anderson Weber, Carlos Carducci, Matheus Dallas Cort Pereira, Mateus Fuchs Leal, Ricardo Oliveira Dos Santos, Leticia Colman, Jhone Portela de Souza e Rafael Azevedo pelo companheirismo, trabalho e colaboração para que este trabalho fosse realizado.

À laboratorista Janete Pezarine Greff de Lima, pelo auxílio e atenção em todas as atividades realizadas no laboratório de Entomologia Aplicada (UFGD/FCA).

A todos que fizeram (ou fazem) parte da equipe do laboratório de Entomologia Aplicada (UFGD/FCA) que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Eusa de Lima Santana e Rodolfo Santiago Santana (*in memoriam*), pela educação, amizade, orações e total apoio ao longo de minha formação pessoal e profissional.

Aos familiares que me apoiaram em meus estudos, em especial aos meus irmãos Eliane Santiago Santana, Andréia de Lima Santana, Sueli de Lima Santana (*in memoriam*) e Ângelo Rodolfo Santiago pela dedicação e consistência nas atitudes familiares.

Aos funcionários da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD que me proporcionaram condições para a realização desse trabalho.

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

SUMÁRIO

| | PÁGINA |
|---|--------|
| LISTA DE TABELAS..... | vi |
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| RESUMO GERAL..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 16 |
| 3. CAPÍTULO 1: Mortalidade de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em Algodão <i>Bt</i> | 18 |
| RESUMO..... | 18 |
| ABSTRACT..... | 19 |
| INTRODUÇÃO..... | 20 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 23 |
| CONCLUSÃO..... | 29 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| 4. CAPÍTULO 2: Mortalidade de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de população coletada em 2010, em algodão-<i>Bt</i> | 33 |
| RESUMO..... | 33 |
| ABSTRACT..... | 34 |
| INTRODUÇÃO..... | 35 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 36 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| CONCLUSÃO..... | 44 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| 5. CAPÍTULO 3: Competição entre as lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de Algodão | 48 |
| RESUMO..... | 48 |
| ABSTRACT..... | 49 |
| INTRODUÇÃO..... | 50 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 51 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 52 |
| CONCLUSÃO..... | 56 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

CAPÍTULO 1: Mortalidade de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em Algodão-Bt

TABELA 1. Categorização de notas da escala para indivíduos (lagartas de *H. armigera*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm).....22

TABELA 2. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *H. armigera* sobreviventes após alimentação em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE) e a nota (N). Dourados, 2014/15.....27

TABELA 3. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *H. armigera* sobreviventes após alimentação em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais (BF), Maçãs pequenas (MP), Maçãs grandes (MG), e Pétalas (PT). Dourados, 2014/15.....28

CAPÍTULO 2. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de população coletada em 2010, em algodão-Bt

TABELA 1. Categorização de notas da escala para indivíduos (lagartas de *S. frugiperda*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm).....37

TABELA 2. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *S. frugiperda* sobreviventes após alimentação em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE) e a nota (N). Dourados, 2014/15.....43

TABELA 3. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *S. frugiperda* sobreviventes após alimentação em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais (BF), Maçãs pequenas (MP), Maçãs grandes(MG),e Pétalas(PT). Dourados, 2014/15.....44

CAPÍTULO 3: Competição entre as lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de Algodão

TABELA 1. Combinações nos testes de competição interespecíficas de *H. armigera* e *S. frugiperda* em plantas de algodão. Cada tratamento é representado pelo o número de lagartas de cada espécie por planta e as suas combinações.....52

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

CAPÍTULO 1: Mortalidade de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em Algodão-Bt

FIGURA 1. % Porcentagem de mortalidade de *H. armigera* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70 e 84 dias após a emergência (DAE). Dourados, 2014/15.....24

FIGURA 2. % Porcentagem de mortalidade de *H. armigera* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE). Dourados, 2014/15.....24

FIGURA 3. % Porcentagem de mortalidade de lagartas de *H. armigera* alimentada em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais, Maçãs pequenas, Maçãs grandes, e Pétalas. Dourados, 2014/15.....26

CAPÍTULO 2. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de população coletada em 2010, em algodão-Bt

FIGURA 1. % Porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70 e 84 dias após a emergência (DAE). Dourados, 2014/15.....39

FIGURA 2. % Porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* alimentada em folhas de variedades de algodão-*Bt*, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE). Dourados, 2014/15.....40

FIGURA 3. % Porcentagem de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* alimentada em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-*Bt*, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais, Maçãs pequenas, Maçãs grandes, e Pétalas. Dourados, 2014/15.....41

CAPÍTULO 3: Competição entre as lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner,1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de Algodão

FIGURA 1. Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* infestada em plantas de algodão, após 5 dias da infestação. Dourados-MS, 2015. Médias seguidas de letras iguais, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....54

FIGURA 2. Média acumulada de danos causados por *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* por planta em relação ao número total de estruturas. Dourados-MS, 2015. Médias seguidas de letras iguais, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....55

FIGURA 3. Porcentagem de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* e *H. armigera* isoladas e combinadas em plantas de Algodão. Dourados-MS, 2015.....56

Desempenho do algodão *Bt* no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a competição interespecífica destes lepidópteros

Danilo Renato Santiago Santana¹; Paulo Eduardo Degrande¹; Elmo Pontes de Melo²

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Caixa Postal 322, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil. ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Câmpus Ponta Porã - MS (IFMS), Rodovia BR-463, km 14, s/n, CEP 79.909-000, Ponta Porã, MS, Brasil. E-mail: danilosantana1987@hotmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br; elmo.melo@ifms.edu.br.

RESUMO GERAL

O algodoeiro é hospedeiro de um complexo de pragas que pode ocasionar danos a todas as suas estruturas. Entre essas pragas, as espécies *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* estão presentes em diversas regiões produtoras do Cerrado Brasileiro. Através da Biotecnologia, foi desenvolvida uma nova tática de controle de pragas: genes de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) foram introduzidos em plantas de algodão, dando origem ao algodão geneticamente modificado, conferindo resistência ao ataque de algumas espécies de lepidópteros. O objetivo deste trabalho foi avaliar a mortalidade de lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda* quando alimentadas em plantas de algodão *Bt* e não *Bt* e avaliar a comportamento competitivo interespecífico de *H. armigera* e *S. frugiperda* submetidas às plantas de algodão não *Bt*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados (MS). Os algodoeiros testados foram: FM - 982 GL[®] (não-*Bt*), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). Os estudos de mortalidade das lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram realizados em laboratório e o estudo de competição interespecífica de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram realizados a campo. O delineamento experimental utilizado para os estudos de mortalidade foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e dez repetições, já o estudo de competição interespecífica foi em blocos casualizados com quinze tratamentos e quatro repetições. Observou-se que as variedades de algodão-*Bt*: DP 1228B2RF[®] e FM 940GLT[®] causaram mortalidade de *H. armigera* quando alimentadas com folhas e todas as variedades de algodão-*Bt* apresentaram alta mortalidade de *H. armigera* quando alimentadas com estruturas reprodutivas. No estudo de mortalidade de *S. Frugiperda*, a variedade FM 975WS[®] apresentou alta mortalidade quando alimentada com folhas e também quando alimentadas com estruturas reprodutivas. Já no estudo de competição, a espécie que predominou foi a *H. amigera*.

Palavras-chave: Eficácia, Controle, Biotecnologia, Cerrado

Performance of the *Bt* cotton for the control of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) and the interspecific competition between these lepidoptera

Danilo Renato Santiago Santana¹; Paulo Eduardo Degrande¹; Elmo Pontes de Melo²

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Caixa Postal 322, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil. ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - Câmpus Ponta Porã - MS (IFMS), Rodovia Br-463, km 14, s/n, CEP 79.909-000, Ponta Porã, MS, Brasil. E-mail: danilosantana1987@hotmail.com; paulodegrande@ufgd.edu.br; elmo.melo@ifms.edu.br.

ABSTRACT

ABSTRACT: The cotton plant is a host of a pest complex that can cause damage to all its structures. Among these pests, *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera frugiperda* species are present in many producing regions of the Brazilian cerrado. Through Biotechnology, a new tactic for pest control was developed: the genes of *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) have been introduced into cotton plants, yielding genetically modified cotton, conferring resistance to the attack of certain Lepidoptera species. The aim of this study was to evaluate the crawler mortality of *H. armigera* and *S. frugiperda* when both were fed with *Bt* and non-*Bt* cotton, as well as to evaluate the interspecific competitive behavior between *H. armigera* and *S. frugiperda* when exposed to non-*Bt* cotton. The experiments were conducted at the Agricultural Entomology Laboratory of the University Federal da Grande Dourados, Dourados (MS). The tested cotton plants were: FM - 982 GL® (non-*Bt*), DP 555BGRR® (Cry1Ac), FM 975WS® (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF® (Cry1Ac + Cry2Ab2) and FM 940GLT® (Cry1Ab + Cry2Ae). The larvae mortality studies of *H. armigera* and *S. frugiperda* were performed in the laboratory and interspecies competition study of *H. armigera* and *S. frugiperda* were carried out in the field. The experimental design for mortality studies was randomized (CRD) with five treatments and 10 repetitions. On the other hand, the study of interspecific competition was block randomized with fifteen treatments and four replications. We observed that the *Bt* cotton varieties DP 1228B2RF® and FM 940GLT® caused mortality to *H. armigera* when fed with leaves and all varieties of *Bt* cotton showed a high mortality of *H. armigera* when fed reproductive structures. In *S. frugiperda* mortality study, the variety FM 975WS® showed high mortality when fed with leaves and also when fed with reproductive structures. In the competition study the predominant species was the *H. armigera*.

Keywords: Efficiency, Control, Biotechnology, Cerrado

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) destaca-se por ser uma das cultivares agrícolas mais importantes do Brasil, com produção estimada de 1,5 milhões de toneladas de pluma, em uma área de 959,2 mil ha⁻¹ cultivados na safra de 2015/2016 (CONAB, 2016), tornando o Brasil um grande produtor e consumidor de algodão, tendo forte participação no mercado mundial como exportador.

Dentre as pragas da cultura destacam-se a *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) que se alimenta das folhas e estruturas reprodutivas (CZEPACK et al., 2013), podendo causar dano tanto na fase vegetativa, bem como na fase reprodutiva (DEGRANDE & OMOTO, 2013), e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) que ocasiona danos desde a emergência até a maturação das plantas (SANTOS, 1999).

A *Helicoverpa armigera* é uma das pragas mais importantes do mundo, devido à sua mobilidade e por ter um ciclo reprodutivo curto. Atualmente, a aplicação de inseticidas químicos é o método mais comum de controle desta praga nas culturas, incluindo o algodão (KRANTHI et al., 2002). Já a *H. armigera* é conhecida por evoluir à resistência a quase todos os inseticidas utilizados para o seu controle (KRANTHI et al., 2002).

Até o ano de 2012, *H. armigera* não tinha sido encontrada no Continente Americano, sendo considerada até então uma praga quarentenária no Brasil. A lagarta foi registrada atacando plantas de diversas famílias e muitas dessas são de importância agrícola, como algodão, milho, soja, sorgo, milheto, café, tomate e citros (DEGRANDE & OMOTO, 2013), dentre outras.

No início do ano de 2013 foi relatada pela primeira vez a presença de *H. armigera* atacando plantas no Brasil (CZEPACK et al., 2013). A praga foi encontrada em fazendas de cultivos comerciais de soja e algodão nos estados da Bahia, Mato Grosso e Goiás.

Após a detecção da *H. armigera* no Brasil, foram tomadas diversas medidas em caráter de urgência visando diminuir a proliferação desta praga. O Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), para assegurar o controle da praga,

liberou o uso emergencial de inseticidas (ÁVILA et al., 2013; DEGRANDE & OMOTO, 2013).

Outro lepidóptero-praga de ocorrência nos algodoeiros do Cerrado é a lagarta-militar *S. frugiperda*, a qual também tem sido citada como importante praga para a cultura. As lagartas de *S. frugiperda* cortam as plantas jovens logo acima do coleto, reduzindo o estande da cultura, raspam a epiderme de brácteas, botões florais, flores e maçãs (DEGRANDE, 1998), perfuram e danificam os botões florais, flores e maçãs desenvolvidas, além de destruir folhas e perfurar hastes na ausência de maçãs (GALLO et al. 2002). A penetração da lagarta na maçã pode ocasionar a redução na quantidade e qualidade da fibra, aumentando a probabilidade de ocorrência de apodrecimento sob diferentes condições climáticas, ocasionando sérios prejuízos para o produtor.

Como ataques severos de *S. frugiperda* na cultura do algodoeiro têm sido relativamente recentes, seu controle tem sido feito usualmente com inseticidas químicos tentando minimizar os prejuízos provocados e, muitas vezes, o controle químico não produz o efeito esperado, o que acarreta no aumento de riscos de contaminação ambiental e a elevação de custos de produção (MENDES et al., 2011).

O aumento da frequência e da intensidade de ataque de populações de *H. armigera* e *S. frugiperda* em algodoeiro no Brasil é relativamente recente, sendo escassos os estudos acerca do comportamento dessas duas espécies em plantas de algodão geneticamente modificado.

Os genes introduzidos para o controle de insetos codificam a proteína *Bt* isolada da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis* Berlinier que tem ação inseticida efetiva especificamente para o controle de lepidópteros pragas, tais como: *Helicoverpa* spp, *Heliothis* spp, *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1843) (Lepidoptera: Gelechiidae) (LAWO et al., 2008) e *S. frugiperda* em algodoeiro.

Uma característica típica da *B. thuringiensis* é a formação de esporos com presença de cristais protéicos intracelulares. Esses cristais, em si, não possuem ação tóxica, sendo considerado como pró-toxinas. No entanto, a dissolução desses cristais em meio alcalino, sob tampões redutores ou em soluções de enzimas proteolíticas, resulta em moléculas de tamanhos variáveis, das quais algumas são tóxicas para os insetos. Assim, apenas os insetos de pH intestinal alcalino são suscetíveis a esse agente entomopatogênico (HABIB & ANDRADE, 1998).

Os insetos que se alimentam dos tecidos foliares de plantas geneticamente modificadas ingerem estas proteínas que atuam nas células epiteliais do mesêntero. Neste caso, a proteína promove a ruptura osmótica destas células, fazendo com que o inseto cesse a alimentação, determinando, conseqüentemente, a sua morte por inanição ou septicemia, antes que os mesmos consigam causar danos à cultura (GILL et al., 1992).

Nesse sentido, com a introdução dos algodoeiros resistentes a lepidópteros-praga a partir de 2005 no Brasil, uma nova ferramenta de controle foi introduzida no mercado, o que provocou, em um primeiro momento, a redução do número de aplicações de inseticidas para estas pragas, bem como do custo gerado por esta prática. Com a liberação dos demais algodoeiros *Bt* resistentes a lepidópteros-praga, como em 2009 do Bollgard II[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e Widestrike[®] (WS) (Cry1Ac + Cry1F), e em 2011 do Twinlink[®] (Cry1Ab + Cry2Ae), foi ampliada a expectativa de melhoria de controle de lagartas (THOMAZONI et al., 2013).

Em altas infestações de algumas pragas em campo como *Helicoverpa* spp. e *S. frugiperda*, tem sido observada falha de controle efetivo de muitas variedades *Bt* no Brasil, recentemente. Essa ausência de controle pode estar relacionada a vários fatores tais como: ausência de refúgio, menor suscetibilidade natural dos insetos-alvo em plantas *Bt* (ARMSTRONG et al., 2011) e também a menor expressão da toxina *Bt* ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta em estruturas vegetativa (folhas) e reprodutivas (flor, botão floral e maçãs) (SIVASUPRAMANIAN et al., 2008).

O fato de *H. armigera* e *S. frugiperda* sobreviverem em algodão *Bt*, pode estar associado à evolução da resistência. Trabalho recente, no Brasil, mostrou a resistência de *S. frugiperda* à proteína inseticida Cry1F em milho (FARIAS et al., 2014), e de *H. armigera* à proteína Cry1Ac em algodão na China (LIU et al., 2010).

Essas duas lagartas (*H. armigera* e *S. frugiperda*), podem competir por alimentos, principalmente em plantas de algodoeiro, podendo influenciar na taxa de mortalidade. Essa competição é conhecida como competição intraguilda (ROSENHEIM et al., 1995), que refere-se à competição interespecífica entre dois indivíduos que disputam o mesmo recurso alimentar. A competição interespecífica pode ocorrer em outros níveis tróficos (POLIS, et al., 1989), podendo sofrer redução em fecundidade, crescimento ou sobrevivência (BEGON et al., 2006).

Competição entre pragas e inimigos naturais é um fator chave no ecossistema e tais interações devem ser observadas com cautela. Essas competições, ou seja, interações entre insetos competindo pelo mesmo alimento, são comuns entretanto, apesar disso, há poucos estudos que consideram as interações interespecíficas envolvendo insetos-praga de espécies diferentes e também da mesma espécie em uma mesma planta.

Apesar da importância econômica de *H. armigera* e *S. frugiperda* para o cultivo do algodão, até o momento não existem informações que demonstrem com clareza as diferenças dos danos causados ao algodoeiro para cada uma das espécies, bem como as diferenças na sensibilidade destas pragas as plantas de algodão *Bt* e a competição interespecíficas da mesma espécie e entre espécies diferentes em relação ao mesmo hospedeiro.

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a competição interespecífica e mortalidade de *H. armigera* e *S. frugiperda* e encontrar cultivares transgênicas resistentes que diminuam os ataques destas pragas, constituindo desta forma um método de controle.

O presente trabalho tem por objetivos específicos determinar:

- 1) A mortalidade da *H. armigera* quando alimentada com plantas de algodão *Bt* e não *Bt*.
- 2) A mortalidade da *S. frugiperda* quando alimentada com plantas de algodão *Bt* e não *Bt*.
- 3) A competição interespecífica de *H. armigera* e *S. frugiperda* em plantas de algodão convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 12. (EMBRAPA/ CPAO, Circular Técnica, 23).

ARMSTRONG, J.S.; ADAMCZYK, J.J., JR.; GREENBERG, S.M. Efficacy of single and dual gene cotton *Gossypium hirsutum* events on neonate and third instar fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* development based on tissue and meridic diet assays. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.94, n.2, p.262-271, 2011.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems.** 4. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 738 p.

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

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Quinto levantamento v. 3, n. 5, p. 96-103, 2016.

DEGRANDE, P. E. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro.** Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 1998. 60 p.

DEGRANDE, P. E.; OMOTO, C. Pragas: Estancar prejuízos. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 16, n. 167, p. 30-34, 2013.

FARIAS, J. R.; ANDOWB, D. A.; HORIKOSHIA, R. J.; SORGATTOA, R. J.; FRESIA, P.; SANTOS, A. C.; OMOTO, C.; Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**, v. 64, n. 1, p.150-158, 2014.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** 3. ed. Piracicaba-SP: Agronômica Ceres. FEALQ, 2002. 401-403 p.

GILL, S. S.; COWLES, E. A.; PIETRANTONIO, P. V. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 615-636, 1992.

HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C. F. S. Bactérias entomopatogênicas. In: **Controle microbiano de insetos.** Piracicaba, p. 1097-1118, 1998.

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

LAWO, N. C.; MAHON, R. J.; MILNER, R. J.; SARMAH, B. K.; HIGGINS, T. J. V.; ROMEIS, J. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* Transgenic Chickpeas and the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* in Controlling *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 74, n. 14, p. 4381-4389, 2008.

LIU, F.; XU, Z.; ZHU, Y.C.; HUANG, F.; WANG, Y.; LI, H.; LI, H.; GAO, C.; ZHOU, W.; SHEN, J. Evidence of field-evolved resistance to Cry1Ac-expressing *Bt* cotton in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in northern China. **Pest Manag.** v. 66, p. 155-161, 2010.

MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M. E.; WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M. Respostas da lagarta do cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 239-244, 2011.

POLIS, G. A.; MYERS, C. A.; HOLT, R. D. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecological Systems**, v. 20, p. 297-330. 1989.

ROSENHEIM, J. A.; KAYA, H. K.; EHLER, L. E.; MAROIS, J. J.; JAFFEE, B. A. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological Control**, v. 5, n. 3, p. 303-335, 1995.

SANTOS, W. J. Monitoramento e controle de pragas do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 133-179.

SIVASUPRAMANIAM, S.; MOAR, W.J.; RUSCHKE, L.G.; OSBORN, J.A.; JIANG, C.; SEBAUGH, J.L.; BROWN, G.R.; SHAPPLEY, Z.W.; OPPENHUIZEN, M.E.; MULLINS, J.W.; GREENPLATE, J.T. Toxicity and characterization of cotton expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac and Cry2Ab2 proteins for control of lepidopteran pests. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.101, n.2, p.546-554, 2008.

THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; PEREIRA, E. J. G.; DEGRANDE. P. E. ***Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso**. Primavera do Leste: Instituto Mato-grossense do Algodão, 2013. p.1-12. (IMAmt, Circular técnica 5).

Capítulo 1: Mortalidade de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão-Bt

Danilo Renato Santiago Santana, Paulo Eduardo Degrande e Elmo Pontes de Melo

RESUMO: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) causa sérios danos econômicos em diversas culturas agrícolas, principalmente no algodoeiro. O algodão-Bt tem sido a mais importante ferramenta de controle desse lepidóptero em outras regiões do Mundo. O objetivo deste estudo foi avaliar a mortalidade de lagartas de *H. armigera*, alimentadas em folhas e estruturas reprodutivas de algodoeiros-Bt e não-Bt. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Aplicada da UFGD, em Dourados, MS. Plantas de algodão Bt e não-Bt foram cultivadas a campo e as criações dos insetos e biotestes foram conduzidos em laboratório. Os algodoeiros testados foram: FM - 982 GL[®] (não-Bt), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). Os estudos de mortalidade de *H. armigera*, foram realizados em laboratórios ofertando estruturas vegetativas [folhas de algodoeiro com as seguintes idades (dias após a emergência = DAE): 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 DAE] e reprodutivas (botões florais, pétalas, maçãs pequenas e maçãs grandes) obtidas do cultivo de plantas a campo. Observando os resultados, nota-se que os materiais DP 1228B2RF[®] e FM 940GLT[®] provocaram mortalidades de lagartas de *H. armigera* superiores a 89% durante todo o período experimental. Já os materiais DP 555BGRR[®] e FM 975WS[®] provocaram mortalidades superiores a 80 % em algumas datas de infestações. A partir das datas de infestações aos 126, 140 e 154 DAE houve um decréscimo na porcentagem de mortalidade. Já nos experimentos com as estruturas reprodutivas, todos os materiais Bt avaliados apresentaram mortalidade acima de 80 % nas lagartas de *H. armigera*. Os algodoeiros-Bt interferem de forma negativa na sobrevivência e desenvolvimento de lagartas de *H. armigera*, quando comparadas ao não-Bt.

Palavras-chave: Bollgard[®], Bollgard II[®], TwinLink[®], WideStrike[®]

Chapter 1: Mortality the caterpillars *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton *Bt*

Danilo Renato Santiago Santana, Paulo Eduardo Degrande e Elmo Pontes de Melo

ABSTRACT: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) causes serious economic damage to several crops, mainly cotton. The cotton *Bt* has been the most important tool to control Lepidoptera in other regions of the world. The aim of the study was to evaluate the crawler mortality of *H. armigera*, fed with leaves and with reproductive structures of *Bt* and non - *Bt* cotton. The experiments were conducted in Applied Entomology Laboratory of UFGD in Dourados, MS. Cotton *Bt* and non *Bt* were grown in the field and the creations of insects and bioassays were conducted in the laboratory. The tested cotton plants were: FM - 982 GL[®] (non-*Bt*), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) and FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). The *H. armigera* mortality studies were conducted in a laboratory, by offering them vegetative structures [cotton leaves with the following ages (days after emergence = DAS) 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 and 154 DAS] and reproductive structures (square, petals, small and large bolls) obtained from field of plant cultivation. By observing the results, we noted that DP 1228B2RF[®] and FM 940GLT[®] materials caused mortality of *H. armigera* larvae over 89% during the experimental period. The materials DP 555BGRR[®] and FM 975WS[®] caused 80% of mortality in some infestations dates. During the infestations dates of 126 140 and 154 DAE there was a decrease in the percentage of mortality. For the experiments with reproductive structures, all the evaluated *Bt* materials showed mortality above 80% in *H. armigera* caterpillars. The *Bt* cotton interfered negatively on the survival and development of *H. armigera*, when compared to non *Bt* one.

Keywords: Bollgard[®], Bollgard II[®], TwinLink[®], WideStrike[®]

INTRODUÇÃO

A cultura do algodão pode ser atacada por diversos insetos-praga nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil. Dentre as pragas, destacam-se as do gênero *Helicoverpa*; recentemente constatada no Brasil, a espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) (CZEPAK et al., 2013) é um dos lepidópteros-pragas mais devastadores e dominantes no Velho Mundo (BEHERE et al., 2007).

No algodoeiro, esta praga se alimenta das estruturas vegetativas (ramos e folhas) e reprodutivas (botões florais, flores e frutos) (THOMAZONI et al., 2013), e ganha importância no sistema de produção nacional, isto por que além do algodoeiro, outras culturas, tais como: soja, milho, tomate, feijão, sorgo, milheto, guandu, trigo, crotalaria e plantas daninhas podem hospedá-la (ÁVILA et al., 2013), sendo que, há sempre alimento e abrigo para o inseto se desenvolver.

O manejo desta praga se baseia no uso, principalmente, dos produtos químicos na tentativa de minimizar os prejuízos provocados, porém algumas vezes não tem produzido um efeito esperado. A ineficácia dos tratamentos químicos convencionais no controle desta praga pode estar relacionada a algumas especificidades do inseto, como por exemplo à textura do seu tegumento, que se apresenta com aspecto levemente coriáceo (CZEPAK et al., 2013), podendo dificultar a penetração do produto e o controle desse noctuíde, por exemplo, quando são utilizados inseticidas de contato (ÁVILA et al., 2013).

O algodão *Bt* que expressa proteínas oriundas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915), tem sido utilizada como uma importante ferramenta de controle dessa praga (DEGRANDE & OMOTO, 2013). No entanto, a utilização contínua e errônea dessas plantas *Bt* tem como consequência a seleção de populações resistentes, principalmente em *H. armigera* (HECKEL et al., 2007), levando também à ineficiência dessa ferramenta.

Entretanto, o algodão *Bt* precisa ser melhor avaliado no Brasil, uma vez que esta praga não é listada como praga-alvo das tecnologias comerciais atuais, as quais foram lançadas antes da constatação da espécie por aqui.

Nesse contexto, o trabalho objetivou avaliar a mortalidade larval de *H. armigera* alimentadas em folhas e estruturas reprodutivas de algodoeiros *Bt* e não *Bt*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (MS) na safra 2014-15, no período de 07 de outubro (preparação da área) a 15 de abril de 2015 (fim do ciclo do algodoeiro), com 154 dias após a emergência. Plantas de algodão *Bt* e não-*Bt* foram cultivadas a campo e as criações dos insetos e biotestes foram conduzidos em sala climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70\pm 5\%$ e fotofase de 12 h).

Os algodoeiros foram cultivados em uma área de 500 m^2 constituída de Latossolo Vermelho Distroférico e previamente preparada convencionalmente com aração e gradagem. A cultura foi semeada manualmente no dia 07 de novembro de 2014 com espaçamento de 0,90 m entre linhas com densidade de 8 sementes/metro linear. As adubações foram realizadas de acordo com a boa prática agrícola recomendada para a cultura (CARVALHO et al., 2011). O controle de pragas e doenças foi realizado com inseticidas e fungicidas específicos conforme o registro no Ministério da Agricultura e Pecuária - (AGROFIT, 2016). O controle de plantas daninhas foi manual e o experimento foi irrigado quando necessário.

As parcelas constituíram-se de 4 linhas de plantio com 4 metros de comprimento em uma área de $10,8\text{ m}^2$. Como parcela útil utilizou-se somente as 2 linhas centrais, desprezando-se as extremidades. O experimento teve cinco tratamentos, baseados em diferentes variedades de algodão. Os algodoeiros semeados foram: FM - 982 GL[®] (não *Bt*), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). Em cada infestação em laboratório, coletaram-se folhas e estruturas reprodutivas do terço médio das plantas, as quais foram ofertadas para lagartas neonatas (24 h de idade).

Nos estudos de mortalidade de *H. armigera*, realizado em laboratório, foram oferecidas estruturas vegetativas (folhas de algodoeiro) com as seguintes idades das plantas (em dias após a emergência = DAE): 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 DAE e reprodutivas (botões florais, pétalas, maçãs pequenas e maçãs grandes) obtidas do cultivo de plantas a campo.

No dia da infestação, as folhas e as estruturas reprodutivas foram coletadas e lavadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% e logo após enxaguadas com água

destilada. Em seguida, foram dispostas para secar em bancadas do laboratório sobre folhas de papel filtro.

Em laboratório, as folhas e estruturas reprodutivas foram acondicionadas em copos plásticos (250 mL) com papel filtro umedecidos com água destilada, onde foram realizadas as infestações com 4 lagartas neonatas de *H. armigera* por copo, identificando a parcela e a data da infestação.

As lagartas neonatas de *H. armigera* foram oriundas da criação massal do Laboratório de Entomologia Aplicada da (UFGD). A infestação foi feita em até 24 horas após a eclosão das lagartas (indivíduos neonatos). Neste período de espera, de até 24 horas, as lagartas foram mantidas em dieta artificial.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e dez repetições. As avaliações foram realizadas cinco dias após as infestações, observando os indivíduos mortos e vivos para o posterior cálculo da mortalidade pela fórmula de Abbott (1925), e os dados foram transformados em raiz de $x + 0.5$, submetidos à análise de variância e as comparações de médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As lagartas sobreviventes, após esperados cinco dias de consumo, foram medidas quanto ao tamanho (em mm) para posterior categorização me escala de notas descrita na (Tabela 1).

$$\%Mortalidade = \left\{ \left[\frac{\text{Testemunha}^1 - \text{Tratamento}^2}{\text{Testemunha}} \right] \right\} \times 100$$

¹Número de lagartas vivas na testemunha

²Número de lagartas vivas no tratamento

Tabela 1. Categorização de notas da escala para indivíduos (lagartas de *H. armigera*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm) (GREENBERG et al. 2011).

| Condição | Tamanho (mm) | Nota |
|------------------------|--------------|------|
| Indivíduo morto | - | 0 |
| Sobrevivente L1 | <5 | 1 |
| Sobrevivente L2 | 5-8 | 2 |
| Sobrevivente L3 | 8-12 | 3 |
| Sobrevivente L4 | >12 | 4 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo com estruturas vegetativas (folhas) observou-se que os materiais DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) provocaram mortalidade de lagartas de *H. armigera* superiores a 89% durante todo o período experimental (Figuras 1 e 2). Tais observações corroboram com Soberón et al. (2009), que relatam a expressão contínua da transgenia nos tecidos da planta, o que explica a eficácia dessa tecnologia no controle de lagartas-pragas. Observações feitas por Azambuja et al. (2015) avaliando o desenvolvimento de *H. armigera* alimentadas em plantas de Cry 1Ac também verificaram a mortalidade dessa espécie.

Os materiais DP 555BGRR[®] (Cry1Ac) e FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F) provocaram mortalidade superior a 80 % em algumas infestações; no entanto, as taxas de mortalidade foram decrescendo com o decorrer do tempo (Figuras 1 e 2). Tais materiais, aos 126, 140 e 154 DAE apresentaram decréscimo na porcentagem de mortalidade. Esse decréscimo na mortalidade pode estar relacionado à senescência da planta (SIEGFRIED et al., 2001). É importante ainda ressaltar que o material DP 555BGRR[®] expressa apenas a proteína Cry1Ac, o que explicaria a redução da mortalidade. O nível de expressão dessa proteína Cry 1Ac, pode variar durante o crescimento das plantas (YU et al., 2013), época do ano e localização geográfica do cultivo (FERNANDES et al., 2003).

A resistência de *H. armigera* a várias cepas selecionadas em laboratório da Índia, China e Austrália (KRANTHI et al., 2004, LIANG et al., 2008, AKHURST et al., 2003, DOWNES et al., 2007) é outro ponto importante na escolha da variedade de planta transgênica (evento) a ser cultivada. A seleção de populações resistentes também ocorre no campo, acelerando a evolução da resistência da praga (AZAMBUJA et al., 2015), como na China (LIU et al., 2010 & TABASHNIK et al., 2012) e na Austrália (GUNNING et al., 2005) onde há relatos de resistência de *H. armigera* a proteína Cry 1Ac, expressa na planta de algodão *Bt*.

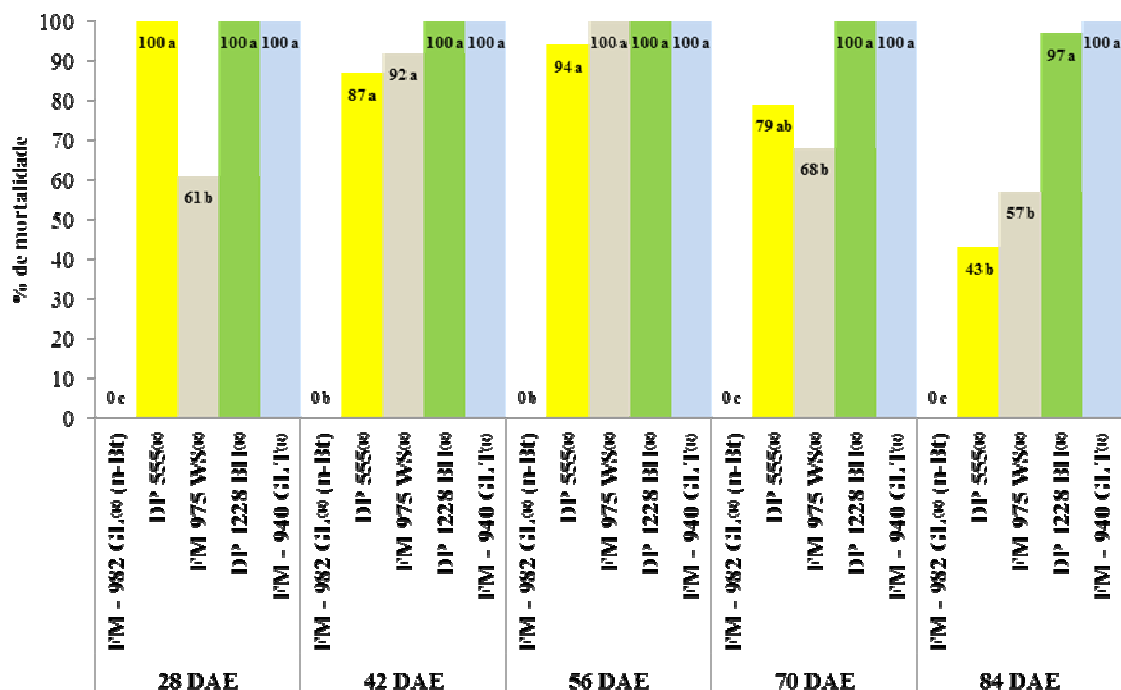


Figura 1. % Porcentagem de mortalidade de *H. armigera* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70 e 84 dias após a emergência (DAE). Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, 2014/15.

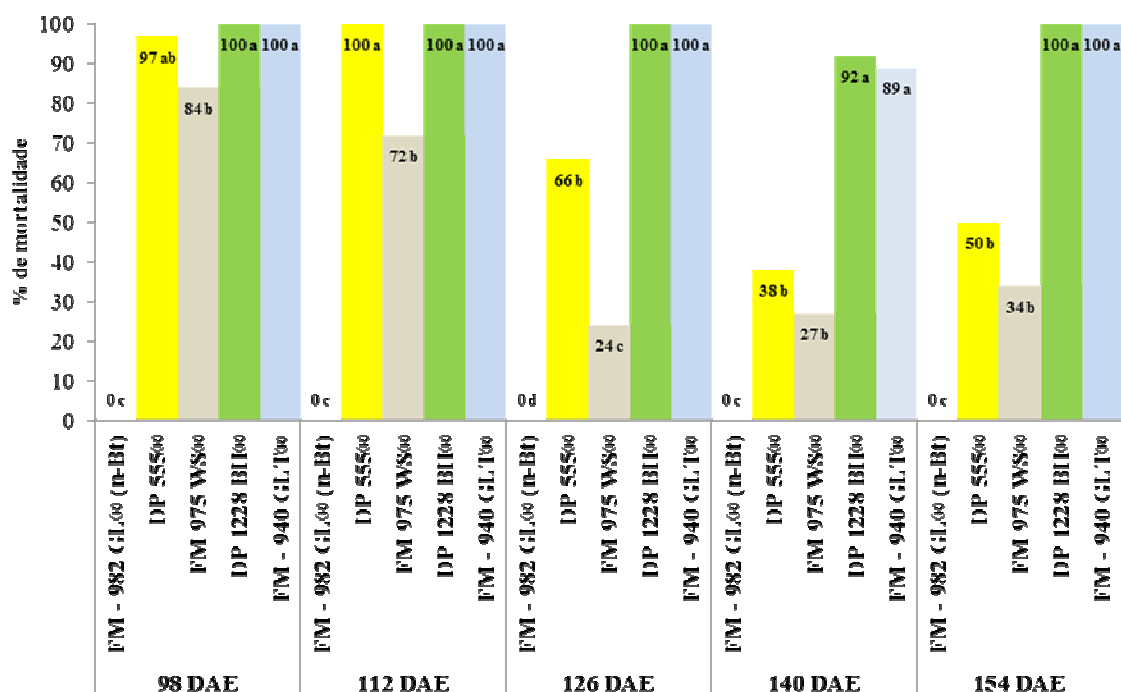


Figura 2. % Porcentagem de mortalidade de *H. armigera* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE). Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, 2014/15.

Nos experimentos com as estruturas reprodutivas não houve diferenças significativas entre os materiais. Só houve diferença significativa entre os materiais quando comparados com a testemunha (Figura 3). É importante ressaltar que todos os materiais avaliados com as estruturas reprodutivas apresentaram mortalidade acima de 80 % nas lagartas de *H. armigera* (Figura 3). O comportamento das diferentes partes da planta sobre a mortalidade das lagartas pode também estar relacionado à expressão gênica da planta ser diferenciada conforme a estrutura, ou seja, a parte da planta ou até mesmo em função do ambiente (KRANTHI et al., 2005).

Os resultados observados nesse estudo contrariam aos estudos desenvolvidos na Índia, Austrália e USA que evidenciam baixos níveis da proteína Cry1Ac nas estruturas reprodutivas em algodão *Bt*. Esse mesmo estudo evidencia um aumento de sobrevivência de lagartas de *H. armigera* de 40, 70 e 80%, respectivamente em botões florais e brácteas, nas partes verdes das cápsulas das brácteas e pétalas de flores (KRANTHI et al., 2005).

Outro ponto a ser observado sobre os materiais descritos acima está relacionado à escala de categorização, que evidencia não só a sobrevivência, mas também o desenvolvimento das lagartas. É importante ressaltar que a expressão de toxinas a insetos pelos genes transgênicos inseridos em plantas pode variar em graus de eficiência em condições de campo (FERNANDES et al., 2003) ou até mesmo da linhagem ou do evento geneticamente modificado. As notas observadas (Tabelas 2 e 3) evidenciam que as lagartas se desenvolveram entre o primeiro e segundo instar, até cinco dias depois da infestação, nos materiais *Bt* testados acima.

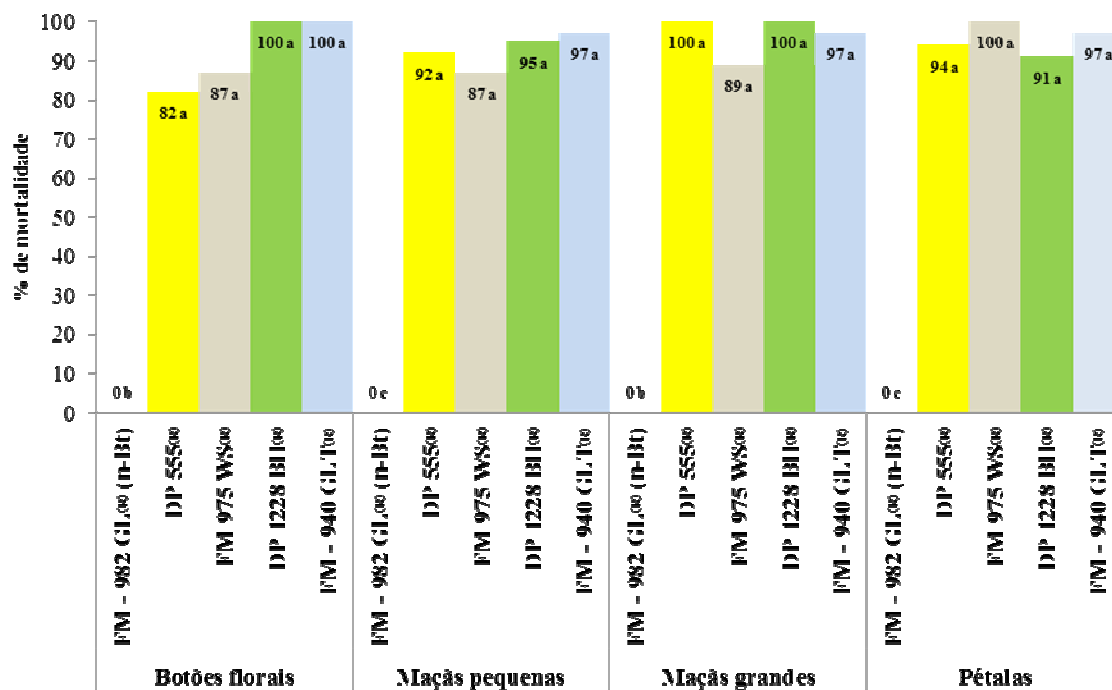


Figura 3. % Porcentagem de mortalidade de lagartas de *H. armigera* alimentada em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais, Maças pequenas, Maças grandes, e Pétalas. Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, 2014/15.

Tabela 2. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *H. armigera* sobreviventes após alimentação em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE) e a nota (N). Dourados, 2014/15.

| TRATAMENTOS | 28 | | 42 | | 56 | | 70 | | 84 | | 98 | | 112 | | 126 | | 140 | | 154 | |
|---------------------------------|--------|-----|-------|---|-------|---|--------|---|-------|---|--------|---|-------|---|-------|---|--------|---|-------|---|
| | MÉD*** | N** | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N |
| FM - 982 GL [®] (n-Bt) | 3.8 c* | 2 | 3.8 b | 2 | 3.6 b | 1 | 3.8 c | 2 | 3.7 c | 3 | 3.7 c | 3 | 3.6 c | 2 | 3.8 c | 2 | 3.7 c | 3 | 3.8 c | 3 |
| DP 555 [®] | 0.0 a | 0 | 0.5 a | 1 | 0.2 a | 2 | 0.8 ab | 1 | 2.1 b | 1 | 0.1 ab | 1 | 0.0 a | 0 | 1.3 b | 1 | 2.3 b | 1 | 1.9 b | 1 |
| FM 975 WS [®] | 1.5 b | 1 | 0.3 a | 1 | 0.0 a | 0 | 1.2 b | 2 | 1.6 b | 1 | 0.6 b | 1 | 1.0 b | 1 | 2.9 c | 2 | 2.7 bc | 1 | 2.5 b | 1 |
| DP 1228 BII [®] | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.1 a | 2 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.3 a | 1 | 0.0 a | 0 |
| FM - 940 GLT [®] | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.0 a | 0 | 0.4 a | 1 | 0.0 a | 0 |
| CV % | 10.32 | | 13.13 | | 10.51 | | 17.11 | | 12.98 | | 12.94 | | 12.26 | | 14.17 | | 13.77 | | 10.77 | |

*Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** (N) - Categorização de notas da escala para indivíduos de (lagartas de *H. armigera*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm).

***Número médio inicial de lagartas igual a 4/repetição.

Tabela 3. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *H. armigera* sobreviventes após alimentação em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais (BF), Maças pequenas (MP), Maças grandes (MG), e Pétalas (PT). Dourados, 2014/15.

| TRATAMENTOS | BF | | MP | | MG | | PT | |
|---------------------------------------|--------|---|-------|---|-------|---|-------|---|
| | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N |
| FM - 982 GL[®] (n-Bt) | 3.8 b* | 2 | 3.9 b | 2 | 3.7 b | 2 | 3.5 b | 1 |
| DP 555[®] | 0.7 a | 1 | 0.3 a | 1 | 0.0 a | 0 | 0.2 a | 1 |
| FM 975 WS[®] | 0.5 a | 1 | 0.5 a | 1 | 0.4 a | 1 | 0.0 a | 0 |
| DP 1228 BII[®] | 0.0 a | 0 | 0.2 a | 1 | 0.0 a | 0 | 0.3 a | 1 |
| FM - 940 GLT[®] | 0.0 a | 0 | 0.1 a | 1 | 0.1 a | 1 | 0.1 a | 1 |
| CV % | 15.76 | | 13.64 | | 11.16 | | 13.23 | |

*Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** (N) - Categorização de notas da escala para indivíduos de (lagartas de *H. armigera*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm).

***Número médio inicial de lagartas igual a 4/repetição.

Os resultados observados no presente estudo corroboram com resultados de diversos autores que também relatam que as plantas transgênicas - ou plantas geneticamente modificadas - que expressam genes com atividade inseticida são apenas mais uma ferramenta importante para o controle de insetos-praga, trazendo como consequência, vários benefícios para as lavouras, além de serem consistentes com a filosofia do manejo integrado de pragas (BEDIN et al., 2015; LIMA JÚNIOR et al., 2013; MAIA, 2005;).

Uma abordagem aplicada, evidente no presente estudo ao Manejo Integrado de Pragas (MIP), seria que as plantas transgênicas não são uma substituição às táticas já existentes de controle, mas, sim, uma nova abordagem ao MIP, por poder eliminar ou reduzir o uso de inseticidas não seletivos, favorecendo a aliança com o controle biológico, e por reduzir o risco de resistência de insetos aos produtos químicos. Sendo assim, a possibilidade da utilização conjunta do controle biológico e da resistência de plantas por meio das plantas geneticamente modificadas tem assumido importância nas últimas décadas, pois, além do potencial de maior eficiência do controle biológico nas variedades resistentes, os inimigos naturais podem retardar o processo de adaptação da praga às plantas transgênicas (FRIZZAS & OLIVEIRA, 2006).

CONCLUSÕES

a) As variedades de algodão DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) apresentam alta eficácia no controle de lagartas neonatas de *H. armigera* em folhas.

b) O algodão DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) apresentam alta eficácia no controle de lagartas neonatas de *H. armigera* em todas as estruturas.

c) Os algodoeiros-*Bt* DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) interferem de forma negativa na sobrevivência e desenvolvimento de lagartas neonatas de *H. armigera*, quando comparadas ao não *Bt*.

Concluiu-se que as variedades de algodoeiro podem ser utilizadas no manejo de lagartas desta praga, mas não exercem um controle total sobre a mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 12. (EMBRAPA/ CPAO, Circular Técnica, 23).

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 jan. 2016.

AKHURST, R. J.; JAMES W.; BIRD, L. J.; BEARD, C. Resistance to the Cry1Ac delta-endotoxin of *Bacillus thuringiensis* in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n. 4, p. 1290-1299, 2003.

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.

BEDIN, F. A.; ASSMANN, E. J.; POLO, L. R. T.; SCHUSTER, I. Eficiência de eventos transgênicos de resistência a insetos em soja e milho. **Revista Cultivando o Saber**, v. 8, n. 2, p. 201-214, 2015.

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*. **BMC Evolutionary Biology**, v. 117, n. 7, p. 1-10, 2007.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. 2ª ed. Goiânia: ABRAPA, 2011. p. 677-752.

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

DEGRANDE, P. E.; OMOTO, C. Pragas: Estancar prejuízos. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 16, n. 167, p. 30-34, 2013.

DOWNES, S.; MAHON, R.; OLSEN, K. Monitoring and adaptive resistance management in Australia for Bt-cotton: current status and future challenges. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 95, n. 3, p. 208-213, 2007.

FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a

lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 25-35, 2003.

FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Plantas transgênicas resistentes a insetos e organismos não-alvo: predadores, parasitóides e polinizadores. **Universitas: Ciências da Saúde**, v. 4, n. 1 / 2, p. 63-82, 2006.

GREENBERG, S. M.; ADAMCZYK, J. J.; ALEJANDRO, J. J. HOLLOWAY, J. W.; Approaches for Improving Present Laboratory and Field Methodology for Evaluation Efficacy of Transgenic Technologies. **BioOne**, v. 36, n. 3, p. 261-270, 2011.

GUNNING, R. V., DANG, H. T., KEMP, F. C., NICHOLSON, I. C., MOORES, G. D. New resistance mechanism in *Helicoverpa armigera* threatens transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 5, p. 2558-2563, 2005.

HECKEL, D. G.; GAHAN, L. J.; BAXTER, S. W.; ZHAO, J. Z.; SHELTON, A. M. GOULD, F.; TABASHNIK, B. E. The diversity of Bt resistance genes in species of Lepidoptera. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 95, n. 3, p. 192-19, 2007.

KRANTHI, K. R.; KRANTHI, N. R. Modelling adaptability of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) to Bt-cotton in India. **Current Science**, v. 87, n. 8, p. 1096-1107, 2004.

KRANTHI, K. R.; NAIDU, S.; DHAWAD, C. S.; TATWAWADI, A.; MATE, K.; PATIL, E.; BHAROSE, A. A.; BEHERE, G.T.; WADASKAR, R. M.; KRANTHI, S. Temporal and intra-plant variability of Cry1Ac expression in Bt-cotton and its influence on the survival of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Noctuidae: Lepidoptera). **Current science**, v. 89, n. 2, p. 291-298, 2005.

LIMA JÚNIOR, I. S.; DEGRANDE, P. E.; BERTONCELLO, T. F.; MELO, E. P. de; SUEKANE, R. Avaliação quantitativa do impacto do algodão-bt na população de araneae, carabidae e formicidae predadores ocorrentes sobre o solo. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 32-40, 2013.

LIANG, G. M.; WU, K. M.; YU, H. K.; LI, K. K.; FENG, X.; GUO, Y. Y. Changes of inheritance mode and fitness in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) along with its resistance evolution to Cry1Ac toxin. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 97, n. 2, p. 142-149, 2008.

LIU, F.; XU, Z.; ZHU, Y. C.; HUANG, F.; WANG, Y.; LI, H.; GAO, C.; ZHOU, W.; SHEN, J. 2010. Evidence of field-evolved resistance to rylAc-expressing Bt cotton in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in northern China. **Pest Management Science**, v. 66, n. 2, p. 155-161, 2010.

MAIA, A. H. N. Definindo estratégias de manejo da resistência de pragas a toxinas Bt expressas em culturas transgênicas: o papel dos modelos de simulação. **Embrapa meio ambiente**, Jaguariúna, p. 1-5, 2005.

SIEGFRIED, B. D.; ZOERB, A. C.; SPENCER, T. Development of European corn borer larvae on the Event 176 Bt corn: Influence on survival and fitness. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 100, n. 1, p. 15-20, 2001.

TABASHNIK, B. E.; WU, K. M.; WU, Y. D. Early detection of field-evolved resistance to Bt cotton in China: cotton bollworm and pink bollworm. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 110, n. 3, p. 301-306, 2012.

THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; PEREIRA, E. J. G.; DEGRANDE, P. E. **Helicoverpa armigera: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso**. Primavera do Leste: Instituto Mato-grossense do Algodão, 2013. p.1-12. (IMAmt, Circular técnica 5).

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: Mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de população coletada em 2010 em algodão *Bt*

Danilo Renato Santiago Santana, Paulo Eduardo Degrande e Elmo Pontes de Melo

RESUMO: Dentre as principais pragas do algodoeiro, destaca-se a *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). O controle da *S. frugiperda* baseia-se, principalmente, no uso de produtos químicos e plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915), principalmente nas culturas de milho e algodão. O objetivo do estudo foi avaliar a mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, oriundas de uma população de campo coletada no ano de 2010 em folhas de algodoeiro *Bt* e não-*Bt*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Aplicada da UFGD, em Dourados, MS. Plantas de algodão *Bt* e não-*Bt* foram cultivadas a campo e as criações dos insetos e biotestes foram conduzidos em laboratório. Os algodoeiros testados foram: FM - 982 GL[®] (não-*Bt*), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). Os estudos de mortalidade de *S. frugiperda* foram realizados em laboratórios ofertando estruturas vegetativas [folhas de algodoeiro com as seguintes idades (dias após a emergência = DAE): 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 DAE] e reprodutivas (botões florais, pétalas, maçãs pequenas e maçãs grandes) obtidas do cultivo de plantas a campo. Os resultados indicaram que o genótipo DP 555BGRR[®] causou a mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* inferiores a 50% durante todo o período do experimento. Os materiais DP 1228B2RF[®] e FM 940GLT[®], apesar de apresentarem taxas de mortalidade maiores que a DP 555BGRR[®], também não alcançaram 80 % de controle. Já o material FM 975WS[®] provocou mortalidade superior a 80% até aproximadamente 100 dae. Esse comportamento foi mais estável até a 5ª avaliação, aos 84 dias após a emergência das plantas. A partir desta data, há uma oscilação da porcentagem de mortalidade para FM 975WS[®], com oscilações de controle inferiores e superiores a 80%. Já para os estudos de estrutura reprodutiva, os materiais DP 555BGRR[®] apresentaram as maiores médias de lagartas e o material FM 975WS[®] apresentou as menores médias de lagartas evidenciando maiores porcentagem de mortalidade. Os materiais DP 1228B2RF[®] e FM 940GLT[®] causaram maiores índice de mortalidade para *S. frugiperda*, quando as lagartas foram alimentadas com botões florais e maçãs pequenas. Os algodoeiros-*Bt* interferem de forma negativa na sobrevivência e desenvolvimento de lagartas de *S. frugiperda*, quando comparadas ao não-*Bt*.

Palavras-chave: Bollgard[®], Bollgard II[®], TwinLink[®], WideStrike[®]

Chapter 2: Crawler mortality *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) arising from population collected in 2010, in cotton *Bt*

Danilo Renato Santiago Santana, Paulo Eduardo Degrande e Elmo Pontes de Melo

ABSTRACT: Among the major cotton pests, the *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) stands out. The control of *S. frugiperda* relies primarily on the use of chemicals and genetically modified plants that express proteins of the bacterium *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915), mainly in maize and cotton crops. The aim of the study was to evaluate the mortality of the larvae of *S. frugiperda* from field population collected in 2010 in *Bt* and non *Bt* cotton. The experiments were conducted in the Applied Entomology Laboratory of UFGD in Dourados, MS. Both *Bt* and non *Bt* cottons were grown in the field and the creations of insects and bioassays were conducted in the laboratory. The tested cotton plants were: FM - 982 GL[®] (non-*Bt*), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) and FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). The mortality of *S. frugiperda* studies were conducted in laboratory by offering vegetative structures [cotton leaves with the following ages (days after emergence = DAS) 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 and 154 DAS] and reproductive (square, petals, small and large bolls) structures obtained from field of plant cultivation. The results indicated that the DP 555BGRR[®] genotype caused mortalities below 50% in *S. frugiperda* caterpillars throughout the period of the experiment. DP 1228B2RF[®] and FM 940GLT[®] materials, although with higher mortality rates than DP 555BGRR[®] also did not reach 80% of the control. However the FM 975WS[®] caused higher mortality of 80% to about 100 DAS. This behavior was more stable to the 5th assessment at 84 DAS. From this date on there is a fluctuation in the percentage of mortality for FM 975WS[®] with the control swings lower and upper 80%. As for the reproductive structure studies DP 555BGRR[®] materials showed the highest caterpillars average and FM 975WS[®] material showed the lowest average showing the higher mortality rate. DP 1228B2RF[®] and FM 940GLT[®] materials caused higher mortality rate for *S. frugiperda*, when the larvae were fed with square and small bolls. The cotton *Bt* interfere negatively on the survival and development of larvae of *S. frugiperda* when compared to non *Bt*.

Keywords: Bollgard[®], Bollgard II[®], TwinLink[®], WideStrike[®]

INTRODUÇÃO

A Cultura do Algodão é atacada por um elevado número de insetos-pragas, durante todo o seu desenvolvimento. Dentre as principais pragas dos Agroecossistemas Brasileiros, destaca-se a *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). No Brasil, a *S. frugiperda* tem sido citada como praga importante para a cultura do algodão (MARTINELLI et al., 2007), milho (VALICENTE, 2008) e de outras culturas tais como: sorgo, soja, feijão, cana-de-açúcar, aveia e trigo, plantas voluntárias e plantas daninhas etc.

Os cuidados no controle dessa praga são tomados praticamente durante todo o período de desenvolvimento das plantas do algodoeiro, pois os danos provocados pelas lagartas estendem-se desde a emergência até a maturação (SANTOS, 2011), atacando preferencialmente os botões florais em pleno florescimento e formação de maçãs (BARROS et al., 2010).

Atualmente, as estratégias de controle, devido à polifagia e a dispersão de mariposas provenientes de outras culturas, são o uso de produtos químicos (ANDREWS, 1988) e plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) que causam morte de muitos insetos, principalmente lepidópteros (BERNARDI & OMOTO, 2012; FONTES et al., 2002).

Entretanto, as oscilações na expressão das proteínas Cry nas plantas geneticamente modificadas podem influenciar no controle do alvo biológico (SANTOS & TORRES, 2010). Essas oscilações podem estar relacionadas com a idade da planta, com as diferentes partes da planta, e supostamente com as condições climáticas (TORRES et al., 2009), bem como com localização geográfica do cultivo (FERNANDES et al., 2003) ou até mesmo com a resistência do inseto à tecnologia *Bt*.

Com o cultivo em larga escala de plantas geneticamente modificadas, ou seja, as tecnologias *Bt* no Brasil (SANTOS & TORRES, 2010), é de suma importância verificar variedades *Bt* disponíveis no mercado e estudar a vida útil das proteínas Cry inseridas nas plantas, principalmente no algodoeiro.

Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar a mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, oriundas de uma população de campo coletada do ano de 2010 em estruturas vegetativas e reprodutivas de algodoeiro *Bt* e não *Bt* comerciais cultivados na Safra 2014/2015.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados – (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (MS), na safra 2014-15, no período de 07 de outubro (preparação da área) a 15 de abril de 2015 (fim do ciclo do algodoeiro, com 154 dias após a emergência). Plantas de algodão *Bt* e não-*Bt* foram cultivadas a campo e as criações dos insetos e biotestes foram conduzidos em sala climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70\pm 5\%$ e fotofase de 12 h).

Os algodoeiros foram cultivados em uma área de 500 m^2 , constituída de Latossolo Vermelho Distroférico e previamente preparada convencionalmente com aração e gradagem. A cultura foi semeada manualmente no dia 07 de novembro de 2014 com espaçamento de 0,90 m entre linhas com densidade de 8 sementes/metro linear. As adubações foram realizadas de acordo com a boa prática agrícola recomendada para a cultura (CARVALHO et al., 2011). O controle de pragas e doenças foi realizado com inseticidas e fungicidas específicos, conforme o registro no Ministério da Agricultura e Pecuária - (AGROFIT, 2016). Já o controle de plantas daninhas foi manual e o experimento foi irrigado quando necessário.

As parcelas constituíram-se de 4 linhas de plantio com 4 metros de comprimento em uma área de $10,8\text{ m}^2$. Como parcela útil utilizou-se somente as 2 linhas centrais, desprezando-se as extremidades. O experimento teve cinco tratamentos, baseados em diferentes variedades de algodão. Os algodoeiros semeados foram: FM - 982 GL[®] (não *Bt*), DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae). Em cada infestação em laboratório, coletaram-se folhas e estruturas reprodutivas do terço médio das plantas, as quais foram ofertadas para lagartas neonatas (24 h de idade).

Nos estudos de mortalidade de *S. frugiperda*, realizado em laboratório, foram oferecidas estruturas vegetativas (folhas de algodoeiro) com as seguintes idades das plantas (em dias após a emergência = DAE): 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 DAE e reprodutivas (botões florais, pétalas, maçãs pequenas e maçãs grandes) obtidas do cultivo de plantas a campo.

No dia da infestação, as folhas e as estruturas reprodutivas foram coletadas e lavadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% e logo após enxaguadas com água

destilada. Em seguida, foram dispostas para secar em bancadas do laboratório sobre folhas de papel filtro.

Em laboratório, as folhas e estruturas reprodutivas foram acondicionadas em copos plásticos (250 mL) com papel filtro umedecidos com água destilada, onde foram realizadas as infestações com 4 lagartas neonatas de *S. frugiperda* por copo, identificando a parcela e a data da infestação.

As lagartas neonatas de *S. frugiperda* foram oriundas da criação massal do Laboratório de Entomologia do Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN). A infestação foi feita em até 24 horas após a eclosão das lagartas (indivíduos neonatos). Neste período de espera, de até 24 horas, as lagartas foram mantidas em dieta artificial.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e dez repetições. As avaliações foram realizadas cinco dias após as infestações, observando os indivíduos mortos e vivos para o posterior cálculo da mortalidade pela fórmula de Abbott (1925), e os dados foram transformados em raiz de $x + 0.5$, submetidos à análise de variância e as comparações de médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As lagartas sobreviventes, após esperados cinco dias de consumo, foram medidas quanto ao tamanho (em mm) para posterior categorização me escala de notas descrita na (Tabela 1).

$$\%Mortalidade = \left\{ \left[\frac{\text{Testemunha}^1 - \text{Tratamento}^2}{\text{Testemunha}} \right] \right\} \times 100$$

¹Número de lagartas vivas na testemunha

²Número de lagartas vivas no tratamento

Tabela 1. Categorização de notas da escala para indivíduos (lagartas de *S. frugiperda*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm) (GREENBERG et al. 2011).

| Condição | Tamanho (mm) | Nota |
|------------------------|---------------------|-------------|
| Indivíduo morto | - | 0 |
| Sobrevivente L1 | <5 | 1 |
| Sobrevivente L2 | 5-8 | 2 |
| Sobrevivente L3 | 8-12 | 3 |
| Sobrevivente L4 | >12 | 4 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que o genótipo DP 555BGRR[®] (Cry1Ac) causou mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* inferior a 50% durante todo o período do experimento (Figura 1 e 2). Tais observações corroboram com Santos & Torres (2010) que verificou sobrevivência de *S. frugiperda* tanto em folhas de algodão-Bt que expressam a proteína Cry1Ac, quando comparadas com planta não-Bt, conduzidos em laboratório e a campo.

Os materiais DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae), apesar de apresentarem taxas de mortalidade maiores que a DP 555BGRR[®], também não alcançaram 80% de controle (Figura 1 e 2). Ao contrário dos resultados observados por Sorgatto (2013) onde foi observada mortalidade acima de 80% no evento piramidado (Cry1Ac + Cry2Ab2) em disco de folhas oferecidas para *S. frugiperda* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae).

A baixa mortalidade de *S. frugiperda* no evento de algodão Cry1Ac/Cry2Ab2 indica que essa praga pode estar evoluindo para população resistente a esse material. Segundo Gould (1998), em uma população de indivíduo sobrevivente de plantas-Bt, pode-se encontrar também indivíduos heterozigotos, que são responsáveis pela evolução inicial da resistência.

Já o material FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F) provocou mortalidade superior a 80% até aproximadamente 100 DAE (Figura 1 e 2). Esse comportamento foi mais estável até a 5ª avaliação, aos 84 dias após a emergência das plantas. A partir desta data, há uma oscilação da porcentagem de mortalidade para FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), com oscilações de controle inferior e superior a 80%. Os resultados observados por Armstrong et al. (2011) apresentam semelhanças aos observados nesse estudo, onde verificou-se mortalidade nos eventos piramidados (Cry1Ac + Cry1F) em folhas oferecidas para *S. frugiperda*.

Trabalhos realizados por Farias et al. (2014) contrariam os resultados observados nesse estudo, no qual as lagartas de *S. frugiperda* coletadas em diversos estados brasileiros, criadas em laboratório e posteriormente alimentadas em dieta artificial contendo a proteína Cry1F evoluíram para resistência a essa toxina, fato que já era observado no campo desde a Safra 2012/13 na Cultura do Milho Herculex[®] que expressa a proteína Cry 1F. Sendo assim, é possível especular que lavouras de milho

mal manejadas (sem refúgio, sem mistura de proteínas diferentes, etc.) tenham acelerado a evolução à resistência desta praga às proteínas Cry1F, retirando os benefícios de algumas variedades de algodão que poderiam controlar esta praga. Outro ponto a ser destacado é que, de maneira geral, houve um decréscimo da mortalidade com a senescência da planta. Ou seja, quando folhas mais velhas foram ofertadas as lagartas, houve um aumento no índice de sobrevivência dos insetos.

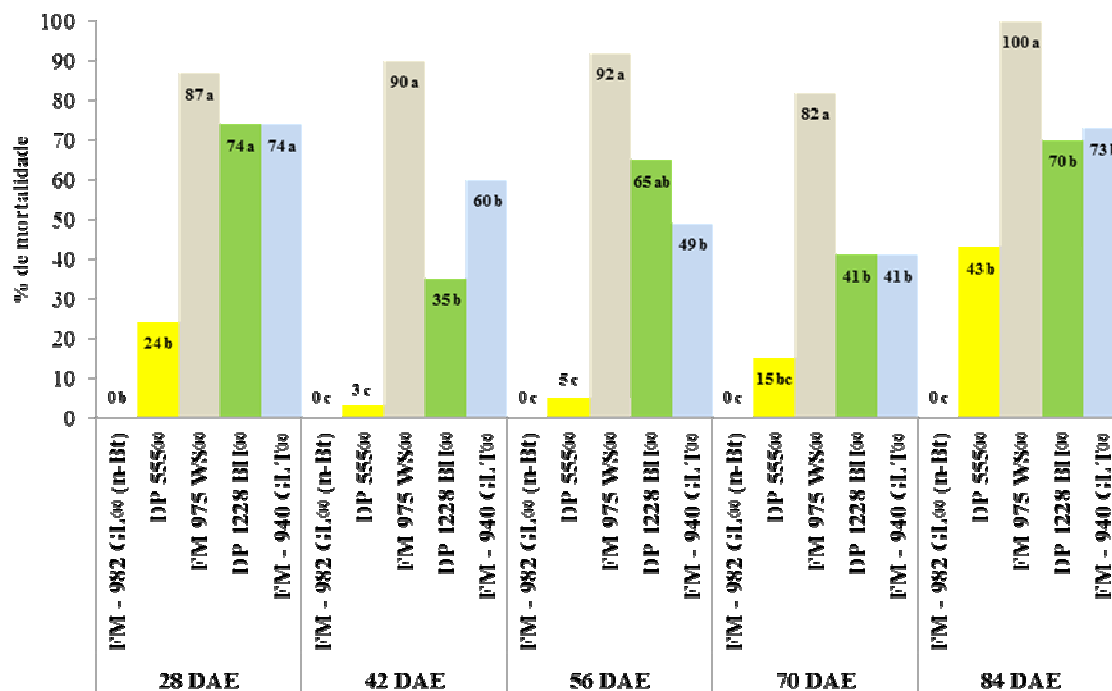


Figura 1. % Porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70 e 84 dias após a emergência (DAE). Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, 2014/15.

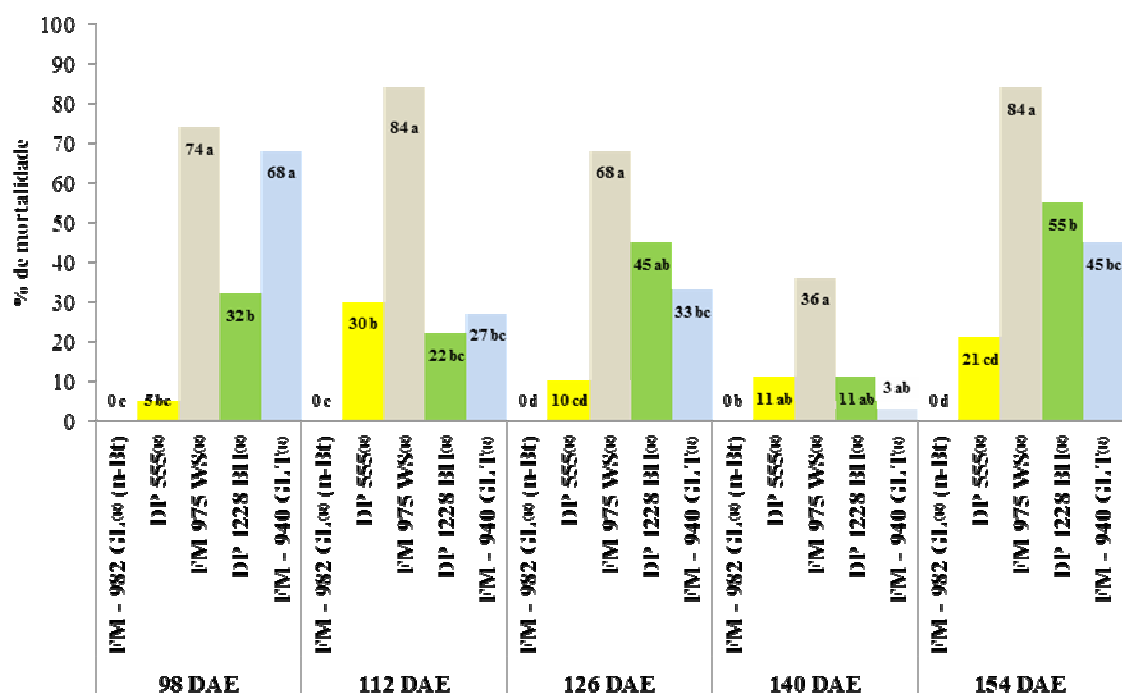


Figura 2. % Porcentagem de mortalidade de *S. frugiperda* alimentada em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE). Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, 2014/15.

Os materiais FM - 982 GL[®] (não Bt) e DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), apresentaram as maiores médias de sobrevivência de lagartas quando, alimentadas com estruturas reprodutivas, ou seja, tais materiais apresentaram maior média de sobrevivência (Tabela 3). Sendo assim, pensando no manejo integrado de *S. frugiperda* na cultura do algodoeiro, nesses materiais são necessárias medidas de controle adicionais para manter os níveis populacionais desta praga abaixo do nível de dano econômico.

As estruturas reprodutivas do material DP 555BGRR[®] (Cry1Ac) provocou baixo índice de mortalidade, comportamento esse já observado para as estruturas vegetativas para a praga estudada quando alimentada com esse material. Resultados semelhantes foram observados em que *S. frugiperda* sobreviveu também em algodão-Bt expressando a toxina Cry1Ac (RAMALHO et al., 2011).

O material FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F) novamente, como já observado para as estruturas vegetativas, apresentou as menores médias de lagartas evidenciando maiores porcentagem de mortalidade (Figura 3). Os resultados observados por Adamczyk et al. (2008) foram semelhantes a esse estudo, quando os mesmos eventos

proporcionaram a mortalidade de *S. frugiperda* em folhas de algodão-Bt contendo o mesmo evento.

Os materiais DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) causaram maiores índice de mortalidade para *S. frugiperda*, quando as lagartas foram alimentadas com botões florais e maçãs pequenas (Figura 3). Esses resultados vão de encontro aos observados por Santos & Torres (2010). Esses autores relatam uma maior sobrevivência de lagartas alimentadas com estruturas reprodutivas quando comparadas com estruturas vegetativas. Vale ressaltar que tais autores trabalharam com eventos não piramidados e com mais de uma espécie de pragas.

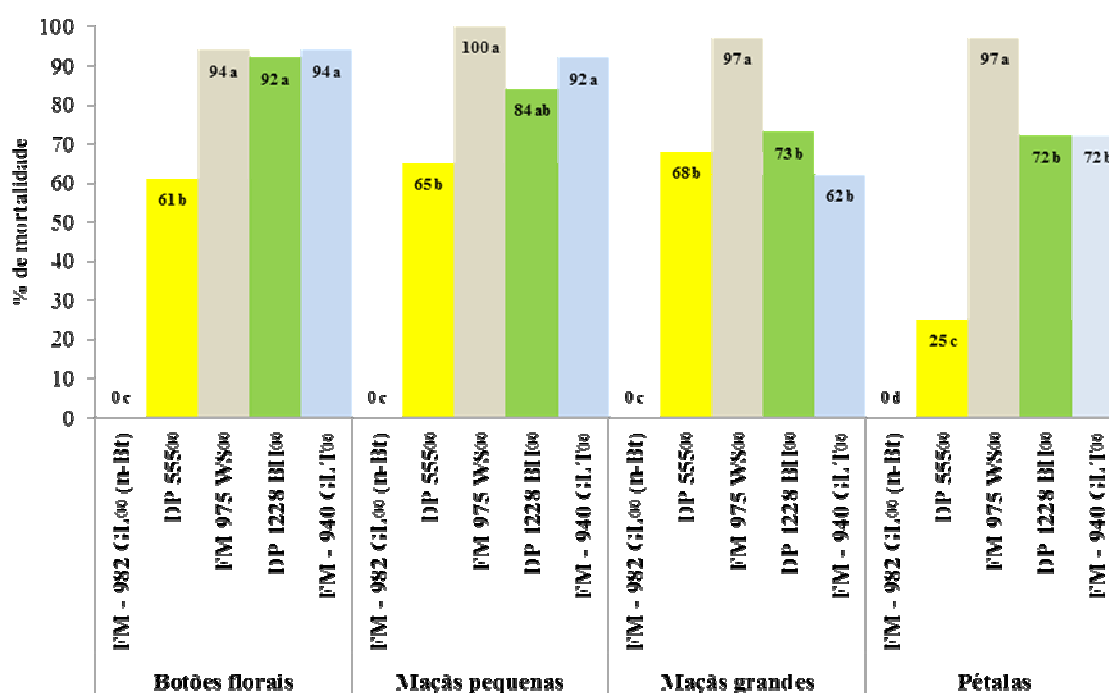


Figura 3. % Porcentagem de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* alimentada em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2), FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais, Maçãs pequenas, Maçãs grandes, e Pétalas. Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dourados, 2014/15.

Outro ponto muito importante, observado no estudo, refere-se à escala de categorização (nota). Nota-se que, como já era esperado, o material FM - 982 GL[®] (n-Bt) permitiu não só a sobrevivência, bem como o desenvolvimento das lagartas nota 3. Comportamento semelhante foi observado ao material DP 555BGRR[®] (Cry1Ac), (nota 2) (Tabelas 2 e 3).

O material FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), indiferente à parte da planta (estruturas reprodutivas e vegetativas) e à fase de desenvolvimento da cultura (mesmo

em senescência) quando houve sobrevivência de lagartas, as mesmas não conseguiram desenvolver (nota 1). De maneira geral, exceto para o material FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), com a senescência da planta, as lagartas que sobrevivem apresentam desenvolvimento (notas 3 e 2) (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *S. frugiperda* sobreviventes após alimentação em folhas de variedades de algodão-Bt, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes datas de idades: 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 e 154 dias após a emergência (DAE) e a nota (N). Dourados, 2014/15.

| TRATAMENTOS | 28 | | 42 | | 56 | | 70 | | 84 | | 98 | | 112 | | 126 | | 140 | | 154 | |
|---------------------------------|--------|-----|--------|---|-------|---|--------|---|-------|---|-------|---|-------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
| | MÉD*** | N** | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N |
| FM - 982 GL [®] (n-Bt) | 3.8 b* | 2 | 4.0 d | 2 | 3.7 c | 2 | 3.9 c | 3 | 3.7 c | 3 | 3.8 b | 3 | 3.7 b | 1 | 4.0 c | 2 | 3.6 b | 3 | 3.8 d | 2 |
| DP 555 [®] | 2.9 b | 1 | 3.9 cd | 2 | 3.5 c | 1 | 3.3 bc | 2 | 2.1 b | 3 | 3.6 b | 2 | 2.6 b | 2 | 3.6 c | 2 | 3.2 ab | 2 | 3.0 cd | 2 |
| FM 975 WS [®] | 0.5 a | 1 | 0.4 a | 1 | 0.3 a | 1 | 0.7 a | 1 | 0.0 a | 0 | 1.0 a | 1 | 0.6 a | 1 | 1.3 a | 1 | 2.3 a | 1 | 0.6 a | 1 |
| DP 1228 BII [®] | 1.0 a | 1 | 2.6 cb | 2 | 1.3 b | 1 | 2.3 b | 1 | 1.1 b | 1 | 2.6 b | 1 | 2.9 b | 1 | 2.2 ab | 1 | 3.2 ab | 2 | 1.7 b | 2 |
| FM - 940 GLT [®] | 1.0 a | 1 | 1.6 b | 1 | 1.9 b | 1 | 2.3 b | 1 | 1.0 b | 1 | 1.2 a | 1 | 2.7 b | 1 | 2.7 bc | 1 | 3.5 ab | 2 | 2.1 bc | 2 |
| CV % | 26.46 | | 18.58 | | 20.44 | | 19.73 | | 23.14 | | 24.21 | | 17.16 | | 18.54 | | 15.95 | | 18.84 | |

*Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** (N) - Categorização de notas da escala para indivíduos de (lagartas de *S. frugiperda*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm).

***Número médio inicial de lagartas igual a 4/repetição.

Tabela 3. Número médio (MÉD) de lagartas vivas de *S. frugiperda* sobreviventes após alimentação em estruturas reprodutivas de variedades de algodão-*Bt*, com as respectivas proteínas de *B. thuringiensis*: DP 555[®] (Cry1Ac), FM 975 WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228 BII[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM - 940 GLT[®] (Cry1Ab +Cry2Ae) e FM - 982 GL[®] (n-Bt) não-Bt, com as seguintes estruturas: Botões florais (BF), Maçãs pequenas (MP), Maçãs grandes (MG), e Pétalas (PE). Dourados, 2014/15.

| TRATAMENTOS | BF | | MP | | MG | | PE | |
|---------------------------------|--------|-----|--------|---|-------|---|-------|---|
| | MÉD*** | N** | MÉD | N | MÉD | N | MÉD | N |
| FM - 982 GL [®] (n-Bt) | 3.6 c* | 2 | 3.7 c | 3 | 3.7 c | 1 | 3.6 c | 3 |
| DP 555 [®] | 1.4 b | 2 | 1.3 b | 1 | 1.2 b | 2 | 2.7 c | 2 |
| FM 975 WS [®] | 0.2 a | 1 | 0.0 a | 0 | 0.1 a | 1 | 0.1 a | 1 |
| DP 1228 BII [®] | 0.3 a | 1 | 0.6 ab | 2 | 1.0 b | 2 | 1.0 b | 2 |
| FM - 940 GLT [®] | 0.2 a | 1 | 0.3 a | 2 | 1.4 b | 2 | 1.0 b | 2 |
| CV % | 22.53 | | 23.74 | | 22.21 | | 19.72 | |

*Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** (N) - Categorização de notas da escala para indivíduos de (lagartas de *S. frugiperda*) sobreviventes após cinco dias das realizações dos testes de mortalidade associados aos seus tamanhos (mm).

***Número médio inicial de lagartas igual a 4/repetição.

É importante ressaltar, nesse estudo, que os baixos índices de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* observados em alguns materiais, podem estar relacionados com a variação da expressão de toxinas nas diferentes partes das plantas *Bt*. Essa oscilação da toxina pode variar em graus de eficiência em condições de campo pelos fatores ambientais ou até mesmo pela idade da planta (TORRES et al., 2006), promovendo, assim, um alto índice de sobrevivência de lepidópteros-pragas. Keller et al. (1996) demonstraram que o suco intestinal de *S. littoralis* tem alta atividade proteolítica, capaz de degradar completamente a proteína Cry1C.

Baseado na literatura consultada e nos resultados observados no presente estudo, fica evidente que as plantas que expressam genes com atividade inseticida são apenas mais uma ferramenta muito importante para controle de pragas. No entanto, fica explícito também que o uso incorreto, sem respeitar suas limitações, implicará na seleção de populações de pragas resistentes e na perda precoce de tal ferramenta.

CONCLUSÕES

a) O algodão FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F) apresenta alta mortalidade de lagartas neonatas de *S. frugiperda* em folhas e estruturas reprodutivas, de uma população oriunda de campo de 2010.

b) O algodão DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) apresenta alta mortalidade de lagartas neonatas de *S. frugiperda* em botões florais e maçãs pequenas.

c) Os algodoeiros-*Bt* FM 975WS[®] (Cry1Ac + Cry1F), DP 1228B2RF[®] (Cry1Ac + Cry2Ab2) e FM 940GLT[®] (Cry1Ab + Cry2Ae) interferem de forma negativa na sobrevivência e desenvolvimento de lagartas neonatas de *S. frugiperda*, quando comparadas ao não *Bt*.

Concluiu-se que as variedades de algodoeiro podem ser utilizadas no manejo de lagartas desta praga, mas não exercem um controle total sobre a mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, J. S.; ADAMCZYK, J. J.; JR.; GREENBERG, S. M. Efficacy of single and dual gene cotton *Gossypium hirsutum* events on neonate and third instar fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* development based on tissue and meridic diet assays. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 2, p. 262-271, 2011.
- AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 jan. 2016.
- ADAMCZYK, J. J.; JR.; GREENBERG, S.; ARMSTRONG, J. S.; MULLINS, W. J.; BRAXTON, L. B.; LASSITER, R. B.; SIEBERT, M. W. Evaluations of Bollgard®, BollgardII®, and WideStrike® technologies against beet and fall armyworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 91, n. 4, p. 531-536, 2008.
- ANDREWS, K. L. Latin American research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v. 71, n. 4, p. 630-653, 1988.
- BERNARDI, O.; OMOTO, C. Tecnologia preservada. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 14, n. 155, p.10-13, 2012.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010.
- CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação no algodoeiro. In: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado do Brasil.2ª** ed. Goiânia: ABRAPA, 2011. p. 677-752.
- FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R.; PANIZZI, A. R. The environmental effects of genetically modified crops resistant to insects. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 4. p. 497-513, 2002.
- FERNANDES, O. D.; PARRA, J. R. P.; NETO, A. F.; PÍCOLI, R.; BORGATO, A. F.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 25-35, 2003.
- GREENBERG, S. M.; ADAMCZYK, J. J.; ALEJANDRO, J. J. HOLLOWAY, J. W.; Approaches for Improving Present Laboratory and Field Methodology for Evaluation Efficacy of Transgenic Technologies. **BioOne**, v. 36, n. 3, p. 261-270, 2011.
- GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review of Entomology**, v.43, p. 701-726, 1998.
- KELLER, M.; SNEH, B.; STRIZHOV, N.; PRUDOVSKY, E.; REGEV, A.; KONCZ, C.; SCHELL, J.; ZILBERSTEIN, A. Digestion of delta-endotoxin by gut proteases may explain reduced sensitivity of advanced instar larvae of *Spodoptera littoralis* to Cry1C. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 25, n. 3, p. 365-373, 1996.

MARTINELLI, S.; CLARK, P.L.; ZUCCHI, M.I.; SILVA, M.C.; FOSTER, J.E.; Omoto, C. Genetic structure and molecular variability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) collected in maize and cotton fields in Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 97, n. 3, p. 225-231, 2007.

RAMALHO, F. S.; AZEREDO, T. L.; NASCIMENTO, A. R. B.; FERNANDES, F. S.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. L.; MALAQUIAS, J. B.; SILVA, C. A. D.; ZANUNCIO, J. C. Feeding of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, on Bt transgenic cotton and its isoline. **Entomologia Experimentalis Applicata**, v. 139, n. 3, p. 207-214, 2011.

SANTOS, W.J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro: In: FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. 2 ed. Aparecida de Goiânia: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2011. p. 495-566.

SANTOS, R. L.; TORRES, J. B. Produção da proteína Cry1Ac em algodão transgênico e controle de lagartas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 509-517, 2010.

SORGATTO, R. J. **Sobrevivência e desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* e *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão Cry1Ac/Cry2Ab2 e Cry1Ac/Cry1F: Implicações para o Manejo da Resistência de Insetos**. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo “Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; ADANG, M. J. Expression of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac protein in cotton plants, acquisition by pests and predators: a tritrophic analysis. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 8, n. 3, p. 191-202, 2006.

TORRES, J. B. Transgenic cotton for sustainable pest management: a review. In: LICHTFOUSE, E. (Org.). **Organic farming, pest control and remediation of soil pollutants: sustainable agriculture reviews**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 15-54.

VALICENTE, F.H. **Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com *Bacillus thuringiensis***. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 2008. p. 9. (EMBRAPA/CNPMS, Circular Técnica, 105).

Capítulo 3: Competição entre as lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de Algodão

Danilo Renato Santiago Santana, Paulo Eduardo Degrande e Elmo Pontes de Melo

RESUMO: Um dos principais fatores que comprometem o rendimento e a qualidade da produção do algodoeiro é a incidência de pragas. Dentre as principais pragas dos Agroecossistemas Brasileiros, podemos destacar a *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda*. Tratam-se de espécies com hábito migratório, alta taxa de reprodução e polípagas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a competição interespecífica de *H. armigera* e *S. frugiperda* em plantas de algodão. Os experimentos foram conduzidos em uma área de 180 m² do laboratório da Entomologia Aplicada da UFGD, em Dourados, MS. Plantas de algodão convencional (FM - 982 GL[®]) foram cultivadas a campo e as criações dos insetos foram conduzidas em laboratório. Os estudos sem e com combinações foram realizados a campo, de forma artificial, no estágio reprodutivo das plantas de algodoeiro, infestações de lagartas de terceiro instar de *H. armigera* e *S. frugiperda* nos seguintes arranjos: sem combinação (zero 0, uma 1, duas 2, quatro 4 e oito 8 / na espécie de *S. frugiperda*) - (zero 0, uma 1, duas 2, quatro 4 e oito 8 / na espécie de *H. armigera*) e com combinação (zero 0 + 0, uma 1 + 1, duas 2 + 2, quatro 4 + 4 e oito 8 + 8 com ambas espécies de *S. frugiperda* + *H. armigera*). Sobre as plantas foram instaladas gaiolas revestidas com tecido voal, para que não houvesse fuga das lagartas e nem infestação natural (externa). Observou-se que indiferente ao número de lagartas de *S. frugiperda* (uma, duas, quatro ou oito, isoladas ou combinadas com *H. armigera*) houve o canibalismo entre as lagartas de *S. frugiperda*. Já no experimento com *H. armigera*, no número médio de lagartas encontradas nos diferentes tratamentos (uma, duas, quatro ou oito, isoladas ou combinadas com *S. frugiperda*) foram observadas diferenças significativas. Notou-se que não houve canibalismo entre as lagartas de *H. armigera*. Entretanto, para as combinações entre as lagartas de *S. frugiperda* e *H. armigera* a espécie que mais predominou foi *H. armigera* em todos os tratamentos avaliados. Já nas contagens de danos provocados pelas duas espécies, a que mais danificou as estruturas reprodutivas do algodoeiro foi a *H. armigera*. Também observou-se que a lagarta *S. frugiperda* apresentou maiores médias de mortalidade e que na presença da *H. Amigera*, esse processo foi intensificado.

Palavras-chave: Canibalismo, Combinação, Polífagia, Algodoeiro

Chapter 3: Competition between the *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) in plants cotton

Danilo Renato Santiago Santana, Paulo Eduardo Degrande e Elmo Pontes de Melo

ABSTRACT: The main factors that compromise the performance and cotton production quality is the incidence of pests. Among principal pests of Agroecosystems Brazilians, highlight the *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera frugiperda*. These are species with migratory habit, high reproduction rate and polyphagous. Thus, objective of this study was to evaluate the interspecific competition of *H. armigera* and *S. frugiperda* in cotton plants. The experiments were conducted in an area of 180 m² laboratory of Entomology Applied the UFGD in Dourados, MS. Plants the cotton conventional (FM - 982 GL®) were grown in the field and the creations of insects were conducted in the laboratory. Studies with and without combinations were carried out in the field, where it were made artificially in the reproductive stage of cotton plants, third instar caterpillar infestations of *H. armigera* and *S. frugiperda* in the following arrangements: no combination (zero 0, one 1, two 2, four 4, eight 8 / in *S. frugiperda* specie) and (zero 0, one 1, two 2, four 4, eight 8 / in *H. armigera* specie) and combination (zero 0 + 0, one 1 + 1, two 2 + 2 four 4 + 4 eight 8 + 8 with both species of *S. frugiperda* and *H. armigera*). About plants were installed cages lined with voile fabric, so that there was no escape from the caterpillars and even natural infestation (external). It was observed that indifferent to the caterpillar number of *S. frugiperda* (one, two, four or eight, isolated or combined with *H. armigera*) was cannibalism among larvae of *S. frugiperda*. In the experiment with *H. armigera* the average number of larvae found in different treatments (one, two, four or eight, alone or in combination with *S. frugiperda*) significant differences were observed. It was noted that there was no cannibalism between *H. armigera* caterpillars. However, combinations between the larvae of *S. frugiperda* and *H. armigera* the species the *H. armigera* was predominant in all the treatments. Already in damage counts caused by two species that most damaged the reproductive structures of the cotton plant was the *H. armigera*. We can also note that the larvae *S. frugiperda* showed higher average mortality and the presence of *H. armigera* this process was intensified.

Keywords: Cannibalism, Combination, Polyphagia, Cotton

INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) representa uma cultura de grande importância econômica para o Cerrado Brasileiro. No entanto, ela pode ser atacada pelo um complexo de lepidópteros-pragas que desfolham as plantas ou destroem as partes reprodutivas, assim, essas pragas em altas infestações podem causar sérios danos à cultura (LIMA JÚNIOR et al., 2013).

Dentre as pragas mais importantes para a cultura, encontra-se a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797), conhecida vulgarmente com a lagarta militar ou lagarta do cartucho (BARROS, et al., 2005). O manejo de *S. frugiperda* em nível de campo tem sido difícil, por apresentar uma ampla distribuição geográfica (BOREGAS et al., 2013) e polífgia, ou seja, pode ser encontrada se alimentando em várias culturas de importância econômica tais como: soja, milho e algodão. No algodoeiro ela pode atacar folhas, botões florais, flores e maçãs (GALLO, et al., 2002), inclusive assumindo o hábito da lagarta-rosca.

Outro lepidóptero-praga de ocorrência nos algodoeiros do Cerrado é a *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae). A *H. armigera* era uma praga exótica no Brasil até ser constatada em 2013, causando sérios danos econômicos em diversas culturas agrícolas (CZEPAK et al., 2013). No algodoeiro, ela se alimenta das folhas e estruturas reprodutivas das plantas. É uma praga de hábito migratório, alta taxa de reprodução e extremamente polífgas, ou seja, com capacidade de se alimentar de várias espécies de plantas, tais como: soja, milho, tomate, feijão, sorgo, milheto, guandu, trigo, crotalaria e plantas daninhas (ÁVILA et al., 2013).

Essas duas lagartas (*H. armigera* e *S. frugiperda*) podem competir por alimentos, principalmente em plantas de algodoeiro e podem influenciar na taxa de mortalidade. Esse tipo de comportamento é conhecido como competição interespecífica e ocorre quando indivíduos de uma das espécies disputam pelo mesmo hospedeiro - ou recurso alimentar - e acabam sofrendo redução em fecundidade, crescimento ou sobrevivência (BEGON et al., 2006).

Apesar da importância econômica de ambas *H. armigera* e *S. frugiperda* para o cultivo do algodão, até o momento, não existem informações que demonstrem com clareza as diferenças dos danos causados ao algodoeiro para cada uma das espécies, bem como as diferenças na sensibilidade destas pragas às plantas de algodão e a competição interespecíficas em relação ao mesmo hospedeiro. Assim, com o intuito de subsidiar os produtores quanto às estratégias de manejo de pragas do algodão, o objetivo deste trabalho foi avaliar a competição interespecífica de *H. armigera* e *S. frugiperda* em plantas de algodão convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados – (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (MS), na Safra 2014-15, no período de 07 de outubro (preparação da área) a 15 de abril de 2015 (fim do ciclo do algodoeiro, com 154 dias após a emergência). Plantas de algodão não-Bt foram cultivadas a campo e as criações dos insetos e biotestes foram conduzidos em sala climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70\pm 5\%$ e fotofase de 12 h).

Os algodoeiros foram cultivados em uma área total de 180 m^2 constituída de Latossolo Vermelho Distroférico e previamente preparada convencionalmente com aração e gradagem. A área constituiu-se de 11 linhas com 20 metros de comprimento. No entanto, foram utilizadas somente as 9 linhas centrais, totalizando 144 m^2 . A cultura foi semeada manualmente no dia 07 de novembro de 2014 com espaçamento de 0,90 m entre linhas com densidade de 8 sementes/metro linear e o material utilizado foi o FM - 982 GL[®] (não Bt). As adubações foram realizadas de acordo com a boa prática agrícola recomendada para a cultura. O controle de pragas e doenças foi realizado com inseticidas e fungicidas específicos, conforme o registro no Ministério da Agricultura e Pecuária - (AGROFIT, 2016). O controle de plantas daninhas foi manual e o experimento foi irrigado quando necessário.

As infestações foram realizadas artificialmente no estágio reprodutivo das plantas de algodoeiro, e em campo com lagartas de terceiro instar de *H. armigera* e *S. frugiperda*, conforme o esquema da Tabela 1. Sobre as plantas foram instaladas gaiolas com as seguintes dimensões: 0,70 x 0,70 m de largura (na base) e 1,40 metros de altura, revestidas com tecido voal, para que não houvesse fuga das lagartas e nem infestação natural (externa). As lagartas de *H. armigera* foram oriundas da criação massal do laboratório de Entomologia Aplicada da (UFGD) e as lagartas de *S. frugiperda* foram do Laboratório de Entomologia do Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN).

Tabela 1. Combinações nos testes de competição interespecíficas de *H. armigera* e *S. frugiperda* em plantas de algodão. Cada tratamento é representado pelo o número de lagartas de cada espécie por planta e as suas combinações.

| Interação | Espécie (s) | Nº de lagartas/plantas |
|---------------|---|------------------------|
| Sem interação | <i>S. frugiperda</i> | 0 |
| | | 1 |
| | | 2 |
| | | 4 |
| | | 8 |
| | <i>H. armigera</i> | 0 |
| | | 1 |
| | | 2 |
| | | 4 |
| | | 8 |
| Com interação | <i>S. frugiperda</i> + <i>H. armigera</i> | 0 + 0 |
| | | 1 + 1 |
| | | 2 + 2 |
| | | 4 + 4 |
| | | 8 + 8 |

As avaliações foram realizadas cinco dias após as infestações, quando foram observados os indivíduos, mortos e vivos, para o posterior cálculo da mortalidade. Também foram anotados os danos causados nas estruturas reprodutivas (maças, botões florais e flores). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quinze tratamentos e quatro repetições. As variáveis respostas coletadas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está representado o número médio de lagartas *S. frugiperda* e *H. armigera* encontradas nos diferentes tratamentos, após 5 dias da infestação. Observa-se que indiferente ao número de lagartas de *S. frugiperda* (uma, duas, quatro ou oito, isoladas ou combinadas com *H. armigera*) utilizadas na infestação, o número de lagartas encontradas dessa espécie foi estatisticamente semelhante.

Tal ocorrência pode estar relacionada a dois fatores. Primeiramente, ao canibalismo, descrito por diversos autores e presente na espécie *S. frugiperda*. Diversos trabalhos demonstram que a falta de alimento aumenta o canibalismo entre essas lagartas. Raffa (1987) verificou que lagartas de 3º ínstar apresentaram taxa de canibalismo ao redor de 18% quando confinadas em plântulas de milho e, nas repetições em que houve escassez de alimento, essa

taxa foi de 34%. Valores extremos, ou seja, 100% de canibalismo, foram observados por Nalim (1991) ao confinar quatro lagartas dessa espécie em placas de Petri.

Resultados observados por Chapman et al. (1999) quando disponibilizaram alimentos (folhas de milho) em pequenas e grandes quantidades observaram que houve canibalismo das lagartas de *S. frugiperda*, ou seja, a interação entre regime alimentar e oportunidade de canibalizar não foi significativa, indicando que a redução na sobrevivência associada com a presença de membros da mesma espécie foi uniforme em ambos os níveis de disponibilidade de alimentos. Estudos realizado por Chapman et al. (2000) em confinamento de lagartas de *S. frugiperda* em gaiola a campo indicaram que o canibalismo foi frequente quando duas ou quatro larvas foram colocadas dentro das folha não expandidas ('cartucho') de uma planta de milho. Os resultados deste e de outros estudos demonstram claramente que o canibalismo é um comportamento comum de lagartas de *S. frugiperda*.

Outro ponto a ser observado no presente estudo foi que em algumas plantas infestadas por lagartas de *S. frugiperda*, houve o desaparecimento das mesmas nas gaiolas. Esse desaparecimento pode estar relacionado ao fato de que outros autores relatam que com o aumento da densidade populacional desta espécie a uma tendência das lagartas descerem ao solo para empupar (CHAPMAN et al., 2000).

Já no experimento com *H. Armigera*, o número médio de lagartas encontradas nos diferentes tratamentos (uma, duas, quatro ou oito, isoladas ou combinadas com *S. frugiperda*) foi significativamente diferente. Notou-se que não houve canibalismo entre as lagartas de *H. armigera* (Figura 1), em função do aumento populacional; este resultado contraria a literatura. Kakimoto et al. (2003) no estudo lagartas da espécie *H. armigera*, na presença e na ausência de alimento, em que se relatou a ocorrência de canibalismo, e se observou que as lagartas sobreviventes na ausência de alimento diminuíram, significativamente, sua população, quando comparadas com a população na presença de alimento. Sendo assim, a falta de alimento pode intensificar o comportamento canibal da espécie, o que não ocorreu no presente estudo, pois a quantidade de alimento foi abundante.

Nesse mesmo trabalho, os autores relatam ainda que o canibalismo de *H. armigera* pode estar relacionado a vários fatores, tais como as condições nutricionais, densidade populacional da praga e principalmente as condições ambientais. O aumento das frequências de canibalismo sob condições inadequadas foi observado em outras espécies de insetos (CHAPMAN et al. 1999).

Durante as avaliações das plantas de algodoeiro infestadas com lagartas de *H. armigera*, observou-se que as lagartas concentravam-se nas estruturas reprodutivas,

principalmente em botões florais. Estudos realizados por Kakimoto et al. (2003) com mariposas de *H. armigera* em plantas de algodão evidenciaram uma maior oviposição desta praga nas estruturas reprodutivas.

Entretanto, para as combinações entre as lagartas de *S. frugiperda* e *H. armigera*, a espécie que mais predominou foi a *H. armigera* em todos os tratamentos avaliados (Figura 1). Os dados no gráfico evidenciam que nas combinações com uma e duas lagartas de cada espécie, não foram encontradas *S. frugiperda*. Como já foi mencionado no presente estudo, isso pode estar relacionado com a competição intraespecífica (canibalismo) ou interespecífica, no caso da *S. frugiperda* vs *H. armigera*. O efeito adverso pela competição entre as pragas ou até mesmo o canibalismo pode ser devido aos ferimentos causados entre as lagartas que influenciam no desenvolvimento da praga ou podendo levar à morte. Além disso, o consumo dos restos mortais das lagartas nas plantas podem conter microorganismos, tais como: fungos, vírus e bactérias que são agentes biológicos importantes no controle de pragas.

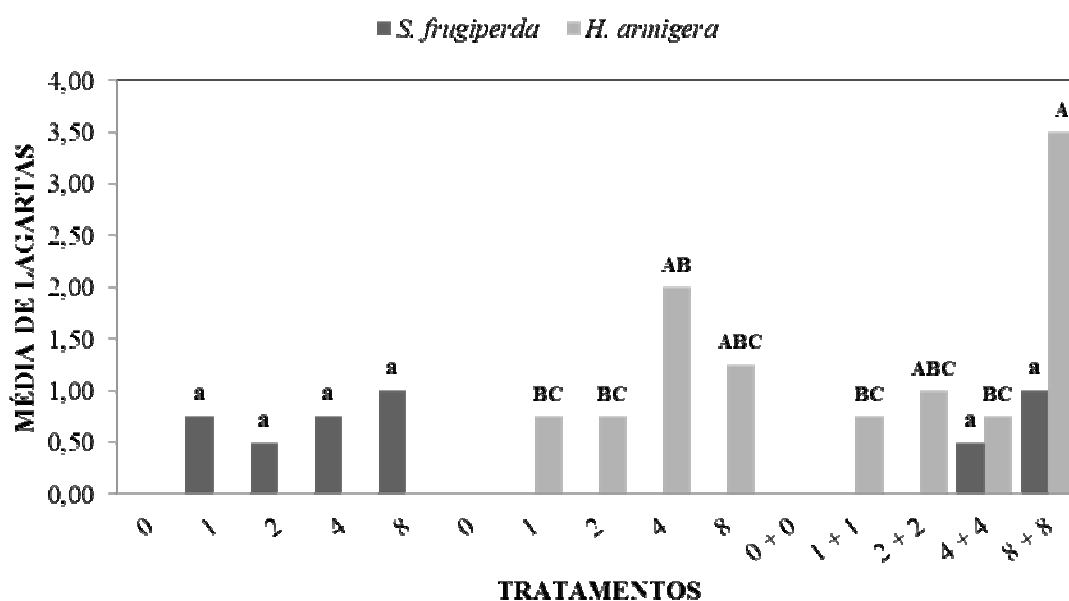


Figura 1. Número médio de lagartas de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* infestada em plantas de algodão, após 5 dias da infestação. Dourados-MS, 2015. Médias seguidas de letras iguais, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que na contagem dos danos provocados pelas duas espécies infestadas nas plantas, constatou-se que ao longo dos 5 dias após a infestação das lagartas, o número de estruturas reprodutivas danificadas por *H. armigera* foi sempre superior ao número de estruturas reprodutivas das plantas danificadas pela *S. frugiperda*. Na Figura 2, observa-se a média de estruturas danificadas por cada espécie em comparação com o número médio total de estruturas produzidas/plantas, constatando-se que, para *H. Armigera*, as lagartas danificaram uma média de 13,75 estruturas em um total médio de 108,25 estruturas

produzidas pelas plantas, enquanto que para *S. Frugiperda*, em um total de 91,5 estruturas produzidas pelas plantas, 3 em média foram danificadas pelas lagartas. Estas observações corroboram com as informações de Papa & Mosca (2007), em que o número de estruturas reprodutivas danificadas por *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), também uma espécie de Heliothines, foi sempre maior ao número de estruturas reprodutivas danificadas pela *S. frugiperda* em plantas de algodoeiro.

Observando o número de estruturas reprodutivas, nota-se que ocorrência do canibalismo da espécie *S. frugiperda* não está relacionado com ausência de alimento, pois há um número excessivo de estruturas reprodutivas disponíveis para alimentação, entretanto o número de estruturas atacadas é pequeno.

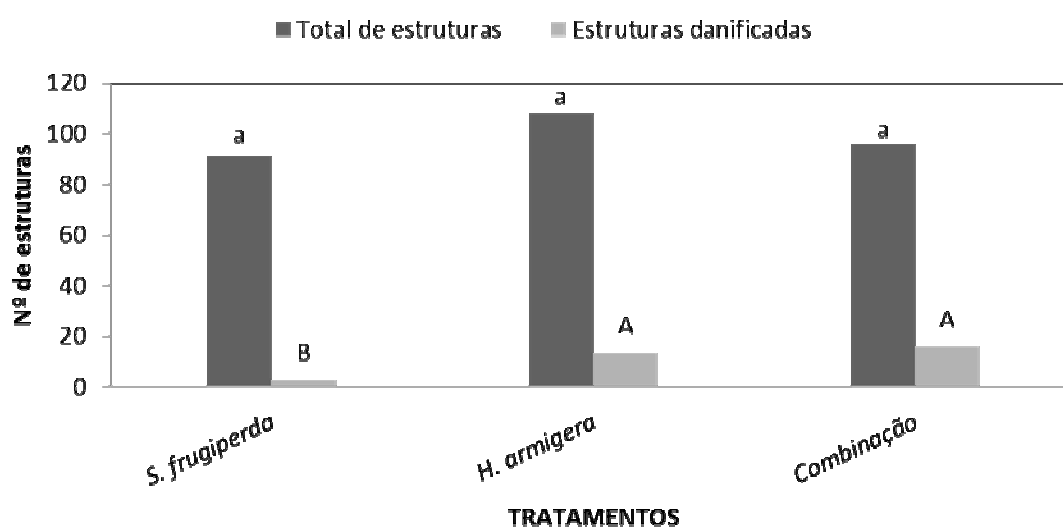


Figura 2. Média acumulada de danos causados por *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* por planta em relação ao número total de estruturas. Dourados-MS, 2015. Médias seguidas de letras iguais, no gráfico, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Begon et al. (2006), a competição interespecífica ocorre quando indivíduos de uma das espécies que interagem sofre redução em fecundidade, crescimento ou sobrevivência. Podemos observar nos resultados obtidos que a lagarta *S. frugiperda* apresentou maiores médias de mortalidade e que na presença da *H. amigera* esse processo foi intensificado, ou seja, provocando 95 % de mortalidade (Figura 3).

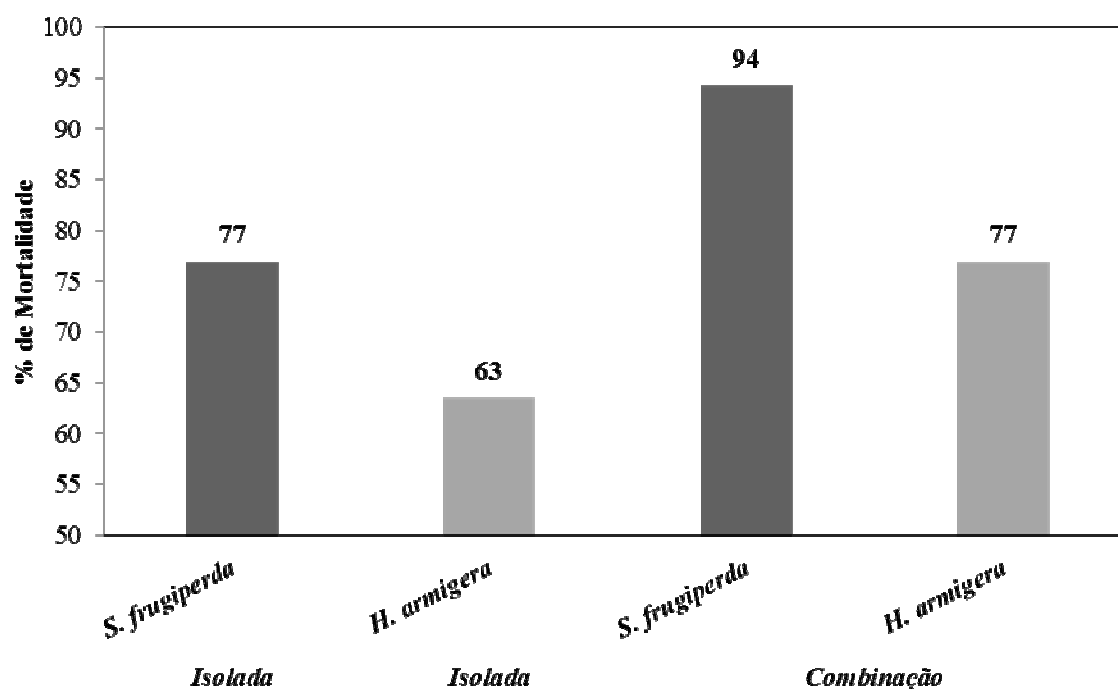


Figura 3. Porcentagem de mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* e *H. armigera* isoladas e combinadas em plantas de Algodão. Dourados-MS, 2015.

Em cada cultura e em cada condição surgem novas situações a serem estudadas, visto que as variáveis envolvidas na complexidade do habitat não podem ser isoladas, o que dificulta chegar a conclusões generalistas, entretanto, baseados na definição de competição, podemos dizer que isso ocorreu no presente estudo e a espécie dominante foi a *H. armigera*.

A competição pode resultar da exploração de um recurso ou por interferência no acesso a um recurso e é intensificada com o aumento da densidade, co-ocorrência espacial e similaridade ecológica entre as espécies competidoras (KAPLAN et al., 2007). Segundo Denno et al. (1995), a competição entre duas espécies não podem ocupar o mesmo nicho ecológico. Entretanto, a ocorrência de competição entre inseto é de suma importância e fundamental para a estruturação de comunidades e na regulação das populações (KAPLAN et al., 2007).

CONCLUSÃO

No presente estudo de competição, conclui-se que a espécie dominante foi a *H. armigera* quando em população mista com *S. frugiperda*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 29 jan. 2016.

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. p. 12. (EMBRAPA/CPAO, Circular Técnica, 23).

BARROS, R. G.; ALBERNAZ, K. C.; TAKATSUKA, F. S.; CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; TOFOLI, G. R. Eficiência de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 179-182, 2005.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 738 p.

BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, G. W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p. 61-70, 2013.

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

CHAPMAN, J. W.; WILLIAMS, T.; ESCRIBANO, A.; CABALLERO, P.; CAVE, R. D.; GOULSON, D. Fitness consequences of cannibalism in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Behavioral Ecology**, v. 10, n. 3, p. 298-303, 1999.

CHAPMAN, J. W.; WILLIAMS, T.; MARTÍNEZ, A. M.; CISNEROS, J.; CABALLERO, P.; CAVE, R. D.; GOULSON, D. Does cannibalism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) reduce the risk of predation? **Behav Ecol Sociobiol**, v. 48, n. 4, p. 321-327, 2000.

DENNO, R. F.; MCCLURE, M. S.; OTT, J. R. Interspecific interactions in phytophagous insects: competition reexamined and resurrected. **Annual Review of Entomology**, v. 40, n. 1, p. 297-331, 1995.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. 3. ed. Piracicaba-SP: Agronômica Ceres. FEALQ, 2002. 401-403 p.

KAKIMOTO, T.; FUJISAKI, K.; MIYATAKE, T. Egg Laying Preference, Larval Dispersion, and Cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomological Society of America**, v. 96, n. 6, p. 793-798, 2003.

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

LIMA JÚNIOR, I. S.; DEGRANDE, P. E.; BERTONCELLO, T. F.; MELO, E. P. de; SUEKANE, R. Avaliação quantitativa do impacto do algodão-*Bt* na população de araneae, carabidae e formicidae predadores ocorrentes sobre o solo. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 32-40, 2013.

NALIM, D. M. **Biologia, nutrição quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. 1991. 150f.** Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo “Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP.

PAPA, G.; MOSCA, H. R. DANOS COMPARADOS PROVOCADOS PELA LAGARTA-DA-MAÇA, *Heliothis virescens* E LAGARTA MILITAR, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), EM ALGODOEIRO. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2007, Uberlândia-Minas Gerais. **Resumos...**São Paulo. Universidade Estadual Paulista – Campus Ilha Solteira, 2007. p. 1-6.

RAFFA, K. F. Effect of host plant on cannibalism rates by fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environ Entomol**, v. 16, n. 3, p. 672-675, 1987.