



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**JÚLIA CAROLINA CAMPASSI**

**Desempenho da tecnologia Bt no controle de espécies de  
lepidópteros noctuídeos**

**ARARAS – 2018**



**Universidade Federal de São Carlos**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**Curso de Engenharia Agrônoma**



**JÚLIA CAROLINA CAMPASSI**

**Desempenho da tecnologia Bt no controle de espécies de  
lepidópteros noctuídeos**

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar  
para a obtenção do título de Engenheira  
Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Ricardo T. Fujihara

**ARARAS – 2018**

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico aos meus pais, por todo amor, carinho e confiança depositados. Pela compreensão, respeito e paciência. Sem vocês eu nada seria.**

## RESUMO

Dentre as culturas mais importantes para o agronegócio brasileiro, há grande destaque para a soja e para o algodão, sendo que ambas produzem milhões de toneladas por safra. Entretanto, diversos fatores limitam o pleno desenvolvimento dessas culturas, como a ocorrência de pragas, que reduzem drasticamente a produção. As plantas geneticamente modificadas mostram-se como uma saída para controle desses insetos. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo determinar a porcentagem de mortalidade de cinco espécies de lepidópteros nocuídeos quando alimentadas com soja e algodão Bt, e avaliar a porcentagem de danos às folhas de soja e algodão, com e sem tecnologia Bt pelas mesmas espécies. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Estação Experimental Agrícola BASF, localizada em Santo Antônio de Posse/SP. Foram montadas placas de Petri forradas com papel filtro umedecido, contendo uma folha cotiledonar ou o primeiro par de folhas verdadeiras de soja ou algodão. Em cada placa foi adicionada uma lagarta, sendo obtidas de criação própria. Foram avaliados 25 tratamentos (10 para soja e 15 para algodão) com 6 repetições cada. As avaliações foram realizadas no primeiro e sétimo dias após a montagem, anotando-se a mortalidade de lagartas e os danos ocasionados pelas mesmas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey com 5% de significância. A tecnologia Bt Intacta RR2 PRO (Cry1Ac) na soja reduziu significativamente a porcentagem de danos causados pelas espécies *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa armigera*, não surtindo efeito no complexo *Spodoptera* spp. e em relação a sobrevivência, as únicas espécies afetadas foram *C. includens* e *H. armigera*, que possuíram baixa sobrevivência. Para o algodão, as tecnologias Bollgard II (Cry1Ac+Cry2Ab2) e Widestrike (Cry1F+Cry1Ac) reduziram a porcentagem de danos e reduziram a sobrevivência de *Chrysodeixis includens*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides*, não surtindo efeito em *Spodoptera frugiperda*. Com o trabalho, foi possível concluir que a tecnologia Bt Intacta possui efeito sobre *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa armigera*, e as tecnologias Bt para algodão tem efeito em *Chrysodeixis includens*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides*.

**Palavras-chave:** *Bacillus thuringiensis*, *Glycine max*, *Gossypium hirsutum*, *Spodoptera* spp., lagartas desfolhadoras.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Esquema de distribuição das placas de Petri com as folhas de soja e algodão Bt e não Bt..... | 24 |
|--|----|

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Tratamentos utilizados nos ensaios. ....   | 25 |
| Tabela 2. Sobrevivência das cinco espécies de lagartas nas avaliações A01 e A07 –<br>Soja (%). ....    | 27 |
| Tabela 3. Sobrevivência das cinco espécies de lagartas nas avaliações A01 e A07 –<br>Algodão (%). .... | 29 |
| Tabela 4. Porcentagem de danos causados às folhas de soja nas avaliações A01 e<br>A07. ....            | 30 |
| Tabela 5. Porcentagem de danos causados às folhas de algodão nas avaliações<br>A01 e A07. ....         | 31 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                 | <b>11</b> |
| 2.1. Tecnologia Bt.....   | 11        |
| 2.2. Cultura do algodão e Bt .....                                    | 11        |
| 2.3. Cultura da soja e Bt .....                                       | 13        |
| 2.4. Espécies de Lepidopteros: Noctuidae.....                         | 14        |
| 2.4.1. <i>Spodoptera cosmioides</i> (Walker).....                     | 14        |
| 2.4.2. <i>Spodoptera eridania</i> (Cramer) .....                      | 15        |
| 2.4.3. <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith).....                      | 16        |
| 2.4.4. <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner).....                      | 17        |
| 2.4.5. <i>Chrysodeixis includens</i> (Walker).....                    | 19        |
| <b>3. OBJETIVOS.....</b>  | <b>22</b> |
| 3.1. Objetivo geral .....   | 22        |
| 3.1. Objetivos específicos .....                                      | 22        |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                    | <b>23</b> |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                | <b>26</b> |
| 5.1 Sobrevivência de lagartas.....                                    | 26        |
| 5.2 Danos às folhas.....  | 29        |
| <b>6. CONCLUSÃO .....</b>   | <b>32</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                             | <b>33</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>45</b> |
| Anexo A. Comparação dos tratamentos T1 (A) e T2 (B).....              | 45        |
| Anexo B. Comparação dos tratamentos T3 (A) e T4 (B).....              | 45        |
| Anexo C. Comparação dos tratamentos T5 (A) e T6 (B). .....            | 46        |
| Anexo D. Comparação dos tratamentos T7 (A) e T8 (B).....              | 46        |
| Anexo E. Comparação dos tratamentos T9 (A) e T10 (B).....             | 47        |
| Anexo F. Comparação dos tratamentos T11 (A), T12 (B) e T13 (C). ..... | 47        |
| Anexo G. Comparação dos tratamentos T14 (A), T15 (B) e T16 (C).....   | 47        |
| Anexo H. Comparação dos tratamentos T17 (A), T18 (B) e T19 (C).....   | 48        |
| Anexo I. Comparação dos tratamentos T20 (A), T21 (B) e T22 (C). ..... | 48        |
| Anexo J. Comparação dos tratamentos T23 (A), T24 (B) e T25 (C).....   | 48        |





## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é responsável por cerca de um terço do PIB (Produto Interno Bruto) nacional e é considerado um dos setores mais importantes da economia brasileira (RAMOS et al., 2007). Contudo, a expansão das áreas cultivadas sob irrigação e o cultivo sucessivo de culturas como feijão, milho, soja e algodão, aliado ao uso intensivo de inseticidas, tem favorecido o aumento de pragas e reduzindo a quantidade de organismos benéficos. Assim, com o aumento do uso de produtos químicos, o controle dessas pragas torna-se cada vez mais difícil e complexo (QUINTELA, 2001).

Nesse contexto, as plantas geneticamente modificadas têm se mostrado como uma importante, e eficiente, ferramenta para o controle de pragas, dentro do conceito de manejo integrado de pragas, em diversas culturas (YU; YUN; KONG, 2011). A transgenia consiste na inserção de um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner no DNA da planta, que passa a produzir proteínas Cry, que são tóxicas e acabam por matar o inseto quando este se alimenta (JENKINS et al., 1999).

As plantas transformadas com os genes Bt apresentam inúmeras vantagens em relação aos formulados de *B. thuringiensis*, usados no passado. Como a toxina é produzida pela própria planta, não há necessidade de pulverização foliar da bactéria, o que diminui a quantidade de produtos químicos liberados no meio ambiente. Além disso, reduz a emissão de gases provenientes do maquinário anteriormente utilizados nas aplicações, e também o custo de produção presente tanto na compra quanto na utilização desses produtos (JAMES, 2016).

A principal barreira ao uso contínuo de culturas Bt envolve a evolução da resistência por pragas-alvo. Portanto, a avaliação de risco de resistência de pragas e de insetos não-alvo é de fundamental importância para o manejo de pragas (HEAD e GREENPLATE, 2012).

Dentre as principais culturas plantadas no Brasil, destacam-se a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), ambas produzindo milhões de toneladas por safra (CONAB, 2018). A soja é destinada principalmente à alimentação humana e animal e extração de óleo vegetal e, no caso do algodão, 70% de sua produção é dedicada à alimentação animal (EMBRAPA, 2008).

Ambas as culturas sofrem a incidência de diversas pragas. Dentre as de maior incidência no algodão, destacam-se os lepidópteros noctuídeos: *Helicoverpa armigera*

(Hubner), *Spodoptera frugiperda* (Smith), *Spodoptera cosmioides* (Walk), *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Chrysodeixis includens* (Walker), que reduzem drasticamente a produção (SANTOS, 2001). No caso da soja, os maiores problemas são com percevejos pentatomídeos e as lagartas do complexo *Spodoptera* spp., *Heliothis virescens* (Fabricius), *Anticarsia gemmatalis* (Hubner), *Helicoverpa zea* (Boddie) e *Helicoverpa armigera* (Hubner) (CZEPAK; VIVIAN; ALBERNAZ, 2013).

Neste contexto, os estudos relacionados a tecnologia Bt são fundamentais para determinar o sucesso no controle de pragas e identificar falhas que possam ocorrer. Além disso, são indispensáveis para avaliar casos de possíveis resistências à tecnologia por parte dos insetos-pragas, uma vez que testes anteriores foram capazes de apontar a resistência de *H. armigera*, *S. frugiperda* e *S. eridania* a algumas cultivares Bt (SEBASTIÃO et al., 2015; FARIAS et al., 2014; LIU et al., 2010; LIANG et al., 2008; DOWNES; MAHON; OLSEN, 2007; KRANTHI; KRANTHI, 2004; AKHURST et al., 2003)

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Tecnologia Bt**

O uso de plantas geneticamente modificadas ou transgênicas é considerada uma das bases para o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Essas plantas expressam proteínas derivadas principalmente da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, conhecida como *Bt* (CRICKMORE et al., 2008). Por meio da técnica de DNA recombinante, o gene da bactéria é inserido na planta que passa a produzir proteínas Cry, sendo já implantado em culturas como o milho, soja, arroz, batata, canola e algodão (HOMRICH et al., 2008). O processo de transgenia é muito complexo, de modo que a primeira planta transgênica surgiu apenas em 1987, com genes Cry inseridos em plantas de tomate e tabaco (FISCHHOFF et al., 1987; POLANCZYK et al., 2003).

A ação da planta transgênica ocorre a partir da alimentação do inseto. As proteínas Cry são sintetizadas na forma de protoxinas que, ao serem ingeridas, são solubilizadas no intestino do inseto, local com pH alcalino, liberando as protoxinas que são clivadas por proteases do próprio inseto, resultando em toxinas ativas, com cerca de 60 a 70% do tamanho da protoxina (BRAVO; GILLB; SOBERÓN, 2007). Ocorre então a ruptura osmótica das células epiteliais do tubo digestório do inseto. (HOFTE; WHITELY, 1989; SANKULA, 2006; ANDOW, 2008), acarretando na morte do inseto por inanição, septicemia e paralisia geral dos músculos (VALLETE-GELY; LEMAITRE; BOCCARD, 2008).

Para evitar a seleção de lagartas resistentes à tecnologia Bt, é fundamental o uso de áreas de refúgio. Essa medida consiste no plantio de lavouras com a tecnologia Bt ao lado de lavouras sem a mesma, a uma distância de aproximadamente 800 m. Essa distância permite o acasalamento de mariposas oriundas das áreas com e sem Bt, favorecendo a manutenção de população suscetível, e retardando a seleção de indivíduos resistentes (MAIA, 2005).

### **2.2. Cultura do algodão e Bt**

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das culturas agrícolas mais importantes no Brasil. Sua produção para a safra 2017/18 é estimada em 1,8 milhões de toneladas de pluma, 17% maior que a safra anterior. A área plantada prevista é de 1.102,3 mil hectares, 17,4% maior que os anos de 2016/2017, um incremento equivalente a 163,2 mil hectares (CONAB, 2018).

Sendo um dos maiores produtores mundiais, o Brasil fica atrás somente da Índia, China, Estados Unidos da América e Paquistão. Os estados brasileiros que mais se destacam são Mato Grosso, Goiás, Bahia e Mato Grosso do Sul. A cotonicultura é responsável por parcela significativa do PIB do agronegócio brasileiro, empregando direta e indiretamente alguns milhões de pessoas no país (EMBRAPA, 2004).

Dentre as pragas da cultura, destacam-se *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (Smith). *H. armigera* se alimenta das folhas e estruturas reprodutivas, podendo causar danos tanto na fase vegetativa como na reprodutiva (DEGRANDE; OMOTO, 2013) e, *S. frugiperda*, ocasiona danos desde a emergência até a maturação das plantas (SANTOS, 1999). O uso de inseticidas é o método de controle mais usual para essas pragas, contudo a evolução de resistência de *H. armigera* a produtos químicos já é reconhecida (KRANTHI et al., 2002).

Nos últimos anos, espécies geneticamente modificadas de algodão vêm sendo utilizadas como tentativa de controle dessas pragas. Em muitos países, como Austrália, Estados Unidos da América, México e Canadá, o algodão transgênico vem sendo cultivado desde 1996 (FITT, 2008). Já no Brasil, a liberação comercial da primeira cultivar de algodão transgênico ocorreu somente em 2005, com a aprovação do algodão Bollgard<sup>®</sup>, da empresa Monsanto. Essa cultivar apresenta a toxina Cry1Ac nas folhas, sementes, pólen e nas raízes, sendo a proteína expressa durante todo o ciclo da planta. Entretanto, a expressão de Cry1Ac tende a diminuir com o crescimento do algodoeiro (GREENPLATE, 1999).

Como a cultivar Bollgard<sup>®</sup> possuía baixo espectro de ação, agindo em pequeno número de lagartas que atacam o algodão, houve a liberação comercial no Brasil de duas novas cultivares que expressam proteínas tóxicas, o algodão Bollgard II<sup>®</sup> (Monsanto) e o algodão Widestrike<sup>®</sup>, da empresa Dow AgroScience. A primeira cultivar apresenta as toxinas Cry1Ac e Cry2Ab2, que são tóxicas a lagartas de *S. frugiperda* e outras espécies do gênero *Spodoptera*, *Alabama argillaceae* (Hubner), *Heliothis virescens* (Fabricius) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (SIVASUPRAMANIAM et al., 2008)

O algodão Widestrike<sup>®</sup> é resistente a *A. argillaceae*, *Helicoverpa zea* (Boddie), *H. virescens*, , *P. gossypiella*, *Pseudoplusia includens* (Walker), *S. frugiperda*,

*Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera exigua* (Hubner) e *Trichoplusia ni* (Hubner). Essa resistência é conferida pelos genes Cry1F e Cry1Ac (CTNBio, 2014).

Quando as espécies de lagartas aparecem em altas infestações, podem ocorrer alguns casos de falha de controle efetivo em muitas cultivares Bt. Esse fato pode estar relacionado com a ausência de áreas de refúgio para pragas suscetíveis à proteína, a menor suscetibilidade natural do inseto-alvo e a redução da expressão da proteína Bt ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura (ARMSTRONG et al., 2011; SIVASUPRAMANIAN et al., 2008). O fato de *H. armigera* e *S. frugiperda* sobreviverem ao algodão Bt, por exemplo, pode estar associado à evolução da resistência. Tal fato tem sido relatado por Farias et al. (2014), que mostrou a resistência de *S. frugiperda* à proteína Cry1F em milho, e por Liu et al. (2010), que relatou resistência de *H. armigera* à proteína Cry1Ac em algodão na China.

### 2.3. Cultura da soja e Bt

O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é de grande importância no mercado mundial, sendo uma das principais *commodities* agrícolas do Brasil. O país ocupa o segundo lugar no ranking mundial de produção, perdendo somente para os Estados Unidos da América, e ficando à frente da Argentina e China. Somados, os quatro países são responsáveis por 90% da produção mundial. (AGRIANUAL, 2009).

A área cultivada com essa leguminosa tem aumentado significativamente nos últimos anos. No Brasil, para a safra 2017/18, estima-se que a área plantada aumente em 3,3% em relação à safra anterior, atingindo 35.022 mil hectares, com uma produção esperada de 111,5 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

Plantios sucessivos da cultura favorecem o aumento de problemas fitossanitários. Diversas espécies de insetos-praga podem causar danos a oleaginosa, reduzindo a produtividade de lavouras e a qualidade dos grãos (SOSA-GOMES et al., 2006). Dentre essas se destacam os percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) e o complexo de lagartas desfolhadoras, como *Spodoptera* spp., *H. virescens*, *Anticarsia gemmatilis* (Hubner), *H. zea*, *H. armigera* e *C. includens* (CZEPAK; VIVIAN; ALBERNAZ, 2013). As perdas decorrentes de ataques dessas pragas podem chegar a U\$\$ 5 bilhões por ano, em aspecto mundial, e o custo anual da aplicação de inseticidas a U\$\$ 500 milhões (ÁVILA; VIVIAN; TOMQUELSKI, 2013).

A partir de 1990, tem-se buscado alternativas para o controle de lagartas desfolhadoras, por meio da biotecnologia (BERNARDI et al., 2012). O primeiro relato

bem-sucedido foi a expressão do gene *cry* de Bt em soja, o Cry1Ab, no ano de 1994 (PARROT et al., 1994). Com o decorrer dos anos, foram desenvolvidas linhagens de soja com o gene Bt Cry1Ac e com um gene sintético de Bt, que consistiu no evento denominado MON 88701 (FISCHHOFF; PERLAK, 1995). Essas linhagens foram cruzadas e obtidas a proteína inseticida 51 Cry1Ac de Bt, que é conhecida comercialmente como Intacta RR2 PRO<sup>®</sup>. Combinando tolerância ao herbicida glifosato e auxiliando no controle de lagartas, a tecnologia possui como alvo as espécies *A. gemmatilis*, *Chrysodeixis includens* (Walker), *H. virescens*, *Crociosema aporema* (Walsingham), *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) e *H. armigera*.

## **2.4. Espécies de Lepidopteros: Noctuidae**

### **2.4.1. *Spodoptera cosmioides* (Walker)**

A espécie é conhecida popularmente como lagarta-preta-da-soja ou lagarta-das-vagens e pertencente à família Noctuidae. Foi considerada durante muito tempo como sinônima de *Spodoptera latifascia*, sendo descrita então por Walker em 1956. Silvian e Lalanne-Cassou (1997), entretanto descreveram diferenças morfológicas, moleculares, fisiológicas e comportamentais que culminaram na diferenciação das espécies. A comprovação da existência de *S. cosmioides* ocorreu com base em estudos sobre a morfologia da genitália das espécies, feromônios e DNA mitocondrial de um complexo de espécies Neotropicais de *Spodoptera.*, sendo que *S. latifascia* encontra-se na América Central, Antilhas e no Sul dos Estados Unidos e, *S. cosmioides*, na América do Sul.

Segundo Santos, Santos e Santos (2003), as massas de ovos de *S. cosmioides* apresentam forma irregular, possuindo coloração esverdeada e tornando-se marrons quando próximas da eclosão. Essas posturas são distribuídas em duas a três camadas, sendo a última camada recoberta por escamas provenientes do abdome das mariposas. Quando eclodem, as lagartas possuem cor que tende ao marrom com a cabeça preta e conforme se desenvolvem apresentam coloração pardo-negro-acinzentado com três listras longitudinais alaranjadas e pontos brancos. Por fim, as lagartas desenvolvidas possuem cor parda com uma faixa mais escura entre o terceiro par de pernas torácicas e o primeiro par de falsas-pernas abdominais, e outras duas faixas na extremidade final do abdome. Em geral são lagartas que podem chegar a até 50 mm de comprimento.

As mariposas atingem até 40 mm de envergadura com asas anteriores de cor cinza, mosqueada e margeadas por franjas, e as asas posteriores são de cor branca com franja. Segundo Santos, Santos e Santos (2003), a fêmea possui asas desenhadas com mosaicos na cor preta e bege, o que permite a diferenciação do macho.

Caracterizada como praga polífaga, *S. cosmioides* alimenta-se de plantas cultivadas e espontâneas, sendo relatada no Brasil a ocorrência em algodão, pimentão, tomate, mamona, feijão-caupi, eucalipto, abacaxi, arroz, magueira, berinjela, soja, dentre outras (SANTOS; COSENZA; ALBINO, 1980; GAZZONI; YORINORI, 1995; GALLO et al., 2002).

Mesmo possuindo muitos hospedeiros, *S. cosmioides* é citada como praga para apenas algumas culturas, o que geralmente é relacionado com desequilíbrios do ambiente provocado pelo uso irregular de inseticidas, acarretando, por exemplo, em supressão de inimigos naturais que mantem a praga abaixo do nível de dano econômico (HABIB; PALEARI; AMARAL, 1983).

As lagartas de *S. cosmioides* vêm atacando cultivos agrícolas em várias regiões do Brasil. No Cerrado, a espécie citada é considerada praga para as culturas da soja e do algodão (QUINTELA et al., 2007; SILVIE et al., 2013). No algodão, a espécie ocorre a partir da fase inicial da emissão dos botões florais e durante o pleno florescimento, causando desfolha e danificando estruturas reprodutivas (FREIRE, 2015). Segundo Dos Santos (2010), em estudo caracterizando os danos de *S. cosmioides* em algodoeiro, concluiu que a espécie possui maior potencial de ocasionar desfolha e destruição das estruturas reprodutivas. As lagartas podem ainda atacar plantas logo após a emergência e causar redução de estande inicial, podendo ser necessário o replantio da lavoura, além de causar desfolhamento severo e atacar vagens de leguminosas (TEODORO et al., 2013).

#### **2.4.2. *Spodoptera eridania* (Cramer)**

A lagarta-das-folhas, *S. eridania*, era considerada uma praga secundária em diversos cultivos, desde espécies anuais a perenes. Entretanto, com o decorrer dos anos, tem sido considerada como praga importante nas culturas da soja, algodão, tomate e frutíferas de clima temperado, com destaque para a macieira (NORA et al.,

1989; MIRANDA et al., 2005; SANTOS et al., 2005; FONSECA, 2006; SANTOS et al., 2010).

Trata-se de uma espécie polífaga, ou seja, se alimenta de muitas culturas e de hospedeiros alternativos. No Brasil, já foi relatada em algodão, soja, amendoim, alface, mamona, pimentão, abóbora, couve e tomate (SANTOS; MENEGUM; NEVES, 2005). Em algodão, a espécie ocorre a partir da fase inicial da emissão dos botões florais e durante o pleno florescimento, causando desfolha e danificando estruturas reprodutivas das plantas (SANTOS, 2007). Em soja, alimenta-se tanto das folhas quanto das vagens, sendo reconhecida como praga-chave em algumas áreas de produção de soja brasileira (SANTOS; MENEGUM; NEVES, 2005; BUENO et al., 2011).

A duração da fase larval varia de 12 a 18 dias dependendo da planta hospedeira. As lagartas podem medir até 50 mm de comprimento, apresentando coloração castanha a cinza escura, com três listras longitudinais sobre o dorso. Ao fim do ciclo larval, as lagartas migram para o solo onde se transformam em pupas. Os adultos são mariposas de cor cinza com uma mancha preta no primeiro par de asas (LYNCH; PARIR; JOHNSON, 1983; HOFFMANN-CAMPO et al., 2000), com hábito noturno de cópula (VIDOTTO et al., 2012). O período ovo-adulto varia em torno de 28 a 35 dias e a fêmea pode ovipositar entre 600 a 900 ovos, conferindo alto potencial reprodutivo à *S. eridania* (LYNCH; PARIR; JOHNSON, 1983; SANTOS; MENEGUM; NEVES, 2005).

#### **2.4.3. *Spodoptera frugiperda* (Smith)**

Dentro do complexo de lagartas do gênero *Spodoptera*, *S. frugiperda* tem destaque em todas as regiões das Américas, por se tratar de uma praga polífaga e causar danos nas culturas hospedeiras (MALAQUIAS, 2012). Existem registros de que a espécie se alimenta de diversas famílias botânicas e é considerada a principal praga da cultura do milho (LIMA JUNIOR, 2012). Trata-se de um inseto migratório e endêmico no Hemisfério Ocidental, sendo que a cultura do milho é o seu principal hospedeiro (BARROS; TORRES; BUENO, 2010).

Em solo brasileiro, além das culturas do milho e algodão, já foram relatados danos provocados por esta praga em arroz, amendoim, soja, sorgo, trigo, hortaliças e cana-de-açúcar (SARAN; SANTOS, 2007). No algodão, os danos podem ocorrer



desde a emergência até a maturação, atacando preferencialmente os botões florais em pleno florescimento e a formação de maçãs (BARROS; TORRES; BUENO, 2010; SANTOS, 2015;). A penetração da lagarta nas maçãs pode ocasionar a redução na quantidade e qualidade da fibra, aumentando as chances de apodrecimento (GALLO et al., 2002).

Segundo Mendes et al. (2011), o controle da praga tem sido realizado com inseticidas químicos, tentando minimizar os prejuízos provocados. Entretanto, o controle químico muitas vezes não tem o efeito esperado, o que acarreta em aumento de riscos de contaminação ambiental e a elevação dos custos de manejo.

Vulgarmente conhecida como lagarta-do-cartucho, a ocorrência de *S. frugiperda* é limitada a regiões de clima quente do continente americano. Seus ovos geralmente possuem coloração acinzentada e são protegidos contra predadores por uma a quatro camadas de escamas deixadas pelas fêmeas; e ovipositadas na face adaxial das folhas, demorando de 3 a 4 dias para eclodir (CRUZ et al., 2008; PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004).

Após a primeira ecdise, a lagarta é esbranquiçada, com sombreamento dorsal marrom, possuindo cerca de 4 mm. O período larval dura entre 12 a 30 dias, com a lagarta podendo atingir até 50 mm de comprimento. O inseto passa então por um período de pré-pupa no solo, onde constrói uma câmara com teias e partículas do solo, com finalidade de proteger a pupa (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004).

As mariposas de *S. frugiperda* chegam a ter 3,5 cm de envergadura e a diferença entre mariposas macho e fêmea é a coloração do primeiro par de asas, sendo este mais escuro e com manchas no macho, e parda com cor de palha na fêmea. Segundo Zenker, Specht, Corseul (2007), pode-se citar também que a abertura anal das fêmeas é um traço reto longitudinal, e a dos machos, um traço reto longitudinal seguido de curvas laterais circundantes. A cópula dos adultos ocorre à noite e cada fêmea oviposita mais de 2.000 ovos por postura (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004; CRUZ et al., 2008).

#### **2.4.4. *Helicoverpa armigera* (Hübner)**

*H. armigera* é uma das pragas mais importantes do mundo, por apresentar alta mobilidade, ciclo reprodutivo curto e capacidade de adquirir resistência a inseticidas (KRANTHI et al, 2002). Além disso, é altamente polífaga e voraz, sendo uma das

principais pragas na Ásia, Europa, África, Austrália e Oceania (KING, 1994). Essa espécie por possuir grande capacidade de se desenvolver em diversos hospedeiros, já foi registrada em mais de cem espécies de plantas e cerca de 45 famílias, entre as quais se destacam Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (ALI; CHOUDHURY, 2009; FITT, 1989; PAWAR; BHATNAGAR; JADHAV, 1986; POGUE, 2004).

Até o ano de 2012, este inseto não havia sido encontrado no Continente Americano, sendo considerada no Brasil como uma praga quarentenária A1, ou seja, uma praga presente em outras regiões, mas que apresentava ameaça a economia agrícola do país importador. A presença de *H. armigera* no Brasil foi relatada pela primeira vez em 2013, atacando lavouras de soja e algodão nos estados da Bahia, Mato Grosso e Goiás (CZEPACK et al., 2013). Também já foi registrada nas culturas do algodão, café, citros, crotalária, feijão, guandu, milheto, milho, soja, sorgo, tomate, trigo, e em alguns tipos de plantas daninhas (DEGRANDE; OMOTO, 2013).

Em algodão, a praga causa danos em botões florais, flores e maçãs, bem como em frutos verdes e maduros do tomateiro, grão de milho e em plântulas e estruturas reprodutivas de plantas de soja (CZEPACK; VIVIAN; ALBERNAZ, 2013). Alimentam-se em praticamente todos os estádios fenológicos das culturas, porém a preferência é por estruturas reprodutivas (WANG; LI, 1984). Segundo PAPA et al. (2016), uma lagarta pode consumir em média 9,7 estruturas reprodutivas durante seu ciclo de vida, e a ocorrência de uma lagarta em algodoeiro pode reduzir a produtividade em 14,1%.

O manejo de *H. armigera* baseia-se principalmente no uso de produtos químicos, objetivando-se reduzir os prejuízos provocados, porém algumas vezes o efeito não é satisfatório. A ineficácia dos métodos químicos pode estar relacionada com características da própria praga, como por exemplo, a textura do seu tegumento que pode dificultar a penetração de inseticidas de contato (ÁVILA; VIVIAN; TOMQUELSKI, 2013). O uso de culturas Bt, como o algodão, tem sido ferramenta importante no controle desse inseto (DEGRANDE; OMOTO, 2013).

Biologicamente, é um inseto holometábolo, cujo desenvolvimento passa pelas fases de ovo, lagarta, pré-pupa, pupa e adulto. Os ovos apresentam porção apical lisa, entretanto o restante da superfície é esculpido em forma de nervuras longitudinais (ÁVILA; VIVIAN; TOMQUELSKI, 2013). A incubação dos ovos é em média de 3,3 dias e uma fêmea tem capacidade de ovipositar de 1.000 a 1.500 ovos, de forma isolada,

e preferencialmente no período noturno. A face adaxial das folhas e superfícies pubescentes é propícia à oviposição das fêmeas (EPPO, 1981).

O período larval é composto por seis estádios diferentes. Durante os primeiros três, as lagartas apresentam coloração que varia de branco-amarelada a marrom-avermelhada, alimentando-se inicialmente das partes mais tenras das plantas, onde podem produzir um tipo de teia até um pequeno casulo. Conforme as lagartas crescem, passam a ter coloração que varia do amarelo-palha ao verde, com listras de cor marrom na lateral do tórax, abdome e cabeça, sendo que o tipo de alimentação da lagarta pode influenciar em sua coloração final (ALI; CHOUDHURY, 2009). A partir do quarto estágio, as lagartas apresentam tubérculos abdominais escuros, visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal, e dispostos em forma de semicírculo (MATTHEWS, 1999). Ao fim da fase larval inicia-se a pré-pupal, que compreende o período em que a lagarta cessa sua alimentação até a fase de pupa, que por sua vez tem duração de 10 a 14 dias, ocorrendo no solo e podendo entrar em diapausa devido às condições climáticas (ALI; CHOUDHURY, 2009 ; KARIM, 2000).

Adultos de *H. armigera* possuem sobre as margens das asas anteriores uma linha com setae e oito manchas e, acima, uma faixa marrom irregular e transversal, tendo ainda na parte central, uma mancha em formato de vírgula (CZEPAK et al., 2013). O dimorfismo sexual da espécie pode ser visualizado por meio da coloração das asas; as fêmeas apresentam asas dianteiras amareladas e os machos cinza-esverdeadas (ALI; CHOUDHURY, 2009). A longevidade também varia de acordo com o sexo, sendo que as fêmeas possuem longevidade média de 11,7 dias e os machos de 9,2 dias.

#### **2.4.5. *Chrysodeixis includens* (Walker)**

Conhecida como lagarta falsa-medideira ou lagarta mede-palmo (BERNARDI, 2012), *Chrysodeixis includens* é um lepidóptero da família Noctuidae, e que durante muito tempo foi citado como *Pseudoplusia includens*. Entretanto, Goater, Ronkay, Fibiger (2003), reavaliaram o gênero *Pseudoplusia* e o reclassificaram como *Chrysodeixis*, sendo essa a classificação válida atual.

É uma espécie de ampla distribuição geográfica, que pode ocorrer desde o extremo norte dos Estados Unidos da América até o extremo sul da América do Sul (ALFORD; HAMMOND JR., 1982). No Brasil é encontrada em todas as regiões

produtoras, desde o Rio Grande do Sul até Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2010). Caracterizado como inseto polífago, possui capacidade de se desenvolver em 73 espécies de plantas no Brasil, que abrangem 29 famílias (BERNARDI, 2012). A princípio, as lagartas de *C. includens* foram observadas atacando feijoeiro, repolho, fumo, tomateiro, quiabeiro e batata-doce (BOTTIMER, 1926; WOLCOTT, 1936) e posteriormente foram observadas causando danos em algodão e soja, com melhor adaptação à soja (BERNARDI, 2012).

Os cuidados no controle dessa praga devem ser tomados durante todo o período de desenvolvimento da cultura, pois além de possuir alta capacidade de consumo foliar, é uma espécie mais tolerante a dosagens de inseticidas. Além disso, o inseto possui o hábito de ficar “escondido” entre as folhas, dificultando a aplicação de produtos químicos, que devem ser direcionados à parte baixa e no interior das plantas, havendo necessidade de doses elevadas para melhorar o controle (DEGRANDE; VIVAN, 2008).

Os ovos são globulares, depositados na face abaxial das folhas de forma isolada, e sua coloração pode variar entre creme-claro e amarelo brilhante logo após a oviposição, e marrom quando está próximo da eclosão (FUNICHELLO; GRIGOLLI; BUSOLI, 2011). O desenvolvimento embrionário se completa em torno de 2,5 dias e a viabilidade dos ovos pode variar de 39,7 a 100% (PETERSON, 1964).

Ao eclodirem, as larvas possuem coloração verde-clara, com listras longitudinais brancas e pontuações pretas, atingindo 40 a 45 mm de comprimento no último estágio larval, sendo que esta fase pode durar cerca de 15 dias (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Logo nos primeiros estágios as lagartas se alimentam de folhas localizadas no terço inferior das plantas, selecionando àquelas que são mais tenras e com pequena quantidade de fibra. Após o terceiro estágio, passam a consumir grandes áreas foliares mantendo as nervuras íntegras, conferindo aspecto rendilhado a folha (BUENO et al. 2009). O comum é manterem-se nos terços inferior e médio das plantas, entretanto em condições de alta população, podem subir para o terço superior em busca de alimento, o que acarreta em desfolhamento severo da planta (SANTOS, 2015).

Essas lagartas apresentam dois pares de pernas abdominais, característica que faz com que a lagarta se locomova arqueando o corpo, o que confere o nome de mede-palmo a essa espécie (GAZZONI; YORINORI, 1995).

Os adultos são mariposas de 35 mm de envergadura, com asas anteriores de coloração cinza-escura com um desenho prateado no centro, em forma de “U” (FUNICHELLO; GRIGOLLI; BUSOLI, 2011). A longevidade dos adultos é de aproximadamente 15 dias (CANERDAY; ARANT, 1967; MITCHELL, 1967) e o acasalamento ocorre no período noturno, mais precisamente entre 22 a 4 horas (LINGREN et al., 1977). Em média, cada fêmea oviposita cerca de 700 ovos (JOST; PITRE, 2002).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Avaliar a eficácia de cultivares de algodão (Liberty Link<sup>®</sup>, Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup>) e soja (BMX Potencia<sup>®</sup> e Intacta<sup>®</sup>) Bt no controle de cinco espécies de lepidópteros noctuídeos: *S. cosmioides*, *S. eridania*, *S. frugiperda*, *H. armigera* e *C. includens*.

#### **3.1. Objetivos específicos**

- a) Determinar a porcentagem de mortalidade das cinco espécies quando alimentadas com algodão e soja Bt ou não Bt.
- b) Avaliar a porcentagem de danos ocasionados por essas espécies às folhas de soja e algodão, Bt e não Bt.

#### **Hipóteses**

- a) As cultivares de algodão e soja Bt utilizadas geram efeito deletério sobre as lagartas das espécies citadas.
- b) As folhas das cultivares de algodão e soja Bt utilizadas são menos suscetíveis a danos quando comparadas com cultivares não Bt.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Estação Experimental Agrícola BASF, localizada no município de Santo Antônio de Posse, São Paulo, SP.

Para a realização dos ensaios, foram semeadas em vasos duas cultivares de soja, sendo uma com tecnologia Bt (Intacta<sup>®</sup> [Cry1Ac]) e outra sem (BMX Potencia<sup>®</sup>) e três cultivares de algodão, duas com tecnologia Bt (Bollgard II<sup>®</sup> [Cry1Ac+Cry2Ab2] e Widestrike<sup>®</sup> [Cry1Ab+Cry1F]) e uma sem (Liberty Link<sup>®</sup>). Os vasos foram mantidos em casa de vegetação até atingirem o segundo par de folhas verdadeiras e transportados ao laboratório. As lagartas utilizadas foram obtidas de criação própria e mantidas em dieta artificial adaptada de Greene; Leppla; Dickerson (1976). Foram selecionadas lagartas de primeiro estágio das espécies *S. cosmioides*, *S. eridania*, *S. frugiperda*, *H. armigera* e *C. includens*.

Para a soja foram utilizadas folhas cotiledonares ou uma folha do primeiro par de trifólios e, para o algodão, folhas cotiledonares ou o primeiro par de folhas verdadeiras. Cada folha foi colocada em uma placa de Petri forrada com papel filtro e umidificada com água destilada. Posteriormente, foi adicionada uma lagarta por placa, que foram fechadas e mantidas em sala climatizada ( $T = 24 \pm 2^\circ \text{C}$ ;  $UR = 60 \pm 10\%$ ) (Figura 1).



Figura 1. Esquema de distribuição das placas de Petri com as folhas de soja e algodão Bt e não Bt.

A sobrevivência das lagartas e a porcentagem de danos nas folhas foram avaliados no 1º e 7º dias após a montagem do experimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 25 tratamentos sendo 10 tratamentos para a soja e 15 para o algodão, com seis repetições cada, totalizando 150 unidades experimentais (Tabela 1).



Tabela 1. Tratamentos utilizados nos ensaios.

| Cultura | Espécie              | Cultivar                      | Tratamentos |
|---------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Soja    | <i>C. includens</i>  | BMX Potencia® (sem Bt)        | T1          |
|         |                      | Intacta® (Cry1Ac)             | T2          |
|         | <i>H. armigera</i>   | BMX Potencia® (sem Bt)        | T3          |
|         |                      | Intacta® (Cry1Ac)             | T4          |
|         | <i>S. frugiperda</i> | BMX Potencia® (sem Bt)        | T5          |
|         |                      | Intacta® (Cry1Ac)             | T6          |
|         | <i>S. eridania</i>   | BMX Potencia® (sem Bt)        | T7          |
|         |                      | Intacta® (Cry1Ac)             | T8          |
|         | <i>S. cosmioides</i> | BMX Potencia® (sem Bt)        | T9          |
|         |                      | Intacta® (Cry1Ac)             | T10         |
| Algodão | <i>C. includens</i>  | Liberty Link® (sem Bt)        | T11         |
|         |                      | Bollgard II® (Cry1Ac+Cry2Ab2) | T12         |
|         |                      | Widestrike® (Cry1Ab+Cry1F)    | T13         |
|         | <i>H. armigera</i>   | Liberty Link® (sem Bt)        | T14         |
|         |                      | Bollgard II® (Cry1Ac+Cry2Ab2) | T15         |
|         |                      | Widestrike® (Cry1Ab+Cry1F)    | T16         |
|         | <i>S. frugiperda</i> | Liberty Link® (sem Bt)        | T17         |
|         |                      | Bollgard II® (Cry1Ac+Cry2Ab2) | T18         |
|         |                      | Widestrike® (Cry1Ab+Cry1F)    | T19         |
|         | <i>S. eridania</i>   | Liberty Link® (sem Bt)        | T20         |
|         |                      | Bollgard II® (Cry1Ac+Cry2Ab2) | T21         |
|         |                      | Widestrike® (Cry1Ab+Cry1F)    | T22         |
|         | <i>S. cosmioides</i> | Liberty Link® (sem Bt)        | T23         |
|         |                      | Bollgard II® (Cry1Ac+Cry2Ab2) | T24         |
|         |                      | Widestrike® (Cry1Ab+Cry1F)    | T25         |

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Sobrevivência de lagartas

Na primeira avaliação realizada no experimento com soja, A01, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos em todas as cinco espécies. Com exceção da *H. armigera* que apresentou 80,0% de sobrevivência no tratamento Intacta<sup>®</sup>, todas as outras apresentaram 100,0% de sobrevivência em ambos tratamentos, BMX Potencia<sup>®</sup> e Intacta<sup>®</sup> (Tabela 2).

Na segunda avaliação, A07, as espécies *C. includens* e *H. armigera*, apresentaram diferença estatística entre os tratamentos com e sem a proteína Cry1Ac, com sobrevivências de 80,0% para o tratamento BMX Potencia<sup>®</sup> e de 0,0% no tratamento Intacta<sup>®</sup> (Tabela 2). Tais resultados afirmam que, nesse estudo, a tecnologia Intacta<sup>®</sup> foi eficiente no controle de *C. includens* e também de *H. armigera*, assim como nos experimentos de Bedin et al. (2015), onde todas as linhagens de *C. includens* apresentaram sobrevivência de 0,0% nos tratamentos contendo a proteína Cry1Ac, e Dos Santos (2016), que utilizou diversas cultivares com a mesma proteína inseticida e obteve sobrevivência de 0,0% das lagartas de *H. armigera* aos seis dias de avaliação. Yu et al. (2013) e Azambuja et al. (2015), também constataram a eficiência dessa proteína ao obterem 0,0% de sobrevivência de todos estádios larvais de *H. armigera* nos tratamentos com ela.

Ainda na avaliação A07, o complexo *Spodoptera* apresentou sobrevivência de 100,0% em ambos tratamentos, não havendo assim diferença estatística entre eles. Portanto, nesse estudo, a tecnologia Intacta<sup>®</sup>, mesmo sendo específica para lepidópteros, não foi eficiente no controle de *S. frugiperda*, *S. eridania* e *S. cosmioides*, assim como observaram Ali et al. (2006) e Silva (2013).

Tal ineficiência da proteína Cry1Ac, presente na tecnologia Intacta<sup>®</sup>, em relação ao complexo *Spodoptera*, já havia sido constatada anteriormente em outros trabalhos (LUTTRELL; WAN; KNIGHTEN, 1999; ADAMCZYK et al., 2008; SANTOS et al., 2009; SIQUEIRA; MIRANDA, 2009; GREENBERG; LI; LIU, 2010).

Tabela 2. Sobrevivência das cinco espécies de lagartas nas avaliações A01 e A07 – Soja (%).

| Tratamentos                | <i>C. includens</i> | <i>H. armigera</i> | <i>S. frugiperda</i> | <i>S. eridania</i> | <i>S. cosmioides</i> |
|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| BMX Potencia <sup>®1</sup> | 100,0 a             | 100,0 a            | 100,0 a              | 100,0 a            | 100,0 a              |
| Intacta <sup>®1</sup>      | 100,0 a             | 80,0 a             | 100,0 a              | 100,0 a            | 100,0 a              |
| BMX Potencia <sup>®2</sup> | 80,0 a              | 80,0 a             | 100,0 a              | 100,0 a            | 100,0 a              |
| Intacta <sup>®2</sup>      | 0,0 b               | 0,0 b              | 100,0 a              | 100,0 a            | 100,0 a              |

<sup>1</sup> dados referentes à avaliação A01. <sup>2</sup> dados referentes à avaliação A07.

\*médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Na primeira avaliação realizada no experimento com algodão, para as lagartas da espécie *C. includens* não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, com sobrevivências de 100,0% no Liberty Link<sup>®</sup> e de 80,0% no Bollgard II<sup>®</sup> e no Widestrike<sup>®</sup>. Já para *H. armigera*, os tratamentos Liberty Link<sup>®</sup> e Bollgard II<sup>®</sup> apresentaram sobrevivência de 80,0% diferindo, estatisticamente, do Widestrike<sup>®</sup> que apresentou 30,0%. Para as espécies do complexo *Spodoptera* não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, onde todos apresentaram sobrevivência de 100,0%, com exceção de *S. frugiperda* no tratamento Bollgard II<sup>®</sup> com 80,0% (Tabela 3).

Na segunda avaliação, em relação às lagartas de *C. includens*, as tecnologias Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup> se mostraram semelhantes entre si, com sobrevivências de 0,0%, e diferentes da Liberty Link<sup>®</sup> que apresentou sobrevivência de 100,0% (Tabela 3). Com isso, tais tecnologias se mostraram eficientes no controle de *C. includens*. Esse resultado é compatível com o obtido por Silva (2017), onde as cultivares Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup> não diferiram entre si, mas foram diferentes da testemunha não Bt, controlando a espécie, e também com o de Sorgatto; Bernardi; Omoto (2015), que constataram, em seu estudo, que as tecnologias Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup> são altamente eficazes no controle de lagartas *C. includens*.

Assim como no caso de *C. includens*, para *H. armigera* as tecnologias Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup> se mostraram eficientes para seu controle, além de semelhantes entre si, com sobrevivências de 0,0%, e diferentes da controle, Liberty Link<sup>®</sup>, que apresentou sobrevivência de 80,0%. Essas observações concordam com as de Soberón; Gill; Bravo (2009) e as de Santana (2016), que observou sobrevivência de lagartas de *H. armigera* inferior a 11,0% em tratamentos com Bollgard II<sup>®</sup>, e inferior a 20,0% em tratamentos com Widestrike<sup>®</sup>, diferentes da testemunha, constatando a

eficiência das proteínas Cry1Ac+Cry2Ab2 e Cry1Ac+Cry1F no controle dessa espécie de lagarta.

Em relação à espécie *S. frugiperda*, as tecnologias Liberty Link® e Widestrike® apresentaram sobrevivência de 100,0% e a Bollgard II® de 75,0%, porém não foi observada diferença estatística entre elas e, portanto, nenhuma tecnologia se mostrou eficiente no controle dessa espécie de lagartas. Esses resultados são diferentes dos encontrados por Armstrong; Gore; Adamczyk (2011), que relatou sobrevivência de *S. frugiperda* inferior a 20,0% em algodão Bt. Segundo Yu et al. (2013) um fator que pode afetar a eficiência da tecnologia Bt em algodão, é a quantidade de toxina presente nas partes e estruturas da planta, que pode variar e influenciar na sobrevivência da praga, bem como ocasionar a seleção de indivíduos no campo.

Para *S. eridania* as tecnologias Liberty Link® e Bollgard II® não diferiram entre si, com a primeira apresentando sobrevivência de 80,0% e a segunda 100,0%. Já a Widestrike® se mostrou estatisticamente diferente das demais e eficiente no controle de lagartas dessa espécie, apresentando sobrevivência de 20,0%. Esse resultado foi semelhante ao obtido por Silva (2017), no qual observou sobrevivência de 0,0% das lagartas de *S. eridania* à cultivar com tecnologia Widestrike®. O mesmo autor encontrou também resultados positivos para Bollgard II® no controle de *S. eridania*, o que não se assemelha aos resultados desse trabalho, onde essa tecnologia não mostrou ser eficiente. Tal ineficiência pode estar relacionada à resistência de *S. eridania* às proteínas Bt como afirmam Sebastião et al. (2015).

Assim como observado para *S. eridania*, no caso da espécie *S. cosmioides*, a tecnologia Widestrike® se mostrou estatisticamente diferente das demais e eficiente no controle de lagartas dessa espécie, apresentando sobrevivência de 30,0%, enquanto que Liberty Link® e Bollgard II® apresentaram sobrevivência de 100,0% e 80,0% respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Tal resultado não foi semelhante ao encontrado por Viana (2018) que, em experimento de campo, constatou a ocorrência de lagartas de *Spodoptera* spp. em cultivares Bollgard II® e Widestrike®, onde ambas se mostraram semelhantes estatisticamente.

Tabela 3. Sobrevivência das cinco espécies de lagartas nas avaliações A01 e A07 – Algodão (%).

| <b>Tratamentos</b>         | <i>C. includens</i> | <i>H. armigera</i> | <i>S. frugiperda</i> | <i>S. eridania</i> | <i>S. cosmioides</i> |
|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| Liberty Link <sup>®1</sup> | 100,0 a             | 80,0 a             | 100,0 a              | 100,0 a            | 100,0 a              |
| Bollgard II <sup>®1</sup>  | 80,0 a              | 80,0 a             | 80,0 a               | 100,0 a            | 100,0 a              |
| Widestrike <sup>®1</sup>   | 80,0 a              | 30,0 b             | 100,0 a              | 100,0 a            | 100,0 a              |
| Liberty Link <sup>®2</sup> | 100,0 a             | 80,0 a             | 100,0 a              | 80,0 a             | 100,0 a              |
| Bollgard II <sup>®2</sup>  | 0,0 b               | 0,0 b              | 75,0 a               | 100,0 a            | 80,0 a               |
| Widestrike <sup>®2</sup>   | 0,0 b               | 0,0 b              | 100,0 a              | 20,0 b             | 30,0 b               |

<sup>1</sup> dados referentes à avaliação A01. <sup>2</sup> dados referentes à avaliação A07.

\*médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de significância.

## 5.2 Danos às folhas

Com relação aos danos causados às folhas, no estudo realizado na cultura da soja foi possível observar que, na primeira avaliação, A01, para as espécies *C. includens*, *H. armigera* e *S. frugiperda* o tratamento Intacta<sup>®</sup> mostrou-se diferente estatisticamente do BMX Potencia<sup>®</sup>, enquanto que para as espécies *S. eridania* e *S. cosmioides* ambos tratamentos foram semelhantes.

Na segunda avaliação, A07, a tecnologia Intacta<sup>®</sup>, a exemplo da avaliação A01, mostrou-se eficiente no controle de *C. includens* com apenas 5,0% de danos às folhas, diferindo estatisticamente do controle, BMX Potencia<sup>®</sup>, que apresentou danos de 90,0%. Esse resultado também foi constatado por Bedin et al. (2015), onde a proteína Cry1Ac mostrou ser eficiente para reduzir os danos foliares causados por *C. includens*, apresentando, em todas as repetições com a proteína, danos foliares menores ou iguais a 5,0% (Tabela 4).

No caso das lagartas de *H. armigera*, a tecnologia Intacta<sup>®</sup> também diferiu estatisticamente da BMX Potencia<sup>®</sup>, com danos de 4,0% em comparação com 24,8% da testemunha. Diferença essa também observada por Dos Santos (2016), que em sua pesquisa constatou que a área consumida das folhas foi menor nas cultivares transgênicas em comparação com as testemunhas. Tais resultados concordam com o obtido por Rao e Rao (2008), que constataram que as lagartas de *H. armigera* identificam a presença da proteína Bt logo após a primeira mordida em cultivares transgênicas e cessam seu consumo, reduzindo assim a porcentagem de danos às folhas.

Em relação às três espécies do complexo *Spodoptera*, as tecnologias BMX Potencia<sup>®</sup> e Intacta<sup>®</sup> não apresentaram diferença estatística entre si, afirmando que a Tecnologia Bt Intacta<sup>®</sup> não é eficaz na redução dos danos às folhas de soja causados por essas espécies. A ineficácia dessa tecnologia, muito provavelmente, está relacionada com a tolerância do gênero a diferentes proteínas Bt ou a inativação da proteína por compostos produzidos pelo próprio inseto, e também à variabilidade genética entre as populações da praga (MIRANDA; ZAMUDIO; BRAVO, 2001; RAHMAN et al., 2012; SILVA, 2013).

Tabela 4. Porcentagem de danos causados às folhas de soja nas avaliações A01 e A07.

| Tratamentos                | <i>C. includens</i> | <i>H. armigera</i> | <i>S. frugiperda</i> | <i>S. eridania</i> | <i>S. cosmioides</i> |
|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| BMX Potencia <sup>®1</sup> | 18,0 a              | 5,0 a              | 15,0 a               | 11,0 a             | 7,5 a                |
| Intacta <sup>®1</sup>      | 5,0 b               | 2,0 b              | 6,0 b                | 13,0 a             | 4,8 a                |
| BMX Potencia <sup>®2</sup> | 90,0 a              | 24,8 a             | 93,5 a               | 82,5 a             | 96,0 a               |
| Intacta <sup>®2</sup>      | 5,0 b               | 4,0 b              | 93,0 a               | 90,0 a             | 95,0 a               |

<sup>1</sup> dados referentes à avaliação A01. <sup>2</sup> dados referentes à avaliação A07.

\*médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de significância.

No experimento com algodão, nos danos às folhas, foi possível observar que, para *C. includens*, *H. armigera*, *S. eridania* e *S. cosmioides*, as tecnologias Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup> diferiram estatisticamente do controle Liberty Link<sup>®</sup>, afirmando então a eficiência de ambas tecnologias na redução dos danos às folhas de algodão causados por essas quatro espécies. Além disso, com exceção da espécie *S. cosmioides*, onde Bollgard II<sup>®</sup> com 46,0% de danos e Widestrike<sup>®</sup> com 5,0%, diferiram entre si, para as outras três espécies, ambas tecnologias Bt se apresentaram semelhantes estatisticamente (Tabela 5). Resultado condizente com o observado por Silva (2017), que constatou que a porcentagem de danos as folhas de algodão causada por lagartas de *C. includens* e *S. eridania* não foi diferente entre as cultivares Bt, com 0,0% de danos, e diferiu da testemunha (sem Bt), que obteve 32% de danos. Esses valores também são semelhantes aos encontrados por Ballaminut et al. (2007) e Romano; Papa (2015).

Já para *S. frugiperda* não houve diferença estatística entre os tratamentos Bt e o testemunha Liberty Link<sup>®</sup>, evidenciando que as tecnologias Bollgard II<sup>®</sup> e Widestrike<sup>®</sup> não são eficientes na redução da porcentagem de danos às folhas de algodão

causados por essa espécie de lagartas.

Tabela 5. Porcentagem de danos causados às folhas de algodão nas avaliações A01 e A07.

| <b>Tratamentos</b>         | <i>C. includens</i> | <i>H. armigera</i> | <i>S. frugiperda</i> | <i>S. eridania</i> | <i>S. cosmioides</i> |
|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| Liberty Link <sup>®1</sup> | 12,0 a              | 0,0 a              | 7,0 a                | 0,5 a              | 3,3 a                |
| Bollgard II <sup>®1</sup>  | 0,0 b               | 0,0 a              | 2,0 b                | 2,8 a              | 2,5 a                |
| Widestrike <sup>®1</sup>   | 0,0 b               | 0,5 a              | 7,0 a                | 1,4 a              | 0,4 b                |
| Liberty Link <sup>®2</sup> | 87,5 a              | 11,8 a             | 55,0 a               | 61,0 a             | 87,0 a               |
| Bollgard II <sup>®2</sup>  | 2,5 b               | 0,0 b              | 28,0 a               | 25,0 b             | 46,0 b               |
| Widestrike <sup>®2</sup>   | 0,0 b               | 1,0 b              | 65,0 a               | 7,5 b              | 5,0 c                |

<sup>1</sup> dados referentes à avaliação A01. <sup>2</sup> dados referentes à avaliação A07.

\*médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% significância.de

## 6. CONCLUSÃO

A soja com tecnologia Bt (Intacta), é menos suscetível a danos que a soja sem a tecnologia e gera efeito deletério para as espécies *C. includens* e *H. armigera*.

As cultivares de algodão Bt (Bollgard II e Widestrike), são menos suscetíveis a danos que a cultivar sem Bt, para as espécies *C. includens*, *H. armigera*, *S. eridania* e *S. cosmioides*. Ambas tecnologias Bt em algodão geram efeito deletério em *C. includens* e *H. armigera*, e a cultivar Widestrike é nociva para *S. eridania* e *S. cosmioides*.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMCZYK, J.J.; GREENBERG, J.S.; ARMSTRONG, W.J.; MULLINS, L.B.; BRAXTON, R.B.; LASSITER, M.; SIEBERT, M.W. Evaluations of Bollgard(®), Bollgard II(®), and Widestrike® technologies against beet and fall armyworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae). **The Florida Entomologist**, v. 91, p. 531-536, 2008.
- AGRIANUAL. **Agrianual: Anuário da agricultura brasileira**. 12. ed. São Paulo: IFNP, 2009. 516 p.
- 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.
- ALFORD, A. R.; HAMMOND JR., A. M. Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Louisiana soybean ecosystems as determined with looplure-baited traps [*Pseudoplusia includens*, *Rachiplusia* ou, *Trichoplusia* spp.], **Journal of Economic Entomology**, v. 75, p. 647–650, 1982.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.
- ALI, M.I.; LUTTRELL, R.G.; YOUNG, S.Y. Susceptibilities of *Helicoverpa zea* and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) populations to Cry1Ac insecticidal protein. **Journal of Economic Entomology**, n. 99, p. 64-175, 2006
- ANDOW, D. The risk of resistance evolution in insects of transgenic insecticidal crops. **Collection of Biosafety Reviews**, v.4, p.142-199, 2008.
- ARMSTRONG, J.C; GORE, J; ADAMCZYK, J.J. efficacy of single and dual gene cotton *Gossypium hirsutum* (l.) events on yellowstriped armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in south texas and the mississippi delta. **The Florida Entomologist**, v.94, n.3, p.594-598, 2011.
- 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. **The Florida Entomologist**, v.94, n.2, p.262-271, 2011.
- 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. 12 p. (EMBRAPA/ CPAO, Circular Técnica, 23).
- 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.

- BALLAMINUT, C. E. C.; CHIAVEGATO, E. J.; MOREIRA, M. S.; GOTTARDO, L. C.; BRANDÃO, G. Cultivares transgênicas (BOLLGARD I) e não transgênicas em relação ao ataque de lagarta desfolhadora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007 Uberlândia, **Anais...** Uberlândia, 2007. p. 1-4. 1 CD-ROM.
- BARROS, E.M.; TORRES, J.B.; BUENO, A.F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera eridania* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010.
- BEDIN, F.A.; ASSMANN, E.J.; POLO, L.R.J.; 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.
- BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soa MON 87701 x MON 89788 no Brasil**. 2012. 144f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- BERNARDI, O.; MALVESTITI, G.; DOURADO, P. M.; OLIVEIRA, W. S.; MARTINELLI, S.; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**, v. 68, p. 1083-1091, 2012.
- BOTTIMER, L. J. Notes on some Lepidoptera from eastern Texas. **Journal Agricultural Research**, Lahore, v. 39, p. 797-819, 1926.
- BRAVO, A.; GILLB, S.S.; SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon**, v. 49, n. 4, p. 423-435, 2007.
- BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. L. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 389-394, 2009. BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J.R.P.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, p. 170-174, 2011.
- CANERDAY, T.D.; ARANT, F.S. Biology of *Pseudoplusia includens* and notes on biology of *Trichoplusia ni*, *Rachiplusia ou* and *Autographa biloba*. **Journal of Economic Entomology**, v. 60, p. 870-871, 1967.
- COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBio. **Parecer Técnico 1757/2009**: liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos e tolerantes ao glufosinato de amônio, algodão widetrike, evento 281-24-236/3006-210-23 – Processo nº 01200.005322/2006-55. Brasília, DF, 2014.

- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. v. 5 Safra 2017/18 - Quinto levantamento. Brasília: 2018. 140 p. CRICKMORE, N.; ZEIGLER, D.R.; SCHNEPF, E.; VAN RIE, J.; LERECLUS, D.; BAUM, J.; DEAN, D.H. **Bacillus thuringiensis toxin nomenclature**. 2008. Disponível em: <[http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil\\_Crickmore/Bt/toxins2.html](http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/Neil_Crickmore/Bt/toxins2.html)>. Acesso em: jun. 2018
- CROSARIOL NETTO, J.; BARROS, E. M.; SOUZA, I. M.; CALAÇA, N. C.; BUSOLI, A. C. Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas de cultivares convencionais e transgênicas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 26. , 2016, Maceió. **Anais...** Maceió: Sociedade Entomológica do Brasil, 2016.
- CRUZ, I.; VALICENTE, F.H.; DOS SANTOS, J.P.; WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A. **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2008. 192 p.
- CZEPAK, C.; VIVIAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 15, n. 167, p. 20-27, 2013. Disponível em: <[https://issuu.com/grupocultivar/docs/cultivar\\_167](https://issuu.com/grupocultivar/docs/cultivar_167)>. Acesso em: jun. 2018
- 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. Disponível em: <<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/01/comunicado-cientifico-helicoverpa.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.
- DEGRANDE, P. E.; OMOTO, C. Pragas: Estancar prejuízos. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 16, n. 167, p. 30-34, 2013. Disponível em: <<http://aiba.org.br/wp-content/uploads/2014/01/pragas-estancar-prejuizo-degrande-omoto.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.
- DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. **Pragas da Soja**. Tecnologia e produção: soja e milho 2008/2009. Maracaju-MS: FUNDAÇÃO MS, 2008. p. 73- 108.
- DOS SANTOS, V.B. **Parâmetros biológicos e eficiência de soja Bt no controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2016. 50 f. Tese (Mestre em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia-Fitotecnia, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2016.
- 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.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Algodão – O produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília: Embrapa Algodão,. 2004. 265 p.

- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Milho**. 2008. Disponível em:  
 <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-3&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaold=3821&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicold=3715](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3821&p_r_p_-996514994_topicold=3715)>.  
 Acesso em: jun. 2018.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). **Data sheets on quarantine organisms nº 110: *Helicoverpa armigera***. Paris: EPPO, 1981. (Bulletin, 11).
- 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.
- FISCHHOFF, D.A.; BOWDISH, K.S.; PERLAK, F.J.; MARRONE, P.G.; McCORMICK, S.M.; NIEDERMEYER, J.G.; DEAN, D.A.; KUSANO-KATZMER, K.; MAYER, E.J.; ROCHESTER, D.E.; ROGERS, S.G.; FINLEY, R.T. Insect tolerant transgenic tomato plants. **BioTechnology**, V. 5, p.807-813, 1987. Disponível em:  
 <[https://www.researchgate.net/publication/230597835\\_Insect\\_Tolerant\\_Transgenic\\_Tomato\\_Plants](https://www.researchgate.net/publication/230597835_Insect_Tolerant_Transgenic_Tomato_Plants)>. Acesso em: jun. 2018.
- FISCHHOFF, D.A.; PERLAK, F.J. **Synthetic plant genes**. U.S. Patent 5: 500-365, p.72, 1995. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/30/85/78/8ad74ca83dcef7/US5500365.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.
- FITT, G. P. Have Bt crops led to changes in insecticide use patterns and impacted IPM? In: ROMEIS, J.; SHELTON, A.M; KENNEDY, G.G. (Ed.). **Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM Programs**. Dordrecht: Springer, 2008. Chap. 11, p. 303-328.
- FITT, G. P. The ecology of Heliothis species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 17-52, 1989.
- FONSECA, F. L. **Ocorrência, monitoramento, caracterização de danos e parasitismo de noctuidae e geometridae em pomares comerciais de macieira em Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil**. 97f. Tese (Doutorado em Entomologia) –Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- FREIRE, E.C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. 3 ed rev. e ampl. Brasília: Gráfica e Editora Positiva, 2015, 956p.
- FUNICHELLO, M.; GRIGOLLI, J. F. J.; BUSOLI, A. C. Distribución vertical de huevos parasitados y no parasitados de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) por *Trichogramma pretiosum* em algodón em Brasil. **Entomología Mexicana**, v. 10, p. 375-378, 2011.

- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHIN, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.
- GAZZONI, D.L.; YORINORI, J.T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 128 p.
- GOATER, B.; RONKAY, L.; FIBIGER, M. Noctuidae Europeae. Soro: **Entomological Press**, v.10, 452 p, 2003.
- GREENBERG, S.M.; LI, Y.X.; LIU, T.X. Effect of age of transgenic cotton on mortality of lepidopteran larvae. **Southwestern Entomologist**, v. 35, p. 261-268. 2010.
- GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 487-488, 1976.
- GREENPLATE, J. Quantification of *Bacillus thuringiensis* insects control protein Cry1Ac over time in Bollgard cotton fruit and terminals. **Journal of Economic of Entomology**, v.92, n.6, p. 1377-1387, 1999. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/029.102.0357>>. Acesso em: jun. 2018.
- HABIB, M.E.M; PALEARI, M.L.; AMARAL, M.E.C. Effect of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* Walker, 1856 (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. V.1, p. 177-182, 1983.
- HEAD, G.P.; GREENPLATE, J. The design and implementation of insect resistance management programs for *Bt* crops. **GM Crops & Food**, v. 3, n. 3, p.144-153, 2012. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4161/gmcr.20743>>. Acesso em: jun. 2018
- HOFFMANN-CAMPO, C.B. MOSCARDI, F.; CORREA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GOMEZ, D.R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.
- HOFTE, H.; WHITELEY, H. R. Insecticidal crystal protein of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, v. 53, n. 2, p.242-255, 1989.
- HOMRICH, M.S.; PASSAGLIA, L.M.P.; PEREIRA, J.F.; BERTAGNOLLI, P.F.; SALVADORI, J.R.; NICOLAU, M.; KALTCHUK-SANTOS, E.; ALVES, L.B.; BODANESE-ZANETTINI, M.H. Agronomic performance, chromosomal stability and resistance to velvet bean caterpillar of transgenic soybean expressing *cry1Ac* gene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V. 43, p. 801-807, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2008000700003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008000700003)>. Acesso em: jun. 2018.
- JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM Crops**: 2016. Ithaca: ISAAA Brief, n. 52, 2016.

- JENKINS, J.L.; LEE, M.K.; SANGADALA, S.; ADANG, M.J.; DEAN, D.H. Binding of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin to *Manduca sexta* aminopeptidase-N receptor is not directly related to toxicity. **FEBS Letters**, v.462, n. 3 p. 373-376, 1999. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014579399015598>>. Acesso em: jun. 2018.
- JOST, D. T.; PITRE, H.N. Soybean looper and cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) populations in cotton and soybean cropping systems in Mississippi. **Journal of Entomological Science**, v. 37, o. 227-235, 2002.
- KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 8, p. 1213-1222, 2000.
- KING, A.B.S. *Heliothis/Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae). In: MATTHEWS, G. A.; TUNSTALL, J. P. (Ed.). **Insect pests of cotton**. CAB International, Wallingford, 1994. p. 39-106.
- 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.; 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. Disponível em: <[http://www.academia.edu/23849864/Insecticide\\_resistance\\_in\\_five\\_major\\_insect\\_pests\\_of\\_cotton\\_in\\_India](http://www.academia.edu/23849864/Insecticide_resistance_in_five_major_insect_pests_of_cotton_in_India)>. Acesso em: jun. 2018.
- 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.
- LIMA JUNIOR, I.S.; DEGRANDE, P.E.; MELO, E.P.; BERTONCELLO, T.F.; SUEKANE, R. Infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho nas condições de sequeiro e irrigado. *Revista Agrarian*, v.5, p.14-19, 2012.
- LINGREN, P.D.; GREENE G.L.; DAVIS, D.R.; BAUMHOVER, A.H.; HENNEBERRY, T.J. Nocturnal behavior of four lepidopteran pests that attack tobacco and other crops. **Annals of Entomological Society of America**, v. 70, p. 161-167, 1977.
- 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 Management Science**, v. 66, p. 155-161, 2010. Disponível em: <<https://naldc.nal.usda.gov/download/39890/PDF>>. Acesso em: jun. 2018.

- LUTTRELL, R.G.; WAN, L.; KNIGHTEN, K. Variation in susceptibility of noctuid (Lepidoptera) larvae attacking cotton and soybean to purified endotoxin proteins and commercial formulations of *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Economic Entomology** v. 92, p. 21–32. 1999.
- LYNCH, R.E.; PARIR, S.D.; JOHNSON, R. Fall armyworm fecundity: relationships of egg mass weight to number of eggs. **Journal of the Georgia Entomological Society**, v.18, n.4, p. 507-513, 1983.
- MAIA, A.H. **Definindo estratégias de manejo da resistência de pragas a toxinas Bt expressas em culturas transgênicas: o papel dos modelos de simulação.** Embrapa Meio Ambiente, p. 5, 2005.
- MALAQUIAS, J. B. **Interação do algodão Bt, do inseticida imidacloprid e do predador *Podisus nigrispinus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae) no manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cyhalothrin.** 2012. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- MARSARO JUNIOR, A.L.; PEREIRA, P.R.V. DA S.; SILVA, W.R. DA; GRIFFEL, S.C.P.; Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. **Revista Acadêmica. Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, p. 71-76, 2010.
- MATTHEWS, M. **Heliothinae moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups.** Melbourne: CSIRO, 1999. 320 p.
- 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. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36836/1/Respostas-lagarta.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.
- MIRANDA, M. M. M.; PICANÇO, M. C.; ZANUNCIO, J.C.; BACCI, L.; SILVA, E. M. da. Impact of integrated pest management on the population of leafminers, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, v. 35, p. 204-208, 2005.
- MIRANDA, R.; ZAMUDIO, F. Z.; BRAVO, A..Processing of Cry1Ab delta-endotoxin from *Bacillus thuringiensis* by *Manduca sexta* and *Spodoptera frugiperda* midgut proteases: role in protoxin activation and toxin inactivation. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 31, p. 1155-1163, 2001.
- MITCHELL, E.R. Life history of *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of the Georgia Entomological Society**, v. 2, p. 53-57, 1967.
- NORA, I.; REIS FILHO, W.; STUKER, H. Danos de lagartas em frutos e folhas da macieira: mudanças no agroecossistema ocasionam o surgimento de insetos indesejados nos pomares. **Agropecuária Catarinense**, v. 2, p. 54-55, 1989.

- PAPA, G.; SILVA, R.; CELOTO, F. J.; ZANARDI JUNIOR, J. A. Exército nefasto. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 27, p. 32-35, 2016. Disponível em: <[https://issuu.com/grupocultivar/docs/cultivar\\_203](https://issuu.com/grupocultivar/docs/cultivar_203)>. Acesso em: jun. 2018.
- PARROTT W.A.; ALL, J.N.; ADANG, M.J.; BAILEY, M.A.; BOERMA H.R.; STEWART, J.R. Recovery and evaluation of soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) plants transgenic for a *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* insecticidal gene. **InVitro Cellular Development Biology**, v. 30, p. 144-149, 1994. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/248134192\\_Recovery\\_and\\_evaluation\\_of\\_soybean\\_plants\\_transgenic\\_for\\_a\\_Bacillus\\_thuringiensis\\_var\\_Kurstaki\\_insecticidal\\_gene](https://www.researchgate.net/publication/248134192_Recovery_and_evaluation_of_soybean_plants_transgenic_for_a_Bacillus_thuringiensis_var_Kurstaki_insecticidal_gene)>. Acesso em: jun. 2018.
- PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S.; JADHAV, D. R. Heliothis species and their natural enemies, with their potential for biological control. **Proceedings Indian Academy of Sciences**, v. 95, p. 695-703, 1986.
- PETERSON, A. Egg types among moths of the Noctuidae. **Florida Entomologist**, v. 47, p. 71-100, 1964. Disponível em: <<http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/56122/53801>>. Acesso em: jun. 2018.
- PINTO, A.S.; PARRA, J.R.P; OLIVEIRA, H.N.; **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. Piracicaba: PLD, 2004. 108 p.
- POGUE, M. G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.
- POLANCZYK, R.A.; MARTINELLI, S.; OMOTO, C.; ALVES, S.B. *Bacillus thuringiensis* no Manejo Integrado de Pragas: do uso convencional como pulverização à biotecnologia. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 18-27, 2003.
- QUINTELA, E. D.; TEIXEIRA, S. M.; FERREIRA, S. B.; GUIMARÃES, W. F. F.; OLIVEIRA, L. F. C.; CZEPAK, C. **Desafios do manejo integrado de pragas de soja em grandes propriedades do Brasil Central**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, Comunicado Técnico n. 149, p. 6, 2007.
- QUINTELA, E.D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2001. 28 p. (Circular Técnica).
- RAHMAN, K.; ABDULLAH, M. A. F.; AMBATI, S.; TAYLOR, M. D.; ADANG, M. J. Differential protection of Cry1Fa toxin against *Spodoptera frugiperda* larval gut proteases by cadherin orthologs correlates with increased synergism. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, p. 354-362, 2012.



- RAMOS, P.; BUAINAIN, A.M.; BEIK, W.; REYDON, B.P.; GUEDES, S.N.; HOFFMAN, R.; DA SILVA, J.G.; TAKAGI, M.; ROMEIRO, A.R.; DA SILVEIRA, J.M.F.J.; BORGES, I.C DE, FONSECA, M.G. **Dimensões do Agronegócio Brasileiro: Políticas, Instituições e Perspectivas**. MDA, Brasília- Distrito Federal. 2007. 362p.
- RAO, N.S.; RAO, P.A. Behavioural and physiological effects of Bt cotton on cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hub). **Journal Entomology Research**, v. 32, p. 273-278, 2008.
- ROMANO, D.; PAPA, G..Ocorrência de pragas na cultura do algodão transgênico (bt) e convencional cultivado no sistema adensado e não-adensado. **Cultura Agrônômica**, v. 24, n. 4, p. 281-292, 2015.
- SANKULA, S. Crop Biotechnology in the United States: Experiences and impact. In: HALFORD, N. G. (Ed.). **Plant Biotechnology**. John Wiley & Sons Ltda., 2006. p.29-52,
- SANTANA, D.R.S. **Desempenho do algodão Bt no controle de *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a competição interespecífica destes lepidópteros**. 2016. 60 f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.
- SANTOS, G.P.; COSENZA, G.W.; ALBINO, J.C. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 24, p. 153-155, 1980.
- SANTOS, K.B.D.; MENEGUM, A. M.; NEVES, P.M.O.J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 903-910, 2005.
- SANTOS, K. B. D.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, W. J.; NEVES, P. M. O. J.; SANTOS, R. B. Characterization of the damage of *Spodoptera eridania* (Cramer) and *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) to structures of cotton plants. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 626-631, 2010.
- SANTOS, K.B.; NEVES, P. M. O. J.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, R. B.; SANTOS, W. J.; VILLAS BOAS, G.; DUMAS, V.; MARTINS, E.; PRAÇA, L. B.; QUEIROZ, P.; BERRY, C.; MONNERAT, R. Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmioides* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, v. 50, p. 157-163, 2009.
- SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão, com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 3. ed. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2015. p. 267-364.

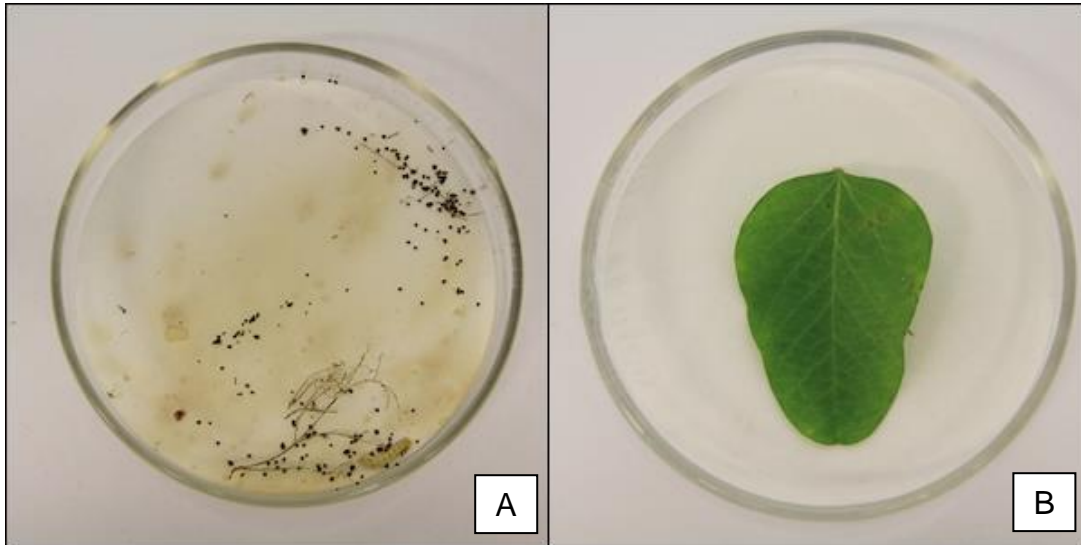
- SANTOS, W. J. Monitoramento e controle de pragas do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 133-179.
- SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: 2003.
- SANTOS, W.J. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro. In: **Algodão: Tecnologia de Produção**. Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Algodão. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 181-203.
- SANTOS, W. J. **Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro**. Brasília, Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, p.403-478, 2007.
- SARAN, P.; SANTOS, W. **Manual de pragas do algodoeiro**. São Paulo: FMC, 2007. 278 p.
- SEBASTIÃO, I.; LEMES, A. R. N.; FIGUEIREDO, C. S.; POLANCZYK, R. A.; DESIDÉRIO, J. A.; LEMOS, M. V. F. Toxicidade e capacidade de ligação de proteínas Cry1 a receptores intestinais de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 11, p. 999-1005, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n11/1678-3921-pab-50-11-00999.pdf>>. Acesso em: jun 2018.
- SILVA, G.V. **Efeito de plantas Bt de soja e milho sobre pragas não-alvo e seus inimigos naturais**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- SILVA, R. **Desempenho de cultivares de algodão transgênico (Bt) em relação à ocorrência de pragas**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2017.
- SILVAIN, J. F.; LALANNE-CASSOU, B. Distinction between *Spodoptera latifascia* (Walter) and *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revue Française d'Entomologie** (Nouvelle Série), v. 19, n. 3-4, p. 95-97, 1997.
- SILVIE, P. J.; THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; SARAN, P. E.; BÉLOT, J. L. **Pragas e seus danos em algodoeiro**. Primavera do Leste: Instituto Mato-grossense do Algodão, 2013. 185 p. SIQUEIRA, J.R.; MIRANDA, J. E. Espécies de *Spodoptera*: pragas não-alvo do algodão Bt. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...**Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO, 2009. 423-427.

- 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 of Entomology**, v.101, n.2, p. 546-554, 2008. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0022-0493%282008%29101%5B546%3AATACOCCE%5D2.0.CO%3B2>>. Acesso em: jun. 2018.
- SOBERÓN, M.; GILL, S.S.; BRAVO, A. Signaling versus punching hole: how do *Bacillus thuringiensis* toxins kill insect midgut cells? **Cellular And Molecular Life Sciences**. V. 66, n. 8, p. 1337-1349, 2009.
- SORGATTO, R. J.; BERNARDI, O.; OMOTO, C. Survival and development of *Spodoptera frugiperda* and *Chrysodeixis includens* (Lepdoptera:Noctuidae) on Bt cotton and implications for resistance management strategies in Brasil. **Environmental Entomology**, v. 44, n. 1, p. 186-192, 2015.
- SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO I. C.; OLIVEIRA L. J.; MOSCARDI, F. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 66p.
- SOSA-GÓMEZ, D.R.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A.R.; BUENO A. de F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2010.
- TEODORO, A.V.; PROCÓPIO, S.O.; BUENO, A.F.; NEGRISOLU JUNIOR, A.S.; DE CARVALHO, H.W.L.; NEGRISOLI, C.R.C.B.; BRITO, L.F.; GUZZO, E.C.; ***Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): Novas Pragas de Cultivos da Região Nordeste**. Embrapa - Comunicado Técnico, n. 131, p. 8, 2013.
- VALLETE-GELLY, I.; LEMAITRE, B.; BOCCARD, F. Bacterial strategies to overcome insect defenses. **Nature Reviews: Microbiology**, v. 6, n. 4, p. 302-313, 2008.
- VIANA, D.L. **Dinâmica populacional, infestação natural e aspectos biológicos de *Chrysodeixis includens* (Walker: 1857) e *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de soja e algodoeiro *Bt* que expressam proteína *cry***. 2018. 123 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018.
- VIDOTTO, F.L.; KUSS-ROGIA, R.C.R.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; PARRA-PEDRAZZOLI, A.L.; BENTO, J.M.S; Repertório comportamental de chamamento, corte e cópula de *Spodoptera eridania* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). 2012. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 7., 2012, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 43-48.

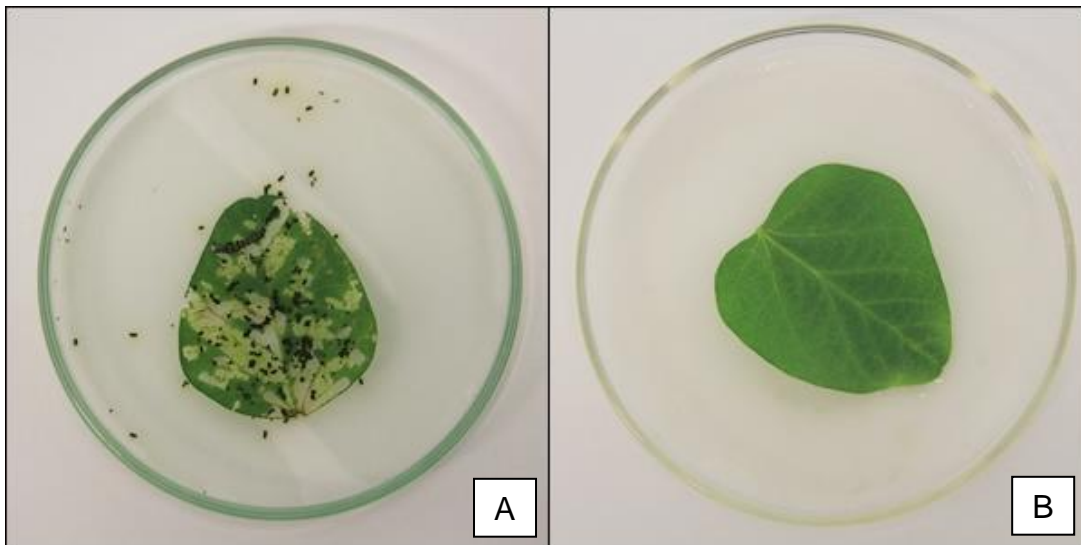
- WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.
- WOLCOTT, G.N. A Supplement to "Insectae Borinquenses". **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 20, p. 1-627, 1936. Disponível em: <<http://revistas.upr.edu/index.php/jaupr/article/view/3518/3016>>. Acesso em: jun. 2018.
- 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
- YU, H.L.; YUN, H.L.; KONG, M.W. Risk assessment and ecological effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* crops on non-target organisms. **Journal of Integrative Plant Biology**. V. 53, n. 7, p.520-538, 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1744-7909.2011.01047.x>>. Acesso em: jun. 2018.
- ZENKER, M.M; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmiodes* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n.1, p. 99-107, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v24n1/13.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.

**ANEXOS**

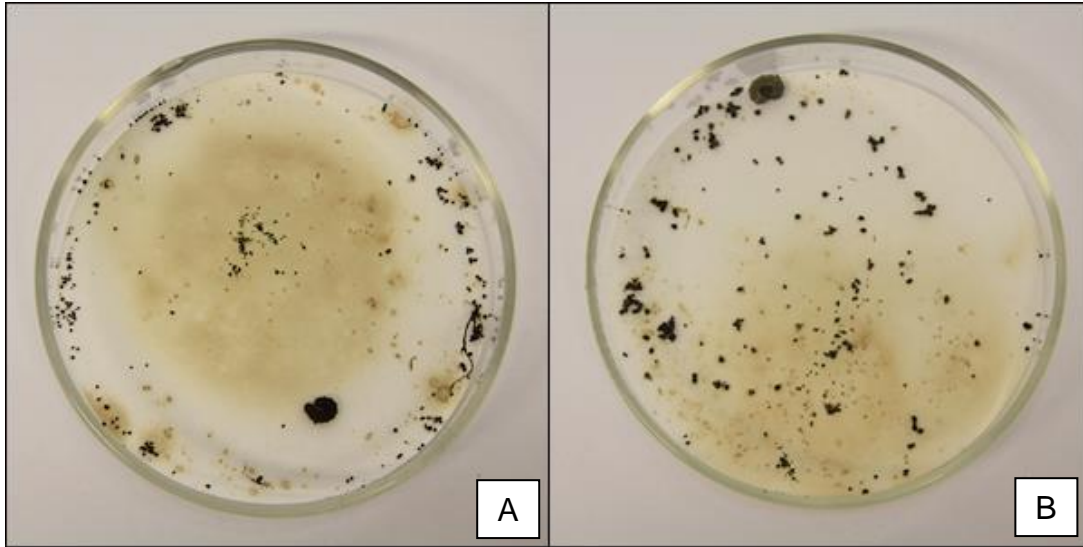
Anexo A. Comparação dos tratamentos T1 (A) e T2 (B).



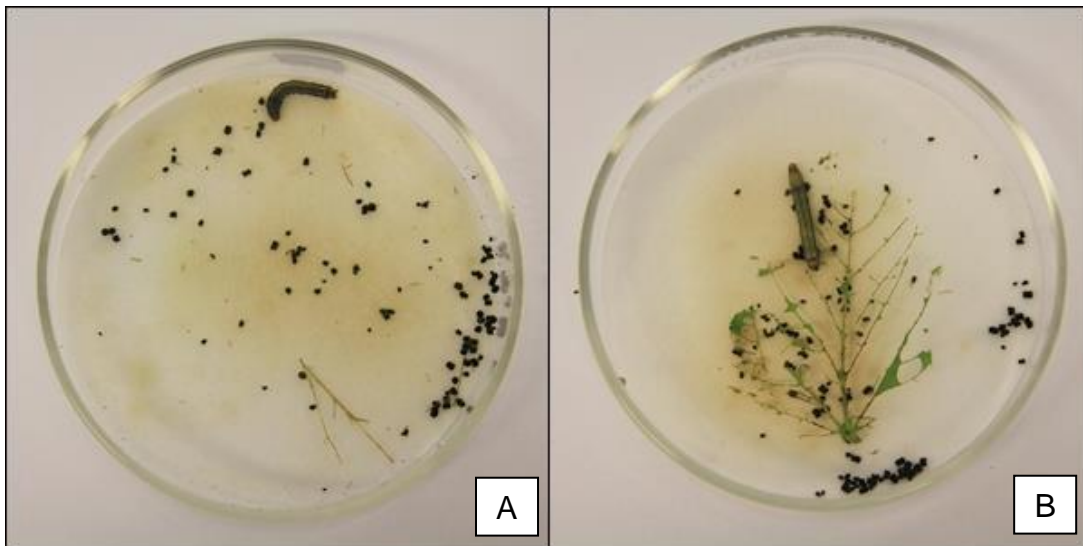
Anexo B. Comparação dos tratamentos T3 (A) e T4 (B).



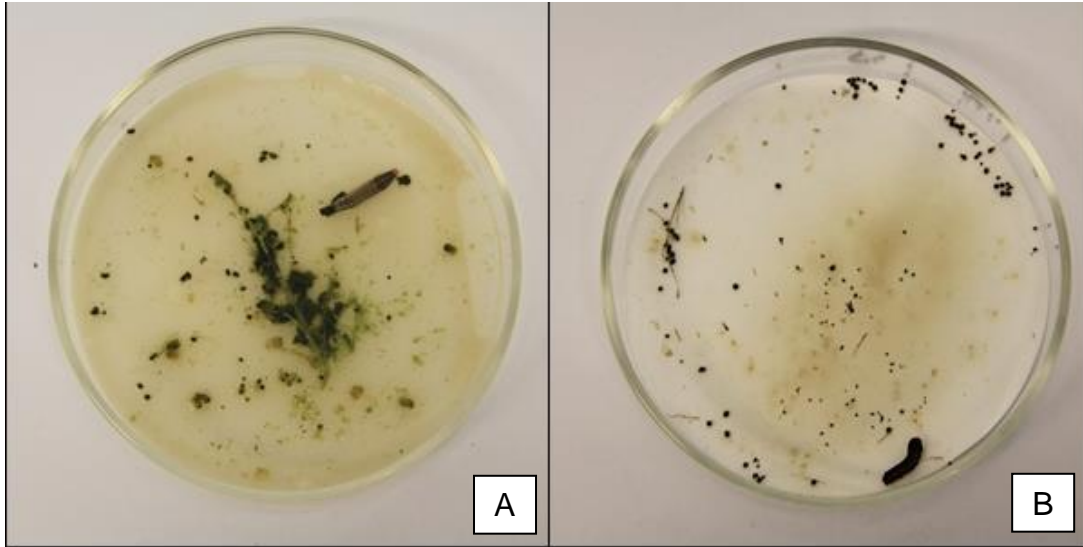
Anexo C. Comparação dos tratamentos T5 (A) e T6 (B).



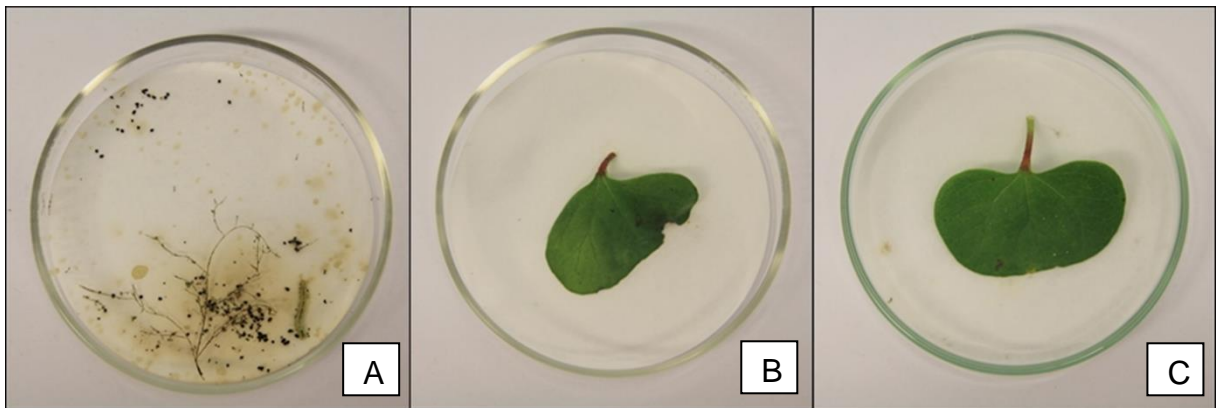
Anexo D. Comparação dos tratamentos T7 (A) e T8 (B).



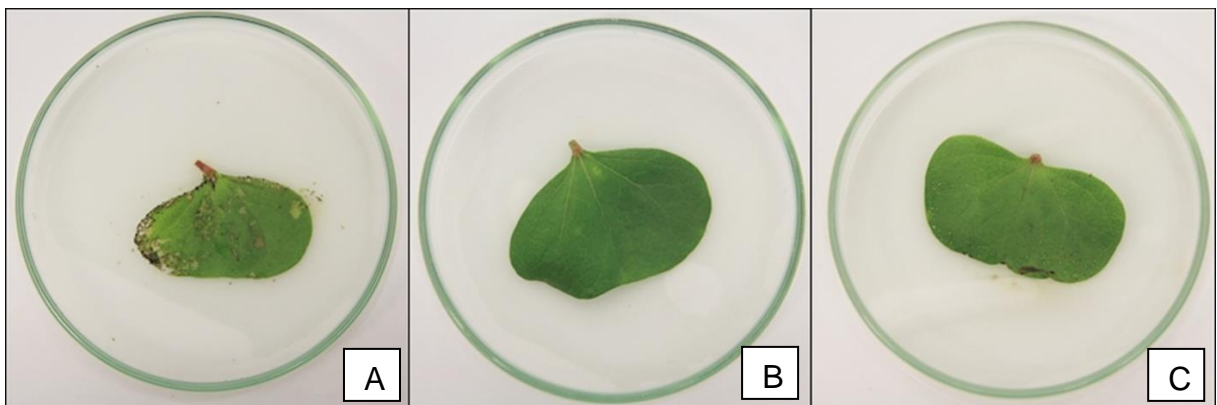
Anexo E. Comparação dos tratamentos T9 (A) e T10 (B).



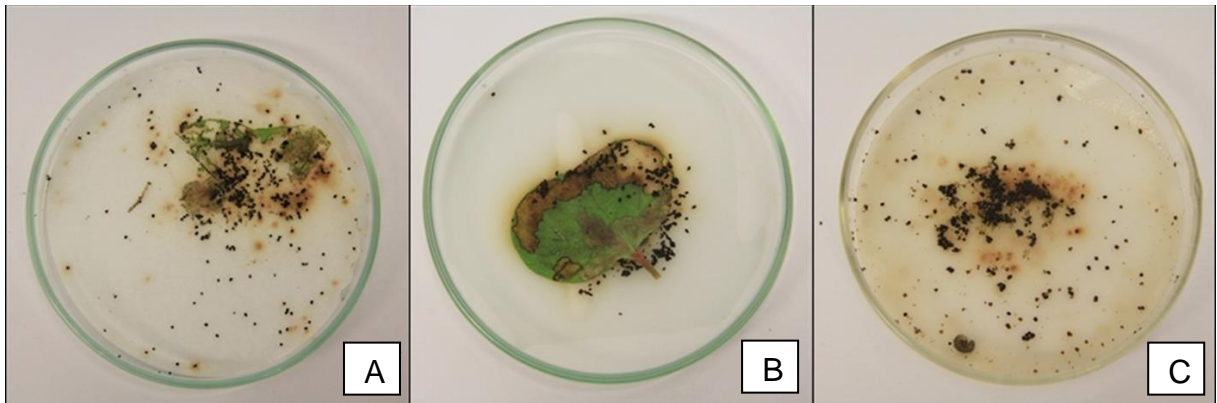
Anexo F. Comparação dos tratamentos T11 (A), T12 (B) e T13 (C).



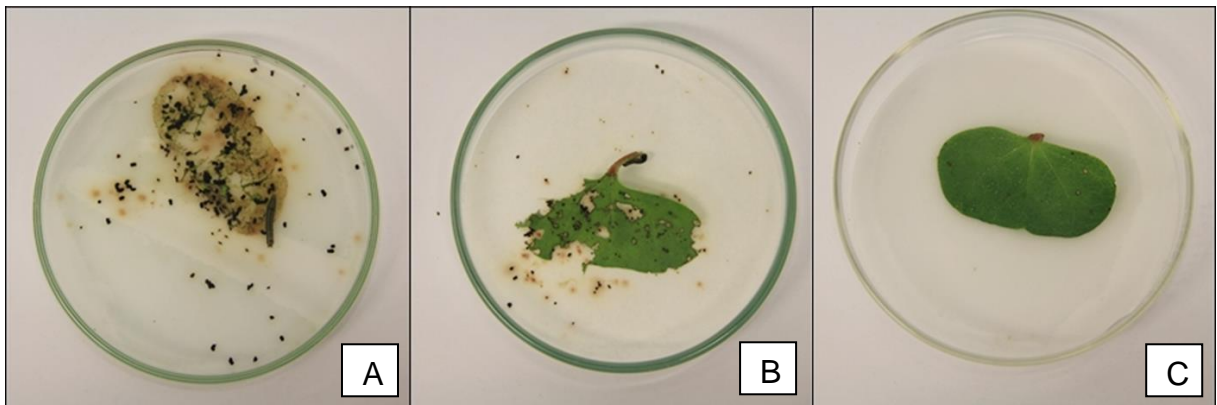
Anexo G. Comparação dos tratamentos T14 (A), T15 (B) e T16 (C).



Anexo H. Comparação dos tratamentos T17 (A), T18 (B) e T19 (C).



Anexo I. Comparação dos tratamentos T20 (A), T21 (B) e T22 (C).



Anexo J. Comparação dos tratamentos T23 (A), T24 (B) e T25 (C).

