

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 22/02/2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

**FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ROBERTO DA SILVA

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALGODÃO TRANSGÊNICOS (Bt) EM
RELAÇÃO À OCORRÊNCIA DE PRAGAS**

Ilha Solteira
2017

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ROBERTO DA SILVA

Dissertação, apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Paulo Cesar Ceresini
Orientador

Geraldo Papa
Co-orientador

Ilha Solteira
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- S586d Silva, Roberto da.
Desempenho de cultivares de algodão transgênicos (Bt) em relação à ocorrência de pragas / Roberto da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
50 f. : il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2017
- Orientador: Paulo Cesar Ceresini
Co-orientador: Geraldo Papa
Inclui bibliografia
1. *Gossypium hirsutum*. 2. Manejo integrado de pragas. 3. Lepidópteros-pragas.

certificado de aprovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALGODÃO TRANSGÊNICOS (Bt)
EM RELAÇÃO À OCORRÊNCIA DE PRAGAS

AUTOR: ROBERTO DA SILVA
ORIENTADOR: PAULO CEZAR CERESINI
COORDENADOR: GERALDO PAPA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA,
especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GERALDO PAPA
Departamento de Fitosanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Solo-Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. EVANDRO PEREIRA PRADO
Produção Vegetal - Defesa Fitosanitária / FCAT - Unesp - Dracena

Ilha Solteira, 22 de fevereiro de 2017

DEDICO...

Aos meus pais, Odete Ferreira da Silva e Augusto Raimundo, os quais me apoiaram em todos os momentos e me deram força para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos

OFEREÇO...

A minha esposa Elizabete pela paciência e o apoio, Te amo coisa linda.

A minha irmã Thaisa Gabriela e aos meus avós José e Adelaida.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em especial à Faculdade de Engenharia, campus de Ilha Solteira, por proporcionar excelentes condições de aprendizado oferecidas durante o período da Pós-graduação.

Aos professores do curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, pelo empenho em melhorar constantemente a qualidade de ensino.

Ao Prof. Dr. Geraldo Papa, pelo conhecimento transmitido, durante estes anos de orientação, manifesto minha gratidão pela grande contribuição em minha vida acadêmica e pessoal.

Ao Prof. Dr. Fernando Celoto por toda a ajuda prestada, assim como aos meus colegas de laboratório de Entomologia II FEIS/UNESP, que me auxiliaram no andamento do trabalho João Zanardi, Matheus Castro, André Gonsales, Ana beatriz Spadoni, João Scrociato, Natália Staudt, Felipe Mendonça, Marcelo Ferraz, Pedro ehrenberg e Rafael Bertholino.

Fica difícil agradecer a todos que de alguma forma me ajudaram para que esse trabalho fosse realizado. Para aqueles que não estão citados aqui, tenham certeza que fazem parte da minha vida.

RESUMO

A adoção de cultivares de algodão Bt tem crescido nas últimas décadas devido ao aumento da disponibilidade de materiais com novas combinações de proteínas e a ocorrência de espécies de lepidópteros-pragas de difícil controle, como a *Helicoverpa armigera*. O objetivo deste trabalho foi verificar comparativamente a ocorrência de lepidópteros-pragas e pragas não alvo nas três cultivares Bt atualmente plantadas no Brasil: Bollgard II (Cry1Ac + Cry2Ab2), Widestrike (Cry1Ac + Cry1F) e Twinlink (Cry1Ab + Cry2Ae) e na cultivar não Bt FMT701. Para tanto, foram instalados experimento em campo e casa de vegetação. Experimento I: O delineamento empregado foi blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições. Foram comparadas três cultivares de algodão Bt: Bollgard II, Widestrike e Twinlink e a cultivar não Bt FMT701. Cada parcela constou de 12 linhas com espaçamento de 0,9m com 30 m de comprimento e densidade de dez plantas/m. As avaliações foram realizadas semanalmente registrando-se a ocorrência de pragas, danos em estruturas reprodutivas e desfolha. Experimento II: Foi desenvolvido em casa de vegetação, utilizando-se as mesmas cultivares do Experimento I. Foram realizadas em cada tratamento infestações artificiais com lagartas de segundo instar da espécie *H. armigera* obtidas da criação em Laboratório. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. Cada parcela foi constituída de uma planta de algodão, cultivado em vaso com volume de dez litros. Foram realizadas avaliações diárias registrando-se o número médio de botões florais danificados pelas lagartas e o número de lagartas vivas, até cinco dias após a infestação. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Cultivares de algodão Bt Bollgard II (Cry1Ac + Cry2Ab2), Widestrike (Cry1Ac + Cry1F) e Twinlink (Cry1Ab + Cry2Ae) foram eficientes na proteção de plantas contra o ataque de *Alabama argillacea*, *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera eridania* e *Pectinophora gossypiella* e afetaram negativamente a população de *Spodoptera frugiperda* e *H. armigera*, porém a cultivar Widestrike não proporcionou alto desempenho na proteção de plantas contra o ataque destas espécies. Cultivares de algodão Bt Bollgard II, Widestrike e Twinlink proporcionaram maior produtividade de algodão em caroço que a cultivar não Bt (FMT701), com destaque para a cultivar Widestrike que alcançou a maior produtividade. Cultivares de algodão Bt Bollgard II, Widestrike e Twinlink foram eficientes na proteção as plantas contra o ataque de *H. armigera* em condições de casa de vegetação.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. Manejo integrado de pragas. Lepidópteros-pragas.

ABSTRACT

The adoption of Bt cotton cultivars increased in the last harvest, due to the increased availability of cultivars with new protein combinations and the occurrence of lepidopteran pests such as *Helicoverpa armigera*. The objective of this work was to verify comparatively the occurrence of lepidopteran pests and non-target pests of the Bt technology in three Bt cultivars currently planted in Brazil: Bollgard II (Cry1Ac + Cry2Ab2), Widestrike (Cry1Ac + Cry1F) and Twinlink (Cry1Ab + Cry2Ae) and non-Bt cultivar FMT701. Experiment I: The design was randomized blocks with four treatments and six replicates. Each plot consisted of 12 rows with spacing of 0.9 m, 30 m of length and density of 10 plants/m. The evaluations were carried out weekly, registering the occurrence of pests, damage to reproductive structures and defoliation. Experiment II: It was conducted in a greenhouse, using the same cultivars of Experiment I. In each treatment were made artificial infestations with *H. armigera* caterpillars obtained from the creation in Laboratory. The design was completely randomized, with four treatments and 10 replications, for each species of caterpillars. Each plot consisted of a cotton plant grown in a ten-liter pot. Daily evaluations were carried out, registering the number of floral buds damaged by caterpillars and the number of alive caterpillars, until five days after infestation. The results were submitted to analysis of variance by the F test and the means were compared by the Tukey Test (5%). Bollgard II, Widestrike and Twinlink cotton cultivars were efficient in protecting plants against the attack of *Alabama argillacea*, *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera eridania* and *Pectinophora gossypiella* and negatively affected the population of *Spodoptera frugiperda* and *H. armigera*, but the Widestrike cultivar is not of high performance in the protection of plants against the attack of these species. Cotton Bt cultivars Bollgard II, Widestrike and Twinlink provided higher productivity than the non-Bt cultivar FMT701, especially the Widestrike cultivar, which achieved the highest productivity. Cotton cultivars Bt Bollgard II, Widestrike and Twinlink were efficient in protecting the plants against *H. armigera* attack under greenhouse conditions.

Key words: *Gossypium hirsutum*. Integrated pest management. Lepidoptera-pests.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Desempenho de cultivares de algodão (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Número médio de lagartas de *Alabama argillacea* por planta, aos 66, 73, 80, 87 e 101 dias após a emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.26
- Figura 2 - Desempenho de cultivares de algodão (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Número médio de lagarta de *Spodoptera eridania* por planta, aos 45, 66, 73 e 80 dias após a emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.27
- Figura 3 - Desempenho de cultivares de algodão (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Número médio de lagartas de *Chrysodeixis includens* por planta, aos 52, 59, 66, 73 e 80 dias após a emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.....28
- Figura 4- Porcentagem média de desfolha em cultivares de algodão (Bt) e convencional, atacados por *Alabama argillacea*, *Chrysodeixis includens* e *Spodoptera eridania*, aos 45, 66, 73, 80 e 94 dias após a emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.....29
- Figura 5 - Desempenho de cultivares de algodão transgênicas (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Porcentagem de maçãs com sintomas de ataque da lagarta *Pectinophora gossypiella* aos 105, 112 e 126 dias após emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.31
- Figura 6 - Desempenho de cultivares de algodão transgênica (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Porcentagem de plantas com lagarta de *Spodoptera frugiperda*, aos 66, 73, 80, e 87 dias após a emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.....32
- Figura 7 - Desempenho de cultivares de algodão transgênicas (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Porcentagem de plantas com lagartas de *Helicoverpa armigera*, aos 73, 80, e 87 dias após emergência das plantas (DAE). Selviria, MS. 2015.33
- Figura 8 - Desempenho de cultivares de algodão transgênicas (Bt) e convencional em relação à ocorrência de pragas. Porcentagem de botões florais com sintomas de danos provocados por

lagartas de *S. frugiperda* e *H. armigera* aos 38, 52, 66, 73, 80, 87 e 94 dias após a emergência das plantas (DAE). Selvíria, MS. 2015. 34

Figura 9 - Número médio de ninfas de *Bemisia tabaci* por folha, aos 17, 31, 45, 66, 87 e 94 dias após a emergência da cultura (DAE). Selvíria, MS. 2015. 35

Figura 10 - Porcentagem de botões florais com oviposição e/ou alimentação de *Anthonomus grandis* por tramentos, aos 45, 66, 73, 80, 94 e 101 dias após a emergência das plantas (DAE). Selvíria, MS. 2015. 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, nome comercial e proteínas expressadas nas cultivares. Selvíria, MS, 2015.....	22
Tabela 2 - Tratamentos e os nomes comerciais das cultivares. Ilha Solteira, SP, 2015.....	25
Tabela 3 - Número de lagartas vivas <i>Helicoverpa armigera</i> e número médio de botões florais atacados cinco dias após infestação (DAI). Ilha Solteira, SP. 2015.	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	IMPORTÂNCIA DO ALGODOEIRO	14
2.2	PRAGAS DO ALGODOEIRO	14
2.2.1	Curuquerê-do-algodoeiro - <i>Alabama argillacea</i> Hubner.....	15
2.2.2	Lagarta Falsa-Medideira – <i>Chrysodeixis includens</i> Walker	15
2.2.3	Helicoverpa armigera - <i>Helicoverpa armigera</i> Hübner	16
2.2.4	Complexo <i>Spodoptera</i> spp	17
2.2.4	Lagarta-rosada - <i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders	18
2.2.5	Mosca branca – <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	18
2.2.6	Bicudo-do-algodoeiro - <i>Anthonomus grandis</i> Boheman	19
2.3	ALGODÃO - <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	EXPERIMENTO EM CAMPO	22
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.3	INSTALAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	22
3.3.1	Preparo do solo e instalação do experimento	22
3.3.2	Controle fitossanitário.....	23
3.3.3	Amostragens.....	24
3.4	EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO	24
3.4.1	Infestação das parcelas	25
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1	CURUQUERÊ-DO-ALGODOEIRO – <i>Alabama argillacea</i>	26
4.2	LAGARTA-ERIDANIA - <i>Spodoptera eridania</i>	27
4.3	FALSA-MEDIDEIRA – <i>Chrysodeixis includens</i>.....	28

4.4	DESFOLHA	29
4.5	LAGARTA-ROSADA – <i>Pectinophora gossypiella</i>	30
4.6	LAGARTA MILITAR - <i>Spodoptera frugiperda</i>	31
4.7	ARMIGERA – <i>H. armigera</i>	32
4.8	ATAQUE EM BOTÕES FLORAIS.....	33
4.9	MOSCA-BRANCA - <i>Bemisia tabaci</i> – Biótipo B	34
4.10	BICUDO-DO-ALGODOEIRO – <i>Anthonomus grandis</i>	35
4.11	PRODUTIVIDADE.....	36
4.12	RESULTADOS EM CASA DE VEGETAÇÃO - <i>Helicoverpa armigera</i>	37
6	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	ANEXOS.....	47
	APÊNDICE	478

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 900 mil hectares de área cultivada com algodão, sendo que a maior concentração encontra-se na região Centro-Oeste, seguida pela região Nordeste. Os estados de Mato Grosso e Bahia são responsáveis por cerca de 88% da área plantada. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017).

A cultura do algodão atrai e hospeda permanentemente um complexo significativo de pragas, que atacam as plantas desde as raízes até os capulhos, ocasionando danos, afetando a produtividade e características importantes das sementes e fibras, impedindo que a cultura atinja seu máximo rendimento produtivo (SANTOS, 2015).

Segundo Quintela (2001) a expansão das áreas cultivadas sob irrigação e o cultivo sucessivo e intensivo das áreas com culturas como feijão, milho, soja e algodão, bem como o uso intensivo de inseticidas, favoreceram o aumento de pragas nas culturas e a redução das populações de organismos benéficos. Com o aumento das pragas, o uso de inseticidas tem sido constante e muitas vezes indiscriminado, aumentando o custo de controle e tornando o controle de pragas mais difícil e complexo (QUINTELA, 2001).

Segundo Papa e Celoto (2014) é necessário que a cotonicultura moderna adote as práticas propostas pelo Manejo Integrado de Pragas. Neste sentido, os avanços das pesquisas em biotecnologia levaram à obtenção de plantas geneticamente modificadas que, no caso específico da cultura do algodão, resultaram na obtenção de plantas que expressam proteínas tóxicas derivadas da bactéria *Bacillus thuringiensis*, constituindo-se em uma ferramenta viável para o controle de grande parte dos lepidópteros-pragas que atacam a cultura (BOBROWSKI et al., 2003; RAMIRO; FARIAS, 2006).

No Brasil, a partir de 2005, houve a liberação da cultivar transgênica Nuopal (Bolgard I), que expressa a proteína Cry1Ac e controla parte dos principais Lepidópteros-pragas da cultura. Com a liberação dos demais algodoeiros Bt resistentes a lepidópteros-pragas, como em 2009 o Bollgard II (Cry1Ac+Cry2Ab2) e Widestrike (Cry1Ac+Cry1F), e em 2011 o Twinlink (Cry1ab+ Cry2Ae), foi ampliada a expectativa de melhoria de controle de lagartas (THOMAZONI et al., 2013).

Segundo Santana (2016) em altas infestações de algumas pragas em campo como *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda*, tem sido observada falha de controle efetivo de muitas variedades Bt no Brasil. Essa ausência de controle pode estar relacionada a vários fatores tais como: ausência de refúgio, menor suscetibilidade natural dos insetos-alvo em plantas Bt e também a menor expressão da toxina Bt ao longo do ciclo de desenvolvimento da

planta em estruturas vegetativa e reprodutivas (ARMSTRONG et al., 2011; SIVASUPRAMANIAN et al., 2008).

O fato de *H. armigera* e *S. frugiperda* sobreviverem em algodão Bt, pode estar associado à evolução da resistência. Farias et al. (2014) relataram a ocorrência no Brasil da resistência de *S. frugiperda* à proteína inseticida Cry1F em milho. Na china Liu et al. (2010) constatou a resistência da *H. armigera* à proteína Cry1Ac em algodão.

Viana et al. (2014) constataram que a cultivar Nuopal que expressa a proteína Cry1Ac, apresentou baixo efeito nos parâmetros biológicos da *Chrysodeixis includens* uma vez que 62% das lagartas sobreviveram e se transformaram em pupas normais. Sebastião et al. (2015) relatam que as lagartas *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* e *S. frugiperda* são tolerantes à proteína Cry1Ac e conseguem sobreviver mesmo submetidos a elevados níveis de concentração.

Neste contexto, estudos sobre a viabilidade desta tecnologia são fundamentais para determinar as adaptações às mais diversas condições de campo e principalmente observar as possíveis falhas que essa tecnologia possa ter. Assim, são necessários estudos para verificar o desempenho da tecnologia no controle de lagartas, gerando dados que possam subsidiar a tomada de decisão quanto ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) nos materiais transgênicos.

O objetivo deste trabalho foi verificar comparativamente a ocorrência de lepidópteros-pragas e pragas não alvo da tecnologia Bt, nas três cultivares Bt atualmente plantadas no Brasil (Bollgard II, Widestrike e Twinlink) e na cultivar não Bt (FMT 701).

6 CONCLUSÃO

1. Cultivares de algodão Bt Bollgard II (Cry1Ac + Cry2Ab2), Widestrike (Cry1Ac + Cry1F) e Twinlink (Cry1Ab + Cry2Ae) foram eficientes na proteção de plantas contra o ataque de *Alabama argillacea*, *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera eridania*, *Pectinophora gossypiella* em condições de campo.
2. Cultivares de algodão Bt Bollgard II, Widestrike e Twinlink afetaram negativamente a população de *S. frugiperda* e *H. armigera*, porém a cultivar Widestrike não proporcionou alto desempenho na proteção de plantas contra o ataque destas espécies.
3. Cultivares de algodão Bt Bollgard II, Widestrike e Twinlink proporcionaram maior produtividade de algodão em caroço que a cultivar não Bt (FMT701), com destaque para a cultivar Widestrike que alcançou a maior produtividade.
4. Cultivares de algodão Bt Bollgard II, Widestrike e Twinlink foram eficientes na proteção as plantas contra o ataque de *H. armigera* em condições de casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, M.D. et al. Comparative study of artificial diet and soybean leaves on growth, development and fecundity of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Kasetsart Journal National Science**, Washington, v. 34, p. 339-344, 2000.
- AHMAD, M.; ARIF, M. I.; AHMAD, Z.; DENHOLM, I. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. **Pest Management Science**, Chichester, v. 58, n. 2, p. 203- 208, 2002.
- AKIN, D.S.; STEWART, S.D.; LAYTON, M.B.; MILLS, J.A. Efficacy of cotton expressing pyramided *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins against lepidopteran pests. **Midsouth Entomologist**, Starkville, v. 4, p.113, 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. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 94, n. 2, p. 262-271, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO - ABRAPA. **Números do algodão**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 17 ago. 2016.
- 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**, Cambridge, v. 7, n. 8, p. 90-94, 2015.
- AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. Jaboticabal: Unesp, 1998.114 p.
- 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.
- BALLAMINUT, C. E. C. **Seletividade da cultura do algodoeiro aos herbicidas diuron, clomazone, trifloxysulfuron-sodium e pirythiobac-sodium**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- BARROS, E. M.; NETTO, J. C. Oculto e abundante. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 191, p. 10-12, 2015.
- BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V. Algodoeiros geneticamente modificados. In: FRIRE, E. C. (Ed.) **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. Cap. 4, p. 141-173.

BERNARDI, O.; ALBERNAZ, K. C.; VALICENTE, F. H.; OMOTO, C. Resistência de insetos-praga a plantas geneticamente modificadas. In: BORÉM, A.; ALMEIDA, G. (Org.). **Plantas geneticamente modificadas: desafios e oportunidades para regiões tropicais**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. v. 1. p. 179-204.

BOBROWSKI, V.L.; FIUZA, L.M.; PASQUALI, G.; ZANETTINI, M.H.B. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.1, p. 843-850, 2003.

BOTTON, M. et al. Preferência alimentar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em arroz e capim-arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 27, p. 207-212, 1998.

BUSOLI, A. C.; PEREIRA, F. F.; LOPEZ, V. A. G.; SOARES, J. J.; MELO, R. S.; ALMEIDA, C. A. Preferência alimentar do bicudo-do-algodoeiro por frutos de diferentes cultivares e idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 2, p. 101-104, 2004.

BUSOLI, A.C.; PARISI, H.A.M. & MICHELOTTO, M.D. Infestação de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) e *Pectinophora gossypiella* Saunders, 1843 (Lepidoptera: Gelechiidae) na cultivar Nuopal (Bollgard I), comparada a cultivares comerciais de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007. Uberlândia, **Anais...** Uberlândia, 2007. 1 CD-ROM.

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

CZEPAK, C, VIVIAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 15, n. 167, p. 20-27, abr. 2013.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBio. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Resumo geral de plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/documents/566529/1684467/Tabela+de+Plantas.pdf/e9d66306-bc49-4595-bd8a-805b727e7750?version=1.0>>. Acesso em: 2 fev. 2017.

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. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12526.html>>. Acesso em: 8 dez. 2014.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBio. **Parecer Técnico 2795/2011**: liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos e tolerantes ao glufosinato de amônio, algodão TwinLink®, Processo nº: 01200.002699/2010-39. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/15927.html>>. Acessado em: 13 de dez 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Séries históricas**. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>. Brasília, DF, 2017. Acesso em: 02 de fev. de 2017.

CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro**: informações básicas para seu cultivo. Belém: EMBRAPA – UEPAE. 1989. 29 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

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**, Amsterdam, v. 64, n. 1, p.150-158, 2014.

FERNANDES, W. D. Atividade sexual circadiana de *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1843) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Científica e Cultural**, Campo Grande, v. 3, p. 21-25, 1988.

FREITAS, M. M.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; NOGUEIRA, L.; DI BELLO, M. M.; SOUZA, B. H. S.; EDUARDO, W. I. Mortalidade de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de algodão Bt e não-Bt. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2015. p. 130-131.

FREITAS, M. M.; NOGUEIRA, L.; DI BELLO, M. M.; SOUZA, B. H. S.; OLIVEIRA, T. S.. Efeito de genótipos de algodão Bt e não-Bt no desenvolvimento de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2015. p. 107-108.

GABRIEL, D.; BLANCO, F. M. G.; MATIOLI, A. L. Avaliação de cultivares transgênicas de algodoeiro quanto aos danos e a reprodução de *Anthonomus grandis* Boh. 1843 (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2009. p. 462-468.

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**, São Paulo, v. 1, p. 177-182, 1983.

HENDRIX, D.L.; WEI, Y. Detection and elimination of honeydew excreted by the sweetpotato whitefly feeding upon cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION CONFERENCE, 12, 1992, Memphis. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1992. p. 671-673.

HORIKOSHI, RENATO J.; BERNARDI, DANIEL ; BERNARDI, ODERLEI ; MALAQUIAS, JOSÉ B. ; OKUMA, DANIELA M. ; MIRALDO, LEONARDO L. ; AMARAL, FERNANDO S. DE A. E ; OMOTO, CELSO . Effective dominance of resistance of *Spodoptera frugiperda* to Bt maize and cotton varieties: implications for resistance management. **Scientific Reports**, London, v. 6, p. 34864, 2016.

INSTITUTO MATO GROSSENSE DO ALGODÃO – IMAmt. **Pressão de mosca-branca no início da safra preocupa pesquisadores, produtores e técnicos.** Cuiabá, 2016.

Disponível em: <<http://imamt.com.br/home/noticia/1425>>. Acessado em: 11 de ago. 2016.

JACKSON, R. E.; MARCUS, M. A.; GOULD, F.; BRADLEY JUNIOR, J. R.; VAN DUYN, J. W. Cross-resistance responses of CryIac-selected *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) to the *Bacillus thuringiensis* protein VIP3A. **Journal of Economic Entomology**, Cary, v. 100, n. 1, p. 180-186. 2007.

KING, A.B.S. *Heliothis/Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae). In: MATTHEWS, G. A.; TUNSTALL, J. P. (Ed.). *Insect pests of cotton*. **CAB International**, Wallingford, p. 39-106, 1994.

KODAMA, E.; DEGRANDE, P. E. Não-preferência para oviposição e viabilidade de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodão-Bt e em sua isolinha não-transgênica. **Interciência**. Santiago, v. 37, n. 5, p. 377-380, 2012.

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**, Fairfax, v. 66, p. 155-161, 2010.

NAUEN, R.; DENHOLM, I. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: current status and future prospects. **Archives Insects Biochemical Physiology**, Hoboken, v. 58, n. 4, p. 200-215, 2005.

MARTINS, M. C.; KISCHEL, E.; FUMAGALLI, F.; SANTOS, G. B.; BRUGNERA, P.; TAMAI, M. A. Contra o bicudo. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 15., p. 27-29, 2014.

MATTHEWS, M. **Heliothine moths of Australia**: a guide to pest bollworms and related noctuid groups. Melbourne: CSIRO, 1999.

MATTANA, A.L.; FOERSTER, L.A. Ciclo de vida de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) em um novo hospedeiro, *Bracatinga* (*Mimosa scabrella* Benthham) (Leguminosae). In: SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 17. **Anais...** Londrina, 1988. p. 173-183.

MILANE, P.; V. G. N.; CALDAS, F. M.; RIBEIRO, P. A.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S. Emergência do bicudo *Anthonomus grandis* em algodoeiro geneticamente modificado e convencional no cerrado de Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22., 2008, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2008. 1 CD ROM.

MIRANDA, J. E.; SANTOS, J. B.; LUCENA, W. A.; PEDROSA, M. B.; ALENCAR, R. Nível de controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do algodoeiro do Oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador, 2005. p. 1-16.

MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 2000. v. 3. p. 163-200.

OMOTO, C.; ALVES, E. A. **Resistência de mosca-branca a inseticidas**. Mogi Mirim: IRAC-BR, 2016. Disponível em: <http://media.wix.com/ugd/2bed6c_6ad6b4a18c9b41a9994eaa55dced2aeb.pdf>. Acessado em: 09 de agos. 2016.

PAPA, G.; CELOTO, F. J. Controle químico do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*, Boheman (Coleoptera: Curculionidae). In: BELOT, J. B. (Org.). O Bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.. 2. ed. Cuiabá, MT: IMAMT, 2015. p. 143-154.

PAPA, G.; CELOTO, F.J. Manejo de pragas. In: Aluizio Borém; Eleusio C. Freire. (Org.). **Algodão: do plantio a colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 217-249.

PAPA, G.; SILVA, R.; CELOTO, F. J.; ZANARDI JUNIOR, J. A. Exército nefasto. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 27, p. 32-35, 2016.

PESSOA, R.; BUSOLI, C. A. Efeito de cultivares de algodão bt nos parâmetros biológicos do parasitoide de mosca-branca encarsia desantisi (Hymenoptera: Aphelinidae). In: X CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2015.

PITRE, H.N.; HOGG, D.B. development of the fall armyworm on cotton, soybean and corn. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Athens, v.18, n.2, p.182-187, 1983.

PRABHAKER, N.; CASTLE, S.; HENNEBERY, T. J.; TOSCANO, N. C. Assessment of cross-resistance potential to neonicotinoid insecticides in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 95, n. 1, p. 535-543, 2005.

QUINTELA, E.D. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2001. 28 p. (Circular Técnica).

RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M. Levantamento de insetos predadores nos cultivares de algodão Bollgard® DP90 e convencional Delta Pine Acala 90. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n.1, p. 119-121, 2006.

RIBEIRO, Z. A.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; DI BELLO, M. M.; NOGUEIRA, L.; MORAES, R. F. O de. Parâmetros biológicos de *Helicoverpa armigera* (Hubner) alimentada com genótipos de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2015.

ROMANO, D. **Ocorrência de pragas na cultura do algodão transgênico (bt) e convencional cultivado no sistema adensado e não-adensado**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 2012.

ROMANO, D.; PAPA, G..Ocorrência de pragas na cultura do algodão transgênico (bt) e convencional cultivado no sistema adensado e não-adensado. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 24, n. 4, p. 281-292, 2015.

SANTANA, D. R. S. **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.** 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

SANTOS, K. B. dos; MENGUIM, A. M.; NEVES, P. M.O. J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.903-910, 2005.

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

SANTOS, R. O dos.; DEGRANDE, P. E.; AZAMBUJA, R.; SOUZA, E. P de.; LEAL, M. F.. Biologia de fases imaturas de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro bt e não-bt. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 10., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2015.

SANTOS, W. J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. 2. ed. Aparecida de Goiânia: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2011. 1082 p.

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.

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**, Brasília, DF, v. 50, n. 11, p. 999-1005, 2015.

SILVA, F. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental. **African Journal of Agricultural Research**. Victoria Island, v. 11. n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVIE, P.; BÉLOT, J. L.; MICHEL, B. **Manual de identificação das pragas e seus danos no cultivo de algodão**. 2. ed. Cascavel: COODETEC/CIRAD-CA, 2007. 120 p.

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 Cry2Ab22 proteins for control of lepidopteran pests. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 101, n. 2, p. 546-554, 2008.

SILVA, A.G.D'A; GONSALVES, C.R.; GALVÃO, D.M. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro: [s. n.], 1968. 622 p.

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**, College Park, v. 44, n. 1, p. 186-192, 2015.

SORIA, M. F.; THOMAZONI, D.; BATISTA, B. B.; QUEIROZ, L. R.; VILELA, P.; BÉLOT, J. L.; GAUER, E.; DEGRANDE, P. E.. Controle de Heliothinae (*Helicoverpa armigera* e *Heliothis virescens*) e *Spodoptera eridania* por variedades Bt de algodoeiro (Bollgard, Bollgard II, Widestrike e TwinLink) cultivadas no Cerrado matogrossense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, **Anais...** Goiânia, 2014.

SPECHT, A.; SOZA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, p.689-692, 2013.

SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S. **Plantas hospedeiras do Bicudo-do-algodoeiro. In: Jean Louis Belot. (Org.). O bicudo-do-algodoeiro (Anthonomus grandis BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle.** Cuiabá: Instituto Mato-grossense do algodão - IMAmt, 2015. p. 61-78.

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).

VIANA, D. de. L.; CROSARIOL NETTO, J.; AGUIRREGIL, O. J.; BUSOLI, A. C. Parâmetros biológicos da lagarta falsamedideira em cultivares de algodoeiro com as proteínas Cry1Ac e Cry1F. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira.**, Brasília, DF, v.49, n.7, p.569572, 2014.

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 71-79, 2002.

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**, Hyderabad, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.