

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**EFEITO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS BT COM MANEJO DE  
INSETICIDAS EM VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO**

**GABRIELLE DE LIMA MASSON**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2020**

**EFEITO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS BT COM MANEJO DE  
INSETICIDAS EM VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO**

**GABRIELLE DE LIMA MASSON**

Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal

Orientador: PROF. DR. MARCOS GINO FERNANDES

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

Dourados  
Mato Grosso do Sul  
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M421e Masson, Gabrielle De Lima  
Efeito de diferentes tecnologias Bt com manejo de inseticidas em visitantes florais do algodoeiro  
[recurso eletrônico] / Gabrielle De Lima Masson. -- 2020.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Marcos Gino Fernandes.  
Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Polinizadores. 2. Gossypium. 3. Organismos geneticamente modificados. I. Fernandes,  
Marcos Gino. II. Título.

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

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

**“Efeito de Diferentes Tecnologias Bt com Manejo de Inseticidas em Visitantes Florais do Algodoeiro”**

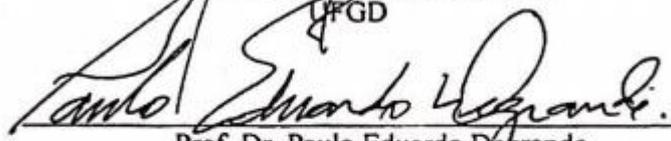
por

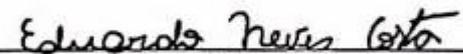
Gabrielle de Lima Masson

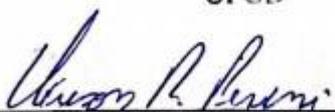
Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
DOUTORA EM AGRONOMIA

Aprovada em: 27/03/2020.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes  
UFGD

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Eduardo De grande  
UFGD

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eduardo Neves Costa  
UFGD

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Clerison Perini  
UFSM

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Thiago Alexandre Mota  
Secretaria de Meio Ambiente

**DEDICO**

*A Deus, por abençoar meu caminho e sempre  
me dar forças para seguir em frente.*

**OFEREÇO**

*Aos meus avós, Grinauria Gomes de Lima  
(in memoriam) e Valdomiro Alexandre de  
Lima, e aos meus pais, Luiz Antônio Masson  
e Cleunice A. de Lima Masson, que muitas  
vezes abdicaram de seus sonhos para  
possibilitar a realização dos meus, além de  
todo amor, apoio e exemplo de vida.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes, que me ensinou a jamais ter medo na vida, assim como ter paciência e motivação em tudo que fizemos. Além da amizade, orientação, atenção despendida, conhecimentos compartilhados e estímulo para continuar na pesquisa.

Ao meu co-orientador Dr. Fernando Jurca Grigolli, por toda a atenção, dedicação e orientação dentro da Fundação MS durante esses anos, que contribuíram para todo o aprendizado.

Agradeço aos meus amigos do Laboratório de Entomologia, que compartilharam comigo cada etapa do trabalho e fizeram companhia, tornando as atividades ainda mais prazerosas. Em especial, Thais Araujo e Elidiane Feltrin. A Pamella Mingotti pela sua disposição e enorme ajuda em campo, sendo fundamental para que déssemos início a este trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, e também em Entomologia, que compartilharam seus conhecimentos e sabedoria, contribuindo para minha formação profissional.

Aos integrantes da banca examinadora da qualificação, pelos comentários e sugestões apresentadas com o objetivo de valorizar o trabalho.

Aos colegas de curso e amigos queridos, que de uma forma ou de outra contribuíram com suas forças e estímulos para que eu alcançasse meus objetivos.

Aos meus pais, Luiz Antônio e Cleunice, minha irmã Izabelle, meu noivo Bruno, meu avô Valdomiro, meus sogros e cunhados, por toda a dedicação e motivação nas horas de fraqueza, vocês foram essenciais para que eu conseguisse chegar até aqui.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram em algum momento, pois mesmo que a ajuda tenha parecido pequena, com certeza foi bastante valiosa.

Ao PPG Agronomia pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

A Capes pela concessão da bolsa.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	05
<b>CAPÍTULO I - VISITANTES FLORAIS DA CULTURA DO ALGODOEIRO BT E NÃO-BT NO MUNICÍPIO DE MARACAJU.....</b>	<b>12</b>
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS.....	19
DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
<b>CAPÍTULO II - EFEITO DO USO DE INSETICIDAS NO FORRAGEAMENTO DE VISITANTES FLORAIS EM ALGODOEIRO BT E NÃO BT EM CHAPADÃO DO SUL.....</b>	<b>34</b>
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56

## LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I</b> .....	12
<b>Tabela 1.</b> Número de indivíduos (NI), componentes de diversidade (PI In e PI <sup>2</sup> ), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de Simpson (D) das espécies de visitantes florais, registrados em tecnologias de algodoeiro Bt e não-Bt. Maracaju-MS, Brasil, Safras 2016/17 e 2017/18.....	21
<b>Tabela 2.</b> Número médio de indivíduos e espécies por dia de avaliação em variedades de algodoeiro com diferentes tecnologias. Maracaju-MS, Safras 2016/17 e 2017/18.....	25
<b>Tabela 3.</b> Coeficientes de correlação obtidos entre elementos meteorológicos [temperatura média °C, umidade média (%) e precipitação (mm)] e a densidade populacional de <i>Apis mellifera</i> em variedades de algodoeiro com diferentes tecnologias (Bollgard, WideStrike, TwinLink, Bollgard II e não-Bt). Maracaju-MS, Safras 2016/17 e 2017/18.....	26
 <b>CAPÍTULO II</b> .....	 34
<b>Tabela 1.</b> Produtos aplicados em suas respectivas datas de aplicações durante a manutenção da cultura do algodoeiro no “ensaio B”. Chapadão do Sul-MS, 2017.....	39
<b>Tabela 2.</b> Número de indivíduos médios ( <i>T. spinipes</i> , <i>A. mellifera</i> e <i>D. speciosa</i> ) encontrados nas diferentes tecnologias estudadas (Widestrike <sup>®</sup> , Bollgard <sup>®</sup> e Convencional). Chapadão do Sul-MS, 2017.....	43

## LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I</b> .....	12
<b>Figura 1.</b> (A) Imagem da área experimental; (B) flor de algodão contendo visitantes florais. Maracaju-MS, 2018.....	17
<b>Figura 2.</b> Número de indivíduos de insetos visitantes florais em algodão Bt (tecnologias WideStrike e Bollgard) e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2016/17.....	22
<b>Figura 3.</b> Número de indivíduos de insetos visitantes florais em algodão Bt (tecnologias Bollgard II <sup>®</sup> e TwinLink <sup>®</sup> ) e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2017/18.....	23
<b>Figura 4.</b> Número de flores por planta nos diferentes dias após a emergência (DAE) do algodoeiro com as tecnologias Bollgard <sup>®</sup> , Widestrike <sup>®</sup> e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2016/17.....	24
<b>Figura 5.</b> Número de flores por planta nos diferentes dias após a emergência (DAE) do algodoeiro com as tecnologias TwinLink <sup>®</sup> , Bollgard II <sup>®</sup> e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2017/18.....	24
<b>Figura 6.</b> Produtividade em caroço (@ ha <sup>-1</sup> ) do algodoeiro com diferentes tecnologias: Widestrike <sup>®</sup> , Bollgard <sup>®</sup> e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2016/17. Valores seguidos pela mesma letra sobre as barras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.....	25
<b>Figura 7.</b> Produtividade em caroço (@ ha <sup>-1</sup> ) do algodoeiro com diferentes tecnologias: TwinLink <sup>®</sup> , Bollgard II <sup>®</sup> e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2017/18. Valores seguidos pela mesma letra sobre as barras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.....	26
<b>CAPÍTULO II</b> .....	34
<b>Figura 1.</b> (A) Imagem da área experimental; (B) flor de algodão contendo visitantes florais. Chapadão do Sul-MS, 2017.....	39
<b>Figura 2.</b> Número de visitantes florais durante os diferentes dias de avaliação no florescimento da cultura do algodão após a aplicação de diferentes inseticidas. Chapadão do Sul-MS, 2017.....	42
<b>Figura 3.</b> Número médio de abelhas após a aplicação de diferentes inseticidas durante o florescimento da cultura do algodão. Chapadão do Sul-MS, 2017. Médias seguidas pela	

mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.....	43
<b>Figura 4.</b> Número de espécies de insetos visitantes florais ( <i>T. spinipes</i> , <i>A. mellifera</i> e <i>D. speciosa</i> ) em algodão com tecnologia Bt (Bollgard®). Chapadão do Sul-MS, 2017.....	44
<b>Figura 5.</b> Número de espécies de insetos visitantes florais ( <i>T. spinipes</i> , <i>A. mellifera</i> e <i>D. speciosa</i> ) em algodão com tecnologia Bt (Widestrike®). Chapadão do Sul-MS, 2017.....	44
<b>Figura 6.</b> Número de espécies de insetos visitantes florais ( <i>T. spinipes</i> , <i>A. mellifera</i> e <i>D. speciosa</i> ) em algodão sem tecnologia Bt (Convencional). Chapadão do Sul-MS, 2017.....	45
<b>Figura 7.</b> Número de indivíduos médios de diferentes espécies ( <i>T. spinipes</i> , <i>A. mellifera</i> e <i>D. speciosa</i> ) encontrados no experimento através da média de todas as tecnologias estudadas (Widestrike®, Bollgard® e Convencional). Chapadão do Sul-MS, 2017.....	45

## **EFEITO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS BT COM MANEJO DE INSETICIDAS EM VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO**

### **RESUMO GERAL**

A exposição de visitantes florais às proteínas inseticidas Bt são expressas no pólen das variedades geneticamente modificadas e geram inúmeras dúvidas sobre seus reais efeitos nesses insetos polinizadores. Existem relatos de mortalidade desses insetos não-alvos quando presentes em plantas transgênicas, supostamente devido a contaminações pelo uso incorreto de inseticidas. Deste modo, o objetivo desse trabalho foi verificar se a utilização das tecnologias de algodão Bt e não-Bt presentes no mercado, conjuntamente com o uso de diferentes defensivos agrícolas amplamente empregados na condução da cultura, influenciam a presença de visitantes florais e o forrageamento de abelhas no algodoeiro. Os experimentos foram conduzidos em municípios distintos de Mato Grosso do Sul, Brasil, sendo estes: Maracaju e Chapadão do Sul, durante dois anos agrícolas. Para o ano 2016/2017 foram avaliados os seguintes tratamentos: FM 975 WideStrike<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac e Cry1F), NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressando a toxina Cry1Ac) e sua cultivar não-Bt isolinha DeltaOpal<sup>®</sup>; e durante 2017/2018 foram testados: IMA 5675B2RF Bollgard II<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac e Cry2Ab2), IMA 8405GLT TwinLink<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ab e Cry2Ae) e a cultivar não-Bt IMA 2106GL. Em Chapadão do Sul foram instaladas duas áreas experimentais: o primeiro experimento foi composto apenas com uma variedade de algodão, FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, sendo os tratamentos compostos pela aplicação de diferentes inseticidas no decorrer da cultura: 1) Pirate à 1 L ha<sup>-1</sup>; 2) Connect à 1 L ha<sup>-1</sup>; 3) Malathion à 1,5 L ha<sup>-1</sup>; 4) Larvin à 700 g ha<sup>-1</sup>; 5) Belt à 0,15 L ha<sup>-1</sup>; 6) testemunha pulverizada com água. Já o segundo experimento foi composto pelo plantio de diferentes variedades de algodão Bt e não-Bt, sendo essas variedades/tecnologias constituindo os tratamentos estudados: FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressando a toxina Cry1Ac) e sua cultivar não-Bt isolinha DeltaOpal<sup>®</sup>. As amostragens de visitantes florais foram realizadas a cada dois ou três dias durante o período de florescimento da cultura (30 dias). Os insetos foram identificados e para analisar a diversidade das três comunidades estudadas, foi calculada a função de Simpson e Shannon-Wiener. Os dados obtidos para média das flores por dia e produtividade, foram submetidos à análise de variância e, quando observado efeito

significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos demonstram que as variedades/tecnologias transgênicas estudadas não causam risco ambiental para os visitantes florais da cultura do algodoeiro, onde foram observadas para tecnologia Bt maior riqueza e abundância de espécies de visitantes florais, quando comparado com não-Bt convencional. Os dados das pesquisas sugerem que a grande preocupação com a presença de polinizadores deve estar direcionada com o manejo de defensivos agrícolas, os quais confirmaram a sua interferência ecológica negativa sobre as abelhas e outros insetos visitantes florais da cultura do algodoeiro.

**Palavras-chave:** Polinizadores, *Gossypium*, organismos geneticamente modificados.

## **EFFECT OF DIFFERENT BT TECHNOLOGIES WITH INSECTICIDE MANAGEMENT ON COTTON FLOWER VISITORS**

### **GENERAL ABSTRACT**

The exposure of floral visitors to Bt insecticidal proteins is expressed in the pollen of genetically modified varieties and raises countless doubts about their real effects on these pollinating insects. There are reports of mortality of these non-target insects when present in transgenic plants, supposedly due to contamination by the incorrect use of insecticides. Thus, the objective of this work was to verify if the use of Bt and non-Bt cotton technologies present in the market, together with the use of different agricultural pesticides widely used in the management of the culture, influence the presence of floral visitors and the foraging of bees in the cotton. The experiments were conducted in different municipalities in Mato Grosso do Sul, Brazil, which are: Maracaju and Chapadão do Sul, during two agricultural years. For the year (2016/2017) the following treatments were evaluated: FM 975 WideStrike<sup>®</sup> (expressing the toxins Cry1Ac and Cry1F), NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressing the toxin Cry1Ac) and its non-Bt cultivar isolate DeltaOpal<sup>®</sup>; and during 2017/2018 were tested: IMA 5675B2RF Bollgard II<sup>®</sup> (expressing the toxins Cry1Ac and Cry2Ab2), IMA 8405GLT TwinLink<sup>®</sup> (expressing the toxins Cry1Ab and Cry2Ae) and the non-Bt cultivar IMA 2106GL. In Chapadão do Sul, two experimental areas were installed: the first experiment was composed only with a cotton variety, FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, and the treatments consisted of the application of different insecticides during the culture: 1) Pirate à 1 L ha<sup>-1</sup> ; 2) Connect to 1 L ha<sup>-1</sup>; 3) Malathion at 1.5 L ha<sup>-1</sup>; 4) Larvin at 700 g ha<sup>-1</sup>; 5) Belt at 0.15 L ha<sup>-1</sup>; 6) control sprayed with water. The second experiment consisted of planting different varieties of Bt and non-Bt cotton, these varieties / technologies constituting the treatments studied: FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressing the Cry1Ac toxin) and its non-Bt cultivar isolate DeltaOpal<sup>®</sup>. Sampling of floral visitors was carried out every two or three days during the flowering period of the crop (30 days). The insects were identified and to analyze the diversity of the three communities studied, the function of Simpson and Shannon-Wiener was calculated. The data obtained for average flowers per day and productivity, were subjected to analysis of variance and, when a significant effect was observed, the Tukey test at 5% probability was applied. The results obtained demonstrate that the studied transgenic varieties / technologies do not

cause environmental risk for floral visitors of the cotton culture, where greater richness and abundance of floral visitor species were observed for Bt technology, when compared with conventional non-Bt. The research data suggest that the great concern with the presence of pollinators must be directed to the management of pesticides, which confirmed their negative ecological interference on bees and other visiting floral insects in the cotton culture.

**Keywords:** Pollinators, *Gossypium*, genetically modified organisms.

## INTRODUÇÃO GERAL

O algodão (*Gossypium* spp.), da família Malvaceae é uma das grandes culturas que produz uma alta qualidade de fibra e que tem relevância muito grande para a agricultura brasileira. A produção de algodoeira do Brasil, na safra 2018/19 foi estimada em 2.575,4 mil toneladas de pluma, sendo que o aumento da produtividade, em relação à safra anterior, foi em torno de quase 4% de diferença (CONAB, 2019).

A última safra de algodão no Mato Grosso do Sul apresentou o maior índice de produtividade do Brasil, com uma média atingida de 328,7 arrobas por hectare, à frente dos locais de plantio de cotonicultura mais tradicionais do país e com as áreas concentradas principalmente nos municípios de Chapadão do Sul e Costa Rica (ABRAPA, 2019).

O manejo integrado de pragas é constituído por várias ferramentas, que em utilização correta proporcionam a redução de populações de artrópodes-pragas em culturas como o algodão e contribuem para redução do uso de produtos fitossanitários de origem química, o qual tem sido o principal método de controle de artrópodes fitófagos na cultura (RAMIRO & FARIA, 2006).

O manejo de pragas incorreto tem proporcionado à cotonicultura brasileira o status de cultura mais cara em aplicações de produtos fitossanitários, devido alguns fatores como a seleção de populações resistentes e ressurgência de pragas (IRAC, 2016; LIMA JÚNIOR et al., 2012; MIRANDA, 2010).

A utilização de plantas Bt resulta em uma queda no uso de inseticidas (CATTANEO et al., 2006); assim, as pragas não alvos podem manter a sobrevivência em decorrência à menor utilização de químicos aplicados para as pragas-alvo, controladas pela tecnologia Bt. Esse cenário pode apresentar efeitos benéficos sobre inimigos naturais (DUTTON et al. 2002), no entanto, também é possível que as proteínas Bt influenciem esses indivíduos e os polinizadores, diretamente através de suas alimentações (por exemplo o pólen de plantas Bt), ou indiretamente pelo consumo de presas ou hospedeiros que se alimentaram dessas plantas que expressam as proteínas Cry, interferindo assim em sua biologia e/ou ocorrência natural.

Dentre os polinizadores destacam-se as abelhas como a *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), conhecida como o polinizador mais valioso economicamente para a agricultura mundial (MCGREGOR, 1976; KLEIN et al., 2007).

Devido ao hábito alimentar das abelhas estar relacionado ao pólen e néctar, estes himenópteros realizam a polinização e efetuam o forrageamento nas flores para garantir sua nutrição e da prole. As abelhas visitam aproximadamente 90% das culturas, um número alto quando comparado com outras espécies de animais, como as moscas com 30% e os vertebrados com cerca de 6% (CORBET et al., 1991; RASMUSSEN et al., 2010). Além disso, *A. mellifera* é a espécie polinizadora mais utilizada nas monoculturas mundiais (WILLIAMS, 1994), representando uma produtividade alta de frutos e sementes (SOUTHWICK; SOUTHWICK, 1992).

Em relação aos valores econômicos, a polinização que os insetos promovem corresponde a 9,5% do valor total da produção de alimentos, considerando-se a produtividade agrícola de 100 culturas utilizadas diretamente para a alimentação humana (GIANNINI et al., 2015).

Sabe-se que os polinizadores são importantes para o algodoeiro, na literatura brasileira Pires et al. (2004, 2006), em coletas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste relataram-se 72 espécies de abelhas pertencentes a 4 famílias encontradas em flores de *Gossypium hirsutum* com polinização efetiva.

Para obter um bom controle de pragas, o uso de inseticidas é, atualmente, fundamental para se ter um bom manejo, porém os inseticidas são a principal causa de pesquisas toxicológicas em abelhas (BLACQUIÈRE et al., 2012). O uso indevido destes produtos fitossanitários pode interferir de forma direta e indireta no comportamento de polinizadores e visitantes florais (SANTOS; NASCIMENTO, 2011). Alguns fungicidas podem, também, ter um grande impacto sobre os polinizadores, por diminuir o forrageamento das abelhas (SOLOMON; HOOKER, 1989).

O uso indiscriminado de defensivos agrícolas tem sido muito discutido devido ao alto potencial de toxicidade aos polinizadores. Os produtos à base de grupos químicos como neonicotinoides e pirazol, são muito utilizados para o manejo de grandes culturas (ANDREI, 2013) e apresentam sérios riscos de intoxicação para as abelhas (KRUPKE et al., 2012).

Os neonicotinoides agem como neurotóxicos, afetando a mobilidade de abelhas através da indução de sintomas como tremores, queda, movimentos descoordenados e hiperatividade (LAMBIN et al., 2001; NAUEN et al., 2001; COLING et al., 2004). Naturalmente, baixas doses de inseticidas atuam como agentes causadores de estresse, tornando as abelhas mais suscetíveis a agentes de infecção biológica e também mais suscetíveis às adversidades do ambiente (PETIS et al., 2012; VIDAU, 2009).

A contaminação ocorre no momento que o inseto entra em contato com a planta, durante a coleta de néctar e pólen (JAY, 1986). No Brasil, há exemplos nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, onde foram registrados aumento da mortalidade de abelhas em locais onde a colmeia estava próxima a áreas agrícolas (MALASPINA, 2008; MALASPINA; SOUZA, 2008; PINTO; MIGUEL, 2008). A relação entre o tamanho da área pulverizada e o tempo de aplicação, também desempenha grande influência no nível de contaminação (FREE, 1993).

As áreas extensas com grandes cultivos como soja, milho, algodão e cana de açúcar, por exemplo, onde em curto espaço de tempo os locais são pulverizados, tem impacto sobre as abelhas mais acentuado e significativo em relação às áreas de menor extensão (PINHEIRO; FREITAS, 2010).

A temática do uso incorreto de defensivos agrícolas no Brasil é uma situação preocupante, pois entre 1964 e 2004 o consumo no país aumentou 700% (SPADOTTO et al., 2004). A queda do número de polinizadores forrageando as culturas, assim como a redução da diversidade de abelhas em áreas de grandes culturas, são problemas, normalmente, resultantes do uso excessivo desses produtos (ALLEN-WARDELL et al., 1998; KEARNS; INOUE; WASER, 1998; KREMEN et al. 2002; KEVAN; VIANA, 2003; LARSEN et al. 2005).

Vale ressaltar, portanto, que além da possível interferência dos defensivos agrícolas na dinâmica populacional de polinizadores e visitantes florais, os mesmos podem sofrer influência direta ou indireta, também, através das plantas Bt, presentes no mercado nacional.

O modo de ação das proteínas Cry tem sido efetivo e caracterizado, principalmente, em lepidópteros. A ação primária de proteínas Cry é a lise das células epiteliais do intestino médio de insetos-alvo, pela formação de poros nas microvilosidades apicais das membranas das células. As proteínas Cry passam de protoxinas (inclusão cristalina) para oligômeros, que se inserem em membranas que causam o vazamento de íons e a lise celular. A inserção das toxinas gera a formação de poros líticos nas microvilosidades da membrana apical. Posteriormente, ocorrem a lise celular e o rompimento do epitélio do intestino médio, liberando o conteúdo celular e fornecendo aos esporos meio esporulante, que leva o inseto à severa septicemia e à morte (BERNARDI et al, 2011).

Vale ressaltar que as ligações das toxinas Cry ativadas à membrana epitelial das células do intestino médio se realiza por meio de receptores ou sítios de união

específicos. Esta união é essencial para a toxicidade ao inseto, em que diferentes receptores para diferentes toxinas podem estar presentes (HOFMANN et al., 1988).

Dentre esses receptores está um grupo das proteínas caderinas, um dos receptores proteicos envolvidos no complexo processo de ligação das proteínas Cry1 às microvilosidades da membrana apical das larvas de Lepidoptera (PINHEIRO, 2013). As proteínas caderinas de lepidópteros foram identificadas na membrana apical das células colunares do epitélio do intestino médio, local alvo das proteínas Cry (CHEN et al, 2005).

No entanto, para todas as plantas Bt comercialmente disponíveis e que usam proteínas Cry, a causa da morte é somente a toxina, pois os genes inseridos produzem diretamente a toxina ativa, a qual se liga aos receptores da parede do intestino médio, induzindo a formação de poros, lise celular, septicemia e morte do inseto.

Assim, tanto no que se trata das plantas Bt quanto no atual modo de condução de uma lavoura de algodoeiro, com inúmeras aplicações de inseticidas químicos, devem ser motivos reais de preocupação e estudo constante no que se refere aos visitantes florais da cultura, garantindo a qualidade e a segurança ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Dados – Algodão no Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx/>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

ALLEN-WARDELL, G. P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S.; CANE, J.; COX, P.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INGRAM, M.; INOUE, D.; JONES, C.; KENNEDY, K.; KEVAN, P.; KOOPOWITZ, H.; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; NABHAN, G.; PAVLIKET, B. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, p. 8-17, 1998.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas: Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 9º Ed. São Paulo: Organização Andrei, 2013.

BLACQUIÈRE, T.; SMAGGHE, G.; VAN GESTEL, C. A.; MOMMAERTS, V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, sideeffects and risk assessment. **Ecotoxicology**, v. 21, p. 973-992, 2012.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 31 de dezembro de 2014**: Estabelece condições para a aplicação dos ingredientes ativos Imidacloprido, Clotianidina, Tiametoxam e Fipronil na cultura do algodão em conformidade com a Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989 e a Instrução Normativa Conjunta MAPA/IBAMA nº 01, de 28 de dezembro de 2012. Brasília: Diário Oficial da União, 2014.

BONMATIN, J.M., GIORIO, C., GIROLAMI, V., GOULSON, D., KREUTZWEISER, D. P., KRUPKE, C., LIESS, M., LONG, E., MARZARO, M., MITCHELL, E. A. D., NOOME, D. A., SIMON-DELISO, N., TAPPARO, A. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 1, p. 35–67, 2015.

CATANEO, A. C.; ANDRÉO, Y.; SEIFFERT, M.; BÚFALO. J.; FERREIRA.; L. C. Ação do inseticida Cruiser sobre a germinação do soja em condições de estresse. In CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006.

CHEN, H.; TANG, W.; XU, C.; LI, X.; LIN, Y.; ZHANG, Q. Transgenic indica rice plants harboring a synthetic cry2A\* gene of *Bacillus thuringiensis* exhibit enhanced resistance against lepidopteran rice pests. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 111, p. 1330-1337, 2005.

CIM. COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION. Amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011 as regards the conditions of approval of the active substance imidacloprid. **Official Journal of the European Union**, v. 132, p. 31-34, 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

CORBET, S. A; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, v. 72, p. 47-59, 1991.

DUTTON, A.; KLEIN, H.; ROMEIS, J.; BIGLER, F. Uptake of Bt-toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for predator *Chrysoperla carnea*. **Ecological Entomology**, v. 27, p. 441-447, 2002.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press. 1993.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 282-298, 2010.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810–821, 2009.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 1-9, 2015.

GEIGER, F., BENGTSSON, J., BERENDSE, F., WEISSER, W.W., EMMERSON, M., MORALES, M.B., CERYNGIER, P., LIIRA, J., TSCHARNTKE, T., WINQVIST, C., EGGERS, S., BOMMARCO, R., PÄRT, T., BRETAGNOLLE, V., PLANTEGENEST, M., CLEMENT, L.W., DENNIS, C., PALMER, C., OÑATE, J.J., GUERRERO, I., HAWRO, V., AAVIK, T., THIES, C., FLOHRE, A., HÄNKE, S., FISCHER, C., GOEDHART, P.W., INCHAUSTI, P. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, p. 97-105, 2010.

HOFMANN, C.; VANDERBRUGGEN, H.; HÖFTE, H.; VAN-RIE, J.; JANSEN, S.; VAN-MELLAERT, H. Specificity of *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxins is correlated with the presence of high-affinity binding sites in the brush border membrane of target insect midguts. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 85, p. 7844–7848, 1988.

IRAC- COMITÊ DE AÇÃO À RESISTÊNCIA A INSETICIDAS. Michigan State University. **Arthropod pesticide resistance database**, 2016. Disponível em :> <http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=41>> Acesso em: (27 de janeiro de 2020).

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world 20 crops. **Proceedings of the Royal Society**, v. 274, p. 303–313, 2007.

JAY, S. C. Spatial management of honeybees on crops. **Annual Reviews of Entomology**, v. 31, p. 49-65, 1986.

KRUPKE, C. H., HUNT G. J., EITZER B. D., ANDINO, G., GIVEN, K. Multiple routes of pesticide 13 exposure for honey bees living near agricultural fields. **Plos One**, v.7, n.1. p. 1-8, 2012.

JESCHKE, P.; NAUEN, R.; SCHINDLER, M.; ELBERT, A. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 59, p. 2897-2908, 2011.

LAMBIN, M; ARMENGAUD, C; RAYMOND, S; GAUTHIER, M. Imidacloprid-induced facilitation of the proboscis extension reflex habituation in the honeybee. **Archives of Insect Biochemistry Physiology**, v. 4, p. 129–134, 2001.

LARSEN, T. H.; WILLIAMS, N. W.; KREMEN, C. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters**, v. 8, p. 538-547, 2005.

LAUTENBACH, S., SEPPELT, R., LIEBSCHER, J., DORMANN, C.F. Spatial and temporal trends of global pollination benefit. **Plos One**, v. 7, n. 4, p. 100-110, 2012.

LIMA JÚNIOR, J.C.; TROMBIN, V.G.; NAKATANI, J.K.; MISSIATTO, R.; FREIRE, E.C.; CHAMMA, R.M.; CAETITÉ, A.N.; NASSAR, L. M.; VALÉRIO, F.R. **Estratégias para o algodão no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2012. 104p

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F. 2008. Reflexos das aplicações de agrotóxicos nos campos de cultivo para a apicultura brasileira. In: **Anais... XXVII Congresso Brasileiro de Apicultura e III de Meliponicultura**. Belo Horizonte, MG, Brasil.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; ZACARIN, E. C. M. S.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. 2008. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: **Anais... VIII Encontro sobre Abelhas**. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

MIRANDA, J. E.; SILVA, C. A. D. Behavioural control of the cotton weevil, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), in Northeast Brazil. **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, v. 31, p. 509-515, 2005.

MIRANDA, J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2010, 39 p.

NAUEN, R.; EBBINGHAUS-KINTSCHER, U.; SCHMUCK, R. Toxicity and nicotinic acetylcholine receptor interaction of imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **Pest Management Science**, v. 57, n. 7, p. 577-586, 2001.

PAREJA, L.; COLAZZO, M.; PÉREZ-PARADA, A.; NIELL, S.; CARRASCO-LETELIER, L.; BESIL, N.; CESIO, M. V.; HEINZEN, H. Detection of Pesticides in Active and Depopulated Beehives in Uruguay. **International Journal Environmental Research Public Health**, v. 8, n. 10, p. 3844–3858, 2011.

PINTO, M. R.; MIGUEL, W. 2008. Intoxicação de *Apis mellifera* por organofosforado na região do Vale do Itajaí – SC. In: **Anais...** Conbravet 2008. Acesso em: 26 mai. 2018.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

PIRES, C. S. S.; SILVEIRA, F. A. de; CARDOSO, C. F.; OLIVEIRA, G. M.; PEREIRA, F. F. O.; SOUZA, V. V.; NAKASU, E. Y. T.; PAES, J. S. O.; TELES, E.; SILVIE, P.; RODRIGUES, S.; MIRANDA, J.; SCOMPARINI, A.; BASTOS, C.; OLIVEIRA, G. S.; OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, J. B.; BARROSO, P. A. V.; SUJII, E.; FONTES, E. M. G. **Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium spp*), em diferentes regiões do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 40 p.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. F. O.; PINHEIRO, E.M.L.; PORTILHO, T.; SUJII, E.R.; SCHMIDT, F.G.V.; FARIA, M.R.; FRIZZAS, M.R.; SILVEIRA, F.A.; FONTES, E.M.G. 2004. Inventário de abelhas visitantes das flores de *Gossypium hirsutum* no

Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: UnB, 2004. p. 141.

RAMIRO, Z. A.; FARIAS, A. M. Levantamento de insetos predadores nas cultivares de algodão bollgard Dp 90 e convencional delta pine acala 90. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 119-121, 2006.

RASMUSSEN, C.; CAMERON, S. A. Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 99, p. 206-232, 2010.

SANTOS, A. B.; NASCIMENTO, F. S. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de *Lycopersicon esculentum* (Linnaeus) (Solanales: Solanaceae) em cultivos orgânicos e convencionais. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, p. 162-169, 2011.

SIMON-DELISO, N.; AMARAL-ROGERS, V.; BELZUNCES, L. P.; BONMATIN, J. M.; CHAGNON, M.; DOWNS, C.; FURLAN, L.; GIBBONS, D. W.; GIORIO, C.; GIROLAMI, V.; GOULSON, D.; KREUTZWEISER, D. P.; KRUPKE, C. H.; LIESS, M.; LONG, E.; MCFIELD, M.; MINEAU, P.; MITCHELL, E. A. D.; MORRISSEY, C. A.; NOOME, D. A.; PISA, L.; SETTELE, J.; STARK, J. D.; TAPPARO, A.; VANDYCK, H.; VAN PRAAGH, J.; VAN DER SLUIJS, J. P.; WHITEHORN, P. R.; WIEMERS, M. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 22 n. 1, p. 5-34, 2015.

SMITH, C. W.; COTHREN, J. T. **Cotton: origin, history, technology, and production**. v. 4. New York: Wiley & Sons, 1999.

SOLOMON, M. G.; HOOKER, K. J. M. Chemical repellents for reducing pesticide hazard to honeybees in apple orchards. **Journal Apicultural Research**, v. 28, p. 223-227, 1989.

SOUTHWICK, E. E.; SOUTHWICK, J. R. L. Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera Apidae) as agricultural pollinators in the United States. **Economic Entomology**, v. 85, p. 621-633, 1992.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDREA, M. M. **Monitoramento de risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

TSVETKOV, N.; SAMSON-ROBERT, O.; SOOD, K.; PATEL, H. S.; MALENA, D. A.; GAJIWALA, P. H.; MACIUKIEWICZ, P.; FOURNIER, V.; ZAYED, A. Chronic exposure to neonicotinoids reduces honey bee health near corn crops. **Science**, v. 356, p. 1395-1397, 2017.

USDA. United States Department of Agriculture. 2018. **Cotton: World Markets and Trade**. Disponível em: < <https://www.usda.gov/>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

VANENGELSDORP, D.; EVANS, J. D.; SAEGERMAN, C.; MULLIN, C.; HAUBRUGE, E.; NGUYEN, B. K.; FRAZIER, M.; FRAZIER, J.; COX-FOSTER, D.; CHEN, Y.; UNDERWOOD, R.; TARPY, D.; PETTIS, J. S. Colony Collapse Disorder: A descriptive study. **Plos One**, v. 4, n. 8, p. 1-17, 2009.

WILLIAMS, I. H. The dependences of crop production within the European Union on pollination by honeybees. **Agricultural Zoology Review**, v. 6, p. 229-257, 1994.

## CAPÍTULO I

### DIVERSIDADE DE VISITANTES FLORAIS DA CULTURA DO ALGODOEIRO BT E NÃO-BT

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência de diferentes cultivares e tecnologias de algodoeiro Bt e não-Bt sob a comunidade de visitantes florais durante o florescimento pleno da cultura. O experimento foi realizado durante as safras (2016/17) e (2017/18) em área experimental da Fundação MS, localizada no município de Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brasil. Para cada campo experimental foi semeado com uma variedade/tecnologia diferente de acordo com o ano agrícola, onde para a primeira safra foram utilizadas: FM 975 WideStrike<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac e Cry1F), NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressando a toxina Cry1Ac) e sua cultivar não-Bt isolinha DeltaOpal<sup>®</sup>; e durante a segunda safra: IMA 5675B2RF Bollgard II<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac e Cry2Ab2), IMA 8405GLT TwinLink<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ab e Cry2Ae) e a cultivar não-Bt IMA 2106GL. Foram realizadas coletas ativas dos visitantes florais a cada dois dias entre as 9h00 e 12h00, durante o período de florescimento pleno da cultura. Foi realizado também a avaliação de flores não fecundadas e a produtividade final do algodoeiro. Os insetos foram identificados e os dados obtidos foram submetidos à análise estatística. O algodoeiro com tecnologias Bt apresentou maior riqueza e abundância de espécies quando comparado com o não-Bt, durante a primeira (2016/17) e a segunda safra (2017/18), respectivamente. Além, ainda, de maior produtividade. Desta forma, essas cultivares transgênicas não causam risco ambiental para os visitantes florais da cultura.

**Palavras-chave:** Polinizadores, *Gossypium hirsutum*, organismos geneticamente modificados, produtividade.

## CHAPTER I

### FLUID CULTURAL VISITORS OF BT AND NON-BT COTTON CULTURE IN THE MUNICIPALITY OF MARACAJU

#### ABSTRACT

The aim of this work was to analyze the influence of different Bt and non-Bt cotton cultivars and technologies on the community of floral visitors during the full flowering of the crop. The experiment was carried out during the (2016/17) and (2017/18) crops in an experimental area of the MS Foundation, located in the municipality of Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brazil. For each experimental field it was sown with a different variety / technology according to the agricultural year, where for the first harvest were used: FM 975 WideStrike<sup>®</sup> (expressing the Cry1Ac and Cry1F toxins), NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressing the Cry1Ac toxin) and its non-Bt cultivar isolates DeltaOpal<sup>®</sup>; and during the second crop: IMA 5675B2RF Bollgard II<sup>®</sup> (expressing the toxins Cry1Ac and Cry2Ab2), IMA 8405GLT TwinLink<sup>®</sup> (expressing the toxins Cry1Ab and Cry2Ae) and the non-Bt cultivar IMA 2106GL. Active collections were made from floral visitors every two days between 9:00 am and 12:00 pm, during the full flowering period of the crop. The evaluation of unfertilized flowers and the final cotton yield were also carried out. The insects were identified and the data obtained were subjected to statistical analysis. Cotton with Bt technologies showed greater species richness and abundance when compared to non-Bt, during the first (2016/17) and the second harvest (2017/18), respectively. In addition, greater productivity. Thus, these transgenic cultivars do not pose an environmental risk to floral visitors of the crop.

**Keywords:** Pollinators, *Gossypium hirsutum*, genetically modified organisms, productivity.

## INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro é hospedeira de um complexo de lepidópteros-pragas que desfolham as plantas ou, até mesmo, destroem suas partes reprodutivas, como botões florais e maçãs, afetando consideravelmente a produtividade. Desta maneira, os organismos geneticamente modificados (OGM) que apresentam as toxinas Cry, as quais possuem atividade inseticida, se tornam uma importante ferramenta no controle de espécies consideradas pragas-chave (ABRAPA, 2013).

O uso de tecnologias Bt são importantes ferramentas no manejo de pragas, no entanto há uma preocupação com os possíveis efeitos nocivos a insetos não alvos, como os inimigos naturais e os polinizadores, com a possibilidade dessas toxinas serem transmitidas pelo pólen e afetarem o desenvolvimento de *Apis mellifera* e outros visitantes florais (LIMA et al., 2011; NIU et al., 2013).

A utilização de plantas transgênicas, entre elas as variedades de algodoeiro que expressam em seus tecidos eventos com até duas proteínas (Cry) obtidas da bactéria inseticida *Bacillus thuringiensis*, têm gerado inúmeras discussões éticas e científicas (CTNBio 2005).

Os principais questionamentos das tecnologias Bt's estão relacionados aos possíveis impactos ambientais, tanto os diretos quanto os indiretos, como a consequente alteração das interações ecológicas (NIU et al., 2013). A relação do pólen desses vegetais geneticamente modificados com o desenvolvimento de colônias de abelhas, como a *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae), está dentre as temáticas mais debatidas (PIRES et al., 2016).

A exposição destes polinizadores às proteínas Bt, através do pólen das variedades desses organismos geneticamente modificados, geram inúmeras dúvidas sobre seus reais efeitos (NIU et al., 2013); visto que o pólen é essencial para a nutrição e o desenvolvimento do potencial produtivo e reprodutivo das colmeias, pois representa a principal fonte de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais para esses organismos (NEGRÃO et al., 2014).

Práticas associadas à intensificação agrícola, tais como desmatamento, grandes extensões de áreas, cultivo limpo e alto uso de pesticidas, têm implicado em déficits de polinização e declínio da produção agrícola (FREITAS et al., 2017; POTTS et al., 2016; RUNDLÖF et al., 2015), enquanto traços inerentes à própria cultura, como a capacidade de atrair polinizadores, têm sido negligenciados.

Vale ressaltar, ainda, que a polinização realizada pelas abelhas ou outros insetos pode influenciar até mesmo a produtividade de culturas consideradas autógamas (MILFONT et al., 2013). Desta forma, visto que o algodoeiro é determinado como uma planta de polinização intermediária - aquelas que possuem porcentagem de fecundação cruzada entre 5 e 95%, existe a possibilidade de ocorrer um efeito mútuo entre as cultivares Bt e os polinizadores, visto que as toxinas Cry podem afetar o desenvolvimento desses insetos e, indiretamente, a produtividade do próprio algodoeiro.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi analisar a influência de diferentes cultivares e tecnologias de algodoeiro Bt e não-Bt sob a comunidade de visitantes florais durante o florescimento pleno da cultura.

## METODOLOGIA

### **Características da área experimental**

O experimento foi realizado durante as safras (2016/17) e (2017/18) em área experimental da Fundação MS, localizada no município de Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brasil (coordenadas 21°36'52" sul, 55°10'06" oeste e altitude de 384m). A área amostral contou com três campos de 30x100 m, estabelecidos com a cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*).

### **Variedades de algodoeiro semeadas**

Para cada campo experimental e ano agrícola foi semeado uma variedade/tecnologia, onde durante a primeira safra foram utilizadas: FM 975 WideStrike<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac e Cry1F), NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressando a toxina Cry1Ac) e sua cultivar não-Bt isolinha DeltaOpal<sup>®</sup>; e durante a segunda safra: IMA 5675B2RF Bollgard II<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac e Cry2Ab2), IMA 8405GLT TwinLink<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ab e Cry2Ae) e a cultivar não-Bt IMA 2106GL.

Para a primeira safra, as semeaduras das cultivares ocorreram no dia 15 de dezembro de 2016, referente ao primeiro ano de estudo, e para segunda safra no dia 10 de dezembro de 2017, para o segundo ano de estudo, sendo que a área amostral foi isenta de aplicação de inseticidas durante o florescimento pleno da cultura (período amostral), (Figura 1-A).

### **Forma de coleta dos visitantes florais**

Foram realizadas coletas ativas a cada dois dias entre as 9h00 e 12h00, durante o período de florescimento pleno da cultura, a partir de adaptação de Pires et al. (2006). Durante as coletas, todos insetos encontrados pousados nas flores (Figura 1-B), ou sobrevoando os nectários florais e extraflorais, foram coletados com sugador ou diretamente com auxílio de frascos plásticos ou rede entomológica. Após a coleta, cada espécime capturado foi sacrificado em frasco mortífero com acetato de etila.

### **Triagem dos materiais coletados**

Os insetos de cada coleta foram colocados em recipientes plásticos de 500 mL, com suas respectivas anotações de data de coleta e tratamento, e em seguida levados

para o Laboratório de Amostragem e Monitoramento de Insetos da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil. Os insetos foram identificados por especialistas da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS e da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), em Chapadão do Sul, MS, com a separação dos respectivos grupos taxonômicos coletados.

### **Avaliações de flores fecundadas e produtividade**

Durante as amostragens foram realizadas as contagens das flores não fecundadas a partir de 50 plantas escolhidas aleatoriamente de cada tratamento, totalizando 150 plantas, em cada avaliação por safra, marcadas com um fitilho da cor vermelha. Além disso, foi estimada a produtividade da cultura a partir da coleta de 4 repetições por tratamento compostas por 50 plantas aleatórias cada uma, juntamente com a contagem do stand final de plantas.



**Figura 1.** Imagem da área experimental (A) e de uma flor contendo visitantes florais (B). Maracaju-MS, 2018.

### **Análise estatística experimental**

Para analisar a diversidade das três comunidades estudadas, foi calculada a função de Simpson e Shannon-Wiener (SHANNON; WEAVER, 1949) visando obter os

gradientes representativos da estrutura da comunidade de visitantes florais, baseada na composição de espécies. A partir dos dados obtidos, para média das flores por dia e produtividade, realizou-se a análise de variância e, quando observado efeito significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os fatores abióticos e os dados populacionais de *Apis* foi calculado o índice de correlação de Pearson. A interpretação dos coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) foi executada utilizando faixas de valores que estabelece classificações de 0 a 0,19 como "muito fraca - mf"; 0,20 a 0,39 como "fraca - fr"; 0,40 a 0,69 como "moderada - m"; 0,70 a 0,89 como "forte - fo" e 0,90 a 1,00 como "muito forte - mfo" (SHIKAMURA, 2008).

## RESULTADOS

A partir do período de avaliação, ou seja, durante o florescimento das cultivares, os seguintes grupos foram coletados: Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera. Ao final das coletas totalizaram 3.507 indivíduos na safra (2016/17) e 836 indivíduos na safra (2017/18); sendo observados ao final da floração, portanto, 4.343 insetos considerados visitantes florais.

Destes espécimes, durante a primeira safra (2016/17), 31,82% estavam presentes nas flores da tecnologia WideStrike<sup>®</sup>, 36,53% presentes na Bollgard<sup>®</sup> e 31,65% na variedade convencional. Já, durante a segunda safra (2017/18), 42,46% na TwinLink<sup>®</sup>, 42,23% na Bollgard II<sup>®</sup> e 15,31% na convencional (Tabela 1).

Quando comparamos as tecnologias Bt com não-Bt (convencional) observamos, em média, 1199 indivíduos, contra 1110 respectivamente, para o primeiro ano agrícola, ou seja, 51,9% para Bt e 48,1% para não-Bt; assim como 354 contra 128 indivíduos durante o segundo ano, representando nesta safra uma maior abundância da tecnologia Bt (73,4%) quando comparada com a não-Bt (26,6%).

Os grupos taxonômicos e espécies mais abundantes observadas na primeira safra foram, em média, as seguintes: *Euchistus heros* (Fabr. 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) (1012), *A. mellifera* (897), *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) (746), *Dichelops spp.* (Hemiptera: Pentatomidae) (595), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) (115), *Hyppodamia convergens* (Guerin-Meneville, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae) (85), *Trigona spinipes* (F., 1793) (Hymenoptera: Apidae) (23), *Leptoglossus zonatus* (Dallas, 1852) (Hemiptera: Coreidae) (10), *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) (9), *Zellus spp.* (Hemiptera: Reduviidae) (6), *Bombus spp.* (Hymenoptera: Apidae) (3), *Acrididae spp.* (3) e *Paratrigona spp.* (Hymenoptera: Apidae) (3). Enquanto na segunda safra foram: *E. heros* (363), *C. sanguinea* (174), *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) (121), *D. speciosa* (103) e *H. convergens* (75).

No que se refere à riqueza de espécies, nota-se um número maior para as variedades com tecnologias Bt durante a safra (2016/17), sendo 11 espécies para a WideStrike<sup>®</sup>, 13 espécies para a Bollgard<sup>®</sup> e apenas 8 espécies para a convencional. No entanto, apesar da maior abundância na tecnologia Bt durante a safra (2017/18), todas as variedades (TwinLink<sup>®</sup>, Bollgard II<sup>®</sup> e convencional) apresentaram o mesmo número de espécies (5), conforme Tabela 1.

Através do número de indivíduos de insetos visualizados durante as avaliações nos diferentes dias após a emergência (DAE) da cultura, a dinâmica e a flutuação populacional dos visitantes florais podem ser observadas nas Figuras 2 e 3. Nota-se, durante a primeira safra, que a presença das principais espécies de insetos é semelhante entre os tratamentos durante os diversos DAE avaliados, tendo uma flutuação bastante próxima entre as tecnologias Bt e não-Bt (Figura 2).

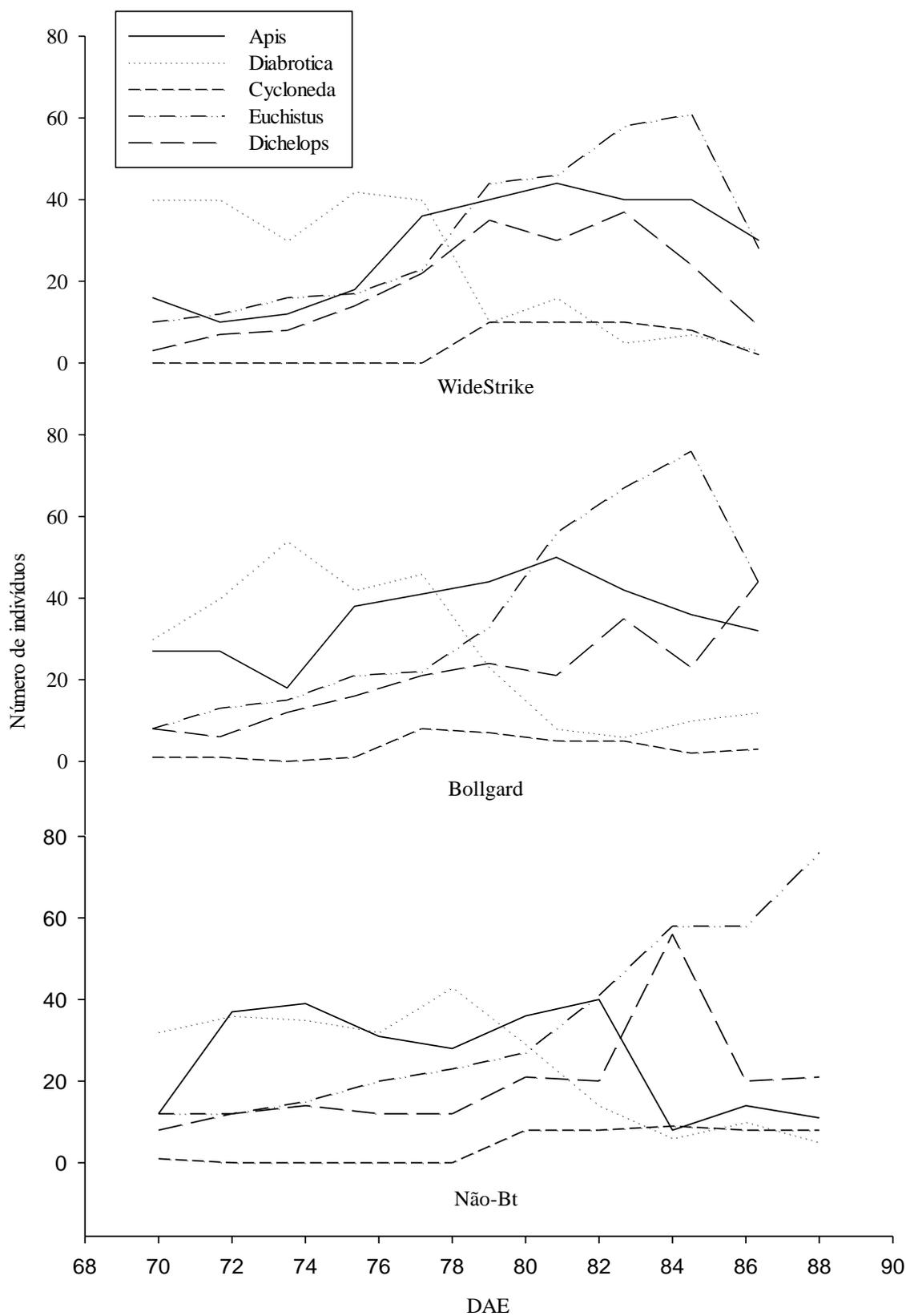
Durante a segunda safra, verifica-se uma dinâmica diferente entre as tecnologias TwinLink<sup>®</sup> e Bollgard II<sup>®</sup> (Bt) quando comparadas com a convencional (não-Bt), o que nesta safra está relacionado com a maior abundância de visitantes nas variedades Bt (Figura 3).

Já no que se refere ao número de flores não fecundadas, também se apresentou uma predominância das cultivares Bt em relação à não-Bt, em ambas safras as tecnologias estudadas apresentaram maior número de flores que a variedade convencional. Na safra (2016/17) observou-se uma média de 3,5 flores para WideStrike<sup>®</sup>, 3,6 para Bollgard<sup>®</sup> e 2,1 para convencional (Figura 4); e na safra (2017/18) uma média de 3,3 flores para TwinLink<sup>®</sup>, 3,2 para Bollgard II<sup>®</sup> e 1,7 para convencional (Figura 5).

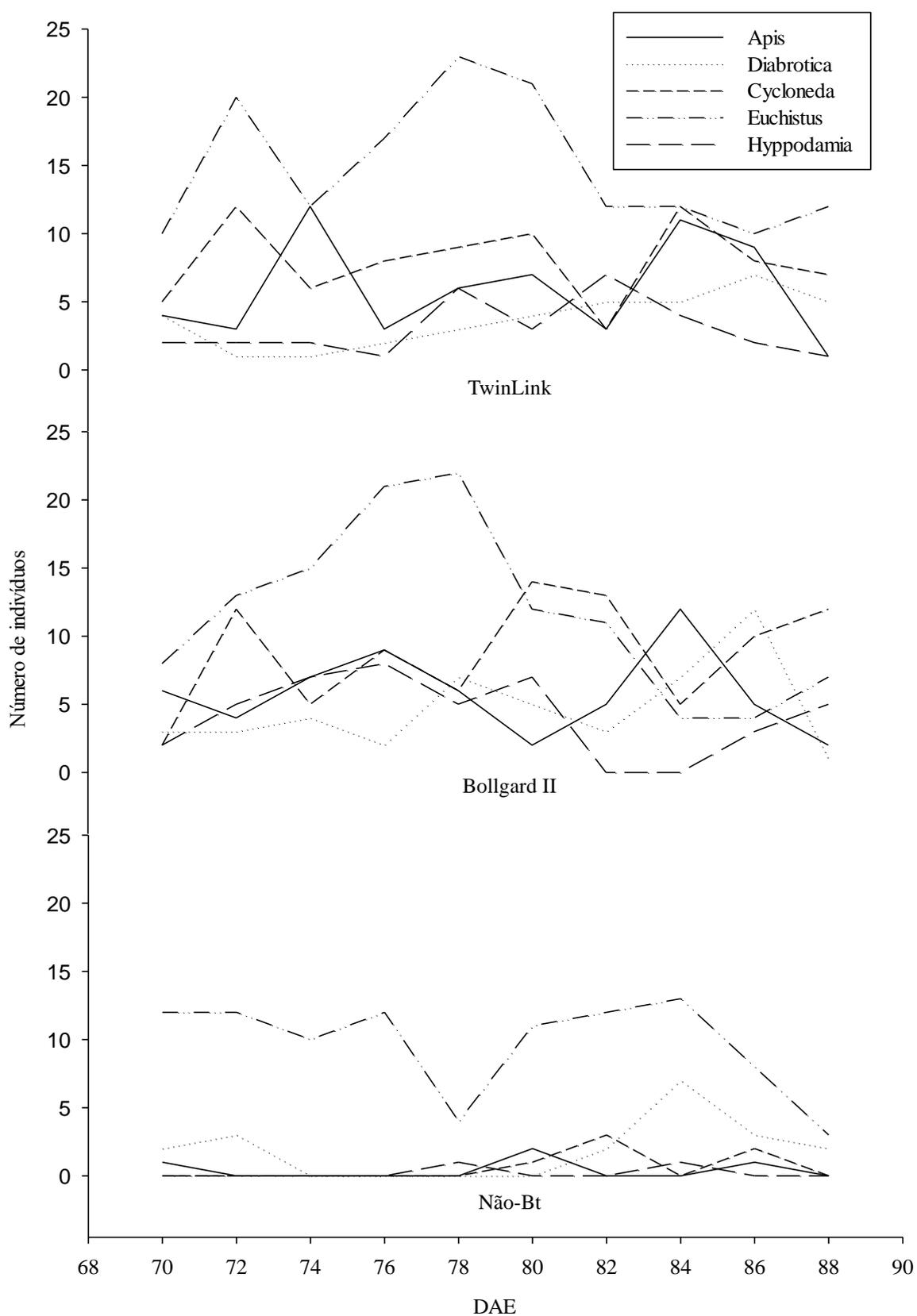
Com relação, ainda, às condições climáticas e a densidade populacional de *Apis mellifera*, considerada uma das principais espécies polinizadoras, verifica-se que houve diferentes combinações de correlações ao longo das safras no que se trata da interação dos elementos meteorológicos com as tecnologias estudadas. No ano 1, a temperatura influenciou negativamente a densidade de *A. mellifera* nas cultivares Bt (nível moderado para a Bollgard<sup>®</sup> e forte para a WideStrike<sup>®</sup>) e positivamente a cultivar convencional num nível considerado fraco, enquanto a umidade pouco interferiu em todas as tecnologias (níveis fraco e muito fraco) e a precipitação afetou positivamente a Bollgard<sup>®</sup> (nível fraco) e a WideStrike<sup>®</sup> (nível moderado). Já no ano 2, visualiza-se uma menor correlação das condições climáticas com essa espécie polinizadora (apenas nível muito fraco e fraco); no entanto, nesta safra, nota-se uma interferência negativa fraca da precipitação em todas as variedades estudadas (Tabela 3).

**Tabela 1.** Número de indivíduos (NI), componentes de diversidade (PI In e PI<sup>2</sup>), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de Simpson (D) das espécies de visitantes florais, registrados em tecnologias de algodoeiro Bt e não-Bt. Maracaju-MS, Brasil, Safras 2016/17 e 2017/18.

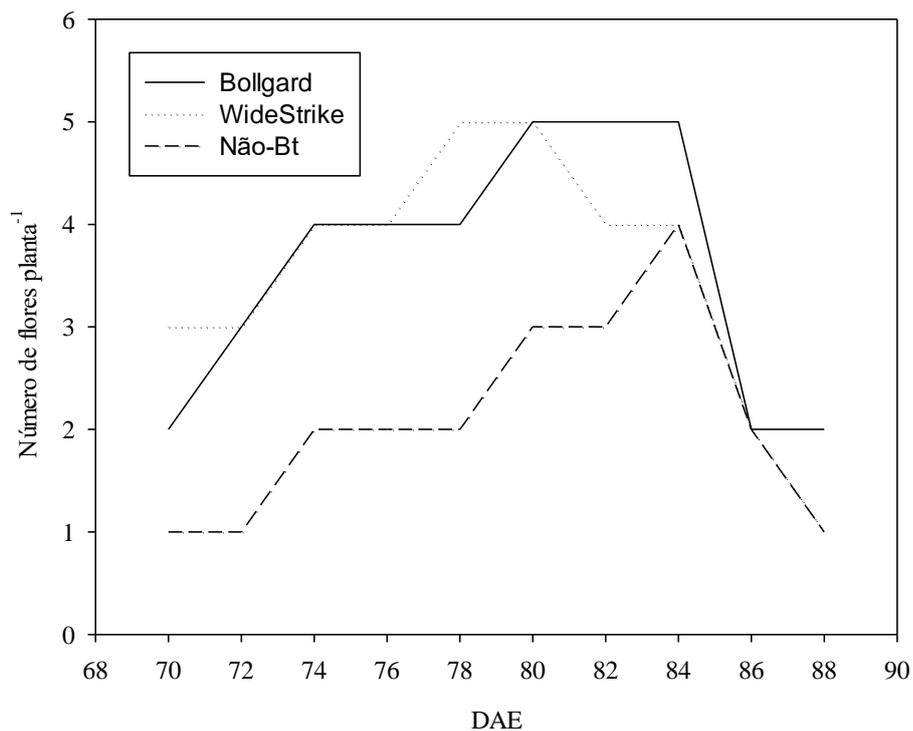
Espécie	Safr 2016/17									Safr 2017/18								
	-----WideStrike®-----			Bollgard®-----			-----Não-Bt-----			-----TwinLink®-----			-----Bollgard II®-----			-----Não-Bt-----		
	NI	PI In	PI <sup>2</sup>	NI	PI In	PI <sup>2</sup>	NI	PI In	PI <sup>2</sup>	NI	PI In	PI <sup>2</sup>	NI	PI In	PI <sup>2</sup>	NI	PI In	PI <sup>2</sup>
<i>Apis</i>	28 6	-0,3488	0,0656	355	-0,3556	0,0767	256	-	0,053	59	-	0,027 6	58	-1,8117	0,026 7	4	-4,4858	0,000 1
<i>T. spinipes</i>	12	-0,0445	1,1449	9	-0,0347	4,9	2	-0,0113	3,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. speciosa</i>	23 3	-0,3269	0,0435	271	-0,3285	0,0447	242	-	0,0475	37	-	0,010 9	47	-	0,017 5	19	-2,9277	0,002 9
<i>C. sanguinea</i>	40	-0,1192	1,2816	33	-0,0940	6,6049	42	-	0,0378	80	-	0,050 8	88	-	0,061 4	6	-4,0804	0,000 3
<i>H. convergens</i>	32	-0,1016	8,1796	24	-0,0744	3,4969	29	-	6,8121	30	-	0,007 1	43	-2,1109	0,014 7	2	-5,1790	0,000 0
<i>Zellus spp.</i>	1	-5,7046	6,4	4	-0,0179	9,61	1	-6,3117	8,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. heros</i>	31 5	-0,3570	0,0796	355	-0,3556	0,0767	342	-	0,0949	149	-	0,176 2	117	-	0,108 6	97	-1,2974	0,074 7
<i>Dichelops spp.</i>	18 9	-0,3006	0,0286	210	-0,2963	0,0268	196	-	0,0311	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bombus spp.</i>	0	0	0	3	-0,0139	5,29	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acrididae spp.</i>	1	-5,7046	6,4	2	-9,7533	2,25	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. zonatus</i>	4	-0,0197	1,225	6	-0,0247	2,116	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. viridula</i>	3	-0,0154	6,76	6	-0,0247	2,116	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paratrigrona spp.</i>	0	0	0	3	-0,0139	5,29	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	11 16	-	31,614 4	128 1	-11,3875	41,898 7	1110	-	18,416 4	355	-	0,272 6	353	-	0,229 0	128	-	0,078 0
Shannon	----- 0,7176 -----			----- 0,7164 -----			----- 0,6845 -----			----- 0,6267 -----			----- 0,6655 -----			----- 0,3518 -----		
Simpson	----- 0,7801 -----			----- 0,7740 -----			----- 0,7710 -----			----- 0,7274 -----			----- 0,7678 -----			----- 0,4003 -----		



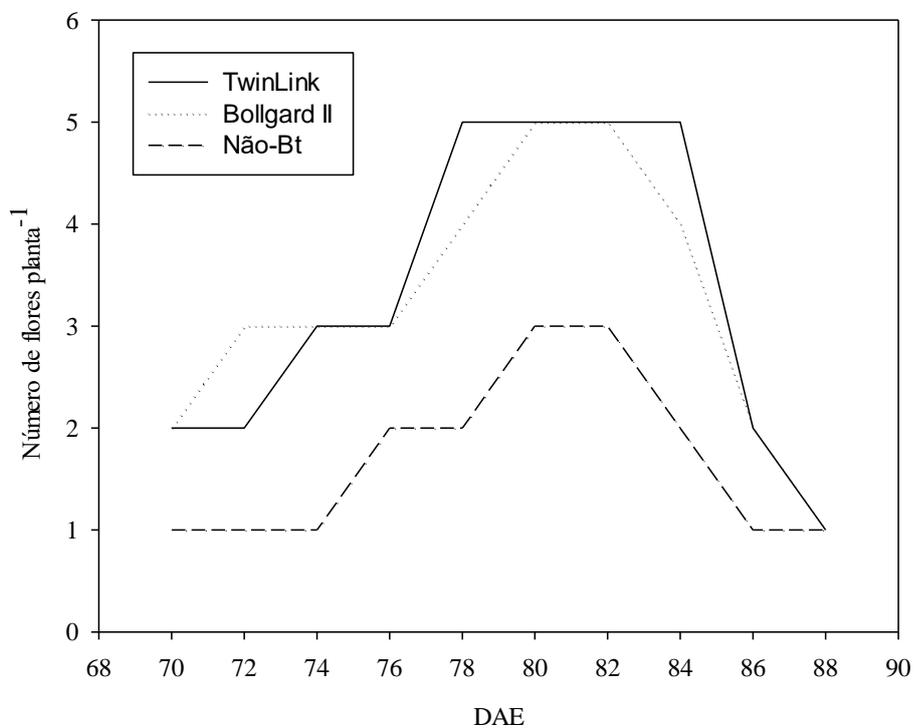
**Figura 2.** Número de indivíduos de insetos visitantes florais em algodão Bt (tecnologias WideStrike e Bollgard) e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2016/17.



**Figura 3.** Número de indivíduos de insetos visitantes florais em algodão Bt (tecnologias Bollgard II e TwinLink) e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2017/18.



**Figura 4.** Número de flores por planta nos diferentes dias após a emergência (DAE) do algodoeiro com as tecnologias Bollgard, Widestrike e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2016/17.

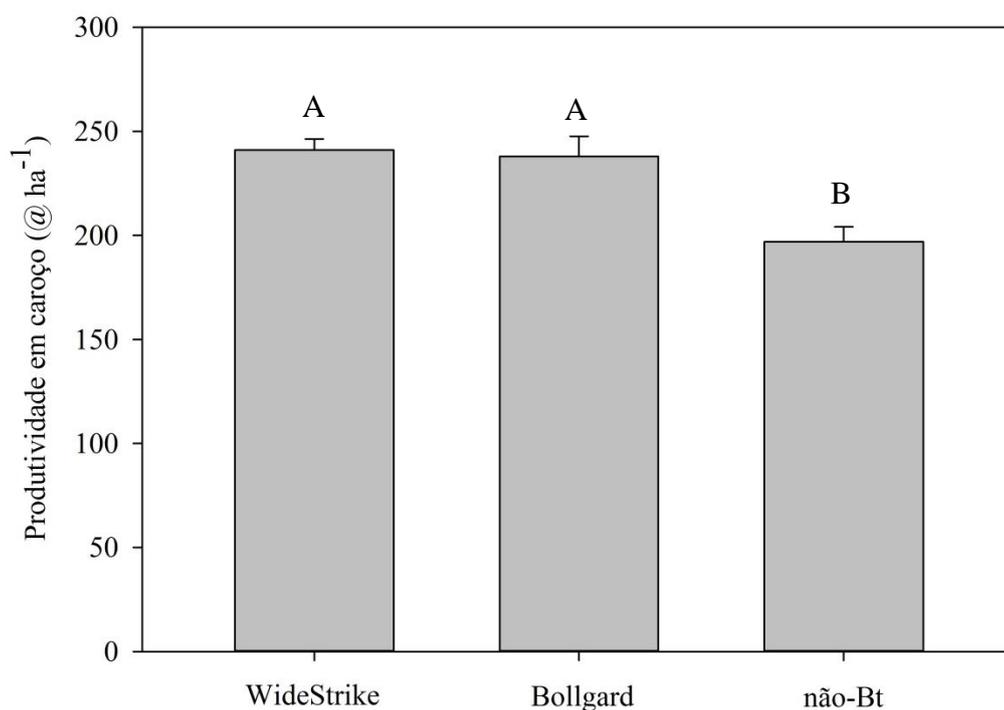


**Figura 5.** Número de flores por planta nos diferentes dias após a emergência (DAE) do algodoeiro com as tecnologias TwinLink, Bollgard II e não-Bt. Maracaju-MS, Safra 2017/18.

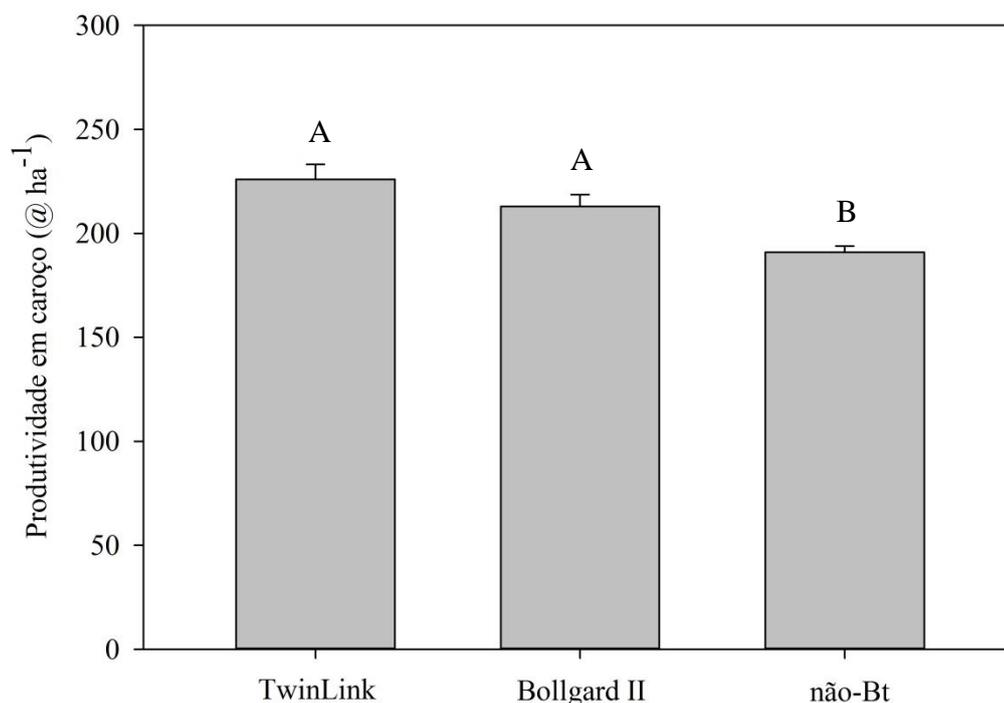
**Tabela 2.** Número médio de indivíduos e espécies por dia de avaliação em variedades de algodoeiro com diferentes tecnologias. Maracaju-MS, Safras (2016/17) e (2017/18).

Tecnologia	Safr 2016/17		Safr 2017/18	
	Indivíduos dia <sup>-1</sup>	Espécies dia <sup>-1</sup>	Indivíduos dia <sup>-1</sup>	Espécies dia <sup>-1</sup>
Bt	119,9 a	6,6 a	35,4 a	4,9 a
Não-Bt	111,0 a	5,2 b	12,8 b	2,4 b
WideStrik <sup>®</sup>	111,6 a	6,2 ab	x	x
Bollgard <sup>®</sup>	128,2 a	6,9 a	x	x
Não-Bt	111,0 a	5,2 bc	x	x
TwinLink <sup>®</sup>	x	x	35,5 a	5,0 a
Bollgard II <sup>®</sup>	x	x	35,2 a	4,8 a
Não-Bt	x	x	12,8 b	2,4 b

Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.



**Figura 6.** Produtividade em caroço (@ ha<sup>-1</sup>) do algodoeiro com diferentes tecnologias: Widestrike<sup>®</sup>, Bollgard<sup>®</sup> e não-Bt. Maracaju-MS, Safr (2016/17). Valores seguidos pela mesma letra sobre as barras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.



**Figura 7.** Produtividade em caroço (@ ha<sup>-1</sup>) do algodoeiro com diferentes tecnologias: TwinLink®, Bollgard II® e não-Bt. Maracaju-MS, Safra (2017/18). Valores seguidos pela mesma letra sobre as barras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação obtidos entre elementos meteorológicos [temperatura média °C, umidade média (%) e precipitação (mm)] e a densidade populacional de *A. mellifera* em variedades de algodoeiro com diferentes tecnologias (Bollgard®, WideStrike®, TwinLink®, Bollgard II® e não-Bt). Maracaju-MS, Safras (2016/17) e (2017/18).

Safra	Elementos Meteorológicos	Média	----- Coeficientes de correlação -----		
			<i>Bollgard</i>	<i>WideStrike</i>	<i>Não-Bt</i>
2016/17	Temperatura (°C)	24,3	-0,54 <sup>mo</sup>	-0,70 <sup>fo</sup>	0,30 <sup>fr</sup>
	Umidade (%)	78,6	-0,03 <sup>mf</sup>	0,10 <sup>mf</sup>	-0,39 <sup>fr</sup>
	Precipitação (mm)	5,7	0,35 <sup>fr</sup>	0,48 <sup>mo</sup>	-0,05 <sup>mf</sup>
2017/18	Temperatura (°C)	25,5	-0,07 <sup>mf</sup>	0,22 <sup>fr</sup>	0,11 <sup>mf</sup>
	Umidade (%)	77,1	0,31 <sup>fr</sup>	0,06 <sup>mf</sup>	-0,20 <sup>fr</sup>
	Precipitação (mm)	5,1	-0,22 <sup>fr</sup>	-0,24 <sup>fr</sup>	-0,20 <sup>fr</sup>

Correlação muito fraca (mf), fraca (fr), moderada (mo), forte (fo) e muito forte (mfo).

## DISCUSSÃO

Como a área experimental estava com a ausência de inseticidas durante o período de amostragem, o número baixo de indivíduos no início da primeira safra pode ser explicado pelo efeito residual de produtos aplicados anteriormente, visto que no decorrer do estudo observaram-se números maiores que os encontrados no início do experimento, mostrando o aumento da maioria dos insetos a partir desse período sem aplicações de inseticidas, exceto especialmente para *Diabrotica* em todos os tratamentos. Como as abelhas do gênero *Apis* são insetos competidores com outras espécies, esse incremento no número desses hymenópteros possivelmente influenciou na redução de *Diabrotica* durante a amostragem nas variedades Bt (Figura 2). Além disso, *A. mellifera* possui habilidades de convocar em massa e comunicar o local e a presença de alimento, o que a torna uma forte competidora com os demais indivíduos (WITTER, 2014).

No que se refere a essa flutuação populacional dos insetos, nota-se uma grande oscilação no número dos indivíduos para todos os tratamentos durante o segundo ano, o que pode ser consequência do ambiente no entorno da área experimental e pode estar relacionado com a migração desses organismos, pois as proximidades do experimento contavam com a cultura da soja em estágio reprodutivo durante as avaliações (Figura 3).

Quanto à comparação das tecnologias Bt e não-Bt, embora houvesse uma proximidade entre a dinâmica populacional e a distribuição de indivíduos totais no primeiro ano de estudo, nota-se uma maior riqueza de espécies para as variedades Bt quando comparadas com a não-Bt; já, durante o segundo ano, nota-se o mesmo número de espécies para todos os tratamentos, no entanto, com uma maior abundância representada por um maior número de indivíduos para as variedades Bt (Tabela 1), o que comprova que essas tecnologias não estão prejudicando a presença de visitantes florais na cultura do algodoeiro, e até se tornando plantas atrativas para os principais polinizadores, como foi observado por Bizzochi (2014), avaliando os impactos do pólen de milho geneticamente modificado (Bt) sobre colônias de *A. mellifera* visualizando que as abelhas tinham maior preferência pela alimentação contendo pólen Bt, quando comparado com a alimentação contendo polén da linha isogênica não-Bt.

A literatura existente sobre os efeitos adversos em organismos não-alvo é aprimorada na prototoxina e consideram que formulações comerciais de Bt baseadas em  $\delta$ -endotoxinas (proteínas Cry) altamente específicas e possuem efeitos significantes em

espécies alvo devido à sua bioatividade limitada sob condições de campo (IGNOFFO & GARCIA, 1978; HILBECK & SCHMIDT, 2006). Outros trabalhos realizados por diferentes autores também verificaram que para a cultura do milho, o polén transgênico não influencia no desenvolvimento das colônias (HANLEY et al., 2003; HUANG et al., 2004), conseqüentemente não afetando o forrageamento dos mesmos. Com isso podemos contribuir para o fortalecimento da ideia de se manter abelhas presentes em grandes culturas Bt, não apenas na cultura do algodão, mas em todas as demais e especificamente na cultura da soja pelo fato de se ter um aumento em sua produtividade comprovado cientificamente, como visto por Weise (1982) e Moreti et al. (1998), na casa de 6 a 38% (MORETI et al, 1998).

Comparando os grupos coletados dentro de cada tratamento, observa-se na safra (2016/17) que o aumento dos mesmos ocorreu no período de maior número de flores (Figuras 2 e 4); assim, como houve a diminuição das flores na finalização do florescimento pleno, houve também a diminuição dos indivíduos. Porém, foi observado que o *E. heros* permaneceu com um aumento de números de indivíduos até o último dia de amostragem no tratamento convencional não-Bt, mostrando que as flores não são seus hospedeiros exclusivos e que, possivelmente, eles permaneceriam na cultura nos próximos dias. Corroborando com isso, na safra (2017/18), essa possível interferência na variação do número de indivíduos não foi notória, visto que houve grande oscilação populacional entre os dias avaliados. (Figuras 3 e 5).

Desta forma, observa-se que um conjunto de fatores pode estar relacionado com a presença desses insetos, notou-se no primeiro ano que as tecnologias foram determinantes neste ambiente, enquanto no segundo ano existe a possibilidade de outros fatores terem sido mais relevantes, provando-se que não existe uma regra para tal situação e inúmeras variáveis podem influenciar nesta dinâmica populacional.

Reforçando isso, os coeficientes de correlação obtidos entre os elementos meteorológicos e a densidade populacional de *A. mellifera* para os diferentes tratamentos, demonstram que além das tecnologias e das condições climáticas, diferentes fatores podem estar interferindo na flutuação populacional de abelhas, como o ambiente próximo, as aplicações de inseticidas, as interações ecológicas, entre outros. Na primeira safra, sugere-se que as tecnologias foram mais determinantes que os elementos meteorológicos na densidade das abelhas, pois as variedades Bollgard® e WideStrike® apresentaram correlação negativa moderada e forte, respectivamente, com a temperatura, enquanto a não-Bt apresentou correlação positiva fraca; já com a

precipitação, as tecnologias Bt apresentaram correlação positiva fraca e moderada, enquanto a não-Bt apresentou correlação negativa muito fraca. Na segunda safra, sugere-se que as tecnologias foram menos relevantes que os elementos meteorológicos e outros fatores podem estar relacionados, visto que houve grande variação entre os tratamentos para temperatura e umidade, e para precipitação observou-se uma correlação negativa fraca para todas as variáveis estudadas (Tabela 3).

Embora não foram notados efeitos adversos das plantas Bt sobre os visitantes florais da cultura do algodoeiro, o presente trabalho não identificou os possíveis fatores que podem estar contribuindo para a diferente dinâmica populacional destes insetos entre essas tecnologias Bt. No entanto, o estudo agrega maior conhecimento da temática, trazendo confiabilidade ao meio técnico e científico no que se refere aos possíveis impactos dos organismos geneticamente modificados e os visitantes florais no algodoeiro Sul Mato-grossense.

## CONCLUSÕES

O algodoeiro com tecnologias Bt apresentou maior riqueza e abundância de espécies quando comparado com o não-Bt, durante a primeira (2016/17) e a segunda safra (2017/18), respectivamente. As cultivares transgênicas não interferiram na ocorrência dos visitantes florais do algodoeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (ABRAPA). **Algodão Brasileiro Responsável (ABR)**. Brasil, 2013, 110 p. (Guia Técnico). Disponível em: <[www.abrapa.com.br/biblioteca/Documents/guia\\_abrapa\\_net.pdf](http://www.abrapa.com.br/biblioteca/Documents/guia_abrapa_net.pdf)> . Acesso em: 26 jan. 2020

BIZZOCCHI, L. **Avaliação dos impactos do pólen de milho geneticamente modificado (Bt) sobre colônias de *Apis mellifera* L.** 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CTNBio COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente às principais pragas da ordem Lepidoptera:** parecer nº 0513/2005- Algodão BT. 24 de março de 2005. Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/3372.html> . Acessado dia : 17/01/2020.

FREITAS, P. V. D. X.; RIBEIRO, F. M.; ALMEIDA, E. M.; ZANATA, R. A.; ALVES, J. J. L.; OLIVEIRA, V. F.; FAQUINELLO, P. Declínio populacional das abelhas polinizadoras: Revisão. **Revista PUBVET**, v. 11, p. 1-102, 2017.

HANLEY, A.; HUANG, Z.; PETT, W. Effects of dietary transgenic Bt corn pollen on larvae of *Apis mellifera* and *Galleria mellonella*. **Journal of Apicultural Research**, v. 42, n. 4, p. 77-81, 2003.

HILBECK, A.; SCHMIDT, J. E. U. Another view on Bt proteins: how specific are they and what else might they do? **Biopesticides International**. v. 2, n. 1, p. 1–50, 2006.

HUANG, Z.; HANLEY, A.; PETT, W.; LANGENBERGER, M.; DUAN, J. Field and semifield evaluation of impacts of transgenic canola pollen on survival and development of worker bees. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 5, p. 1517-1523, 2004.

IGNOFFO, C.M.; GARCIA, C. UV–photoinactivation of cells and spores of *Bacillus thuringiensis* and effects of peroxidase on inactivation. **Environmental Entomology**, v. 7, p. 270–272, 1978.

LIMA, M. A. P.; PIRES, C. S. S.; GUEDES, R. N. C.; NAKASU, E. Y. T.; LARA, M. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R.; DIAS, S. C.; CAMPOS, L. A. O. Does Cry1Ac Bt-toxin impair development of worker larvae of Africanized honey bee. **Journal of Applied Entomology**, v. 135, n. 6, p. 415–422, 2011.

MILFONT, M. O. **Uso da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) adaptada às condições climáticas do nordeste brasileiro**. 2013. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MORETI, A.C.C.C. **Manejo da pastagem apícola**. Pindamonhangaba: Convênio SAA/AMA, 1998.

NEGRÃO, A. F.; BARRETO, L. M. R. C.; ORSI, R. O. Influence of the collection season on production, size, and chemical composition of bee pollen produced by *Apis mellifera* L. **Journal of Apicultural Science**, v. 58, n. 2, p. 5-10, 2014.

NIU, L.; MA, Y.; MANNAKARA, A.; ZHAO, Y.; MA, W.; LEI, C.; CHEN, L. Impact of Single and Stacked Insect-Resistant Bt-Cotton on the Honey Bee and Silkworm. **Plos One**, v. 8, n. 9, p. 1-9, 2013.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

PIRES, C.; SILVEIRA, F. A.; PEREIRA, F. O.; PAES, J. S. de; SUJII, E. R.; FONTES, E. **Protocolo de amostragem de visitantes florais em algodoeiro (*Gossypium* spp.)**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, p. 345–353, 2010.

RUNDLÖF, M.; ANDERSSON, G.K.S.; BOMMARCO, R.; FRIES, I.; HEDERSTRÖM, V.; HERBERTSSON, L.; JONSSON, O.; KLATT, B.K.; PEDERSEN, T.R.; YOURSTONE, J.; SMITH, H.G. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. **Nature**, v. 521, p. 77-80, 2015.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SHIKAMURA, S. E. **Estatística II**. Curitiba: Departamento de Estatística, UFPR. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

WIESE, H. **Nova apicultura**. 3. ed. Porto Alegre: Agropecuária, 1982.

WITTER, S.; BLOCHTEIN, B.; NUNESSILVA, P.; TIRELLI, F. P.; LISBOA, B. B.; BREMM, C.; LANZER, R. The bee community and its relationship to canola seed production in homogenous agricultural areas. **Journal of Pollination Ecology**, v. 12, n. 3, p. 15-21. 2014

## CAPÍTULO II

### EFEITO DO USO DE INSETICIDAS NO FORRAGEAMENTO DE VISITANTES FLORAIS EM ALGODOEIRO BT E NÃO BT EM CHAPADÃO DO SUL

#### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi verificar se durante o florescimento pleno do algodão Bt e não-Bt houve influência na presença de visitantes florais e no forrageamento de abelhas a partir do uso de diferentes defensivos agrícolas amplamente utilizados na condução da cultura. O experimento foi realizado no município de Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. Foram instaladas duas áreas experimentais: o primeiro experimento intitulado como “ensaio A” e o segundo como “ensaio B”. O “ensaio A” foi composto apenas com uma variedade de algodão, a FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, sendo os tratamentos compostos pela aplicação de diferentes inseticidas no decorrer da cultura: 1) Pirate à 1 L ha<sup>-1</sup>; 2) Connect à 1 L ha<sup>-1</sup>; 3) Malathion à 1,5 L ha<sup>-1</sup>; 4) Larvin à 700 g ha<sup>-1</sup>; 5) Belt à 0,15 L ha<sup>-1</sup>; 6) Testemunha pulverizada com água. Já o “ensaio B” foi composto pelo plantio de diferentes variedades de algodão Bt e não-Bt, sendo essas variedades/tecnologias os tratamentos estudados: FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressando a toxina Cry1Ac) e sua cultivar não-Bt isolinha DeltaOpal<sup>®</sup>. Essa área amostral contou com aplicação de inseticidas, fungicidas e herbicidas de manutenção da cultura durante o florescimento pleno (70 dias após a emergência). As amostragens de visitantes florais para os dois ensaios foram realizadas a cada três dias, entre o período das 09:00 às 12:00 para o “ensaio A” e das 15:00 às 17:00 para o “ensaio B”, durante o florescimento da cultura (30 dias de florescimento). Os insetos foram identificados por especialistas e os dados obtidos submetidos para análise estatística. O uso indiscriminado de inseticidas no florescimento pleno afeta a frequência de forrageamento e a presença de visitantes florais na cultura do algodoeiro. As plantas geneticamente modificadas, em suas diferentes tecnologias estudadas (Bt e não-Bt) e no atual modo tradicional de condução e manutenção de uma lavoura de algodão com a aplicação de defensivos agrícolas (inseticidas, fungicidas e herbicidas químicos), não interferem na dinâmica populacional dos visitantes florais.

**Palavras-chave:** Polinizadores, algodão, organismos geneticamente modificados, produtos fitossanitários.

## CHAPTER II

### EFFECT OF THE USE OF INSECTICIDES IN THE FORAGE OF FLORA VISITORS IN BT AND NON-BT COTTON IN CHAPADÃO DO SUL

#### ABSTRACT

The objective of this work was to verify if during the full bloom of Bt and non-Bt cotton there was influence in the presence of floral visitors and in the foraging of bees from the use of different agricultural pesticides widely used in the conduction of the crop. The experiment was carried out in the municipality of Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brazil. Two experimental areas were installed: the first experiment titled as "test A" and the second as "test B". "Test A" was composed only of a variety of cotton, the FM 975 WideStrike®, the treatments being composed by the application of different insecticides during the crop: 1) Pirate à 1 L ha<sup>-1</sup>; 2) Connect to 1 L ha<sup>-1</sup>; 3) Malathion at 1.5 L ha<sup>-1</sup>; 4) Larvin at 700 g ha<sup>-1</sup>; 5) Belt at 0.15 L ha<sup>-1</sup>; 6) Witness sprayed with water. The "B-test" was composed of different Bt and non-Bt cotton varieties. The treatments were: FM 975 WideStrike®, NuOpal Bollgard® (expressing the Cry1Ac toxin) and its non-Bt cultivar DeltaOpal® isolate. This sampling area had application of insecticides, fungicides and herbicides to maintain the crop during full bloom (70 days after emergence). The floral visitor samplings for the two trials were performed every three days, between the period from 9:00 AM to 12:00 PM for "A test" and from 3:00 PM to 5:00 PM for "B test", during the flowering of the crop (30 days of flowering). The insects were identified by experts and the data obtained were submitted for statistical analysis. The indiscriminate use of insecticides at full bloom affects the frequency of foraging and the presence of floral visitors in the cotton crop. Genetically modified plants, in their different technologies studied (Bt and non-Bt) and in the current traditional way of conducting and maintaining a cotton crop with the application of pesticides (insecticides, fungicides and chemical herbicides), do not interfere in the dynamics of visitors.

**Keywords:** Pollinators, cotton, genetically modified organisms, phytosanitary products.

## INTRODUÇÃO

Dentre as principais atividades agrícolas do cerrado, o algodão possui uma cadeia produtiva muito importante para a agricultura brasileira (SINDAG, 2006). A cultura algodoeira é hospedeira de diversos artrópodes-pragas, dos quais, em alto nível populacional causam danos em todos os estágios de desenvolvimento da planta, porém esta espécie vegetativa também é muito atrativa aos insetos benéficos, como abelhas e os inimigos naturais (PALLINI et al., 2006; SUJII et al., 2006).

A polinização é um dos meios ecológicos fundamentais para a manutenção das plantas, sendo que aproximadamente 75% das culturas agrícolas e 80% das espécies de plantas com a presença de flores dependem dela por meio de algum inseto (KEVAN & IMPERATRIZ-FONSECA, 2006; RICKETTS et al., 2008), o que ocorre em cerca de 90% das espécies de plantas que possuem flores (OLLERTON et al., 2011).

A partir de (2006/2007), nos Estados Unidos, apicultores começaram a observar a ocorrência de colmeias que, inexplicavelmente e em apenas algumas semanas, passavam a apresentar condições precárias de funcionamento; este fato, em que as abelhas começaram a desaparecer das suas colmeias, foi denominado DCC (Distúrbio do colapso das abelhas), que assim foi utilizado para descrever a perda de colônias de abelhas melíferas. Uma hipótese sugere que o agente causal do DCC seja o uso de defensivos agrícolas, incluindo não somente inseticidas e acaricidas, mas também fungicidas e herbicidas (MAINI et al., 2010; JHONSON et al., 2010), sendo que a contaminação das abelhas por estes produtos é um problema de ocorrência mundial (JOHANSEN et al., 1983; PACÍFICO DA SILVA et al., 2015).

Há evidências acumuladas sobre os impactos negativos de pesticidas agrícolas direcionados a grupos particulares de pragas de insetos herbívoros em organismos não-alvo (GEIGER et al., 2010; GOULSON, 2013). Dentre os defensivos agrícolas utilizados, os inseticidas sistêmicos, como os presentes no grupo químico dos neonicotinóides e ainda, em específico, o ativo fipronil são considerados como os principais agentes causais, os quais foram lançados no mercado por volta de meados da década de 90 e relatos da ocorrência de mortes em massa de colmeias datam a posteriori de sua difusão e amplo uso nas diversas culturas (GOULSON, 2013; BLACQUEIRI et al., 2012; MOMMAERTS et al., 2010; ALIOUANE, 2009).

Atualmente os neonicotinóides têm sido bastante questionados, pois representam uma grande ameaça para as abelhas devido ao aumento da mortalidade e à diminuição do estabelecimento de colônias (WOODCOCK et al., 2017). Além dos efeitos de uma exposição à substância química, a qual leva à morte das abelhas.

Os inseticidas podem também provocar modificações comportamentais nos indivíduos, que, ao longo do tempo pode gerar sérios prejuízos na conservação da colônia (MALASPINA et al., 2008). Esses efeitos subletais têm sido amplamente estudados e considerados como a peça fundamental para decifrar as questões envolvidas no fenômeno de desordem de colapso das colônias.

A consistência e a atratividade das flores de plantas durante o florescimento, contaminadas pela aplicação de determinados químicos, é a principal causa de mortalidade dos polinizadores; no entanto, quando há menor persistência/residual na planta ou baixa dosagem de aplicação de químicos, pode ainda afetar o comportamento das abelhas que saem para forragear e assim reduzir a atividade da colônia (BORTOLOTTI et al. 2003, FREITAS & PINHEIRO, 2010).

Durante o período de 1964 a 2004, o uso de químicos no país aumentou 700%, com isso a questão de conservação de insetos não-alvos se tornou uma pauta a ser altamente estudada para a verificação de conservação, principalmente de polinizadores e visitantes florais (SPADOTTO et al., 2004). Nessa perspectiva, ocorreram vários relatos sobre mortalidade de abelhas, supostamente devido a contaminações pelo uso descabido de pesticidas (MALASPINA & SOUZA, 2008; MALASPINA et al., 2008; PINTO & MIGUEL, 2008).

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi verificar se durante o florescimento pleno do algodão Bt e não-Bt houve influência na presença de visitantes florais e no forrageamento de abelhas a partir do uso de diferentes defensivos agrícolas amplamente utilizados na condução da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Características da área experimental

O experimento foi realizado no município de Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil. Foi conduzido em área experimental da Fundação de Apoio à Pesquisa de Chapadão do Sul – Fundação Chapadão (18° 47' 39" latitude Sul; 52° 37' 22" longitude Oeste; altitude de 810m), no período do dia 03/03/2017 a 30/03/2017.

Na área foram realizados dois plantios experimentais simultâneos de algodão, sendo que cada plantio ocupou uma área total de 1000 m<sup>2</sup> e ambos foram realizados com os mesmos preparos de solo e adubação.

### Ensaio realizados: “ensaio A” e “ensaio B”

Foram instaladas duas áreas experimentais: o primeiro experimento intitulado como “ensaio A” e o segundo como “ensaio B”. As semeaduras dos dois ensaios foram realizadas no dia 05 de janeiro de 2017 (Figura 1A).

O “ensaio A” foi composto apenas com uma variedade de algodão, a FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, sendo os tratamentos compostos pela aplicação de diferentes inseticidas no decorrer da cultura: 1) Pirate à 1 L ha<sup>-1</sup>; 2) Connect à 1 L ha<sup>-1</sup>; 3) Malathion à 1,5 L ha<sup>-1</sup>; 4) Larvin à 700 g ha<sup>-1</sup>; 5) Belt à 0,15 L ha<sup>-1</sup>; 6) Testemunha pulverizada com água. Todos foram aplicados utilizando pulverizador manual com pressão constante, tomando-se horário de início de aplicação as 7:00 horas, com temperatura média de 20°C. As aplicações se repetiram toda semana, totalizando-se 4 aplicações durante os 30 dias de amostragem.

Já o “ensaio B” foi composto pelo plantio de diferentes variedades de algodão Bt e não-Bt, sendo essas variedades/tecnologias os tratamentos estudados: FM 975 WideStrike<sup>®</sup>, NuOpal Bollgard<sup>®</sup> (expressando a toxina Cry1Ac) e sua cultivar não-Bt isolinha DeltaOpal<sup>®</sup>. Essa área amostral contou com aplicação de inseticidas, fungicidas e herbicidas de manutenção da cultura durante o florescimento pleno (70 dias após a emergência), conforme encontra-se especificado na Tabela 1.

### Coleta dos visitantes florais

As amostragens para os dois ensaios foram realizadas a partir da adaptação de Pires et al. (2006) e a cada três dias, entre o período das 09:00 às 12:00 para o “ensaio A” e das 15:00 as 17:00 para o “ensaio B”, durante o florescimento da cultura (30 dias

de florescimento). Em cada tratamento (inseticidas para “ensaio A” e variedades/tecnologias para “ensaio B”) caminhou-se durante 30 minutos em “Z” e realizou-se a coleta e anotações dos insetos encontrados, assim então considerados visitantes florais aqueles que estavam dentro das flores do algodoeiro, forrageando a cultura (Figura 1B).



**Figura 1.** Imagem da área experimental (A) e de uma flor contendo visitantes florais (B). Chapadão do Sul-MS, 2017.

**Tabela 1.** Produtos aplicados em suas respectivas datas de aplicações durante a manutenção da cultura do algodoeiro no “ensaio B”. Chapadão do Sul-MS, 2017.

<b>Datas das aplicações</b>	<b>Produtos aplicados</b>
03/03/2017	Legend 250SL (100 ml ha <sup>-1</sup> )
06/03/2017	Flumyazin 500 (150 g ha <sup>-1</sup> ); RoundupWG (3 kg ha <sup>-1</sup> )
08/03/2017	RoundupWG (2 kg ha <sup>-1</sup> )
09/03/2017	Legend 250SL (100 ml ha <sup>-1</sup> )
10/03/2017	Curbix 200SC (1 L ha <sup>-1</sup> ); Oberon (600 ml ha <sup>-1</sup> ); Belt (150ml há <sup>-1</sup> ); Larvin (700 g ha <sup>-1</sup> ); Fox (0,5 L ha <sup>-1</sup> )
15/03/2017	Malathion (1,5 L ha <sup>-1</sup> ); Pirate (1 L ha <sup>-1</sup> )
18/03/2017	Curbix 200SC (1 L há <sup>-1</sup> ); Oberon (600 ml ha <sup>-1</sup> ); Connect (1 L ha <sup>-1</sup> ); Orkestra (500 ml ha <sup>-1</sup> ); Aureo (300 ml ha <sup>-1</sup> ); Pirate (1 L ha <sup>-1</sup> )
21/03/2017	Legend 250SL (100 ml ha <sup>-1</sup> )
21/03/2017	Malathion (1,5L ha <sup>-1</sup> ); Belt (150ml ha <sup>-1</sup> )
25/03/2017	Curbix 200SC (1 L ha <sup>-1</sup> ); Connect (1 L ha <sup>-1</sup> ); Larvin (500 g ha <sup>-1</sup> )
28/03/2017	Malathion (1,5L ha <sup>-1</sup> ); Belt (150ml ha <sup>-1</sup> ); Larvin (500 g ha <sup>-1</sup> ); Fox (0,5L ha <sup>-1</sup> )

Durante as coletas, todos os visitantes florais que se encontravam dentro das flores ou sobrevoando os nectários florais e extraflorais eram coletados com sugador ou diretamente com auxílio de frascos plásticos ou rede entomológica. Após a coleta, os indivíduos foram acondicionados em frasco mortífero com acetato de etila.

### **Triagem dos materiais coletados**

Os visitantes florais encontrados foram acondicionados em recipientes plásticos de 500 ml, anotados com as suas respectivas datas e tratamentos, em seguida levados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), campus de Chapadão do Sul (CPCS), Brasil. Os insetos foram identificados por especialistas das áreas correspondidas da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e da (UFMS).

### **Análise estatística experimental**

Para o “ensaio A”, analisou-se a diversidade das duas comunidades estudadas, calculando-se a função de Simpson e Shannon-Wiener (SHANNON; WEAVER, 1949). Visando obter gradientes representativos da estrutura da comunidade de visitantes florais, a análise foi baseada na composição de espécies e Teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ) para comparação de médias. Para o “ensaio B” foi utilizado delineamento experimental blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os dados de foram analisados por meio do teste de Tukey para comparação entre médias ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 30 dias de amostragem foram encontrados apenas abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) nas flores do algodoeiro no experimento que houve as realizações de aplicações de inseticidas (“ensaio B”) (Figura 2). Dentre os seis tratamentos testados verificou-se que o tratamento 2, 3 e 4, constituídos pelos inseticidas Connect, Larvin e Malathion, foram considerados menos seletivos, ocasionando um baixo forrageamento e baixa presença de visitantes florais nas flores do algodão (Figura 3).

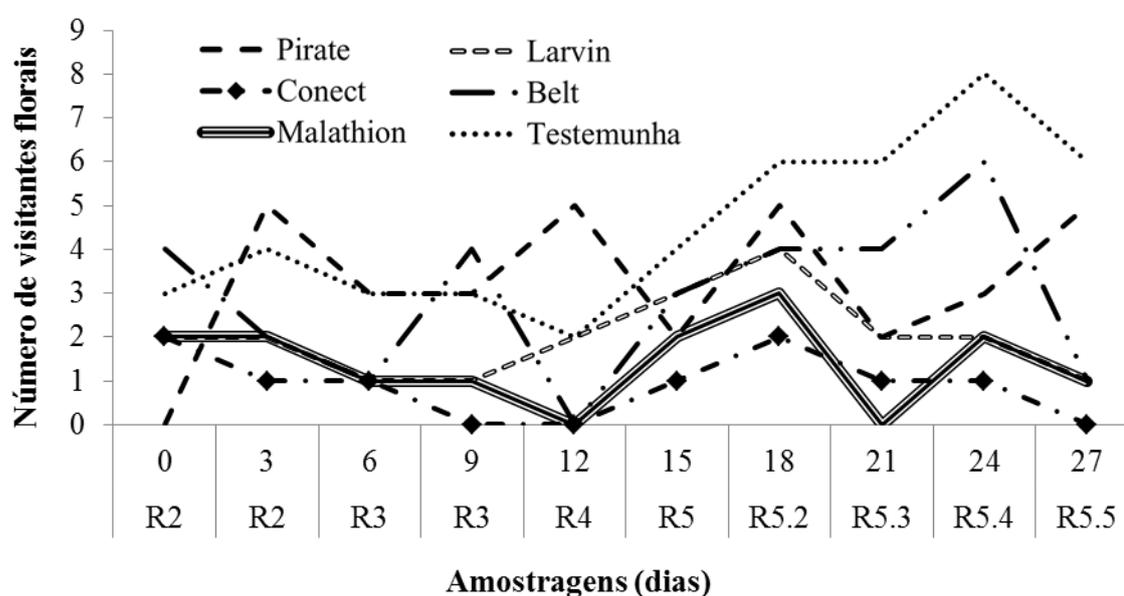
Esses produtos fitossanitários apresentam em sua formulação um piretróide e um neocotinoide, um metilcarbamato de oxima, e um organofosforado, respectivamente (Beta-ciflutrina 12,5 g L<sup>-1</sup> e Imidacloprido 100 g L<sup>-1</sup>, Tiodicarbe 800 g kg<sup>-1</sup>, e Malationa 500 g L<sup>-1</sup>, respectivamente). Os produtos à base de piretróides atuam como modulador de canais de Na<sup>+</sup> no sistema nervoso central e periférico dos insetos, e isso pode ter levado ao baixo forrageamento, fazendo com que não houvesse um número considerável positivo para haver uma polinização satisfatória na cultura, ocasionando o afastamento das abelhas durante as aplicações desses inseticidas.

Visto que os metilcarbamatos de oxima e os organofosforados podem atuar também em diversos fatores que podem ter levado ao não forrageamento desses indivíduos na cultura, a presença das abelhas durante ou após a aplicação pode ter ocasionado uma toxicidade nas colmeias, diminuindo a longevidade e a alimentação das larvas com resíduos de inseticidas no pólen, o que pode ter ocasionado na morte e, assim, diminuído o número de adultos que posteriormente iriam forragear, além da possibilidade de afetar a habilidade das abelhas em comunicarem-se sobre a fonte de alimento por meio da “dança do oito”, por impedir a orientação do ângulo, como foi relatado em um estudo por Pinheiro (2010).

Os tratamentos representados pelos inseticidas Belt (Flubendiamida 480 g L<sup>-1</sup>) e Pirate (Clorfenapir 240 g L<sup>-1</sup>), apresentaram um número total maior de visitantes florais, porém não apresentaram diferença significativa entre os outros tratamentos, visto que as Diamidas reduzem a contração muscular e causam a letargia, fazendo com que o inseto se alimente pouco e assim tenha a paralisia muscular, porém alguns estudos mostraram a baixa toxicidade desse grupo químico em mamíferos e peixes, não mostrando a toxicidade

desses inseticidas a organismos não-alvos (LAHM et al., 2009; GRADISH et al., 2010; CAMPOS et al., 2015).

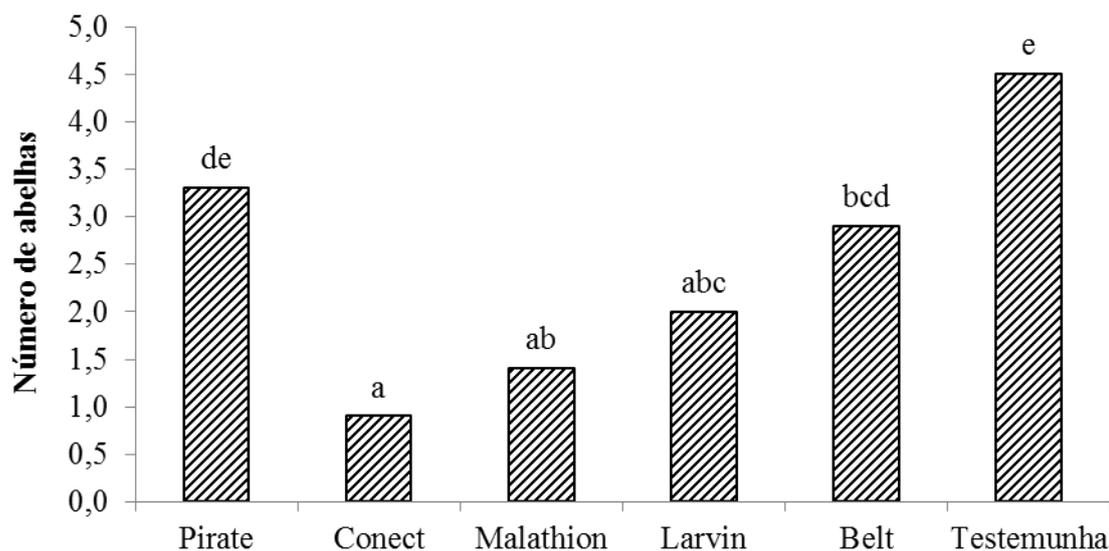
A testemunha pulverizada apenas com água foi estatisticamente igual ao tratamento Clorfenapir 240 g L<sup>-1</sup>, e estatisticamente diferente dos outros tratamentos. Apesar da testemunha não ter sido pulverizada com inseticidas, as abelhas se apresentaram em baixas quantidades, o que sugere que o efeito das aplicações de químicos nas demais parcelas pode ter interferido nesta distância do estudo, afetando a presença desses polinizadores, e ainda que esses insetos possam ter forrageado o ambiente pulverizado e terem sido afetados, conseqüentemente não apresentando forrageamento no tratamento que não foi pulverizado.



**Figura 2.** Número de visitantes florais durante os diferentes dias de avaliação no florescimento da cultura do algodão após a aplicação de diferentes inseticidas. Chapadão do Sul-MS, 2017.

No “ensaio A”, onde se comparou a presença dos visitantes florais em plantas com tecnologias Bt e não-Bt convencional, mas que também contou com a aplicação de defensivos agrícolas para a manutenção da cultura, foram encontrados um número baixo de visitantes florais, independente da tecnologia estudada. Foram encontrados apenas insetos das ordens Hymenoptera e Coleoptera, sendo (55) *A. mellifera*, (75) *Trigona spinipes* (F., 1793) (Hymenoptera: Apidae) e (28) *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) (746), nas 3 variedades/tecnologias amostradas.

Avaliando cada espécie, foi observado que não houve diferença entre o número de indivíduos encontrados nos 3 tratamentos, mas comparando as espécies dentro de cada tratamento, houve uma menor quantidade de *D. speciosa* no tratamento convencional, quando comparado com as outras duas espécies (Tabela 2).



**Figura 3.** Número médio de abelhas após a aplicação de diferentes inseticidas durante o florescimento da cultura do algodão. Chapadão do Sul-MS, 2017. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

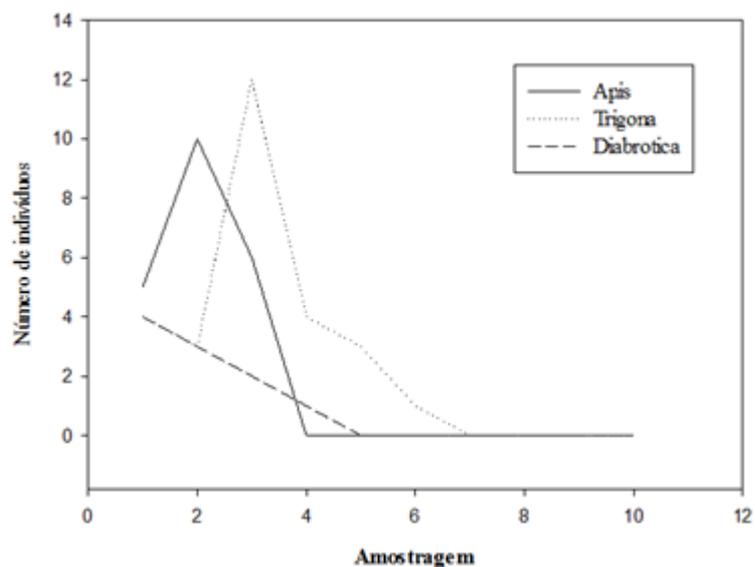
**Tabela 2.** Número de indivíduos médios (*T. spinipes*, *A. mellifera* e *D. speciosa*) encontrados nas diferentes tecnologias estudadas (Widestrike®, Bollgard® e Convencional). Chapadão do Sul-MS, 2017.

Tecnologia	Número de indivíduos		
	<i>A. mellifera</i>	<i>T. spinipes</i>	<i>D. speciosa</i>
Widestrike®	1,6 aA	2,4 aA	1,2 aA
Bollgard®	2,1 aA	2,7 aA	1,0 aA
Convencional	1,8 aA	2,4 aA	0,6 bA

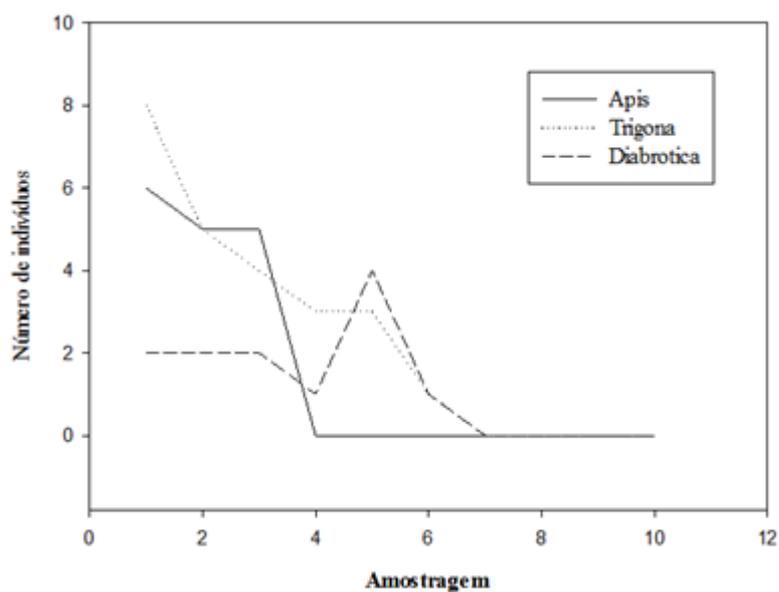
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

Em relação a flutuação populacional dos insetos, nota-se alterações semelhantes entre todas as variedades estudadas (Figuras 4, 5 e 6), o que é consequência

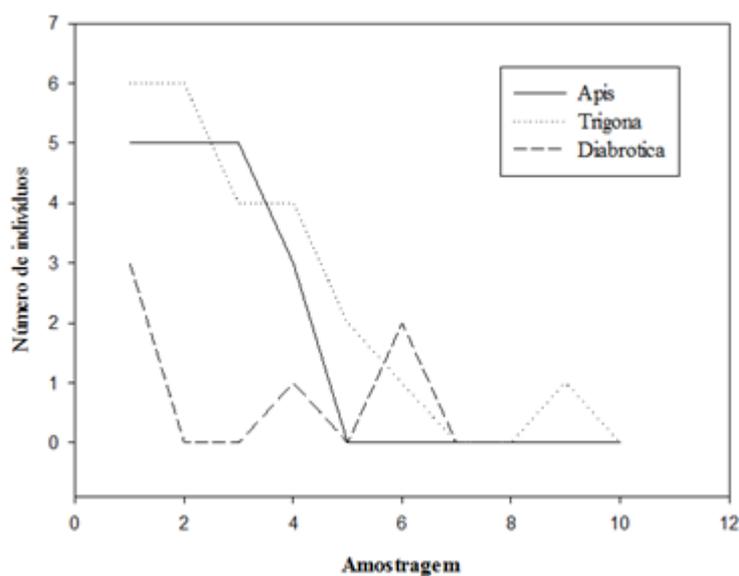
do manejo de condução da cultura. Desta forma, espécies de visitantes florais possivelmente são mais afetados pela utilização indiscriminada de inseticidas não seletivos, os quais os deixam totalmente vulneráveis, do que a possibilidade de interferência oriunda de tecnologias Bt, através de resíduos de proteínas Cry que podem estar presentes no pólen.



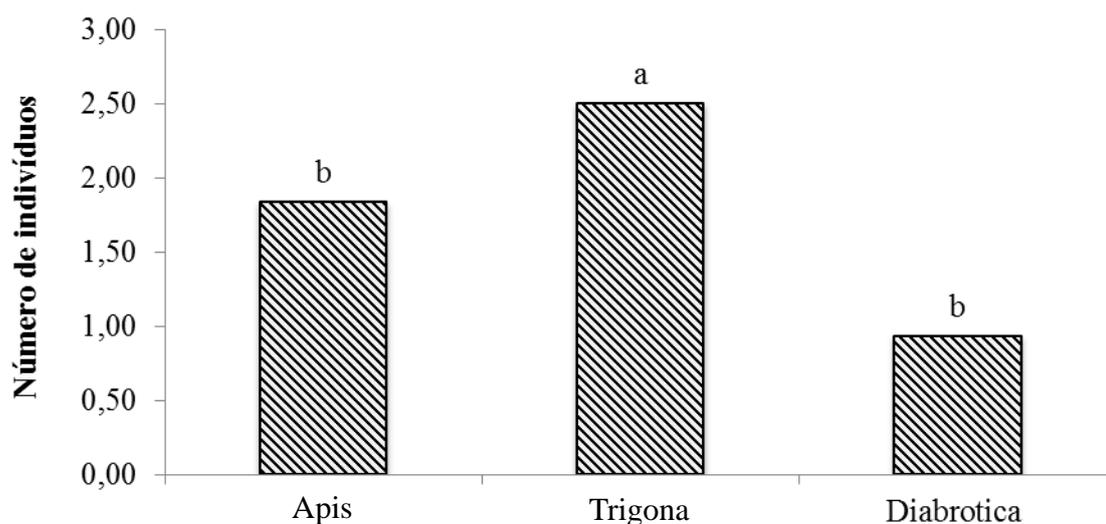
**Figura 4.** Número de espécies de insetos visitantes florais (*T. spinipes*, *A. mellifera* e *D. speciosa*) em algodão com tecnologia Bt (Bollgard® Chapadão do Sul-MS, 2017).



**Figura 5.** Número de espécies de insetos visitantes florais (*T. spinipes*, *A. mellifera* e *D. speciosa*) em algodão com tecnologia Bt (Widestrike®). Chapadão do Sul-MS, 2017.



**Figura 6.** Número de espécies de insetos visitantes florais (*T. spinipes*, *A. mellifera* e *D. speciosa*) em algodão sem tecnologia Bt (Convencional). Chapadão do Sul-MS, 2017.



**Figura 7.** Número de indivíduos médios de diferentes espécies (*T. spinipes*, *A. mellifera* e *D. speciosa*) encontrados no experimento através da média de todas as tecnologias estudadas (Widestrike®, Bollgard® e Convencional). Chapadão do Sul-MS, 2017.

No geral, entre as médias de todas as variedades/tecnologias estudadas foram encontrados um número maior de Trigonas *spinipes* nas flores do algodoeiro, quando comparado com as demais espécies: *A. mellifera* e *D. speciosa*, que não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 7). Acredita-se que a *T. spinipes* seja uma

abelha mais competitiva e mais resistente, forrageando assim em quantidades maiores que os outros visitantes florais.

Apesar de sua alta competitividade e agressividade contra outras espécies de abelhas ou visitantes florais (BOIÇA et al., 2004), alguns estudos já mostraram também a toxicidade de outros defensivos agrícolas, como a Permetrina, Heptacloro, Dieldrina, Cipermetrina, Endossulfam, Malationa, Acetato, Carbaril e Fenvalerato para *T. spinipes* (MACIEIRA & HEBLING-BERALDO, 2015).

As abelhas não são os alvos específicos dos produtos, mas elas são vulneráveis a contaminação, o que pode acarretar a desproporção da população e ocasionar danos negativos às atividades desta espécie (THOMPSON, 2003; MALASPINA et al., 2008). As perdas das colônias de abelhas registradas nos últimos anos têm sido atribuídas ao distúrbio do colapso das colméias. Várias hipóteses, incluindo o uso excessivo de pesticidas, têm sido sugeridas para explicar o desaparecimento; 90% dos inseticidas são neurotóxicos, podendo ocasionar efeitos letais às abelhas, especialmente na transmissão dos impulsos nervosos pelas células nervosas (PEREIRA, 2010). Dessa forma, qualquer distúrbio que possa alterar a forma de trabalho na colméia pode acarretar em rigorosos efeitos no que diz respeito à sobrevivência da colônia (FREITAS, 2010).

Os efeitos causados pelos agroquímicos podem levar à mortalidade desses polinizadores, conseqüentemente assim diminuindo a presença desses visitantes nas flores de algodão, visto que na testemunha (pulverizado com água), o número de visitantes foi maior que todos os outros tratamentos, exceto Pirate. A mortalidade dos polinizadores pode ser afetada pela toxicidade aguda de inseticidas, porém podem afetar outros fatores, como o comportamento dos mesmos, incluindo assim o forrageamento (MALASPINA et al., 2008). Alguns comportamentos das abelhas podem fornecer teorias de que a colmeia está sendo afetada por substâncias tóxicas, tais como a diminuição da atividade de forrageamento (WALLER et al., 1979; HASSANI et al., 2005). De acordo com Henry (2012), a dose subletal de Tiametoxam diminui também o forrageamento e contribui para o aumento nas chances de morte das abelhas.

Decourtye et al. (2004) estudando indivíduos de *A. mellifera* expostos a uma apresentação oral através de teste de reflexo, observaram como resultado a administração aguda e crônica de neonicotinoides causando malefícios à memória das abelhas. Williamson & Wright (2013) descobriram através de seus estudos, que doses subletais de defensivos agrícolas prejudicam o forrageamento e resultam na redução da população devido à falha da função neural de abelhas. Esses efeitos subletais tem sido

amplamente estudado e considerado como sendo a peça fundamental para decifrar as questões envolvidas no fenômeno de desordem de colapso das colônias.

Danner (2014) relatou que as abelhas realizam a atividade de forrageamento em um raio de aproximadamente 1500m para coleta do pólen. Portanto, grandes distâncias podem diminuir o potencial de intoxicação de abelhas por agrotóxicos. Também a estrutura do ambiente/paisagem, disponibilizada de recursos e estação climática impactam na distância de forrageamento (STEFFAN-DEWENTER; KUHN, 2005).

Os inseticidas neonicotinóides atuam na excitabilidade extrema do sistema nervoso, têm como alvo a acetilcolina nicotínica receptora no cérebro do inseto, que são responsáveis pela aprendizagem e memória, além de afetar a mobilidade das abelhas, causando movimentos desorganizados e agitação (BLAQUIÈRE et al., 2012).

As perdas de abelhas são uma grande ameaça à segurança alimentar humana e à estabilidade dos ecossistemas. Essas perdas estão associadas ao uso intensivo da terra, que expõe as abelhas aos pesticidas, particularmente os neonicotinóides; estudos de campo recentes mostraram a contaminação generalizada por neonicotinóides, sugerindo que a exposição crônica pode ser mais relevante para colônias de abelhas. Esta conclusão é apoiada por Mitchell et al. (2017), aonde encontraram a detecção de neonicotinóides (em quantidades neuroativas) em 75% dos 198 anéis coletados diretamente de produtores locais. A frequência de contaminação foi maior na América do Norte (86%), na Ásia (80%) e na Europa (79%), e menor na América do Sul (57%).

Esse modo de ação em insetos não-alvos pode ocorrer devido a sensibilidade principalmente das *A. mellifera* a inseticidas com esse modo de ação ser neuroativo, prejudicando a capacidade de as mesmas forragearem e, assim, reduzindo o desempenho da colônia e a polinização das grandes culturas e plantas nativas. Vale ressaltar, portanto, que os neonicotinóides são detectados no néctar e no pólen de culturas tratadas que são colhidas por abelhas e outros insetos polinizadores (DEFRA, 2012; LYE et al., 2011).

Os trabalhos de Woodcock et al. e Tsvetkov et al. (2017) identificaram a contaminação generalizada de terras agrícolas por neonicotinóides, sugerindo que a exposição crônica pode ser mais relevante para colônias de abelhas. Portanto, a exposição a neonicotinóides causa disfunção neuronal que limitará a capacidade de aprender e lembrar no caso das abelhas, diminuindo a capacidade de polinização.

Em relação à atividade locomotora, Lambin et al. (2001) estudaram o efeito das abelhas tratadas topicamente com ativo em concentração de 0,0025 g abelha<sup>-1</sup> e verificaram que esta contaminação apresentou diminuição significativa da locomoção desses insetos.

Dessa forma, acredita-se que o comportamento das abelhas e outros polinizadores podem ser afetados, e assim antes da morte ocorrer, pode haver um desaparecimento causado por afetar a sistema nervoso, não havendo assim a presença dos mesmos nas culturas. Além, resíduos de pesticidas já foram encontrados no pólen de plantas no campo, no pólen armazenado na colmeia e no mel das abelhas, quando essas colmeias estavam próximas a grandes culturas agrícolas, como soja, milho e algodão (KRUPTE et al., 2012; CHAUZAT et al., 2009).

Se tratando da frequência de forragear em busca de alimento, Guez et al. (2005) observaram que o inseticida organofosforado Metil Paration causou uma queda no forrageamento após uma contaminação via doses tóxicas. Outros estudos mostraram evidências que os inseticidas podem afetar as abelhas, como foi visto por Khan et al. (2004) que encontraram resíduos de Carbaril em amostras de mel originário de colmeias de *Apis mellifera* na Índia, e Mullin et al. (2010) que encontraram nas colmeias altos níveis de Carbaril na cera e no pólen. Esses fatores de interferência negativa podem colaborar assim então para o declínio dos polinizadores. Possivelmente o número baixo de visitantes florais encontrados nas plantas Bt e não-Bt, estudadas neste trabalho, se deu pelo alto número de aplicações de químicos nas proximidades e também pelo efeito residual dos produtos.

Embora não tenha se observado efeitos adversos das plantas Bt sobre os visitantes florais da cultura do algodoeiro, no presente trabalho foi possível identificar que outro fator pode ser mais determinante e está contribuindo para a diferente dinâmica populacional destes insetos: a aplicação de inseticidas. Aliás, atrelado a isso, plantas Bt normalmente utilizam menores quantidades de inseticidas, o que pode ser favorável para a preservação de espécies de polinizadores.

## CONCLUSÕES

O uso indiscriminado de inseticidas no florescimento pleno afeta a frequência de forrageamento e a presença de visitantes florais na cultura do algodoeiro.

As plantas geneticamente modificadas (Bt), em suas diferentes tecnologias estudadas comparado ao não –Bt e no atual modo tradicional de condução e manutenção de uma lavoura de algodão com a aplicação de defensivos agrícolas (inseticidas, fungicidas e herbicidas químicos), não interferem na dinâmica populacional dos visitantes florais.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALIOUANE, Y.; ADESSALAM, K.; EL HASSANI, A. K.; GARY, V.; ARMENGAUD, C.; LAMBIN, M.; GAUTHIER, M. Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effect on behavior. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 28, p. 113–122, 2009.

BLACQUIERE, T.; SMAGGHE, G.; VAN GESTEL, C.; MOMMAERTS, V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. **Ecotoxicology**, v. 21, p. 973–992, 2012.

BOIÇA JR., A. L.; SANTOS, T. M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em Espécies de Maracujazeiro: Flutuação Populacional, Horário de Visitação e Danos às Flores. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 135-139, 2004.

BORTOLLI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MENDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sub lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. **Bulletin of insectology**, v. 56, p. 63-67, 2003.

CAMPOS, M. R.; SILVA, T. B. M.; SILVA, W. M.; SILVA, J. E.; SIQUEIRA, H. A. A. Spinosyn resistance in the tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Pest Science**, v. 88, p. 405-412, 2003.

CHAUZAT, M. P.; FAUCON, J. P.; MARTEL, A. C.; LACHAIZE, J.; COUGOULE, N. A survey of pesticide residues in pollen loads collected by honey bees in France. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, p. 253–262. 2009.

DECOURTYE, A.; DEVILLERS, J.; CLUZEAU, S.; CHARRENTON, M.; PHAM-DELÈGUE, M. H. Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 57, p. 410-419, 2004.

DEFRA. Department for Environment, Food and Rural Affairs. **Farming statistics: final crop areas, yields, livestock population and agricultural workforce**. 2012. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/statistics/>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos subletais dos Pesticidas Agrícolas e seus Impactos no Manejo de Polinizadores dos Agroecossistemas Brasileiros. **Ecologia Australis**, v. 14, p. 282-298, 2010.

GEIGER, J.; BENGTSSON, F.; BERENDSE, W. W.; WEISSER, M.; EMMERSON, M. B.; MORALES, P.; CERYNGIER, J.; LIIRA, T.; TSCHARNTKE, C.; WINQVIST, S.; EGGERS, R.; BOMMARCO, T.; PÄRT, V.; BRETAGNOLLE, M.; PLANTEGENEST, L. W.; CLEMENT, C.; DENNIS, C.; PALMER, J. J.; OÑATE, I.; GUERRERO, V.; HAWRO, T.; AAVIK, C.; THIES, A.; FLOHRE, S.; HÄNKE, C.; FISCHER, P. W.; GOEDHART, P. Inchausti Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, p. 97-105, 2010.

GOULSON, D. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, p. 977-987, 2013.

GRADISH, A. E.; SCOTT-DUPREE, C. D.; SHIPP, L.; HARRIS, C. R.; FERGUSON, G. Effect of reduced risk pesticides for use in greenhouse vegetable production on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). **Pest Management Science**, v. 66, p. 142-146, 2010.

GUEZ, D.; ZHANG, S. W.; SRINIVASAN, M. V. Methyl parathion modifies foraging behaviour in honeybees (*Apis mellifera*). **Ecotoxicology**, v. 14, p. 431- 437, 2005.

HASSANI, A. K. E.; DACHER, M.; GAUTHIER, M.; ARMENGAUD, C. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**, v. 82, p. 30-39, 2005.

HENRY, M.; BÉGUIN, M.; REQUIER, F.; ROLLIN, O.; ODOUX, J. F.; AUPINEL, P.; APTEL, J.; TCHAMITCHIAN, S.; DECOURTYE, A. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. **Science**, v. 336, p. 348-350, 2012.

JOHNSON, R. M.; ELLIS, M. D.; MULLIN, C. A.; FRAZIER, M. Pesticides and honey bee toxicity - USA. **Apidologie**, v. 41, p. 312–331, 2010.

JOHANSEN, C.A.; MAYER, D. F.; HOOVEN, L. Pesticides and bees. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 1513- 1518, 1983.

JOHANSEN, C. A.; MAYER, D. F. **Pollinator protection. A bee & pesticide handbook**. Cheshire, USA: Wicwas Press, 1990.

KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees: The conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2006.

KRUPKE, C. H.; HUNT, G. J.; EITZER, B. D.; ANDINO G.; GIVEN, K. Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. **Plos One**, v. 7, p. 26-29, 2012.

LAHM, G. P.; CORDOVA, D.; BARRY, J. D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 17, p. 4127-4133, 2009.

LAMBIN, M.; ARMENGAUD, C.; RAYMOND, S. and GAUTHIER, M. Imidacloprid- Induced Facilitation of the Proboscis Extension Reflex Habituation in the Honeybee. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 48, p.129-134, 2011.

LYE, G. C; JENNINGS, S. N; OSBORNE, J. L; GOULSON, D. Impacts of the use of nonnative commercial bumble bees for pollinator supplementation in raspberry. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, p. 107-114, 2011.

MAINI, S.; MEDRZYCKI, P.; PORRINI, C. The puzzle of honey bee losses: a brief review. **Bulletin of Insectology**, v. 63, p. 153–160, 2010.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F. Reflexos das aplicações de agrotóxicos nos campos de cultivo para a apicultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 27.; e MELIPONICULTURA, 3.; Belo Horizonte, 2008. **Anais...** Belo Horizonte, 2008.

MITCHELL, P. D. **Neonicotinoid seed treatment benefits**. Madison, WI: ASA, 2017.

MOMMAERTS, V.; REYNDERS, S.; BOULET, J.; BESARD, L.; STERK, G.; SMAGGHE, G. Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behaviour. **Ecotoxicology**, v. 19, p. 207–215, 2010.

MORETI, A. C.; SILVA, C. C.; SILVA, R. M. B; SILVA, E. C. A. Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. **Scientia Agricola**, v. 2, p. 13-16, 1996.

MULLIN, C. A.; FRAZIER, M.; FRAZIER, J. L. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: Implications for honey bee health. **Plos One**, v. 5, n. 3, p.303-313, 2010.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, p. 321–326, 2011.

PACÍFICO DA SILVA, I.; OLIVEIRA, F. A.; PINTO, H. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, v. 46, p. 703-715, 2015.

PALLINI, A., P.; SILVIE, P.; MONNERAT, R. G.; RAMALHO, F. S.; SONGA, J. M; BIRCH, A. N. E. **Non-target and biodiversity impacts on parasitoids**. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. Environmental risk assessment of genetically modified organisms: methodologies for assessing Bt cotton in Brazil. Wallingford: CAB International, 2006.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 266-281, 2010.

PINTO, M. R.; MIGUEL, W. Intoxicação de *Apis mellifera* por organofosforado na região do Vale do Itajaí, SC. 2008. In: **Anais...** Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1080-2.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2018.

PIRES, C.; SILVEIRA, F. A.; PEREIRA, F. O.; PAES, J. S. de; SUJII, E. R.; FONTES E. **Protocolo de amostragem de visitantes florais em algodoeiro (*Gossypium spp.*)**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG', A.; POTTS, S. G.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 499-515, 2008.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SINDAG – Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. Dados Estatísticos. Disponível em: <<http://sindag.org.br/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDREA, M. M. **Monitoramento de risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Brasília: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

STEFFAN-DEWENTER, I.; POTTS, S. G.; PACKER, L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, p. 651-652, 2005.

SUJII, E. R.; LÖVEI, G. L.; SÉTAMOU, M.; SILVIE, P.; FERNANDES, M. G.; DU-BOIS, G. S. J.; ALMEIDA, R. P. **Non-target and biodiversity impacts on non-target herbivorous pests**. In: HILBECK, A.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. Environmental risk assessment of genetically modified organisms: Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil. Wallingford: CABI Publishing, 2006.

THOMPSON, H. M. Behavioural effects of pesticides in bees: their potential for use in risk assessment. **Ecotoxicology**, v. 12, p. 317-330, 2003.

WALLER, G. D.; BARKER, R. J.; MARTIN, J. H. Effects of dimethoate on honeybee foraging. **Chemosphere**, v. 7, p. 461-463, 1979.

WILLIAMSON, S. M.; WRIGHT, G. A. Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees. **Journal of Experimental Biology**, v. 216, p. 1799–1807, 2013.

WOODCOCK, B. A.; BULLOCK, J. M.; SHORE, R. F.; HEARD, M. S.; PEREIRA, M. G.; REDHEAD, J.; RIDDING, L.; DEAN, H.; SLEEP, D.; HENRYS, P.; PEYTON, J.; HULMES, S.; HULMES, L.; SÁROSPATAKI, M.; SAURE, C.; EDWARDS, M.; GENERSCH, E.; KNÄBE, R. F. PywellCountry-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. **Science**, v. 356, p. 1393-1395, 2017.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que as cultivares transgênicas estudadas não causam risco ambiental para os visitantes florais da cultura do algodoeiro e, ainda, até mesmo que variedades com tecnologia Bt apresentam em determinados momentos maior riqueza e abundância de espécies quando comparado com não-Bt convencional, sugere-se que a grande preocupação com a presença de polinizadores deve estar direcionada com o manejo de defensivos agrícolas através de produtos químicos, os quais confirmaram a sua interferência ecológica negativa também neste trabalho. Desta forma, inicialmente é conveniente que novos estudos sejam direcionados a selecionar produtos mais seletivos e menos nocivos a esses insetos não-alvo, atrelado posteriormente à tecnologia e ao momento ideal de aplicação; diminuindo, assim, os efeitos maléficos aos visitantes florais da cultura do algodoeiro e, conseqüentemente, aumentando até mesmo a sua produtividade.