

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

**Influência de fatores climáticos na dinâmica populacional  
de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Anthonomus grandis*  
(Boheman, 1843) em algodoeiros Bt e não Bt no Estado de  
Mato Grosso do Sul**

Thais Araujo Corrêa

Dourados-MS  
Maio-2018

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Thais Araujo Corrêa

**INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NA DINÂMICA  
POPULACIONAL DE *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) E *Anthonomus  
grandis* (Boheman, 1843) EM ALGODOEIROS Bt E NÃO Bt NO  
ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes

Dourados-MS  
Maio-2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

C825i Corrêa, Thais Araujo

Influência de fatores climáticos na dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) em algodoeiros Bt e não Bt no Estado de Mato Grosso do Sul / Thais Araujo Corrêa -- Dourados: UFGD, 2018.

45f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Marcos Gino Fernandes

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Mosca-branca. 2. Bicudo-do-algodoeiro. 3. Alterações climáticas. I. Título.

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

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

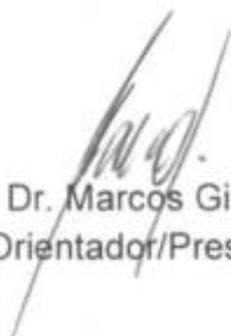
**"INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NA DINÂMICA POPULACIONAL DE  
*Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) E *Anthonomus grandis* (BOHEMAN, 1843) EM  
ALGODOEIROS BT E NÃO BT NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL".**

Por

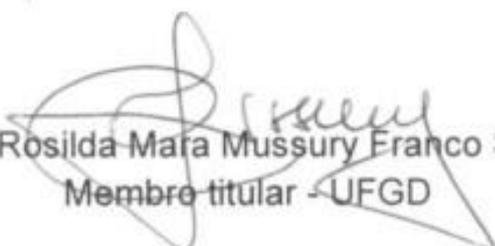
**THAIS ARAUJO CORRÊA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como  
parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Área de Biodiversidade e Conservação



Dr. Marcos Gino Fernandes  
Orientador/Presidente - UFGD



Dr.ª Rosilda Mara Mussury Franco Silva  
Membro titular - UFGD



Dr.ª Carla Cristina Dutra de Aquino  
Membro titular - Monsanto do Brasil

Aprovada em: 30 de maio de 2018

## **AGRADECIMENTOS**

A jornada por muitas vezes pareceu árdua e difícil, mas a recompensa de todo esforço é engrandecedora. Não existe forma melhor do que começar agradecendo a Deus, pois sem ele nada disso aconteceria.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes, que me apoiou e desde o início me incentivou com todos os ensinamentos a nunca desistir, por toda paciência nos momentos de dificuldade, me fez aprender muito nesse período de curso, sou eternamente grata pela oportunidade.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

À Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização da minha graduação e pós-graduação.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, que compartilharam seus conhecimentos e sabedoria, contribuindo para minha formação profissional.

Agradeço muito aos meus amigos, que me ajudaram muito durante o início do curso e se tornaram amigos que levarei por toda vida, fizeram dessa caminhada mais agradável, afinal nada na vida conseguimos sozinhos. Em especial, Gabrielle de Lima Masson, Elidiane Feltrin, Pamella Mingotti, e aos demais colegas da Pós-Graduação.

Ao Dr. José Fernando Jurca Grigolli pela sua disposição e ajuda em campo, sendo fundamental para que déssemos início a este trabalho.

Ao Pessoal da Fundação MS (Maracaju) e Fundação Chapadão do Sul, por terem cedido a área para pesquisa e por todo auxílio durante a mesma.

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

Aos meus pais, Adão Corrêa e Sonia Araújo Corrêa, minha irmã Tatiane Araújo Corrêa, meu noivo Marcelo Tecli da Costa Junior e todos de sua família que sempre me incentivaram em tudo, 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 muito valiosa.

*“Aprender  
é a única coisa de que  
a mente nunca se cansa,  
nunca tem medo e  
nunca se arrepende.”*

*Leonardo da Vinci*

# SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	1
GENERAL ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
CAPÍTULO I.....	5
REVISÃO DE LITERATURA.....	5
Importância do algodoeiro.....	5
Mosca-branca - <i>Bemisia tabaci</i> .....	6
Bicudo-do-algodoeiro - <i>Anthonomus grandis</i> .....	8
Fatores climáticos.....	10
OBJETIVOS.....	12
Objetivo geral.....	12
Objetivos específicos.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13
CAPÍTULO II.....	20
INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NA DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889) E <i>Anthonomus grandis</i> (Boheman, 1843) EM ALGODOEIROS Bt E NÃO Bt NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL .....	20
RESUMO .....	21
ABSTRACT .....	22
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
Instalação do experimento.....	25
Delineamento amostral.....	25
Análises estatísticas e ecológicas .....	26
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## RESUMO GERAL

CORRÊA, T.A. **Influência dos fatores climáticos na dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) em algodoeiros Bt e não Bt no Estado de Mato Grosso do Sul.** 2018. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

A agricultura é uma atividade altamente dependente de fatores climáticos, por isso a mudança no clima pode afetar a produção agrícola de várias formas. Por exemplo, a ocorrência de pragas nas grandes culturas no Brasil tem se tornado ainda mais séria devido às variações climáticas. Os insetos encontram-se entre os organismos que mais podem ser afetados pelas variações climáticas em virtude de o clima ter expressivo controle sobre seu desenvolvimento, reprodução e sobrevivência. O algodão *Gossypium hirsutum* L. (Malvales: Malvaceae) é uma cultura que atrai e abriga um grande número de insetos-pragas, que acometem as plantas desde as raízes até os capulhos, afetando a produtividade e características importantes das fibras, impossibilitando que a cultura alcance seu máximo rendimento produtivo. Dentre as principais pragas podemos citar o bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) e a mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Aleyrodidae: Hemiptera). Nesse sentido, este trabalho teve como objetivos relacionar a dinâmica populacional de adultos de *A. grandis* e *B. tabaci* com os fatores climáticos (temperatura média, umidade média e a precipitação pluviométrica), em cultivares de algodão Bt comparativamente com cultivar não Bt. Os experimentos foram realizados na região Centro-Oeste brasileira que é considerada a principal produtora nacional de algodão. Nos municípios de Maracaju, MS e Chapadão do Sul, MS. Em Maracaju o experimento foi estabelecido na Estação Experimental Fundação MS, em Chapadão do Sul na Fundação Chapadão. Cada campo em ambos os municípios era composto por três áreas amostrais de 25m x 60m, sendo cada área amostral semeada com diferentes cultivares de algodão: dois campos com cultivar Bt (NuOpal<sup>®</sup> e WideStrike<sup>®</sup>), e um campo com algodão convencional (DeltaOpal<sup>®</sup>). Nas áreas amostrais em Maracaju não foram feitas aplicações de inseticidas, já em Chapadão do Sul houve aplicações de inseticidas sempre que as pragas chaves atingiam nível populacional de controle. As avaliações foram distintas para cada inseto avaliado e consistiam na inspeção visual da planta anotando-se o número de adultos de *A. grandis* por planta e o número de plantas com *B. tabaci*. Realizaram-se 10 amostragens em cada área amostral a cada dois dias, em Maracaju as avaliações foram nos meses de fevereiro e março de 2017, e em Chapadão do Sul ocorreram nos meses de março a abril de 2017. As plantas avaliadas foram selecionadas de forma totalmente aleatória, sendo inspecionadas 50 plantas em cada campo amostral. Os dados meteorológicos foram registrados durante todo período de avaliação em ambos os municípios. A infestação de adultos de *B. tabaci* em Maracaju foi mais alta (33,46), em comparação com Chapadão do Sul (5,30). A infestação de *A. grandis* foi maior em Chapadão do sul (16,20) em relação ao município de Maracaju (3,43). Provavelmente, as aplicações de inseticidas realizadas nas áreas de Chapadão do Sul controlaram eficientemente as moscas-brancas, mas não foram eficientes no controle de bicudo-do-algodoeiro, provavelmente pelas diferenças na biologia do inseto e ao fato das numerosas aplicações de inseticidas, podendo este inseto estar evoluindo resistência aos produtos químicos utilizados. Quanto aos fatores climáticos, comprovou-se que a precipitação pluviométrica possui forte correlação negativa com a população de *B. tabaci* nos dois locais de estudo; já a umidade atmosférica apresenta uma forte correlação negativa com a população de adultos de *A. grandis* em ambos os municípios. Portanto, é esperado que, em anos que ocorra elevada precipitação e/ou umidade atmosférica durante o período de desenvolvimento da cultura, haja baixa incidência dessas pragas.

**Palavras-chave:** Mosca-branca, bicudo-do-algodoeiro, alterações climáticas.

CORRÊA, T.A. **Influence of climate factors on the population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) and *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) on cotton crops Bt and not Bt in Estado de Mato Grosso do Sul.** 2018. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

### GENERAL ABSTRACT

Agriculture is highly dependent on climatic factors, so climate change can affect agricultural production in many ways. For example, the occurrence of pra-gas in large crops in Brazil has become even more serious due to climatic variations. Insects are among the organisms most likely to be affected by climatic variations because the climate has significant control over their development, reproduction, and survival. The cotton *Gossypium hirsutum* L. (Malvales: Malvaceae) is a crop that attracts and harbors a large number of insect pests that affect the plants from the roots to the capuchins, affecting the productivity and important characteristics of the fibers, making it impossible the culture reaches its maximum productive yield. Among the main pests we can mention the cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) and the whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius (Aleyrodidae: Hemiptera). In this sense, the objective of this work was to relate the population dynamics of *A. grandis* and *B. tabaci* adults to climatic factors (mean temperature, mean humidity and rainfall) in Bt cotton cultivars compared to non-Bt cultivars. The experiments were carried out in the Brazilian Midwest region which is considered to be the main national cotton producer. In the municipalities of Maracaju, MS and Chapadão do Sul, MS. In Maracaju the experiment was established at the MS Foundation Experimental Station in Chapadão do Sul at the Chapadão Foundation. Each field in both municipalities consisted of three sample areas of 25m x 60m, each sampled area being seeded with different cotton cultivars: two fields with Bt (NuOpal<sup>®</sup> and WideStrike<sup>®</sup>) and one field with conventional cotton (DeltaOpal<sup>®</sup>). In the sampling areas in Maracaju, no applications of insecticides were made, in Chapadão do Sul there were insecticide applications whenever the key pests reached the population level of control. The evaluations were distinct for each insect evaluated and consisted in the visual inspection of the plant by noting the number of adults of *A. grandis* per plant and the number of plants with *B. tabaci*. Ten samples were taken in each sampling area every two days, in Maracaju the evaluations were in the months of February and March of 2017, and in Chapadão do Sul occurred in the months of March to April of 2017. The evaluated plants were selected in a way completely random, with 50 plants being inspected in each sample field. The meteorological data were recorded during the entire evaluation period in both municipalities. The adult infestation of *B. tabaci* in Maracaju was higher (33.46), compared to South Chapadão (5,30). The infestation of *A. grandis*. was higher in Chapadão do Sul (16.20) than in the municipality of Maracaju (3.43). Probably, the applications of insecticides carried out in the Chapadão do Sul areas efficiently controlled whiteflies, but were not efficient in controlling cotton boll weevil, probably due to differences in insect biology and to the fact that numerous applications of insecticides, this insect being able to evolve resistance to the chemicals used. Regarding the climatic factors, it was verified that rainfall has a strong negative correlation with the population of *B. tabaci* in the two study sites; since atmospheric humidity has a strong negative correlation with the adult population of *A. grandis* in both municipalities. Therefore, it is expected that, in years of high precipitation and / or atmospheric humidity during the crop development period, there is a low incidence of these pests.

**Keywords:** Whitefly, cotton boll weevil, climate change.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, nos últimos anos, se mantém entre os cinco maiores produtores mundiais de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão, e também está entre os maiores exportadores, além de ocupar o primeiro lugar em produtividade em sequeiro (Abrapa, 2017). O algodoeiro é considerado uma das commodities agrícolas mais importantes do Brasil, com produção estimada de 3.811,7 mil toneladas de algodão em caroço, correspondendo a 1.523,2 mil toneladas de pluma, em uma área de 939,1 mil hectares na safra de 2016/17 (Conab, 2017).

O algodoeiro é a cultura que produz a fibra têxtil natural mais utilizada no mundo. Além da fibra, outros produtos originários da planta podem ser comercializados. O principal produto é a fibra empregada na confecção de fios para tecidos, obtenção de celulose, películas fotográficas, algodão para uso medicinal, entre outros (Freire & Beltrão, 1997; Ferreira & Freire, 2008).

Dentre os múltiplos fatores que restringem o rendimento do algodoeiro, os ataques de insetos-pragas e as doenças estão em lugar de destaque. Vários patógenos sobrevivem no solo ou em restos de culturas por um extenso período e estes podem se manifestar quando as condições de umidade e temperatura forem favoráveis ao seu desenvolvimento em presença de uma planta susceptível (Suassuna et al., 2008). As plantas de algodão possuem numerosos nectários florais e extraflorais que produzem uma secreção líquido-resinosa açucarada, o que faz com que a cultura seja mais atrativa aos insetos. Com isso, o algodoeiro é considerado uma das plantas cultivadas mais susceptíveis ao desenvolvimento e ataque de insetos-praga, variando de 20 a 60 espécies relatadas e conhecidas, ocorrendo durante todo o ciclo da planta de algodão (Leonard et al., 1999; Gallo et al., 2002).

Bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*, Boheman (Coleoptera: Curculionidae) é um inseto-praga classificado pelo ponto de vista econômico, como uma das pragas mais importantes para a cotonicultura, devido aos danos que ocasionam e pela dificuldade de controle. Este inseto tem ampla distribuição em regiões tropicais e temperadas quentes; a rápida disseminação do bicudo, abrangência e danos nas áreas cotonicultoras do Brasil indicaram sua grande capacidade de adaptação a novos ambientes que, reforçado por suas características biológicas e comportamentais favoráveis, tornou-se o inseto-praga chave da cultura do algodoeiro no país (Barbosa et al., 1983). A sua introdução no Brasil foi relatada no ano de 1983, no estado de São Paulo (Busoli et al., 1994). Desde a introdução do bicudo no Brasil, estudos

têm sido conduzidos visando gerar tecnologias que sejam econômicas e ecologicamente viáveis para serem utilizadas no seu controle. Entretanto, a maioria dos esforços, realizados até hoje, têm se concentrado no aspecto agrônômico como o Manejo Integrado de Pragas (MIP), utilizando armadilhas e cultura-isca, o uso de fitorreguladores, desfolhantes e supressores de rebrota, coleta de botões florais caídos e além dos controles químico e biológico (Busoli et al., 1994).

A aplicação de inseticidas tem sido a principal forma de controle do bicudo-do-algodoeiro. Os inseticidas Clothianidin, Malation e Endosulfan são os mais utilizados para controle desta praga. Apesar de Clothianidin ser o mais eficiente no controle, o Endosulfan é o inseticida utilizado como tratamento padrão, contudo, estes inseticidas são dispendiosos e apresentam um efeito local e passageiro, além de contaminarem o ambiente e oferecerem um alto risco de intoxicação direta através de resíduos (Da Fonseca, et al., 2011).

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Aleyrodidae: Hemiptera) é uma espécie que está disseminada em todas as regiões do globo, menos no ártico, e é capaz de atacar mais de 1000 espécies de vegetais (Abd-rabou & Simmons, 2010), podendo causar danos diretos, referentes à sucção de seiva do floema e à injeção de toxinas durante sua alimentação que ocasionam perdas de qualidade e de produtividade, e danos indiretos, devido à produção de “honeydew” que é utilizado como substrato para o desenvolvimento do fungo denominado fumagina (*Capnodium* sp.) que ocasiona diminuição da taxa fotossintética das plantas (Villas Bôas et al., 1997).

Essas espécies de insetos-pragas são diretamente afetadas pelas condições ambientais que alteram sua dinâmica nos agroecossistemas (Lacasa et al., 1996; Pierce et al., 2001). Assim sendo, o trabalho teve como objetivo, estudar a dinâmica populacional de adultos de mosca-branca e de bicudo-do-algodoeiro em cultivares de algodão Bt, comparativamente com cultivar não Bt e também relacionar essa dinâmica das populações com os fatores abióticos: temperatura média, umidade média e precipitação pluviométrica na cultura do algodoeiro.

## CAPÍTULO I

### REVISÃO DE LITERATURA

#### **Importância do algodoeiro**

O algodão (*Gossypium hirsutum L.*) é uma planta que pertence à família Malvaceae, apresenta ampla importância socioeconômica e é considerado um dos principais produtos agrícolas brasileiros, sua fibra é utilizada na indústria têxtil, suas sementes para alimentação animal, vegetal para consumo humano (Freire, 2011).

Considerado uma das commodities agrícolas mais importantes do Brasil, o algodoeiro representa uma produção estimada de 3.811,7 mil toneladas de algodão em caroço, correspondendo a 1.523,2 mil toneladas de pluma, em uma área de 939,1 mil hectares na safra de 2016/17. A região Centro-Oeste é a principal produtora nacional de algodão. No que diz respeito, a produção de algodão em pluma, na safra de 2016/17 o estado de Mato Grosso produziu 954,8 mil/t seguido do estado de Mato Grosso do Sul com 46,5 mil/t e Goiás com 42,2 mil/t (Conab, 2017).

Em relação aos termos econômicos a cultura é utilizada em vários setores, por produzir fibra, seu principal produto, que atualmente veste aproximadamente metade da humanidade, além de produzir o óleo que é utilizado para alimentação humana e para produção de energia através do biodiesel. Sua pluma é considerada a fibra natural mais utilizada pela indústria têxtil no mundo, com uma participação estimada em 32% (Beltrão & Azevedo, 2008; Hequet, 2014).

Para se alcançar sucesso no cultivo do algodoeiro e fibra de maior qualidade, precisam prevalecer condições climáticas, especialmente térmicas e hídricas, que permitam à planta, em suas distintas fases, crescer e se desenvolver, assim como ter o solo em condições adequadas, e realizar o controle de pragas, doenças e plantas invasoras sendo o zoneamento agrícola um instrumento essencial para decidir as áreas aptas ou inaptas ao seu desenvolvimento (Amorim, et al., 1997).

Nas condições brasileiras o cultivo do algodão é acometido diretamente pela ocorrência de pragas, sendo um fator determinante para que a cultura não exerça seu elevado potencial produtivo, além de colocar sua própria sustentabilidade em risco (Papa et al., 2016).

O algodoeiro atrai e abriga múltiplas pragas que atacam as mais variadas partes da planta, como raiz, caule, folhas, botões florais, flores, maçãs e capulhos. Na região do cerrado brasileiro, constatou-se com a ampliação constante das lavouras, a presença frequente de pragas com amplo potencial de danos, como: bicudo-do-algodoeiro, lagarta-das-maçãs, curuquerê-do-algodoeiro, lagartas-militares, pulgão, lagarta-rosada, mosca-branca,

vaquinhas e outras, que a cada safra permanecem ocasionando danos e onerando a cultura na região (Santos, 2015).

O algodoeiro contém inúmeros nectários florais e extraflorais que produzem uma secreção líquido-resinosa açucarada, tornando a cultura mais atrativa aos insetos. Com isso, o algodoeiro é considerado como uma das culturas mais susceptíveis ao desenvolvimento e ataque de insetos-praga, variando de 20 a 60 espécies relatadas e conhecidas, ocorrendo em todo o ciclo de cultivo de algodão (Leonard, et al., 1999; Gallo, et al., 2002). Os gastos de controle de pragas no algodoeiro situam-se em volta de 25% do custo total de produção (Belot et al., 2016).

### **Mosca-branca - *Bemisia tabaci***

Moscas-brancas, *Bemisia tabaci* (Gennadius), fazem parte da ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae. Essa família possui 1556 espécies descritas em 165 gêneros e três subfamílias, sendo duas com espécies existentes (Aleurodicinae e Aleyrodinae) e uma de espécie extinta (Bernaeinae). O gênero *Bemisia* é o mais numeroso em espécies descritas e também é considerado de elevada importância agrícola mundial na atualidade, sendo *B. tabaci* sua maior representante (Gallo et al., 2002; Martin & Mound, 2007).

Acredita-se que *B. tabaci* possa ser originária do Oriente, mais precisamente do subcontinente indiano, uma região peninsular do sul da Ásia, onde situa-se a Índia, Paquistão, Bangladesh, Nepal e Butão (Oliveira et al., 2001). Atualmente a espécie é encontrada em todos os continentes, exceto na Antártida, tendo sua maior distribuição em regiões tropicais e subtropicais (Oliveira et al., 2001; Cuthbertson et al., 2011).

*B. tabaci* apresenta ampla importância econômica no cenário agrícola mundial (Prabhaker et al., 2005), sendo considerada uma das principais pragas agrícolas de várias culturas, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (Ahmad et al., 2002; Nauen & Denholm, 2005). Os adultos são de coloração branca, possuem olhos vermelhos, antenas longas e medem cerca de 1 a 1,3mm, têm envergadura de cerca de 3mm, com dois pares de asas membranosas, além do corpo amarelado. Os ovos são brancos, e se tornam marrons antes da eclosão das ninfas. Estas são de coloração verde-amarelada, apresentam corpo elíptico e translúcido (Santos, 2015).

Este inseto-praga pode causar danos diretos e indiretos à cultura. Os danos diretos são ocasionados pela sucção de seiva, ao passo que os danos indiretos são caracterizados pelas excreções açucaradas produzidas pela mosca-branca, que beneficiam o desenvolvimento do fungo *Capnodium* sp., ocasionando o aparecimento da Fumagina, sendo

este um fungo oportunista que recobre as folhas restringindo a capacidade fotossintética da planta, resultando em queda precoce das mesmas (Villas-Bôas et al., 2002). As excreções açucaradas podem chegar às fibras originando o fenômeno conhecido por “fibra açucarada”, prejudicando o produto no mercado, podendo também impedir o processamento na indústria, passando a ser avaliada como de qualidade inferior (Hendrix & Wei, 1992). Grandes perdas na cultura também são atribuídas à transmissão de vírus.

Posteriormente à sua primeira comprovação no Brasil, realizada no estado de São Paulo no início dos anos 90 (Lourenção & Nagai 1994), a mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B velozmente alcançou as principais regiões agrícolas do país, sendo raros os estados onde a praga ainda não foi detectada. Infestações de mosca-branca têm sido encontradas tanto em campo como em cultivo protegido. As principais plantas acometidas pertencem ao grupo das ornamentais e também hortaliças, assim como soja, algodoeiro, feijoeiro, bananeira e videira (Lourenção, 1997; Haji et al., 1997).

Mosca-branca biótipo B apresenta características morfológicas parecidas à espécie primitiva, entretanto com distintos hábitos, habilidades reprodutivas e capacidade para adaptar-se a novas culturas em condições adversas (Torres et al., 2007). Seu hábito alimentar é polífago, consegue alastrar-se em mais de 600 espécies de plantas (Oliveira et al., 2001). As injúrias em plantas cultivadas acontecem em grande escala, devido aos surtos das populações de *B. tabaci*, pela transmissão de vírus para as plantas (Cuthbertson et al., 2011), e pela sucção de seiva que enfraquece as plantas causando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Lazzari & Zonta-de-Carvalho, 2009).

O biótipo B de *B. tabaci* é avaliado como mais agressivo e virulento, visto que se adapta com facilidade a novas plantas hospedeiras e a condições climáticas diversas (Villas-bôas et al., 1997), alimenta-se mais, produz maior quantidade de “honeydew”, além de ocasionar desordens fisiológicas nas plantas infestadas (Perring, 2001).

A relação entre infestação e percentagens de perdas na produção de algodão em rama, avaliadas nas plantas, durante o ciclo biológico da cultura, resultam numa relação direta entre níveis de infestação e percentagem de perda na produção de algodão, ou seja, à medida que aumenta a intensidade de ataque de populações da mosca-branca, aumenta a queda na produção, acarretando maiores prejuízos para os produtores (Alencar et al., 2002).

Para a mosca-branca as amostragens devem ser feitas a partir do início do desenvolvimento das plantas, com intervalos semanais, tomando-se aleatoriamente no mínimo 50 pontos amostrais, uma planta representando um ponto, em talhões com até 100 há, área homogênea, por meio do caminhamento em zigue-zague, dentro da cultura, de tal maneira que as plantas estejam bem distribuídas na área a ser amostrada (Miranda, 2006). Nas amostragens são contabilizados a presença de adultos e ninfas, analisando-se a folha que

sai do quinto nó a partir do ápice da planta, virando-se cuidadosamente a folha para a direção oposta ao sol, para não afugentar os adultos e anotar como folha atacada aquela que tiver três ou mais adultos. Para ninfas, delimita-se uma área de 4,0 cm<sup>2</sup> (área graduada de lupa de bolso) e registra-se como folha atacada aquela que apresentar uma ou mais ninfas, considerando-se como nível de controle 40% de plantas com ninfas ou 60% de plantas com adultos (Miranda, 2010).

### **Bicudo-do-algodoeiro - *Anthonomus grandis***

O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843), faz parte da ordem Coleoptera, família Curculionidae, é uma praga de grande importância econômica na cotonicultura brasileira, sendo que desde o primeiro relato, este inseto se destaca como a principal praga da cultura (Martins et al., 2014). Entre os aspectos que fazem com que o *A. grandis* seja um dos principais entraves da cotonicultura estão a diapausa, ciclo biológico curto, alta capacidade reprodutiva e também a dificuldade de controle desse inseto-praga (Papa & Celoto, 2015).

A praga *A. grandis* apresenta vasta distribuição em regiões tropicais e temperadas quentes. A sua introdução no Brasil foi relatada no ano de 1983, no estado de São Paulo (Busoli et al., 1994). A rápida dispersão desta praga, abrangência e perdas nas áreas cotonicultoras do Brasil advertiram sua ampla habilidade de adaptação a novos ambientes que, reforçado por suas características biológicas e comportamentais favoráveis, tornou-se o inseto-praga chave da cultura do algodoeiro no país (Barbosa et al., 1983).

O inseto *A. grandis* apresenta coloração marrom avermelhada a cinza escuro, holometabólico e de reprodução sexuada. Seu tamanho pode variar de 4 a 8 mm e uma média de 2,4 mm de largura, comprimento este devido à sua alimentação. Possuem um rostro que pode medir até metade do tamanho do seu corpo e mandíbulas bem desenvolvidas (Toledo et al., 2000; Praça et al., 2007; Gabriel, 2016).

A infestação começa a ocorrer quando a planta de algodão entra no período de florescimento, que é o período reprodutivo. As fêmeas são atraídas por meio do feromônio liberado pelos machos e após a cópula, o período de pré-oviposição tem duração de 3 a 5 dias (Toledo et al., 2000). Para manter seus ovos nas condições necessárias para o completo desenvolvimento e protegê-los contra possíveis predadores, as fêmeas depositam seus ovos no interior dos botões e maçãs florais, fazendo um orifício na estrutura vegetal com o auxílio do rostro e da mandíbula. Esse orifício é fechado após a oviposição por uma secreção cerosa produzida pela própria fêmea, sendo fácil identificar um botão com sinal de oviposição, pois fica como uma “cicatriz” diferente do orifício de alimentação, uma vez que este não é fechado.

As larvas eclodem e nutrem-se das estruturas florais que existem nos botões florais e das fibras e sementes do interior das maçãs, até transformarem-se em pupas, dando origem aos adultos. Cada fêmea pode colocar até 12 ovos por dia, totalizando de 100 a 300 ovos durante seu ciclo (Bastos et al., 2005). As formas imaturas (ovo e larva) ajudam no aumento da sobrevivência, em função do desenvolvimento protegido no interior das estruturas reprodutivas (Sujii & Pires, 2015). Tendo os adultos o hábito de ficarem grande parte do tempo na parte mediana do dossel das plantas e sob as brácteas dos botões florais para alimentação e postura, dificulta o controle da praga pela pulverização de inseticidas. Dessa forma, o custo do cultivo torna-se oneroso pela dificuldade em controlar esse inseto, devido sua biologia, e por ser um inseto resistente e de rápida reprodução (Papa & Celoto, 2015).

Os danos causados por *A. grandis* no algodoeiro são diretos, e decorrem da utilização das estruturas florais e frutíferas do algodoeiro para a oviposição dos adultos e alimentação tanto das larvas como dos adultos. O ataque desta praga ocorre preferencialmente nos botões florais; porém, no período de frutificação das plantas, se houver alta densidade populacional de adultos, até 50% das maçãs podem ser atacadas (Busoli et al., 2004).

Além da elevada capacidade reprodutiva, *A. grandis* apresenta diapausa, estado fisiológico no qual acontece uma interrupção do sistema reprodutivo e acúmulo de lipídeos no corpo, com a finalidade de continuar a viver durante a entressafra frente às situações climáticas desfavoráveis (Guerra, 1986; Gabriel, 2016). Sendo assim, a destruição parcial, e não total, dos restos de cultura é um dos fatores fundamentais que permitem a sobrevivência do inseto nesse período. Tal problema foi intensificado após a introdução do algodão geneticamente modificado, o qual expõe uma maior dificuldade na eliminação no campo após a colheita por ser mais resistente quando confrontado ao convencional, o que ocasiona na rebrota de plantas de algodão transgênicas em meio às lavouras das culturas subsequentes, atalhando o vazio sanitário e, por conseguinte, a eliminação de pragas (Alves et al., 2012).

A avaliação da infestação de adultos de bicudo-do-algodoeiro, baseia-se na cuidadosa observação de botões florais e das flores nas plantas. Botões florais são utilizados para a alimentação e oviposição da praga caracterizam-se por apresentarem orifícios de aproximadamente 1 mm de diâmetro e com um pequeno anel amarelo ao redor do orifício formado por grãos de pólen. Para a oviposição, os botões florais atacados são caracterizados por apresentar uma cera selando o orifício causado pela fêmea (Ramiro et al., 1992).

Apesar dos inúmeros métodos de controle que podem ser utilizados para a diminuição das pragas do algodoeiro, hoje em dia quase todos os sistemas de produção são subordinados à utilização de produtos químicos (Soares & Busoli, 2000). Desconsidera-se, na maior parte das vezes, que o uso indiscriminado de inseticidas induz a efeitos adversos

como a morte de inimigos naturais existentes no agroecossistema, fato que pode ocasionar surtos de pragas secundárias, reaparecimento de pragas, sem contar que o uso intenso e constante também leva a seleção de populações de pragas resistentes aos referidos inseticidas, dentre outros impactos negativos (Perioto et al., 2001; Fonseca et al., 2008). Desta forma, o atual desafio do cotonicultor brasileiro é aprender a habituar-se com a praga de modo a alcançar o mínimo de dano econômico, manejando as pragas de modo economicamente viável, dentro da filosofia do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Imamt, 2015).

### **Fatores climáticos**

O clima é a variável que tem influência direta em processos de ordem física e biológica para a agricultura, correspondente aos seus elementos constituintes (temperatura, umidade relativa, precipitação pluvial, radiação solar, ventos e pressão atmosférica) agirem durante toda a cadeia produtiva agrícola (Bieras & Santos, 2003).

A temperatura e umidade relativa do ar são dois dos fatores climáticos fundamentais que influenciam o meio ambiente, gerando variações expressivas na quantidade e qualidade da produção agrícola em qualquer estação do ano, além de influenciarem diretamente a ocorrência de pragas, em termos de desenvolvimento e comportamento dos insetos, e indiretamente na sua alimentação (Estefanel et al., 1994; Pinheiro et al., 2008). Os insetos encontram-se entre os organismos que mais podem ser afetados pelas variações climáticas em virtude de o clima ter expressivo controle sobre seu desenvolvimento, reprodução e sobrevivência (Bale et al., 2002).

Uma previsão segura é a de que “as mudanças climáticas aumentarão a taxa de aparecimento de surpresas desagradáveis” (Shaw, 2009). Desta forma, é bastante provável que as mudanças climáticas consigam originar transformações adicionais na distribuição geográfica de insetos e patógenos, modificando sua pressão em culturas alimentares, em determinadas regiões de cultivo (Bettiol et al., 2017).

Grandes partes dos artrópodes são pecilotérmicas e, dessa forma, apresentam crescimento que segue uma curva sigmoide, em que a sobrevivência e a fecundidade são influenciadas de uma forma negativa por temperaturas extremas (limítrofes - altas ou baixas) (Bettiol et al., 2017). Em meio a esses limites extremos existe geralmente, uma relação linear positiva entre o desenvolvimento do artrópode e a temperatura (Bowler & Terblanche, 2008). Sendo assim, mesmo que numa visão simplificada das prováveis interações que podem acontecer, modificações na temperatura, comumente acompanhadas de alterações na precipitação, terão efeitos diretos e indiretos na abundância e na adaptação dos artrópodes nos distintos agroecossistemas (McLaughlin et al., 2002), influenciando seu desenvolvimento,

reprodução, comportamento e ocorrência nos diferentes níveis tróficos, ou seja, nos organismos que trazem prejuízo para as distintas culturas, nos seus competidores e também nos inimigos naturais dessas pragas (Patterson et al., 1999; Salvadori & Parra, 1990; Ulrichs & Hopper, 2008).

Tendo como consequência dessa nova geografia das culturas, pode ser que venha a surgir novas pragas, assim como as outras perderem sua importância econômica; significando, assim, a dependência direta da entomofauna com as mudanças climáticas (Bettioli et al., 2017). Pesquisas sobre as alterações na distribuição geográfica de plantas e insetos nos cenários futuros são necessárias, pois as consequências econômicas, sociais e ambientais constituirão séria ameaça à agricultura. Segundo Ghini (2005), a análise desses efeitos é fundamental para a adoção de medidas de adaptação, com a finalidade de evitar prejuízos futuros.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

- Identificar quais os fatores climáticos podem influenciar na dinâmica populacional de mosca-branca e bicudo-do-algodoeiro, e no nível de infestação em diferentes cultivares.

### Objetivos específicos

- I. Analisar quais os fatores climáticos que afetam a infestação de mosca-branca e bicudo-do-algodoeiro;
- II. Comparar como as biotecnologias Bt, NuOpal<sup>®</sup> e WideStrike<sup>®</sup>, e a convencional DeltaOpal<sup>®</sup> se diferenciam em relação à infestação de mosca-branca e bicudo-do-algodoeiro;

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABD-RABOU S AND SIMMONS. 2010. A Survey of reproductive host plants of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Egypt, including new host records. *Entomological News*, v. 121, n. 5, p. 456–465.

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Algodão no Brasil. Disponível em <<http://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>> Acesso em 26 de outubro de 2017.

AHMAD M, ARIF MI, AHMAD Z, DENHOLM I. 2002. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Management Science*, Chichester, v. 58, n. 2, p. 203- 208.

ALENCAR SB, VIEIRA FV, SANTOS JHR, SILVA FP, SOBRINHO RB. 2002. Nível de dano da mosca branca no algodoeiro herbáceo. *Rev. Agro.*, v. 33, n.1, p.33-38.

ALVES LRA, IKEDA VY, OSAKI M, RIBEIRO RG AND FERREIRA J. 2012. Cultivo de Algodão Geneticamente Modificado no Brasil: intensidade de adoção, estrutura de custos, rentabilidade e diferenciais com os cultivares convencionais – safra 2010/2011. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.

AMORIM NMDS, BELTRÃO NE, DE M, MEDEIROS J, DA C. 1997. Indicadores edafo-climáticos para o zoneamento do algodoeiro arbóreo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.369-371.

BALE JS, MASTERS GJ, HODKINSON ID, AWMACK C, BEZEMER TM, BROWN VK, BUTTERFIELD J, USE A, COULSO JC, FARRAR, J, GOOD JEG, HARRINGTON R, HARTLEY S, JONES TH, LINDROTH RL, PRESS MC, SYMRNIOUDIS I, WATT AD, WHITTAKER JB. 2002. Herbivory in global climate change research: direct effect of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, v. 8, n. 1, p. 1-16.

BARBOSA S, BRAGA SR, LUKEFAHR MJ, GUERREIRO OB. 1983. Relatório sobre a ocorrência do bicudo do algodoeiro, (*Anthonomus grandis*) bohemian,"Boll Weevil", no Brasil e recomendações para sua erradicação. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão-CNPA.

BASTOS CS, PEREIRA MJZ, TAKIZAWA EK, OHL G, AQUINO VR. 2005. Bicudo do algodoeiro: identificação, biologia, amostragem e táticas de controle. Embrapa Algodão-Circular Técnica.

BELOT JL, BARROS E, MIRANDA JE. 2016. Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro. In: DESAFIOS do Cerrado: como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade. Cuiabá: Associação Mato-Grossense dos Produtores de Algodão, v. 1, p. 77-118.

BELTRÃO NEM AND AZEVEDO DMP. 2008. Agronegócio do algodão no Brasil. 2 rev. ampl. Brasília: EMBRAPA, p. 5.

BETTIOL W, HAMADA E, ANGELOTTI F, AUAD AM, GHINI R. 2017. Aquecimento global e problemas fitossanitários. 1ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, v. 1, p. 11-16.

BIERAS AR, SANTOS MJZ. 2003. Condições climáticas e incidência de pragas e doenças na cultura de citros nas principais regiões produtoras do estado de São Paulo. Ambientes de estudos de Geografia. Rio Claro.

BOWLER K AND TERBLANCHE JS. 2008. Insect thermal tolerance: what is the role of ontogeny, ageing and senescence? *Biological Reviews*, v. 83, n. 3, p. 339-355.

BUSOLI AC, SOARES JJ, LARA FM. 1994. O bicudo do algodoeiro e seu manejo. Jaboticabal: FUNEP. 32p. (Boletim, 5).

BUSOLI AC, PEREIRA FF, LOPEZ VAG, SOARES JJ, MELO RS, ALMEIDA CA. 2004. Preferência alimentar do bicudo-do-algodoeiro por frutos de diferentes cultivares e idades. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 2, p. 101-104.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Quinto levantamento v. 4, n. 5, p. p. 56-166.

CUTHBERTSON AGS, BLACKBURN LF, EYRE DE, CANNON RJC, MILLER J, NORTHING P. 2011. *Bemisia tabaci*: The current situation in the UK and the prospect of developing strategies for eradication using entomopathogens. *Insect Sci.*, v. 18, p.1-10.

DA FONSECA PRB, DE LIMA JUNIOR IS, SORIA MF, KODAMA C, DEGRANDE PE. 2011. Inseticidas neonicotinoides no controle do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) e a falha de controle do Endosulfan. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 78, n. 4. p. 545-551.

ESTEFANEL V, SCHNEIDER FM, BURTOL GA. 1994. Probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas do ar prejudiciais aos cultivos agrícolas em Santa Maria, RS. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.2, p.57-63.

FERREIRA IL AND FREIRE EC. 2008. Industrialização. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Vol. 2.

FONSECA PRB, BERTONCELLO TF, RIBEIRO JF, FERNANDES MG, DEGRANDE PE. 2008. Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.38, n.4, p.304-309.

FREIRE EC AND BELTRÃO NEM. 1997. Custos de produção e rentabilidade do algodão no Brasil-safra 1996/97. Embrapa Algodão.

FREIRE EC. 2011. Algodão no cerrado do Brasil. 2. ed. Aparecida de Goiânia, GO: ABRAPA, 1082 P.

GABRIEL DO. 2016. Bicudo Do Algodoeiro. Documento Técnico, v. 25, p. 1-20.

GALLO D, NAKANO O, NETO SS, CARVALHO RPL, BAPTISTA GC, E BERTI FILHO, PARRA JRP, RA ZUCCHI, ALVES SB, VENDRAMIM JD, MARCHINI LC, LOPES JRS, OMOTO S. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba: Fealq, 920p.

GHINI R. 2005. Mudanças climáticas globais e doenças de plantas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 104 p.

GUERRA AA. 1986. Boll weevil movement: dispersal during and after the cotton season in the Lower Rio Grande Valley of Texas. Southwest. Entomol. V. 11, p. 10-16.

HAJI FNP, LIMA MF AND ALENCAR JÁ. 1997. Histórico sobre mosca branca no Brasil. In: Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus, 6., Santo Domingo, República Dominicana, p. 5-8.

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

HEQUET E. 2014. Evolução do consumo mundial de fibra de algodão. 2º Workshop da Qualidade, Cuiabá, MT.

IMAMT. 20015. O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle / editor técnico: Jean Louis Belot. Cuiabá (MT).

LACASA A, SÁNCHEZ JA, GUTIÉRREZ L, CONTRERAS J, GUIRAO P, MOLINA J, LORCA M, HITA I. 1996. Dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* (Gennadius) y evolución de la incidencia del en cultivos de tomate de Murcia, p.35-46 In: El vírus del rizado amarillo (hoja en cuchara) del tomate (TYLCV) y su vector *Bemisia tabaci*. MURCIA (Serie: Jornadas, 08).

LAZZARI SMN, ZONTA-DE-CARVALHO RC. 2009. Sugadores de seiva (Aphidoidea). In: PANIZZI, R.A.; PARRA, J.R.P. (Eds). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, p.767-836.

LEONARD BR, GRAVES JB, ELLSWORTH PC. 1999. Insect and mite pests of cotton. Cotton: origin, history, technology, and production. Wiley, New York, v., n. p. 489-552.

LOURENÇÃO AL AND NAGAI H. 1994. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. Bragantia 53: 53-59.

LOURENÇÃO AL. 1997. Histórico e danos de *Bemisia argentifolii* no Brasil, p.8-9. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16., Salvador, Bahia. Resumos.

MARTIN J. AND MOUND L. 2007. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Lista de las moscas blancas del mundo (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Zootaxa, v. 1, n. 492, p. 1-84.

MARTINS MC, KISCHELE, FUMAGALLI F, SANTOS GB, BRUGNERA P, TAMAI MA. 2014. Contra o bicudo. Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, v. 15., p. 27-29.

MCLAUGHLIN JF, HELLMANN JJ, BOGGS CL, EHRLICH PR. 2002. Climate change hastens population extinctions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 99, n. 9, p. 6070-6074.

MIRANDA JE. 2006. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. Circular Técnica 98, 24p. Campina Grande: Embrapa.

MIRANDA JE. 2010. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. Circular Técnica 131, 30p. Campina Grande: Embrapa.

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

OLIVEIRA MRV, HENNEBERRY TJ, ANDERSON P. 2001. History, current status and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop Protection, v.20, n.1, p.709–723.

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

PAPA G, SILVA R, CELOTO FJ, ZANARDI JUNIOR JA. 2016. Exército nefasto. Cultivar Grandes Culturas, v. 27, p. 32-35.

PATTERSON DT, WESTBROOK JK, JOYCE RJV, LINGREN PD, ROGASIK J. 1999. Weeds, Insects, and Diseases. Climatic Change, v. 43, n. 4, p. 711- 727.

PERIOTO NW, LARA RIR, SANTOS JCC, SELEGATTO A. 2001. Seletividade de alguns inseticidas utilizados na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a himenópteros (Insecta, Hymenoptera). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.68.

PERRING TM. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. Crop Protection, Oxford, v.20, n.9, p. 725-737.

PIERCE JPB, BATES PE, HAIR CJ. 2001. Crop management and microclimate effects on immature boll weevil mortality in Chihuahuan desert cotton fields. Southwestern Entomologist, v. 26, p. 93-97.

PINHEIRO JCA, PADUA LEDM, PORTELA GLF, BRANCO RTPC, REIS AS, SILVA PR. 2008. Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) visando ao seu zoneamento ecológico no estado do Piauí. Revista Caatinga, v. 21, n. 2.

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

PRAÇA LBP, CONCEIÇÃO RD, DOS SANTOS WJ, MONNERAT R. 2007. *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

RAMIRO Z A, NETTO N D, NOVO J P S, PURGATO G L S, CORREIA M F M, SANTOS R C. 1992. Avaliação da eficiência de inseticidas em função dos tipos de danos ocasionados pelo bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 21, n. 3, p. 401-411.

SALVADORI JR AND PARRA JRP. 1990. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta artificial. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 25, n. 12, p.1693-1700.

SHAW MW. 2009. Preparing for changes in plant disease due to climate change. Plant Protection Science, v. 45, n. esp., p. S3-S10.

SOARES JJ, BUSOLI AC. 2000. Efeito de inseticidas em insetos predadores em culturas de algodão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.9. p.1889-1894.

SUASSUNA ND, COUTINHO WM, ASMUS GL, INOMOTO MM, CHITARRA LG. 2008. Manejo de doenças do algodoeiro. 2 ed.; Embrapa Algodão: Brasília, Vol. 2.

SUJII ER AND PIRES CSS. 2015. Plantas hospedeiras do Bicudo-do-algodoeiro. In: JEAN LOUIS BELOT. (Org.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do algodão - IMAMT, 2015. p. 61-78.

TOLEDO DM, BRODSKY HÁ, PARDO GE, CONCI OC, BRAGA SR. 2000. Monitoreo Del Picudo Del Algodonero (*Anthonomus grandis* Bh.) Em El Noreste Argentino. Universidad Nacional Del Nordeste, Comunicaciones Cientificas y tecnológicas.

TORRES LC, SOUZA B, AMARAL BB, TANQUE RL. 2007. Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. Neotropical Entomology, 36, 445-453.

ULRICHS C AND HOPPER KR. 2008. Predicting insect distributions from climate and habitat data. Biocontrol, v. 53, n. 6, p. 881-894.

VILLAS BÔAS GL, FRANÇA FH, AVILA AC, BEZERRA IC. 1997. Manejo Integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasilia: Embrapa, (Circular técnica nº 9).

VILLAS BÔAS GL, FRANÇA FH, MACEDO N. 2002. Potencial biótico da mosca-branca *bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. Horticultura Brasileira, Brasilia, DF, v. 20, n. 1, p. 71-79.

## CAPÍTULO II

### **INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NA DINÂMICA POPULACIONAL DE *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) E *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) EM ALGODOEIRO Bt E NÃO-Bt NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Thais Araujo Corrêa <sup>1</sup>; Marcos Gino Fernandes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12. 79804-970 Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

CORRÊA, T.A. **Influência dos fatores climáticos na dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) e *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) em algodoeiros Bt e não Bt no Estado de Mato Grosso do Sul.** 2018. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

## RESUMO

As intensas mudanças climáticas que vem passando o planeta têm se refletido nas produções agrícolas. A ocorrência de pragas na agricultura do Brasil tem se tornado ainda mais séria devido às bruscas variações climáticas. O algodão *Gossypium hirsutum* L. é uma cultura altamente afetada por um importante complexo de pragas, entre elas o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh.) e a mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B). Nesse sentido, o trabalho teve como objetivos, relacionar a dinâmica populacional de adultos de *A. grandis* e *B. tabaci* com os fatores climáticos, em cultivares de algodão Bt comparativamente com cultivares não Bt. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Fundação MS, em Maracaju-MS e na Fundação Chapadão, em Chapadão do Sul-MS, na região Centro-Oeste brasileira. Em cada local, utilizaram-se três áreas amostrais de, aproximadamente, 25m x 60m cada, sendo estas semeadas com diferentes cultivares de algodão: dois campos com cultivar Bt (NuOpal<sup>®</sup> e WideStrike<sup>®</sup>), e um campo com algodão convencional (DeltaOpal<sup>®</sup>). As avaliações consistiam na inspeção visual da planta anotando-se o número de adultos de *A. grandis* por planta e o número de plantas com *B. tabaci*. A infestação de adultos de *B. tabaci* em Maracaju foi mais alta, em comparação com Chapadão do Sul que apresentou maior infestação de *A. grandis*. Quanto aos fatores climáticos, comprovou-se que a precipitação pluviométrica possui forte correlação negativa com a população de *B. tabaci*; já a umidade relativa do ar apresenta forte correlação negativa com a população de adultos de *A. grandis*. Portanto, é esperado que, em anos que ocorra elevada precipitação e/ou umidade atmosférica durante o período de desenvolvimento da cultura, haverá baixa incidência dessas pragas.

**Palavras-chave:** Mosca-branca, bicudo-do-algodoeiro, alterações climáticas.

CORRÊA, T.A. **Influence of climate factors on the population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) and *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) on cotton crops Bt and not Bt in Estado de Mato Grosso do Sul.** 2018. (Dissertação - Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

#### ABSTRACT

The intense climate changes that the planet is going through have been reflected in the crop productions. The occurrence of pests in Brazilian crops has become even more serious due to abrupt climatic variations. The cotton crop *Gossypium hirsutum* L. is highly affected by an important pest complex, and, among them, the cotton boll weevil (*Anthonomus grandis* Boh.) and the whitefly (*Bemisia tabaci* biotype B). Thereby, this study was conducted to relate the population dynamics of *A. grandis* and *B. tabaci* adults to climatic factors in Bt cotton cultivars compared to non Bt cotton cultivars. The experiments were conducted at MS Foundation Experimental Station in Maracaju-MS and at Chapadão Foundation in Chapadão do Sul-MS, in Brazilian Midwest. At each of these sites, three sample areas of nearly 25m x 60m each were sown with the following cotton cultivars: one area with NuOpal<sup>®</sup> (Bt cotton), another area with WideStrike<sup>®</sup> (Bt cotton), and the third area with DeltaOpal<sup>®</sup> (non Bt cotton). The assessment consisted of visual inspection of the plant and recording the number of *A. grandis* adults per plant and the number of plants with presence of *B. tabaci* adults. *B. tabaci* infestation in Maracaju was higher than in Chapadão do Sul that presented greater infestation of *A. grandis*. Considering the climatic factors, it was verified that rainfall has a strong negative correlation with the population of *B. tabaci*; while relative humidity has a strong negative correlation with the population of *A. grandis*. Therefore, it is expected that in years with high precipitation and/or relative humidity during the development period of the crop, there will be a low incidence of these pests.

Keywords: Whitefly, cotton boll weevil, climate change.

## INTRODUÇÃO

A agricultura, por depender diretamente do clima, é totalmente vulnerável às mudanças climáticas. Apesar de todos os avanços tecnológicos relacionados à cadeia produtiva agrícola, tais como técnicas de irrigação, melhoramento genético, dentre outros, as condições climáticas ainda são fatores-chave que direcionam a produção agrícola (Deschênes & Greenstone, 2007). O ambiente determina a ocorrência de pragas, dessa forma, qualquer alteração na temperatura pode ocasionar alterações na incidência do inseto, beneficiando ou não o seu desenvolvimento (Ghini & Hamada 2012).

A expressão das proteínas de resistência de plantas, inseridas por meio da biotecnologia, varia em função das partes do vegetal e do estágio de desenvolvimento da cultura (Santos & Torres, 2010). As biotecnologias de algodão atualmente liberadas para serem utilizadas no cultivo no Brasil controlam grande parte dos lepidópteros pragas, mas existem diferenças entre as tecnologias no que diz respeito às espécies de insetos que são controladas (Bernardi & Omoto, 2012). As cultivares transgênicas do algodoeiro expressam as toxinas nas folhas, botões florais e maçãs das plantas. Atualmente, existem 12 tipos de algodão GM liberados no Brasil (ISAAA, 2015).

Segundo Torres & Ruberson (2008), as toxinas Cry1F e Cry1AC são específicas para insetos da ordem Lepidoptera. Entretanto, ao serem expressas constantemente, essas toxinas permanecem expostas aos demais herbívoros associados à cultura e, conseqüentemente, aos seus inimigos naturais, assim como a outros insetos benéficos, como os polinizadores. Portanto, o uso em larga escala dessas culturas gera a apreensão de que essa tecnologia possa resultar em conseqüências adversas sobre artrópodes não alvos (Szenasi et al., 2014). Além disso, o mecanismo da ação tóxica das proteínas Bt em insetos não alvo é menos entendido do que os seus efeitos nos organismos alvos (Yuan et al., 2014).

A cultura do algodão atrai e abriga um grande número de insetos-pragas, que acometem as plantas desde as raízes até os capulhos, afetando a produtividade e características importantes das sementes e fibras, impossibilitando que a cultura alcance seu máximo rendimento produtivo (Santos, 2015). Devido à elevada incidência de pragas, é fundamental que a cotonicultura moderna adote as práticas recomendadas pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Papa & Celoto, 2014).

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Aleyrodidae: Hemiptera) está espalhada em todas as regiões do globo, menos no ártico, e é capaz de atacar mais de 1000 espécies de vegetais (Abd-rabou & Simmons, 2010), podendo causar danos diretos, referentes à sucção de seiva do floema e à injeção de toxinas durante sua alimentação (que

ocasionam perdas de qualidade e de produtividade), e danos indiretos, referentes à produção de “honeydew” que é utilizado como substrato para o desenvolvimento do fungo denominado fumagina (*Capnodium* sp.) que ocasiona diminuição da taxa fotossintética das plantas (Villas Bôas et al., 1997).

Outra praga de extrema importância para a cultura de algodão no Brasil é o bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Boheman, 1983) (Coleoptera: Curculionidae), considerado como praga-chave da cultura por ser um dos insetos com maior potencial causador de danos às plantas. O manejo desse inseto-praga é extremamente difícil, mesmo com a acentuada utilização de inseticidas sintéticos (Silvie et al., 2010), sendo dificultado devido ao seu desenvolvimento endofítico, deixando o inseto parcialmente protegido da ação dos produtos fitossanitários utilizados para seu controle (Neves et al., 2014).

Ambas as espécies de insetos pragas acima mencionadas são diretamente afetadas pelas condições ambientais que alteram sua dinâmica nos agroecossistemas (Lacasa et al., 1996; Pierce et al., 2001). Assim, há necessidade de se conhecer e entender os efeitos das mudanças climáticas sobre essas pragas agrícolas.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo, estudar a dinâmica populacional de adultos de mosca-branca e de bicudo-do-algodoeiro em cultivares de algodão Bt, comparativamente com cultivar não Bt, além de relacionar essa dinâmica das populações com os fatores climáticos, como temperatura média, umidade média e precipitação pluviométrica na cultura do algodoeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Instalação do Experimento

O presente estudo em foi conduzido durante o ano agrícola 2016/2017, em dois campos experimentais:

1. Fazenda experimental da Fundação MS, localizada em Maracaju, Mato Grosso do Sul (“latitude de 21° 36’ 52” S, longitude de 55° 10’ 06” W e altitude de 384 m).
2. Fazenda experimental da Fundação Chapadão, localizada em Chapadão do Sul Mato Grosso do Sul (latitude de 18° 47’ 39” S, longitude de 52° 37’ 22” W e altitude de 790 m), Brasil.

Nas áreas amostrais em Maracaju não foram realizadas aplicações de inseticidas durante todo o período da pesquisa. Já nas áreas amostrais de Chapadão do Sul foram realizadas seis aplicações de inseticidas (Espiromesifeno, Imidacloprido/Beta-Ciflutrina, Organofosforado e Beta-Ciflutrina) para o controle de bicudo-do-algodoeiro, durante o período amostral.

No município de Maracaju as cultivares foram semeadas no dia 15 de dezembro de 2016 e em Chapadão do Sul, dia 21 de janeiro de 2017. Com espaçamento de 70 cm, realizaram-se 10 amostragens, com intervalo de dois dias entre elas em ambos os municípios. Em Maracaju as avaliações ocorreram nos meses de fevereiro a março de 2017 e Chapadão do Sul foi nos meses de março a abril de 2017, o algodão estava na mesma fase reprodutiva no período de avaliação no estádio B5 e B7.

### Delineamento amostral

Cada campo (Maracaju e Chapadão-do-Sul) era composto por três áreas amostrais de 25 x 60 m. E cada área amostral foi semeada com diferentes cultivares de algodão: uma com a cultivar Bt NuOpal–Bollgard<sup>®</sup>, (expressando a toxina Cry1Ac), outra com a cultivar FM 975 WS–WideStrike<sup>®</sup> (expressando as toxinas Cry1Ac + Cry1F), e a terceira área com a cultivar convencional DeltaOpal<sup>®</sup>.

As avaliações consistiam na inspeção visual da planta anotando-se o número de adultos de bicudo-do-algodoeiro *A. grandis* por planta e o número de plantas com mosca-branca *B. tabaci*. As plantas avaliadas foram selecionadas de forma totalmente aleatória, sendo inspecionadas 50 plantas (parcelas) por amostragem em cada campo amostral.

O registro de *A. grandis* baseou-se na cuidadosa observação de folhas, botões florais e das flores nas plantas, contabilizando-se o número dos insetos adultos presentes. Com relação a amostragem de *B. tabaci*, registrou-se o número de plantas com presença de, pelo menos, três adultos na face inferior das folhas, virando-as cuidadosamente para a direção

oposta ao sol, para não afugentar os adultos. Os dados meteorológicos foram anotados durante o período amostral em ambos os municípios.

### **Análises estatísticas e ecológicas**

Para as análises estatísticas, foi adotado o delineamento em blocos (municípios) casualizados, com três repetições (cultivares) com 50 unidades amostrais cada uma. O conjunto de dados obtidos foi submetido aos testes de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variância e, após confirmar a aproximação da distribuição de probabilidade associada aos dados à distribuição normal, esses foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey  $p > 0,05$  (cultivares em cada município) e Teste T  $p > 0,05$  (cada cultivar entre os municípios). A relação entre cultivares e municípios foi comparada pelo teste de Tukey  $p > 0,05$  em análise fatorial de duas vias. Essas análises estatísticas foram realizadas no software Assistat<sup>®</sup>.

Foi, ainda, calculado o índice de Pearson para correlação de fatores abióticos com os dados populacionais dos insetos. A interpretação dos coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) foi feita utilizando-se faixas de valores que estabelece 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

Ao analisar a infestação de adultos de bicudo-do-algodoeiro ( $F=1,2965$ ) e mosca-branca ( $F=0,0876$ ) nas três cultivares considerando os dois municípios, observou-se nenhuma diferença significativa entre as cultivares (Tabela 1). No entanto, em Maracaju houve maior infestação de adultos de mosca-branca (33,46) (Tabela 2), enquanto a ocorrência de bicudo foi significativamente maior em Chapadão do Sul (16,20) (Tabela 4). Mesmo havendo elevada diferença entre os municípios avaliados, a interação dos fatores estudados não resultou em diferenças significativas em Maracaju ( $F= 1,3746$ ), nem em Chapadão ( $F= 1,9480$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de variância: *Bemisia tabaci*; *Anthonomus grandis*, Maracaju, MS e Chapadão do Sul, MS, 2017.

Fonte de Variação	GL	F	
		<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Anthonomus grandis</i>
Cultivares	2	0.0876 <sup>ns</sup>	1.2965 <sup>ns</sup>
Municípios	1	135.0586**	27.4157**
Cultivares x Municípios	2	1.3746 <sup>ns</sup>	1.9480 <sup>ns</sup>
CV(%)		48.43	96.20
Média Geral		19.38	9.81

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); <sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq .05$ ).

Considerando apenas o município de Maracaju, observou-se que, entre as cultivares testadas, não houve diferença nas médias da infestação de adultos de *B. tabaci*. No entanto, no município de Chapadão do Sul observou-se maior número de adultos de *B. tabaci* na cultivar NuOpal<sup>®</sup> (8,60) em relação à cultivar convencional (2,60). De modo geral, a infestação de adultos de *B. tabaci* em Maracaju teve maior média (33,46), em comparação com o município de Chapadão do Sul (5,30) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Média ( $\pm$  EP) de adultos de *Bemisia tabaci* por planta, em lavouras de algodoeiro (n=50) de Maracaju, MS e Chapadão, MS, 2017.

	Cultivares	Amostragens										Médias
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
Maracaju	NuOpal®	27	14	23	22	31	40	42	43	33	41	31,60 $\pm$ 3,15a A
	WideStrike®	18	21	14	16	45	35	48	49	44	44	33,40 $\pm$ 4,58a A
	DeltaOpal®	26	38	29	20	44	36	50	50	46	15	35,40 $\pm$ 3,94a A
	Blocos											33,46 a
Chapadão do Sul	NuOpal®	2	3	2	4	8	10	10	12	12	23	8,60 $\pm$ 2,03a B
	WideStrike®	0	2	1	0	10	7	3	6	6	12	4,70 $\pm$ 1,32ab B
	DeltaOpal®	1	2	2	1	5	2	1	1	4	7	2,60 $\pm$ 0,65b B
	Blocos											5,30 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (na coluna) não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0.05$ ), em cada município; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na coluna) não diferem entre si pelo teste T de student ( $p > 0.05$ ) comparando a mesma variedade entre os municípios.

De acordo com os coeficientes de correlação de Pearson, observa-se que a precipitação pluviométrica interfere de forma negativa na população de mosca-branca em ambos os municípios estudados (Tabela 3). Ocorre uma correlação negativa forte com a precipitação na cultivar convencional (-0,75), e correlação negativa fraca com a cultivar NuOpal® (-0,28), no município de Maracaju. Já no município de Chapadão do Sul, a correlação com a precipitação foi negativa e moderada (-0,61) com NuOpal® e negativa e fraca (-0,08) com a convencional.

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação obtidos entre elementos meteorológicos [temperatura média °C, umidade relativa média (%) e precipitação (mm)] e a densidade populacional de *Bemisia tabaci* em Maracaju, MS e Chapadão, MS, 2017.

	Elementos Meteorológicos	Período Avaliado	Cultivares		
			Média	NuOpal®	WideStrike®
Maracaju	Temperatura (°C)	26,4	0,1 <sup>mf*</sup>	0,18 <sup>mf*</sup>	0,24 <sup>fr*</sup>
	Umidade (%)	75,21	-0,36 <sup>fr*</sup>	-0,44 <sup>m*</sup>	-0,16 <sup>mf*</sup>
	Precipitação (mm)	7,12	-0,28 <sup>fr*</sup>	-0,47 <sup>m*</sup>	-0,75 <sup>fo*</sup>
Chapadão Do Sul	Temperatura (°C)	23,5	-0,29 <sup>fr*</sup>	-0,22 <sup>fr*</sup>	0,01 <sup>mf*</sup>
	Umidade (%)	73,8	-0,34 <sup>fr*</sup>	0,02 <sup>mf*</sup>	-0,26 <sup>fr*</sup>
	Precipitação (mm)	11,9	-0,61 <sup>m*</sup>	-0,25 <sup>fr*</sup>	-0,08 <sup>mf*</sup>

\*muito fraca: mf / fraca: fr/ moderada: m/ forte: fo / muito forte: mfo.

Com relação à infestação de adultos de bicudo-do-algodoeiro no município de Maracaju, o início de sua ocorrência foi mais tardio (Tabela 4) que o de mosca-branca, mas em poucos dias observou-se um aumento intenso. Foram observados os mesmos níveis de infestação em todas as cultivares em cada município, sendo que Maracaju resultou em menor média (3,4), enquanto que Chapadão do Sul teve elevada infestação (16,2) apesar das aplicações de inseticidas.

**Tabela 4.** Média ( $\pm$  EP) do número de adultos de *Anthonomus grandis*, avaliados em plantas de algodoeiros (n=50), em Maracaju, MS e Chapadão, MS, 2017.

	Cultivares	Amostragens										Médias
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
Maracaju	NuOpal®	0	0	0	0	0	0	0	1	15	3	1,90 $\pm$ 1,48 a B
	WideStrike®	0	0	0	0	0	0	2	3	24	17	4,60 $\pm$ 2,17 a B
	DeltaOpal®	0	0	0	0	0	0	0	2	17	19	3,80 $\pm$ 2,37 a B
	Blocos											3,43 b
Chapadão do Sul	NuOpal®	6	12	24	29	2	18	2	35	37	36	20,10 $\pm$ 4,45 a A
	WideStrike®	7	10	39	18	8	21	6	21	24	28	18,20 $\pm$ 3,37 a A
	DeltaOpal®	0	5	21	12	1	2	6	18	20	18	10,30 $\pm$ 2,66 a A
	Blocos											16,20 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (na coluna) não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ), em cada município; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na coluna) não diferem entre si pelo teste T de student ( $p > 0,05$ ) comparando a mesma variedade entre os municípios.

De acordo com os coeficientes de correlação de Pearson, a umidade teve correlação negativa com a população de adultos de bicudo-do-algodoeiro em ambos os municípios avaliados, observa-se que no município de Maracaju a correlação foi moderada em todas as cultivares avaliadas e no município de Chapadão do Sul a correlação variou de moderada a forte (Tabela 5). No entanto as demais variáveis climáticas analisadas, como a precipitação pluviométrica uma correlação de fraca a muito fraca, e a temperatura teve uma correlação em ambos os municípios de moderada a fraca. No município de Chapadão do Sul a infestação de adultos de bicudo foi mais elevada, sendo assim a correlação foi mais intensa em comparação a Maracaju.

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação obtidos entre elementos meteorológicos [temperatura média (°C), umidade média (%) e precipitação (mm)] e a densidade populacional de *Anthonomus grandis* em Maracaju - MS e Chapadão - MS, 2017.

Elementos Meteorológicos	Período avaliado	Cultivares			
		Média	NuOpal <sup>®</sup>	WideStrike <sup>®</sup>	DeltaOpal <sup>®</sup>
Maracaju	Temperatura (°C)	26,4	0,44 <sup>m*</sup>	0,36 <sup>fr*</sup>	0,28 <sup>fr*</sup>
	Umidade (%)	75,21	-0,62 <sup>m*</sup>	-0,60 <sup>m*</sup>	-0,51 <sup>m*</sup>
	Precipitação (mm)	7,12	-0,19 <sup>mf*</sup>	0,00 <sup>mf*</sup>	0,14 <sup>mf*</sup>
Chapadão Do Sul	Temperatura (°C)	23,5	-0,52 <sup>m*</sup>	-0,18 <sup>mf*</sup>	-0,39 <sup>m*</sup>
	Umidade (%)	73,8	-0,72 <sup>fo*</sup>	-0,44 <sup>m*</sup>	-0,73 <sup>fo*</sup>
	Precipitação (mm)	11,9	-0,36 <sup>fr*</sup>	0,21 <sup>fr*</sup>	-0,19 <sup>mf*</sup>

\*muito fraca: mf / fraca: fr/ moderada: m/ forte: fo / muito forte: mfo.

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos não mostram diferença estatística para incidência de adultos de mosca-branca entre as cultivares quando testadas em Maracaju; entretanto, no município de Chapadão do Sul foi observada uma média maior de adultos deste sugador na cultivar NuOpal<sup>®</sup>. Quando comparados os dois locais de estudo verificamos diferença significativa entre eles, sendo que em Maracaju a média de indivíduos encontrados foi maior em relação à média encontrada em Chapadão do Sul. Isso ocorreu muito provavelmente devido ao fato de que em Chapadão do Sul o uso de inseticidas químicos foi intenso, devido às elevadas populações de bicudo-do-algodoeiro ocorrente durante o período amostral. Nos últimos dias de avaliação, pode-se observar que no município de Maracaju foi registrado uma diminuição na infestação de adultos de *B. tabaci* na cultivar convencional, que sofreu um ataque maior de insetos da ordem Lepidoptera, sendo que as outras cultivares Bt apresentaram resistência a esses insetos. Como as cultivares não-Bt sofrem um ataque maior de lagartas, quando comparadas com as Bt, essas lagartas ocupam e destroem o nicho de ação das moscas-brancas, levando à redução na ocorrência dessas pragas nas cultivares de algodão não-Bt. Portanto,

essa maior infestação observada na cultivar Bt ocorreu, possivelmente, pela diminuição de competição interespecífica entre as mosca-branca e distintas populações de lepidópteros que integravam a comunidade de insetos da cultura, como lagartas de *Alabama argilacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera, Noctuidae) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1843) (Lepidoptera, Gelechiidae), espécies essas que são alvos da toxina Cry1Ac e, que, por conseguinte, não ocorreram nessas cultivares em virtude da resistência apresentada por essas plantas transgênicas a esses lepidópteros (Rodrigues et al., 2010).

Comumente as moscas-brancas ocorrem em maior número nas cultivares de algodão Bt, em relação às cultivares não-Bt (Jeyakumar et al., 2008). Esse fato ocorre, provavelmente, devido a um aumento do ataque de lagartas nos algodoeiros não-Bt, além da diminuição do uso de inseticidas, e não porque as cultivares Bt apresentam susceptibilidade à mosca-branca (Wilson et al., 1992).

Quanto aos fatores climáticos, podemos observar que a precipitação possui correlação inversa com a população de mosca-branca, ou seja, quanto ocorre chuvas há redução na quantidade de insetos. A população de *B. tabaci* apresenta baixa densidade durante períodos chuvosos, enquanto que em períodos mais secos, o nível populacional desse inseto aumenta (Faria 1988). Normalmente, a população deste inseto é maior no final da estação quente, quando as chuvas não são muito fortes ou quando ocorre à colheita de outras culturas, o que favorece a migração do inseto (Beebe & Pastor-Corrales, 1991; Paiva & Goulart, 1995). O desenvolvimento biológico e a densidade populacional de *B. tabaci* são extremamente dependentes de variáveis climáticas. O desenvolvimento ótimo desta praga ocorre em temperaturas médias entre 28 e 33°C (Lacasa et al., 1996; Gallo et al., 2002), faixa registrada durante o período amostral em ambos os municípios. No que diz respeito à migração do inseto situação foi verificada em Maracaju, porque, após a colheita da soja próxima a área amostral com algodoeiro, esse inseto migrou para a cultura do algodão, resultando em altas infestações nesse período.

A precipitação pluviométrica atua como agente de regulação natural de mosca-branca (Medeiros et al. 2009; Silva et al. 2011a; Silva et al. 2011b), exercendo ação principalmente na mortalidade de adultos, através da ação mecânica das gotas de chuva, além de propiciar um microclima favorável para ação de predadores, parasitoides e entomopatógenos. No presente trabalho, os índices pluviométricos foram considerados baixos ao longo de grande parte do período amostral, no entanto, foi nítida a redução da população de moscas-brancas quando o índice pluviométrico aumentava. Em Maracaju, local em que ocorreu maior infestação desse inseto, as cultivares WideStrike® e DeltaOpal® (Convencional) apresentaram um coeficiente de correlação negativo, com valores

considerados de moderado a alto, de modo que, conforme as chuvas aumentavam, a quantidade de insetos adultos diminuía. Apenas a área com NuOpal<sup>®</sup> resultou em um coeficiente de correlação negativo, considerado fraco, entre as variáveis quantidades de insetos adultos e precipitação pluviométrica, durante o período amostral, devido, provavelmente, à maior incidência nesta cultivar de outras espécies de insetos (percevejos, joaninhas e pulgões) que ocupam o mesmo nicho ecológico que as moscas-brancas.

Entre as duas localidades avaliadas, houve maior infestação de adultos de *A. grandis* nas áreas amostrais da estação experimental de Chapadão do Sul. Em Maracaju, além de menor incidência dessa praga, o início de sua ocorrência foi tardia, praticamente, na última semana de floração. A infestação tardia de bicudo na cultura do algodão, normalmente ocorre quando, em safras anteriores, o nível de infestação foi baixo.

Chapadão-do-Sul é um município que apresenta grande área comercial de algodão e, normalmente, realizam-se aplicações intensas e constantes de inseticidas químicos para o controle desse inseto-praga. Devido a essa tática de controle do bicudo-do-algodoeiro, sua população diminuía logo após as aplicações de inseticidas, mas voltava a aumentar rapidamente. Por ter sua fase imatura ocorrendo no interior do botão floral ou da maçã do algodoeiro, essa espécie é muito difícil de controlar, pois apenas o adulto fica exposto às aplicações de inseticidas. Com isso o cultivo da cultura do algodão é bastante onerosa em comparação às demais culturas. Conforme os resultados, podemos observar que essa população pode estar desenvolvendo resistência aos inseticidas utilizados, conforme já registrado para essa espécie (Costa, et al., 2017; Godoy & Nakano, 2011; et al., 2009; López, et al., 2012).

Não houve diferenças significativas na população de bicudo-do-algodoeiro nas cultivares Bt, comparativamente com a cultivar não-Bt, durante todo o período de ocorrência. Como o algodão geneticamente modificado, que expressa a toxina Cry1Ac, não proporciona efeitos tóxicos para essa espécie (Barros & Degrande, 2012), a similaridade entre as populações ocorrentes nas cultivares avaliadas era esperada.

Quanto aos fatores climáticos, podemos observar que a umidade em ambos os locais de estudo apresentou uma correlação negativa, considerada de moderada a forte, com a população de adultos de bicudo-do-algodoeiro. Isso sugere que, conforme aumenta a umidade do ar, o nível de infestação de adultos tem uma moderada diminuição. Outros trabalhos também se referem ao efeito negativo da umidade relativa do ar na sobrevivência de *A. grandis* em algodoeiro (Volpe, et al., 1993). Como as formas jovens apresentam proteção devido a se manterem no interior das estruturas vegetais, quando a umidade fica muito elevada e o ambiente fica propício ao surgimento de fungos, tanto os entomopatogênicos quanto os saprófitas, ocorre o apodrecimento dos botões e maçãs, ocasionando a morte das

formas jovens desse inseto, e, conseqüentemente reduzindo a quantidade de emergência dos adultos.

Altas temperaturas e umidade do ar extremamente baixas, como as observadas em desertos e regiões do semiárido nordestino do Brasil, também promovem um elevado percentual de mortalidade natural de *A. grandis* (Pierce et al., 2001; Azevedo & Vieira, 2002; Ramalho & Silva, 1993). De fato, esses fatores climáticos são considerados os principais fatores responsáveis pela mortalidade natural de larvas, pupas e adultos pré-emergentes de *A. grandis*.

Então, espera-se que, a dinâmica populacional das pragas seja afetada, devido às intensas mudanças climáticas que vem sendo observadas no Brasil, com conseqüentes alterações de temperatura na atmosfera, podendo favorecer ou prejudicar o seu desenvolvimento (Pellegrino et al., 2011).

No entanto, no que diz respeito aos fatores climáticos, fica claro que a precipitação pluviométrica é fator de controle natural para adultos de mosca-branca, e a umidade é fator responsável pela diminuição da infestação de bicudo-do-algodoeiro. Consideramos que os níveis de infestação de mosca-branca e de bicudo-do-algodoeiro apresentam uma maior correlação com a precipitação e com a umidade respectivamente, quanto maior as suas infestações.

Portanto, é esperado, pelos resultados obtidos, que, em anos com elevada precipitação e/ou umidade relativa do ar, durante o período de desenvolvimento da cultura, haverá baixa incidência desses insetos. O fato de terem sido observadas correlação entre os fatores climáticos sobre a infestação dos insetos-pragas, existe a possibilidade de maiores modificações desse cenário pelas constantes mudanças climáticas que estamos observando ao longo dos anos, conseqüentemente um estudo do clima e dos locais de plantio é um fator importante para o cultivo do algodão.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABD-RABOU, SIMMONS S. 2010. A Survey of reproductive host plants of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Egypt, including new host records. *Entomological News*, v. 121, n. 5, p. 456–465.
- AZEVEDO FR DE AND VIEIRA FV. 2002. Levantamento populacional de pragas do algodoeiro em condições de sequeiro. *Ciência Agrônômica*, v.33, n.1, p.15-19.
- BARROS R AND DEGRANDE PE. 2012. Desempenho do algodão-Bt como tática de controle de pragas em condições de campo. *Científica*, 40(2), 117-137.
- BEEBE SE AND PASTOR-CORRALES MA. 1991. Breeding for disease resistance. p. 561-610 In: Van Schoonhoven, A. & O. Voysest (Eds). *Common beans, research for crop improvement*, CAB International, Wallingford.
- BERNARDI O AND OMOTO C. 2012. Tecnologia preservada. *Cultivar Grandes Culturas*, v. 14, n. 155, p. 10-13.
- COSTA HN, CUNHA FM, CRUZ GS, D'ASSUNÇÃO CG, ROLIM GG, BARROS MEG, BREDAMO, TEIXEIRAAAC AND TEIXEIRA-WANDERLEY V. 2017. Lufenuron impact upon *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) midgut and its reflection in gametogenesis. *Pestic. Biochem. Physiol.* 137: 71-80.
- DESCHÊNES O AND GREENSTONE M. 2007. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *The American Economic Review*, vol. 97, n. 1, p. 354-385.
- FARIA JC. 1988. Doenças causadas por vírus, p. 547-572. In: ZIMMERMANN MJO, ROCHA M AND YAMADA T. (Eds.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos.
- GALLO D, NAKANO O, NETO SS, CARVALHO RPL, BAPTISTA GC, BERTI FILHO E, PARRA JRP, ZUCCHI RA, ALVES SB, VENDRAMIM JD, MARCHINI LC, LOPES JRS, OMOTO S. 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: Fealq, 920p.

GHINI R AND HAMADA E. 2012. Impactos das mudanças climáticas globais sobre problemas fitossanitários. Disponível em: <<https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/climapest/apresentacao>>. Acesso em: 19 de jan. de 2018.

GODOY MS AND NAKANO O. 2011. Efeitos de inseticidas sobre a reprodução e sobrevivência do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) em condições de laboratório. Revista Verde 6:12-22.

ISAAA – International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Isaaa's GM Approval Database. 2015. Disponível em: <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase> >. Acesso em: 25 de jan. de 2018.

JEYAKUMAR P, TANWAR RK, CHAND M, SINGH A, MONGA D, BAMBAWALE OM 2008. Performance of Bt cotton against sucking pests. J. Biopesticides 1:223-225.

LACASA A, SÁNCHEZ JA, GUTIÉRREZ L, CONTRERAS J, GUIRAO P, MOLINA J, LORCA M, HITA I. 1996. Dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* (Gennadius) y evolución de la incidencia del en cultivos de tomate de Murcia, p.35-46 In: El vírus del rizado amarillo (hoja en cuchara) del tomate (TYLCV) y su vector *Bemisia tabaci*. MURCIA (Serie: Jornadas, 08).

LÓPEZ JD, LATHEEF MAJR AND FRITZ BF. 2012. Effect of spinosad mixed with sucrose on gustatory response and mortality of adult boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) by feeding and Field assessment. J. Cotton Sci. 16:152-159.

LOPEZ JD, MA, LATHEEF AND HOFFMANN WC. 2009. Effect of hexaflumuron on gustation and reproduction of adult boll weevil. Southwest. Entomol. 34: 31-41.

MEDEIROS FR, LEMOS RNS, OTTATI ALT, ARAÚJO JRG, MACHADO KKG, RODRIGUES AAC. 2009. Dinâmica populacional da mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) em *Citrus* spp. no município de São Luís – MA, Revista Brasileira de Fruticultura, 31: 1016- 1021.

NEVES RCS, COLARES F, TORRES JB, SANTOS RL, BASTOS CS. 2014. Rational practices to manage boll weevils colonization and population growth on family farms in the semiárido region of Brazil. Insects, 5: 818-831.

- PAIVA FA AND GOULART ACP. 1995. Flutuação populacional da mosca-branca e incidência do mosaico dourado do feijoeiro em Dourados, MS. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 199-202.
- PAPA G AND CELOTO FJ. 2014. Manejo de pragas. In: Aluizio Borém; Eleusio C. Freire. (Org.). *Algodão: do plantio a colheita*. Viçosa, MG: UFV, p. 217-249.
- PELLEGRINO AC. 2011. Influência da pressão atmosférica no comportamento sexual dos insetos. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PIERCE JPB, BATES PE, HAIR CJ. 2001. Crop management and microclimate effects on immature boll weevil mortality in Chihuahuan desert cotton fields. *Southwestern Entomologist*, v. 26, p. 93-97.
- RAMALHO FS AND SILVA JR. 1993. Período de emergência e mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.11, p.1221-1231.
- RODRIGUES TR, FERNANDES MG, SANTOS HR. 2010. Distribuição espacial de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera, Aphididae) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae) em algodoeiro Bt e não-Bt. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.54, n.1, p.136-143.
- SANTOS RL AND TORRES JB. 2010. Produção da proteína Cry1Ac em algodão transgênico e controle de lagartas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 4, p. 509-517.
- SANTOS WJ. 2015. Manejo das pragas do algodão, com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. 3. ed. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, p. 267-364.
- SHIKAMURA SE. 2008. Estatística II. Curitiba: Departamento de Estatística, UFPR. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso em 22 outubro de 2017.
- SILVA AG, JUNIOR ALB, FARIAS PRS, BARBOSA JC. 2011 a. Infestação da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em pomares de citros em sistemas de plantio convencional e agroflorestal. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33: 53-60.
- SILVA AG, JUNIOR ALB, FARIAS PRS, RODRIGUES NEL, MONTEIRO BS, SANTOS NA. 2011 b. Influência de fatores abióticos na infestação de mosca-negra-dos-citros

(*Aleurocanthus woglumi* Ashby) em plantio de citros em sistema agroflorestal no Estado do Pará. EntomoBrasilis, 4: 01-06.

SZÉNÁSI A, PÁLINKÁS Z, ZALAI M, SCHMITZ OJ, BALOG A. 2014. Short-term effects of different genetically modified maize varieties on arthropod food web properties: an experimental field assessment. Scientific Reports, v. 4, p. 5315.

SILVIE P, MARTIN J, DEBRU J. 2010. Organic cotton production in Paraguay. 2. Agronomic limitations for a novel industry. Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement, 14: 311-320.

TORRES JB AND RUBERSON JR. 2008. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. Transgenic Research, v. 17, n.3, p. 345-54.

VILLAS BOAS GL, FRANÇA FH, AVILA AC, BEZERRA IC. 1997. Manejo Integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasilia: Embrapa, (Circular técnica nº 9).

VOLPE CA, LARA FM, SOARES JJ. 1993. Influência da temperatura e umidade do solo na mortalidade em *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843 (Coleoptera, Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba, SP. Resumos. Piracicaba: SEB, p.38.

WILSON DF, FLINT HM, DEATON RW, FISCHHOFF DA, PERLAK FJ, ARMSTRONG TA, FUCHS RL, BERBERICH SA, PARKS NJ, STAPP BR. 1992. Resistance of cotton lines containing a *Bacillus thuringiensis* toxin to pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Econ. Entomol. 85:1516-1521.

YUAN Y, KROGH PH, BAI X, ROELOFS D, CHEN F, ZHU-SALZMAN K, LIANG Y, SUN Y, GE F. 2014. Microarray detection and qPCR screening of potential biomarkers of *Folsomia candida* (Collembola: Isotomidae) exposed to Bt proteins (Cry1Ab and Cry1Ac). Environmental Pollution, v. 184, p. 170-178.