

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

INFESTAÇÃO DE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM CULTIVARES DE
ALGODOEIRO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
DE FIBRA

Kellen Maggioni

Dourados-MS
Agosto/2017

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

Kellen Maggioni

INFESTAÇÃO DE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM CULTIVARES DE
ALGODOEIRO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
DE FIBRA

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

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Degrande

Dourados-MS
Agosto/2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M193i Maggioni, Kellen
Infestação de Bemisia tabaci Biótipo B em cultivares de algodoeiro e seus efeitos na produtividade e qualidade de fibra / Kellen Maggioni -- Dourados: UFGD, 2017.
70f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Paulo Eduardo Degrande
Co-orientador: Marcos Gino Fernandes

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados.
Inclui bibliografia

1. Mosca-branca. 2. Densidade populacional. 3. Caramelização. 4. Resistência. 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.

“INFESTAÇÃO DE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM CULTIVARES DE
ALGODOEIRO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA
FIBRA”

Por

KELLEN MAGGIONI

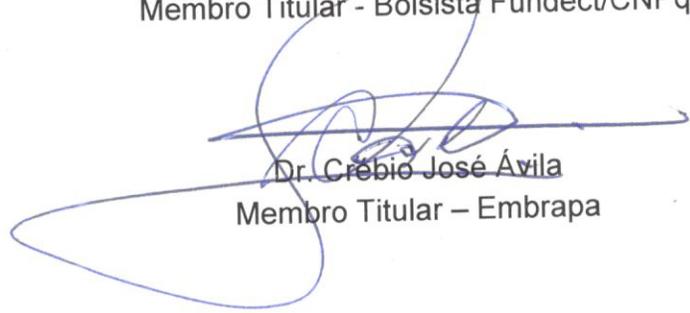
Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação


Dr. Paulo Eduardo Degrande
Orientador/Presidente – UFGD


Dr. André Luiz Lourenção
Membro Titular – IAC


Dr. Marco Antonio Tamai
Membro Titular – UNEB


Dr.^a Vanusa Rodrigues Horas
Membro Titular - Bolsista Fundect/CNPq


Dr. Crêbio José Ávila
Membro Titular – Embrapa

Aprovada em: 10 de agosto de 2017.

Biografia

KELLEN MAGGIONI, nascida em Coxim-MS aos 02 de abril de 1988, filha de Zaire Adão Maggioni e Maria Salete Sponchiado Maggioni, Ensino Fundamental na Escola Ginásio Divina Pastora (1994-2002), Ensino Médio e Técnico em Agropecuária no Colégio Agrícola de Bom Jesus (2003-2006), Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Campus Prof. Cinobelina Elvas (CPCE) (2006-2011) Bolsista de iniciação Científica CNPq/Capes (2007-2008) Iniciação Científica Voluntária (2009-2010), Mestrado em Agronomia – Fitotecnia pela UFPI – CPCE (2012-2014) e Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Federal da Grande Dourados.

Agradecimentos

À DEUS pelo dom da vida e pela fé em dias melhores;

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de Doutorado;

Ao professor Dr. Paulo Eduardo Degrande, pela orientação na área de Entomologia e ser um exemplo de profissional;

Aos professores do Programa Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pelos ensinamentos e amizade;

Aos Secretários do Programa Marcelo Cardoso e Vítor Cunha Gomes Sfeir pela disposição e suporte durante esses 3 anos e meio de curso;

À Janete Pezarine que foi muito mais que uma técnica de Laboratório, foi uma mãezona, zelando e cuidando de todos com muito carinho;

À Letícia Colman, minha “filhota”, pela amizade, conselhos, por ouvir meus desabafos, por ser companheira na realização dos experimentos mesmo aos finais de semana e madrugadas;

À Vanusa Rodrigues Horas pela amizade, por todos os bate papos científicos e pela ajuda nos preparos de vasos e manutenção da criação de mosca-branca;

Ao Carlos Eduardo Caducci, Matheus Dalla Corte, Mateus Fuchs Leal por me ajudarem sempre que precisei;

Aos colegas de laboratório, pelas risadas na hora do cafezinho;

Aos meus colegas das disciplinas da Pós, em especial a Ana Carla Morais e Juliana Simonato por serem muito mais que colegas e sim amigas queridas;

A Dra Tatiana Mituti, pós-doutoranda da ESALQ/USP pela identificação do biótipo de *Bemisia tabaci*;

Ao José Bruno Malaquias pelo auxílio nas análises estatísticas;

Ao José Geraldo Pereira pela recepção e auxílio nas análises de qualidade de fibra na Bahia;

Ao Miguel Ferreira Soria e toda sua equipe do IMAmt pelo acompanhamento nas avaliações de campo;

Ao Joacy Barros, Osmar Fugimoto, Paulo Aguiar e à Fundação MT pela colaboração nos experimentos de campo;

À Dra. Patrícia Vilela pelas sementes utilizadas nos experimentos;

Á todos os demais profissionais que me deram suporte técnico e logístico necessário para a realização do meu trabalho;

Às amigas que conquistei fora da universidade, Carla Karolina de Almeida Oliveira, Viviane Castilho Justo, Ely Bueno Bispo e Meyrielle Deboleto por serem muito mais que amigas, por serem minha família aqui em Dourados;

Ao Grupo de Oração Maria Santíssima por fazerem as minhas segundas-feiras mais felizes... e serem minha segunda casa, amo cada um de vocês;

Aos meus irmãos de tribo, por serem muito mais que amigos, por me ouvirem e aconselharem, por todo apoio psicológico e carinho nos momentos mais difíceis, o nome de vocês está gravado em meu coração;

Ao meu noivo José Belisario Ferreira Junior, por toda a dedicação, compreensão, amor e amizade, por ser meu porto seguro e a sua mãe Rosanice Maia por todo carinho, cuidados e orações por mim;

E a minha família, ao meu pai Zaire Adão Maggioni, minha mãe Maria Salete Sponchiado Maggioni e meu irmão Ricardo Antonio Maggioni, por todo amor, carinho e por todo incentivo e apoio emocional e financeiro, por sempre se orgulharem de mim, por não me deixar desistir e sempre me incentivar;

Agradeço a cada pessoa que passou pela minha vida nesses 3 anos e meio, cada uma deixando sua marca e um ensinamento.

SUMÁRIO

Infestação de <i>Bemisia tabaci</i> Biótipo B em cultivares de algodoeiro e seus efeitos na produtividade e qualidade de fibra	
Resumo Geral	7
Abstract	8
Introdução Geral	9
Revisão Bibliográfica	10
Referências Bibliográficas	18
Objetivos	24
Hipóteses	25
Manuscrito I - Padrão de infestação de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiros	26
Resumo	27
Introdução	27
Material e Métodos	28
Resultados	31
Discussão	40
Conclusão	42
Referências	42
Manuscrito II - Não Preferência para oviposição e nível de infestação de mosca-branca em cultivares de algodão	45
Resumo	46
Introdução	47
Material e Métodos	48
Resultados e Discussão	51
Conclusão	55
Referências	56
Manuscrito III - Análise de componentes principais para estudo da relação de variáveis produtivas e de qualidade de fibra em cultivares de algodoeiro e infestação de mosca-branca	59
Resumo	60
Introdução	60
Material e Métodos	61
Resultados	63
Discussão	66
Conclusão	68
Referências	68

INFESTAÇÃO DE *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FIBRA

Resumo geral: Monitorar e avaliar os períodos críticos do ataque da *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B ao longo do ciclo do algodoeiro é importante, assim como determinar os limites da densidade populacional nos estádios fenológicos da cultura, para evitar problemas na produtividade e na qualidade da fibra. Os experimentos foram realizados em casa de vegetação; plantas de algodão foram produzidas em vasos, num delineamento estatístico DBC (cinco repetições), avaliando o ataque de mosca-branca em cultivares de algodoeiro, com determinação da produtividade e qualidade de fibra, a partir de infestações nos diferentes estádios fenológicos. A infestação ocorreu colocando lado a lado as cultivares de algodão com as plantas hospedeiras infestadas com insetos adultos oriundos da criação. Foi realizado teste de não preferência de oviposição e desenvolvimento ninfal para determinar a resistência das cultivares, com chance de escolha. Para qualidade de fibra foi realizado teste de caramelização e graus de fumagina. Os dados de correlação entre infestação, qualidade e produção de fibra foram analisados por análise multivariada. Os resultados obtidos forneceram informação relevante na escolha da cultivar a ser cultivada e/ou para estudos das causas da resistência, bem como indicaram o estágio fenológico da cultura em que o ataque da mosca-branca é mais prejudicial.

Palavras-chave: mosca-branca, densidade populacional, caramelização, resistência.

INFESTATION OF *Bemisia tabaci* BIOTYPE B IN COTTON CULTIVARS AND THEIR EFFECT ON YIELD AND FIBER QUALITY

Abstract: Monitoring and evaluating the critical periods of the *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B attack during the cotton cycle is important, as well as determining the limits of population density in the phenological stages of the crop, to avoid problems in productivity and fiber quality. The experiments were carried out under greenhouse conditions; cotton plants were grown in pots, in a DBC statistical design (five replications), evaluating the attack of whitefly on cotton varieties, with determination of productivity and fiber quality, from infestations at different phenological stages. The infestation occurred by placing cotton varieties side by side with host plants infested with adult insects from the breeding. A non-preference test of oviposition and ninfal development was performed to determine the resistance of the varieties, with a choice. For fiber quality, caramelization test and degree of fumagine were performed. The correlation data between infestation, quality and fiber production were analyzed by multivariate analysis. The results obtained provided relevant information on the choice of variety to be cultivated and / or studies of the causes of resistance, as well as indicated the phenological stage of the crop in which the whitefly attack is more harmful.

Keywords: whitefly, population density, caramelization, resistance.

INTRODUÇÃO

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto polífago, de grande importância econômica em várias culturas, dentre elas o algodoeiro. Causa danos diretos tanto pela sucção da seiva e injeção de toxinas, como indiretos com a liberação de *honeydew* que acumula-se em folhas e capulhos, diminuindo a capacidade fotossintética, caramelização da pluma e manchas nas fibras pelo *Campinodium*, e também é transmissora de virose. Tanto ninfas como adultos causam danos e infestam a cultura, estabelecem-se na face abaxial das folhas (ALENCAR et al., 2002; AKHTAR et al., 2009).

O algodão caramelado, em decorrência da deposição de *honeydew* pela mosca-branca, faz com que as fibras se tornem pegajosas, dificultam a fiação com a formação de nós e aderindo-se aos equipamentos, alteram a coloração da fibra, depreciando o produto e em alguns casos tornando-se inviável a fiação. Esses prejuízos sobrecaem em todos os setores envolvidos na cadeia produtiva do algodão.

Para se evitar e/ou diminuir os danos com a caramelização da pluma, deve-se conhecer o comportamento da mosca-branca ao longo do desenvolvimento da cultura e estabelecer quais os estágios fenológicos em que essa infestação torna-se mais prejudicial à produção e qualidade da fibra (ELTAHIR et al, 201 M6).

Uma das alternativas para ter um controle mais efetivo da mosca-branca, visto que sua localização na planta e a arquitetura do algodoeiro dificultam o controle químico, o uso de cultivares resistentes tem se tornado a alternativa mais eficiente para o controle juntamente com outras técnicas do Manejo Integrado de Pragas.

Para auxiliar a compreender melhor essas relações entre cultivares resistentes, níveis de infestação, estágio fenológico de maior susceptibilidade, produtividade e qualidade de fibra, as ferramentas estatísticas são de grande importância como a análise de componentes principais que consegue integrar grande número de variáveis em algumas dimensões com perda mínima de informação para permitir a detecção de similaridades-chave, associações e padrões de correlação entre as variáveis.

Este trabalho teve com objetivo avaliar a infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B em cultivares de algodoeiro e seus efeitos na produtividade e qualidade de fibra.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

***Bemisia tabaci* e seus biótipos**

Moscas-brancas, *Bemisia tabaci* (Gennadius), pertencem à 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* o maior numero de espécies descritas é o de maior importância agrícola mundial na atualidade, e *B. tabaci* sua maior representante (GALLO et al., 2002; MARTIN e MOUND, 2007).

Acredita-se que seja originária do Oriente, mais precisamente no subcontinente indiano, uma região peninsular do sul da Ásia, onde se situam a Índia, Paquistão, Bangladesh, Nepal e Butão (OLIVEIRA et al., 2001). Atualmente a espécie é encontrada em todos os continentes, exceto na Antártida, sendo que sua maior distribuição ocorre em regiões tropicais e subtropicais (OLIVEIRA et al., 2001; CUTHBERTSON et al., 2011).

No Brasil, os primeiros relatos de ocorrência de *Bemisia* spp. datam de 1923 (BONDAR, 1928), e o primeiro registro de *B. tabaci*, causando danos agrícolas, foi feito por Costa et al. (1973) em algodão no norte do Paraná, em 1968, e em soja, algodão e feijão no Paraná e São Paulo na safra 1972-1973. Nos dias de hoje pode ser encontrada em todos os Estados brasileiros.

B. tabaci são insetos pequenos, com 1 a 2 milímetros de comprimento, coloração do tegumento de branco a amarelo-pálido. Olhos compostos negros e formados por omatídeos diferenciados. Possuem quatro asas membranosas, recobertas com uma secreção pulverulenta branca (TRIPLEHORN, C. A. e JOHNSON, 2011). Em repouso, mantém suas asas fechadas parecendo haver somente um par. São fitófagas, com aparelho bucal sugador labial tetraqueta (mandíbulas e maxilas formam um tubo duplo) especializada na sucção da seiva do floema (LAZZARI e ZONTA-DE-CARVALHO, 2009; WALKER et al., 2010; MOSCARDI et al., 2012).

Sua metamorfose é incompleta (Hemimetabolia), passando pelos estágios de ovo, ninfa (1º, 2º 3º e 4º ínstar) e adulto (GALLO et al., 2002; MOSCARDI et al., 2012). A reprodução é sexuada com oviparidade, podendo ocorrer partenogênese. Os ovos têm formato de pera e coloração amarelo-pálido à marrom-âmbar quando está próximo o nascimento da ninfa, com cerca de 0,2 a 0,3mm de diâmetro, sendo em média 96 ovos por fêmea em

algodoeiro, colocados na face abaxial das folhas, ficando presos por um pedúnculo curto. Após a eclosão, as ninfas de primeiro instar possuem mobilidade e selecionam local para fixação e passam a sugar a face abaxial da folha, apresentam em média 0,29 mm de comprimento e 0,16 mm de largura, no segundo instar as ninfas já não se locomovem e suas pernas atrofiam, possuem em média 0,40 mm de comprimento e 0,25 mm de largura, formato oval e coloração amarelo-esverdeada, a de terceiro instar é semelhante à de segundo instar, contudo um pouco maior, com 0,56 mm de comprimento e 0,36 mm de largura, ninfas de quarto instar são inicialmente achatadas, de contorno suboval e de coloração relativamente translúcida. Posteriormente, seu formato torna-se convexo, com coloração opaca e finalmente branca leitosa com os olhos vermelhos bem visíveis (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; LIMA; LARA, 2001). Seu ciclo completo no algodoeiro é de 38,8 dias para fêmeas e 37,9 para machos (KHAN e WAN, 2015). Ninfas de segundo e terceiro instares se alimentam durante todo o estágio (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004), enquanto a de quarto instar se alimenta apenas no início deste estágio, depois cessa a alimentação, quando, aparentemente, sofre mudanças morfológicas para se transformar em adulto (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989)

No Brasil pode ser encontrado o biótipo BR nativo do Brasil, o biótipo B muito bem estudado devido sua extensa lista de plantas hospedeiras e alto potencial de transmissão do vírus, o biótipo Q considerado altamente resistente a inseticidas, como neonicotinoides e piriproxifem, e pode resultar em maior dano do que o causado pelo biótipo B, o biótipo New Word, também conhecido como biótipo A e o New Word 2. (CROWDER et al., 2007; RABELLO et al., 2008; MCKENZIE et al. 2012; CUTHBERTSON e VÄNNINEN, 2015; BARBOSA et al., 2015; QUEIROZ et al., 2016).

O biótipo B apresenta características morfológicas similares à espécie primitiva, porém com diferentes hábitos, habilidades reprodutivas e capacidade para adaptar-se a novas culturas em condições adversas (TORRES et al., 2007). Seu hábito alimentar é polífago, que pode colonizar mais de 600 espécies de plantas (OLIVEIRA et al., 2001). Os danos em plantas cultivadas ocorrem em grande escala, devido aos surtos das populações *B. tabaci*, pela transmissão de vírus para as plantas (CUTHBERTSON et al., 2011) e pela sucção de seiva o que enfraquece as plantas provocando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (LAZZARI e ZONTA-DE-CARVALHO, 2009)

Vários fatores podem colaborar com o aumento das populações de mosca-branca entre eles destacam-se as condições climáticas (altas temperaturas e baixa umidade), suscetibilidade

das plantas hospedeiras, práticas culturais e fitossanitárias inadequadas, diminuição dos inimigos naturais, monocultura, sistemas de policultivo com plantas hospedeiras próximas no espaço e no tempo, ausência do vazio sanitário, resistência a inseticidas e alto potencial reprodutivo.

Danos de *Bemisia tabaci* na cultura do algodão

A mosca-branca, na cultura do algodão, expressa como principal dano a queda precoce das folhas e por excretarem substâncias açucaradas, estas acarretam a formação de fumagina sobre ramos, folhas e frutos, ocorrendo em consequência, redução da capacidade fotossintética da planta e do valor comercial da fibra (ALENCAR et al., 2002). Grandes perdas na cultura são atribuídas à transmissão de vírus.

A doença do mosaico-comum (AbMV – *Abutilon Mosaic Virus*), causada pelo vírus do gênero *Begomovirus* na família Geminiviridae, é o maior gênero de vírus transmitidos por mosca-branca (KING et al., 2011). É encontrada em todas as regiões produtoras de algodão do país e sua incidência pode ser elevada. Os sintomas são manchas mosqueadas amarelas (cor gema de ovo), inicialmente pequenas e isoladas, tornando-se avermelhadas com a maturação da folha, as plantas afetadas apresentam nanismo e tornam-se parcial ou totalmente estéreis (ARAUJO e SUASSUNA, 2003).

As plantas infectadas com o vírus CLCuBuV, transmitido pela mosca-branca, normalmente apresentam ondulações ascendentes ou descendentes de margens das folhas, inchaço e escurecimento das nervuras. As folhas infectadas tornam-se espessadas e mais frágeis do que aqueles de plantas saudáveis. Plantas severamente infectadas podem mostrar enrolamento e uma redução de tamanho, com pecíolos em espirais e torcidos (AKHTAR et al., 2013; SIDDIQUE et al., 2014). As plantas severamente infectadas mostram um efeito adverso significativo sobre o rendimento de fibras, características agrônômica e de qualidade de fibra de algodão, que, em última análise, afetam os parâmetros de qualidade do fio para a indústria (AKHTAR et al., 2009; 2015).

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).

Nota-se também que, a idade das plantas tem influência no nível de infestação da mosca branca, a população de adultos acumula-se durante o período de crescimento ativo da cultura, embora sua população flutue durante o todo o ciclo da cultura podendo influenciar na produção de maçãs e sobre a produção de algodão em rama (ALENCAR et al., 2002; AKHTAR et al. 2004).

Em algodão, a altura da planta tem efeito sobre as densidades de *B. tabaci* (CHILCUTT et al., 2005), enquanto o número de nós reflete o número total potencial de folhas, a área foliar total e os números potenciais e os locais de frutificação, afetando indiretamente as densidades de *B. tabaci* e seus inimigos naturais. Quando os inimigos naturais foram reduzidos, as densidades de todos os estádios da mosca branca foram elevadas duas vezes, com densidades aumentadas de dois a seis vezes sobre os controles (ASIIMWE et al., 2013, 2016). Diferentes regimes de irrigação afetam as características e a fisiologia das plantas, diferença de altura, número de nós e vigor geral da planta, todos os quais impactam a qualidade da planta e conseqüentemente densidade de moscas-brancas (HILJE et al., 2001, ASIIMWE et al., 2013).

Criação de mosca-branca em laboratório

A mosca-branca possui grande capacidade adaptativa, possuem vários hospedeiros e esta presente nas mais diversas regiões, condições climáticas e sistemas de cultivo (campo ou ambientes protegidos), deste modo sua criação em laboratório não apresenta grandes dificuldades. A primeira etapa é coletar adultos e ninfas no campo, tomando-se o cuidado em não introduzir parasitoides ou predadores. Devem-se utilizar plantas hospedeiras de fácil cultivo e fazer a manutenção/troca das plantas debilitadas por plantas saudáveis e manter a criação em um ambiente protegido com tela antiafídeos.

Sobrinho et al., 2012, descrevem detalhadamente como estabelecer uma criação inicial de mosca-branca em laboratório utilizando plantas de meloeiro como hospedeira. Foram realizadas várias coletas de folhas do meloeiro infestadas com ninfas e ovos em campos de produção comercial. As folhas contendo os insetos foram colocadas em caixas de papelão perfuradas, e copos plásticos transparentes foram colocados com os fundos voltados para o exterior da caixa. Os adultos recém-emergidos direcionaram-se para o interior dos copos, atraídos pela luz exterior, sendo então coletados e transferidos para gaiolas teladas (60cm x 60cm x 60cm) contendo em seu interior 15 vasos pequenos com uma planta em cada um e 50

adultos de mosca-branca. As gaiolas foram supridas permanentemente com água e uma solução de 10% de mel de abelha, e mantidas com fotofase de 14 horas, temperatura 27 ± 2 °C e umidade relativa de $75 \pm 10\%$. Após a constatação da presença de ovos e ninfas, as plantas foram retiradas e colocadas em outra gaiola para a emergência de adultos da primeira geração. Novas plantas e adultos do campo foram colocadas na primeira gaiola para mais oviposição a fim de se formar a base da colônia em laboratório. A partir da primeira geração, o processo se manteve com a substituição das plantas e a adição de novas gaiolas e infestação com novas moscas.

Outros tipos de gaiolas podem ser usadas na criação de *B. tabaci*. Toscano et al. (2003) e Campos et al. (2009) utilizaram gaiolas com tela antiafídeos nas dimensões 2,0m x 3,0m x 2,0m, contendo plantas de couve (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) e bico-de-papagaio (*Euphorbia pulcherrima* Willd), introduzindo quinzenalmente novas plantas em substituição às plantas senescentes, de modo a manter a população do inseto em níveis considerados ótimos para o desenvolvimento dos experimentos.

As gaiolas utilizadas para bioensaios sofrem alterações de acordo com as peculiaridades da cultura ou pesquisador. Guo et al., (2013) utilizaram gaiolas de base quadrada e uma parte superior cônica (60cm de altura × 60cm de largura × 60cm comprimento), formadas externamente por seis cavilhas de plástico flexíveis (50cm de comprimento x 0,5cm de diâmetro) e quatro tubos de aço inoxidável (10cm de comprimento x 0,6cm de diâmetro) e cobertas com pano de 60 mesh e zíper na frente da gaiola como porta para inserção e remoção de material vegetal e uma pequena abertura através da qual as moscas brancas foram introduzidas na gaiola.

Densidade populacional da mosca-branca no algodoeiro

Com base no comportamento apresentado pela mosca-branca no algodoeiro é razoável afirmar que, para promover seu controle, há que se fazer o uso de amostragens para a determinação do seu nível de dano ou de controle econômico e a escolha do método de controle apropriado (ALENCAR et al., 2002).

A amostragem é uma operação de coleta de dados sobre a densidade populacional das pragas e de seus inimigos naturais em uma determinada área, durante o ciclo de cultivo do algodoeiro, para a tomada de decisão de controle. A qualidade da amostragem depende do tamanho da área, periodicidade, forma como é realizada e nível de conhecimento do

amostrador (SILVA e RAMALHO, 2013). Amostragens eficientes são efetuadas por pessoa treinada, capaz de identificar corretamente as pragas e os insetos e/ou ácaros benéficos presentes nos campos de produção. Muitas vezes uma tomada de decisão precipitada quanto ao controle de determinada praga pode elevar os custos de produção sem necessidade (BLEICHER, 1990).

Para a mosca-branca as amostragens devem ser feitas a partir do início do desenvolvimento das plantas, em intervalo semanais, tomando-se aleatoriamente no mínimo 50 pontos amostrais, uma planta representando um ponto, em talhões com até 100 ha, 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 4,0cm² (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).

Resistência do algodoeiro à mosca-branca

Planta resistente é aquela que expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e/ou químicas que a torna menos infestada ou injuriada que outras (suscetíveis) em igualdade de condições. Essas características proporcionam aos insetos algumas alterações no comportamento, fisiologia e biologia, ou as plantas tem maior capacidade de suportar seu ataque (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Os mecanismos de resistência das plantas aos insetos podem se manifestar como antibiose, onde a biologia do inseto-praga é afetada negativamente pela planta, ou a antixenose (não preferência), quando a planta atua como um hospedeiro inadequado para alimentação e oviposição, a praga tende a selecionar outro hospedeiro mais apropriado (SMITH e CLEMENT, 2012).

As plantas modificam o seu ambiente produzindo um microclima que pode promover nichos distintos, salientando que os fatores ambientais, através das variações de tempo, têm influência sobre a abundância populacional dos insetos (pragas e seus inimigos) e sua

biologia, além de influenciarem a resposta das culturas às injúrias. Alterações físicas, morfológicas e químicas das plantas as configuram como plantas resistentes (LARA, 1991; SANTOS, 1999; VENDRAMIM et al., 2009).

Dentre as características físicas das plantas, a cor apresenta destaque por afetar a seleção do hospedeiro para a alimentação e a oviposição, e o desenvolvimento biológico do inseto (GALLO et al., 2002). Os mecanismos químicos incluem as substâncias presentes nas plantas que afetam o comportamento ou metabolismo do inseto. A antixenose consiste em não preferência alimentar e oviposição da planta pelo inseto. A alteração no metabolismo dos insetos ocorre em resposta da presença de substâncias tóxicas presentes nas plantas tais como metabólitos tóxicos, inibidores enzimáticos e reprodutivos que afetam a biologia, desenvolvimento e a reprodução do inseto, essas características configuram resistência por antibiose. Sendo que o baixo teor nutricional está relacionado a deficiência qualitativa ou quantitativa de nutrientes da planta também podem resultar em antibiose (GALLO et al., 2002; SMITH e CLEMENT, 2012; WAR et al., 2012).

As características morfológicas das plantas podem afetar a locomoção, cópula, seleção do hospedeiro, e ingestão e digestão do alimento pelos insetos. Essas alterações estão relacionadas a características estruturais como o tecido dérmico, presença de cera, espessura da parede celular (lignina e suberina) e pilosidade (tricomas) (GALLO et al., 2002; WAR et al., 2012).

Plantas de algodão com folhas do tipo okra (folhas estreitas) proporcionam a planta de algodão fluxo melhor de ar e penetração de luz solar entre as folhas nas zonas inferiores da planta, aumentando a eficiência fotossintética e tolerando a mosca-branca, além de reduzir a podridão da maçã (NAAWAB et al., 2011).

A cor verde desempenha um papel importante na orientação da mosca-branca (ISAACS et al., 1999). Prado et al., (2016) identificaram que o genótipo mais atrativo para os adultos de mosca-branca apresentou a maior intensidade da cor verde.

Quando os tricomas não exalam compostos repelentes ou adesivos para mosca-branca, como ocorre nos tomates (FIRDAUS et al., 2012), as folhas pubescentes podem criar condições microclimáticas favoráveis para ovos e ninfas e proteção contra inimigos naturais (INBAR e GERLING, 2008). Prado et al., (2016) constataram que a preferência de oviposição da mosca-branca está correlacionada com a densidade do tricoma na superfície da folha

abaxial discordando de Jindal e Dhaliwal (2011) que não encontraram relação entre o número de tricomas e a preferência de oviposição de mosca-branca.

Uma planta é tida como tolerante quando apresenta características genéticas que permitem que a mesma resista ou se recupere após sofrer danos causados por artrópodes, sendo que essas características não afetam negativamente o crescimento e sobrevivência dos artrópodes (GALLO et al., 2002; SMITH e CLEMENT, 2012; WAR et al., 2012). As principais características que conferem esse mecanismo são: elevada taxa de crescimento; aumento de ramificação ou perfilhamento após a quebra da dominância apical; aumento de taxa fotossintética após o dano; armazenamento prévio de elevados níveis de carbono nas raízes para serem disponibilizados na parte aérea; capacidade de deslocamento de carbono das raízes para as brotações após a ocorrência de danos; aumento na produção de hormônios, enzimas oxidativas e compostos aleloquímicos (GALLO et al., 2002; SCHWACHTJE et al., 2006; JINDAL et al., 2009; SMITH e CLEMENT, 2012; WAR et al., 2012).

Durante o longo período de co-evolução de plantas e insetos, as plantas desenvolveram uma cultivar de interações que podem ter impactos negativos ou positivos nas plantas, como incidência de doenças, polinização e dispersão de sementes (MITHOFER e BOLAND, 2012). Além disso, essas interações não são apenas úteis para insetos que utilizam plantas como fonte de alimento, mas para as plantas que desenvolvem mecanismos para lidar com essas interações.

Em estudos sobre as causas da resistência de plantas a insetos, Li et al. (2016) através da ontologia genética e da análise da via KEGG, indicaram que a resposta transcricional de plantas de algodão à infestação da mosca-branca envolvem genes que codificam proteínas cinases, fatores de transcrição, síntese de metabólitos e sinalização de fitohormônios, podendo alguns desses genes regular as defesas do algodão. No entanto o silenciamento gênico pode resultar em uma maior susceptibilidade à mosca-branca

Pegajosidade em fibras de algodão

O problema da pegajosidade do algodão é apenas um dos muitos fatores limitantes que afetam a produção e comercialização de algodão em muitos países. O pedaço de algodão que adere às superfícies metálicas em movimento provavelmente é contaminado com algum tipo de açúcar. O efeito de tal adesão é comumente referido como pegajosidade e a massa contaminada é chamada de algodão pegajoso. Nas fábricas de têxteis, a pegajosidade significa

declínio na eficiência do processamento, menor qualidade do fio, desgaste excessivo e maior manutenção das máquinas (ELTAHIR et al., 2016). Como resultado, podemos deduzir que a classificação do nível de pegajosidade se forma como resultado da concentração e das proporções dos açúcares presentes na superfície do algodão. Amostra classificada de pegajosidade moderada é aquela que apresenta alta glicose e frutose, e baixa concentração de trealulose e melezitose. Já o algodão com baixa concentração de glicose e frutose e alta de trealulose e melezitose é classificado com pegajosidade pesada (PERALTA et al., 2016).

Quantidades excessivas de monossacarídeos ou holosídeos (glicídios redutores e não hidrolisáveis), principalmente frutose e glicose, que estão presentes em fibras imaturas de algodão não são o único fator causador da pegajosidade do algodão, pois em alguns casos a fibra está perfeitamente madura, porém pegajosa. Tatis (1983) relacionou vários fatores ligados a este importante fenômeno que ocorre na fibra do algodão, como: insetos (*Aphis gossypii* e *B. tabaci*); fungos e bactérias, especialmente as celulósicas, que atuam na decomposição da celulose; açúcar fisiológico não polimerizado; secreção do néctar via nectários florais e extraflorais; colheita de frutos verdes; crescimento exagerado da planta e impurezas.

As espécies e cultivares de algodão cultivado apresentam quatro tipos de nectários: a) os florais, que estão situados na base da corola da flor, onde o néctar produzido se acumula entre o cálice e o lado externo da base das pétalas, sendo coletado pelas abelhas; b) os nectários circumbracteais, que estão localizados entre as brácteas; c) os nectários subbracteais, localizados perto da base das brácteas; d) os nectários foliares, localizados nas nervuras da folha na face dorsal. Neste último caso, os cultivares de algodão apresentam variações, pois existem os cultivares “nectariless”, ou seja, sem nectários, que são utilizados no melhoramento para resistência a pragas do algodoeiro (BELTRÃO et al., 1985).

Eltahir et al. (2016) analisando o efeito do nível de pegajosidade e a relação de mistura de algodão pegajoso com não-pegajoso, mostra que o efeito da mudança no nível de pegajosidade é um importante fator de influência. Quando se considera a fiação real, a qualidade do fio girado é mais suscetível à pegajosidade. O estudo revela que a mistura de algodão pegajoso com não-pegajoso pode ser aplicada para superar o problema da pegajosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, K.P.; HUSSAIN, M.; KHAN, A.I.; HAQ, M.A.; IQBAL, M.M. Influence of plant age, whitefly population and cultivar resistance on infection of cotton plants by cotton leaf curl virus (CLCuV) in Pakistan. *Field Crops Res.*, 15-21, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00166-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00166-7).

AKHTAR, K.P.; HUSSAIN, M.; HASSAN, M.U.; SARWAR, M.; SARWAR, N. Evaluation of Bt-cotton genotypes for resistance to cotton leaf curl disease under high inoculum pressure in the field and using graft inoculation in glass-house. *Plant Pathol. J.*, v.31, n.2, p. 132-139, 2015.

AKHTAR, K.P.; ULLAH, R.; KHAN, I. A.; SAEED, M.; SARWAR, N.; MANSOOR, S. First symptomatic evidence of infection of *Gossypium arboreum* with *Cotton leaf curl Burewala virus* through grafting. *Int. J. Agri. Biol.* 15:157-160, 2013.

AKHTAR, K.P.; WASIM, M.; ISHAQ, W.; AHMAD, M.; HAQ, M.A. Deterioration of cotton fibre characteristics caused by cotton leaf curl disease. *Span. J. Agri. Res.* 7:913-918, 2009.

ALENCAR, S.B.; VIEIRA, F.V.; SANTOS, J.H.R.; SILVA, F.P.; SOBRINHO, R.B. Nível de dano da mosca branca no algodoeiro herbáceo. *Rev. Agro.*, v. 33, n.1, p.33-38, 2002.

ARAÚJO, J. E. de; SUASSUNA, N. D. Guia de identificação e controle das principais doenças do algodoeiro no Estado de Goiás. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 40p.

ASSIMWE, P.; NARANJO, S.E.E; ELLSWORTH, P.C. Relative influence of plant quality and natural enemies on the seasonal dynamics of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in cotton. *J. Econ. Entomol.*, v.106, n.3, p.1260-1273, 2013. Doi: 10.1603/EC12182

ASSIMWE, P.; ELLSWORTH, P.C.; NARANJO, S.E. Natural enemy impacts on *Bemisia tabaci* (MEAM1) dominate plant quality effects in the cotton system. *Ecol. Entomol.*, p. 1-11, 2016. DOI: 10.1111/een.12340

BARBOSA, L. F.; YUKI, V.A.; MARUBAYASHI, J.M.; DE MARCHI, B.R.; PERINI, F.L.; PAVAN, M.A.; BARROS, D.R. de; GHANIM, M.; MORIONES, E.; NAVAS-CASTILLO, J.; KRAUSE-SAKATE, R. First report of *Bemisia tabaci* Mediterranean (Q biotype) species in Brazil. *Pest Man. Sci.*, v.71, p.501-504, 2015. DOI: 10.1002/ps.3909.

BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J.; AZEVÊDO, D.M.P; NÓBREGA, CRISÓSTOMO, J.R. Pegajosidade da pluma do algodão: Causas, Efeitos, Prevenção e Controle. EMBRAPA: Campina Grande, p.40, 1995.

BLEICHER, E.; PARRA, J.R.P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. II. Tabela de vida de fertilidade e parasitismo de três populações. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, n. 25, v. 2, p. 207-214, 1990.

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; LOPES, G.S.; COSTA, E.N.; MORAES, R.F.O.; EDUARDO, W.I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A.C.; ALENCAR, J.R.D.C.C.; FRAGA, D.F.; SOUZA, L.A.; SOUZA, B.H.S.; GRIGOLLI, J.F.J.

(Eds.). Tópicos em entomologia agrícola – VI. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013. p. 207-224.

BONDAR, G. 1928. Aleyrodideos do Brasil: 2ª contribuição. Secretaria de Agricultura, Indústrias e Obras Públicas, Salvador.

CAMPOS, Z.R.; BOIÇA-JÚNIOR, A.L.; LOURENÇÃO, A.L.; CAMPOS, A.R. Parâmetros biológicos de *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de algodoeiro. *Bragantia*, 68, 1003-1007, 2009.

CHILCUTT, C.F.; WILSON, L.T.; LASCANO, R.; BRONSON, K.F.; BOOKER, J. Scaling and the effects of plant, soil and landscape characteristics on sap-feeding herbivores in cotton. *Envir. Entomol.*, 34, 75-86, 2005.

COSTA, A.S.; COSTA, C.L.; SAUER, H.F.G. Surto de mosca branca em culturas do Paraná e São Paulo. *An. Soc. Entomol. Bras.*, n. 2, v. 1, p. 20-30, 1973.

CROWDER, D.W.; DENNEHY, T.J.; ELLERS-KIRK, C.; YAFUSO, C.M.; ELLSWORTH, P.C.; TABASHNIK, B.E.; CARRIÈRE, Y. Field evaluation of resistance to pyriproxyfen in *Bemisia tabaci* (B biotype). *J. Econ. Entomol.* v. 100, p.1650-1656, 2007. DOI: 10.1603/0022-0493

CUTHBERTSON, A.G.S.; BLACKBURN, L.F.; EYRE, D.E.; CANNON, R.J C.; MILLER, J.; NORTHING, P. *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, 2011. DOI:10.1111/j.1744-7917.2010.01383.x

CUTHBERTSON, A.G.S.; VÄNNINEN, I. The importance of maintaining Protected Zone status against *Bemisia tabaci*. *Insects*, v.6, p.432-441, 2015. DOI: 10.3390/insects6020432.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cria massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. *Turrialba*, v.39, n.1, p.55-62, 1989.

ELTAHIR, H.A.; ABDERAHMAN, H.; ABDELATEEF, S.; ELARABI, S.A.M. Taguchi approach for analyzing the impact of varying degrees of cotton stickiness on ring-spun yarn quality. *J. Text. Inst.* 2016. Doi: 10.1080/00405000.2016.1168610

FIRDAUS, S.; VAN HEUSDEN, A.W.; HIDAYATI, N.; SUPENA E.D.J.; VISSER, R.G.F.; VOSMAN, B. Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*, 187, 31-45, 2012.

GALLO, D.; NAKANO, o.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, p.920, 2002.

GUO, G.; GAO, J.; WANG, X.; GUO, Y.; SNYDER, J. C.; DU, Y. Establishment of an in vitro method for evaluating whitefly resistance in tomato. *Breed. Sci.*, v.63, p. 239-245, 2013. Doi: 10.1270/jsbbs.63.239.

HAJI, F.N.P.; FERREIRA, R.C.F; MOREIRA, A.N. Descrição Morfológica, Aspectos Biológicos, Danos e Importância Econômica. In: HAJI, F.N.P.; BLEICHER, E. (Ed.). *Avanços no manejo da mosca-branca Bemisia tabaci biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)*. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2004. p. 21-30.

HILJE, L.; COSTA, H.S.; STANSLY, P.A. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protect.*, 20, 801–812, 2001.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. *Annu Rev Entomol*, 53, 431–448, 2008.

ISAACS, R.; WILLIS, M.A.; BYRNE, D.N. Modulation of whitefly take-off and flight orientation by wind speed and visual cues. *Physiol. Entomol.*, 24, 311–318, 1999.

JINDAL, V.; DHALIWAL, G.S.; DHAWAN, A.K.; DILAWARI, V.K. Mechanisms of resistance in cotton to whitefly (*Bemisia tabaci*): Tolerance. *Phytoparasitica*, v. 37, n. 3, p. 249-254, 2009.

JINDAL, V.; DHALIWAL, G.S. Mechanisms of resistance in cotton to whitefly (*Bemisia tabaci*): antixenosis. *Phytoparasitica*, 39, 129-136, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0114-x>.

KHAN, I.A.; WAN, F-H. Life history of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) biotype B on tomato and cotton host plants. *J. Entomol. Zool.*, v.3, n.3, p.117-121. 2015.

KING, A.M.; LEFKOWITZ, Q.E.; ADAMS, M.J.; CARSTENS, E.B. (eds), *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Academic Press, San Diego, CA (2011).

LARA, F.M. (1991). *Princípios da resistência de plantas a insetos*. São Paulo: Ícone.

LAZZARI, S.M.N.; ZONTA-DE-CARVALHO, R.C. 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, 2009. p.767-836.

LI, J.; ZHU, L.; HULL, J.; LIANG, S.; DANIELL, H.; JIN, S.; ZHANG, X. Transcriptome analysis reveals a comprehensive insect resistance response mechanism in cotton to infestation by the phloem feeding insect *Bemisia tabaci* (Whitefly). *Plant Biotechnology Journal*, 14, 1956-1975, 2016. <https://doi.org/10.1111/pbi.12554>.

LIMA, A.C. S.; LARA, F.M. Mosca-branca (*Bemisia tabaci*): morfologia, bioecologia e controle. Jaboticabal: Funep, 2001. 76p.

MARTIN, J.; MOUND, L. 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, 2007.

MCKENZIE, C.L.; BETHKE, J.A.; BYRNE, F.J.; CHAMBERLIN, J.R.; DENNEHY, T.J.; DICKEY, A.M.; GILREIN, D.; HALL, P.M.; LUDWIG, S.; OETTING, R.D.; OSBORNE, L.S.; SCHMALE, L.; SHATTERS JR, R.G. Distribution of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in North America after the Q invasion. J. Econ. Entomol. v.105, p.753-766, 2012. DOI: 10.1603/EC11337ST1.

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

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

MITHOFER, A.; BOLAND, W. Plant defense against herbivores: chemical aspects. Annu. Ver. Plant Biol., 63:431–450, 2012.

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, C.I.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Soja: Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa, p. 214-334, 2012.

NAWAB, N.N.; SAEED, A.; TARIQ, M.S.; NADEEM, K.; MAHMOOD, K.; UL-HASSAN, M.; SHAKIL, Q.; ALAM, M.S.; HUSSAIN, S.I.; KHAN, A.A. Inheritance of okra leaf type in different genetic backgrounds and its effects on fibre and agronomic traits in cotton. Afr. J. Biotech. v. 10, n.73, pp. 16484-16490, 2011. DOI: 10.5897/AJB11.1445

OLIVEIRA, M.R.V.; HENNEBERRY, T.J.; ANDERSON, P. History, current status and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop Protection, v.20, n.1, p.709–723, 2001.

PERALTA, D.V.; FORTIER, C.A.; ZUMBA, J.; TRIBODEAUX, D.P.; DELHOM, C.D.; RODGERS, J.E. Comparisons of Minicard ratings with íon chromatography sugar profiles of water extracts cotton fibers and those of Minicard sticky spot materials. Textil Res. J., v.0, n.00, p.1-12, 2016. Doi: 10.1177/0040517516639826

PRADO, J.C.; PEÑAFLORES, M.F.G.V.; CIA, E.; VIEIRA, S.S.; SILVA, K.I.; CARLINI-GARCIA, L.A.; LOURENÇÃO, A.L. Resistance of cotton genotypes with different leaf colour and trichome density to *Bemisia tabaci* biotype B. J. App. Entomol., 140, 405-413, 2016. <https://doi.org/10.1111/jen.12274>.

QUEIROZ, P.R.; MARTINS, E.S.; KLAUTAU, N.; LIMA, L.; PRAÇA, L.; MONNERAT, R.G. Identification of the B, Q, and native Brazilian biotypes of the *Bemisia tabaci* species complex using Scar markers. Pesq. Agropec. Bras., v. 51, n.5, p.555-562, 2016. Doi: 10.1590/S0100-204X2016000500016

RABELLO, A.R.; QUEIROZ, P.R.; SIMÕES, K.C.C.; HIRAGI, C.O.; LIMA, L.H.C.; OLIVEIRA, M.R.V.; EHTA, A. Diversity analysis of *Bemisia tabaci* biotypes: RAPD, PCR-RFLP and sequencing of the ITS1 rDNA region. *Gen. Mol. Biol.*, v.31, p.585-590, 2008. DOI: 10.1590/S1415-47572008000300029.

SANTOS, W.J. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. Em: Cia, E., Freire, E. C. e Santos, W. J. *Cultura do algodoeiro*. Piracicaba: Potafós. 1999.

SCHWACHTJE, J.; MINCHIN, P.E.; JAHNKE, S.; VAN DONGEN, J.T.; SCHITTKO, U.; BALDWIN, I.T. SNF1-related kinases allow plants to tolerate herbivory by allocating carbon to roots. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, v. 103, n. 34, p. 12935-12940, 2006.

SIDDIQUE, Z.; AKHTAR, K.P.; HAMEED, A.; SARWAR, N.; HAQ, I.U.; KHAN, S. A. Biochemical alterations in leaves of resistant and susceptible cotton genotypes infected systemically by Cotton leaf curl *Burewala virus*. *J. Plant Inter.* 9:702-711, 2014.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. Pragas: sempre via manejo integrado. *A Granja*, Porto Alegre, n. 770, p. 50-53, fev. 2013.

SMITH, C.; CLEMENT, S.L. Molecular bases of plant resistance to arthropods. *An. Rev. Entomol.*, v. 57, p. 309-328, 2012.

SOBRINHO, R.B.; MESQUITA, A.L.M.; MOTA, M.S.C.S.; TAVARES, V.P.C.; DIAS, N.S. Técnica de Criação da Mosca-Branca do Meloeiro. Comunicado técnico n.198, Embrapa: Fortaleza, p.4. 2012.

TATIS, H.A. Alguns aspectos sobre la pegajosidad en el algodonoero. *El algodonoero*, n.170: 1 9-24, 1983.

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

TOSCANO, L.C.; SANTOS, T.M.; BOIÇA-JÚNIOR, A. Preferência de *Bemisia tabaci* biótipo B para oviposição em cultivares de algodoeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 38, n. 1, p. 155-160, 2003.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. *Estudos dos insetos*. São Paulo, Cengage Learning, 809p., 2011.

VENDRAMIM, J.D.; SOUZA, A.P.; ONGARELLI, M.G. Comportamento de oviposição da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro. *Neotropical Entomol.*, v.38, n.1, p.126- 132, 2009.

WALKER, G.P.; PERRING, T.M.; FREEMAN, T.P. Life history, functional anatomy, feeding and mating behavior. In: STANSLY, P.A.; NARANJO, S.E (Ed.). *Bemisia: bionomics and management of a global pest*. Springer, Dordrecht, p. 109-160, 2010.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; AHMAD, T.; BUHROO, A.A.; HUSSAIN, B.;
IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H.C. Mechanisms of plant defense against insect
herbivores. *Plant Sig. Behav.*, v. 7, n. 10, p. 1306-1320, 2012.

Objetivo Geral

Avaliar a infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B em cultivares de algodoeiro e seus efeitos na produtividade e qualidade de fibra

Objetivos Específicos

Determinar os períodos críticos da infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B no algodoeiro em função do seu estágio fenológico;

Mensurar o impacto de níveis de infestação dessa mosca-branca na qualidade da fibra do algodão;

Verificar, dentre as principais cultivares cultivadas, quais são resistentes a essa mosca-branca;

Hipóteses

1. *Bemisia tabaci* biótipo B apresenta um padrão populacional durante o ciclo da cultura.
2. O estágio fenológico ao qual a planta é infestada por mosca-branca reflete na produção do algodoeiro.
3. As cultivares mais utilizadas pelos produtores apresentam diferentes graus de resistência.
4. A infestação de *B. tabaci* biótipo B causa danos na quantidade e qualidade da fibra do algodoeiro.

MANUSCRITO I

Padrão de infestação de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cinco cultivares de algodoeiro

(De acordo com as normas do periódico “Arthropod-Plant Interactions”, com adaptações para as normas de “Redação de Tese” da Universidade Federal da Grande Dourados)

Padrão de infestação de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cinco cultivares de algodoeiro

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica populacional e comportamento da mosca-branca nos estágios fenológicos em cinco cultivares do algodoeiro. O experimento foi realizado em casa de vegetação, a infestação artificial com moscas-brancas ocorreu a partir de vasos com plantas hospedeiras infestadas, colocadas lado a lado às cultivares nos estágios fenológicos vegetativo, floração, frutificação e maturação. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial com quatro estágios fenológicos (vegetativo, floração, frutificação e maturação), cinco cultivares (FM 940GLT[®], FM 982GL[®], FM 975WS[®], DP 555BGRR[®] e DP 1228BGIIRF[®]), com cinco repetições. A contagem do número de ninfas ocorreram semanalmente durante o desenvolvimento da cultura até a abertura de todos os capulhos. A maior incidência de ninfas de mosca-branca foi na frutificação e o de menor incidência, floração. Infestações nas fases vegetativas e de floração foram as que mais influíram na produção do algodoeiro.

Palavras-chave: mosca-branca, *Gossypium hirsutum* L., dinâmica populacional, estágios fenológicos.

INTRODUÇÃO

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), é um inseto de grande importância econômica em várias culturas no Brasil, dentre elas o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) (Alencar et al., 2002). Nesta planta, o inseto causa danos diretos pela sucção da seiva, injeção de toxinas e liberação de *honeydew*, e indiretos pela formação de fumagina e transmissão de doenças viróticas (Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2009; Quintela et al., 2013). Essa praga é frequente nas lavouras do Mato Grosso do Sul e em outras áreas do Cerrado do Brasil (Ampasul, 2014a, b, c).

O ataque ao cultivo pelo inseto adulto e pelas ninfas, que se estabelecem na face abaxial das folhas, onde sugam a seiva da planta, ovipositam e excretam grande quantidade de substâncias açucaradas sobre folhas, ramos, frutos e pluma (caramelização do algodão), servindo como substrato para o crescimento de fungos, dentre eles a fumagina (*Capnodium*

spp.), que dificultam a fotossíntese e causam manchas nas fibras, comprometendo a qualidade, seguido pela queda das folhas e estruturas frutíferas e redução na produção (Lourenção e Nagai, 1994; Blua et al., 1995; Chu et al., 2001; Santos, 2011). Também, pode ocorrer redução na produção em plantas do algodoeiro infectadas com o vírus do mosaico comum, transmitido pela praga (Silveira, 1965; Suassuna e Coutinho, 2011).

A dinâmica populacional da mosca-branca na cultura do algodoeiro pode estar relacionada a fatores ambientais (temperatura, umidade relativa do ar), inimigos naturais, ou em função do estágio fenológico da cultura ou cultivar (Zhang et al., 2014; Swati e Krishna, 2017; Shera et al., 2013; Asiimwe et al., 2013).

Com o crescente aumento das infestações de mosca-branca e seus enormes prejuízos e dificuldade de controle, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica populacional e comportamento da mosca-branca nos estágios fenológicos em cinco cultivares do algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Laboratório de Entomologia Aplicada, na Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul (latitude 22°13'16"S; longitude 54°17'01"W; altitude de 430m).

A criação e manutenção da população de *B. tabaci* foram realizadas em casa de vegetação, fechada com tela antiafídeos. A população inicial foi obtida em lavoura comercial de algodão, identificada através do PCR do DNA total para determinação do lócus específico (De Barros et al., 2003). Para a criação e manutenção da população da mosca-branca foram utilizados os seguintes hospedeiros cultivados em vasos e mantidos dentro da casa de vegetação: couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) e berinjela (*Solanum melongena* L.) (Campos et al., 2005; Suekane et al., 2013).

As plantas de algodão foram cultivadas em vasos de plástico com volume de 9 litros, contendo 8 kg de solo oriundo de horizonte B de um Latossolo Vermelho distroférico, cujo volume foi seco ao ar e, posteriormente, peneirado através de peneira com abertura de 2 mm. Os indicadores da caracterização química das amostras para a recomendação de calagem e fertilização necessárias para a cultura do algodão foram obtidos através de interpretação de análise laboratorial realizada no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Grande Dourados. O plantio ocorreu de forma escalonada (11/10, 18/11, 22/11/2014 e 01/01/2015) a infestação ocorreu dia 11/01/2015 em todos os estágios ao mesmo tempo, foram utilizadas

cinco sementes comerciais de algodão por vaso, não foi realizado tratamento de semente, após cinco dias da emergência das plântulas foi realizado o desbaste deixando-se apenas duas plantas por vaso.

As irrigações atenderam as necessidades hídricas das plantas, tomando-se a precaução de irrigar na base da planta, sem molhar a área foliar a fim de evitar o desenvolvimento de fitopatógenos. As plantas daninhas ocorrentes foram retiradas manualmente. Durante o desenvolvimento das plantas de algodão a ocorrência de lagartas e demais insetos inoportunos, foram eliminados através de controle físico, como esmagamento.

A infestação das plantas nos vasos por adultos de mosca-branca, oriundos da criação, ocorreu dentro da casa de vegetação. A liberação dos adultos foi realizada a partir dos vasos das plantas hospedeiras colocados lado a lado a cada 50 cm de distância.

Os estágios fenológicos da planta para início da infestação pelo inseto basearam-se na escala de Marur e Ruano (2001), sendo: a) vegetativo (V_4): do final de V_3 até que a nervura central da quinta folha alcance 2,5 cm; b) floração (F_1): primeiro botão floral do 1º ramo se transforma em flor; c) frutificação (F_5): quando começa cair as flores e surge a primeira maçã no primeiro ramo e d) maturação (C_1) a primeira maçã do primeiro ramo se transforma em capulho. Para cada cultivar houve uma testemunha (sem infestação). Foi realizado controle químico com Tiger 100EC[®] na dose de 1,7ml/L, pulverizando toda a planta, para mantê-la livre de mosca-branca antes da infestação artificial. As avaliações ocorreram semanalmente durante o desenvolvimento da cultura até a abertura de todos os capulhos.

Aos 45 e aos 60 dias após a emergência das plantas foi realizada a adubação nitrogenada com 1g de ureia por vaso. Para suprir as necessidades de micronutrientes, a cada quinze dias foram aplicados 0,6ml de Phyto Agro[®] dissolvidos em 100ml de água por vaso.

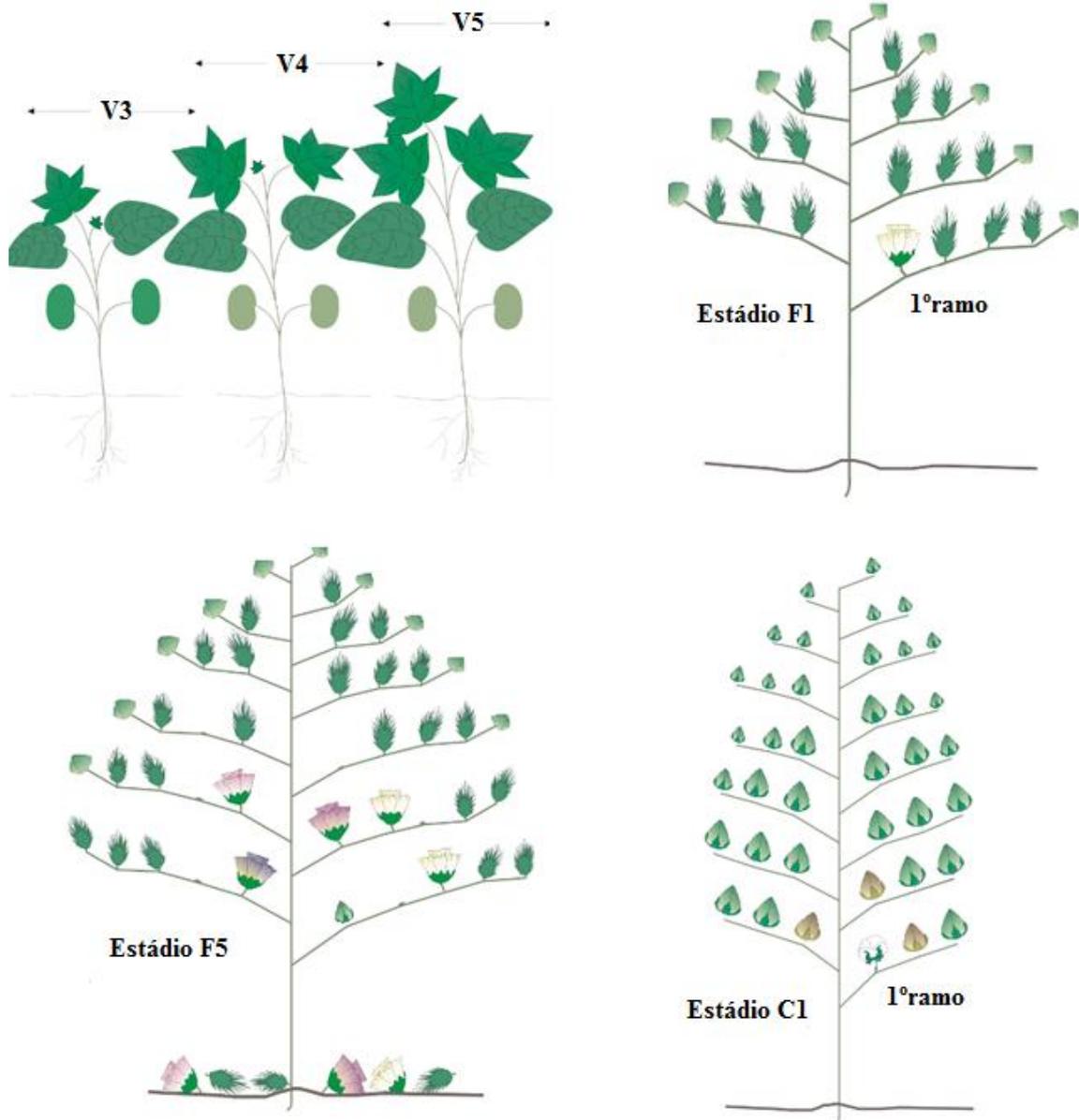


Figura 1 – Esquema com os estágios fenológicos em que as plantas foram infestadas, Vegetativo – V₄: do final de V₃ até que a nervura central da quinta folha alcance 2,5 cm; Floração – F₁: primeiro botão floral do 1º ramo se transforma em flor; Floração – F₅: quando começa cair as flores e surge a primeira maçã no primeiro ramo e Maturação – C₁: a primeira maçã do primeiro ramo se transforma em capulho, de acordo com a escala de Marur e Ruano (2001).

As avaliações consistiam na contagem do número de ninfas de segundo a quarto instar, de todas as folhas da planta com o auxílio de uma lupa manual com aumento de 5 vezes, para obtenção do número total de ninfas por tratamento (estádio infestado).

Para determinar a produção, foi realizadas a contagem do numero de capulhos por planta e a pesagem dos mesmos em balança de precisão.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 4:5, quatro estágios fenológicos (vegetativo, floração, frutificação e maturação), cinco cultivares (FM 940GLT[®], FM 982GL[®], FM 975WS[®], DP 555BGRR[®] e DP 1228BGIIRF[®]), com cinco repetições.

Análise estatística

Um modelo linear generalizado com distribuição do tipo binomial negativo foi utilizado para a análise dos dados de infestação como variável dependente, e cultivares, estágios fenológicos e épocas de avaliação como fatores de efeitos fixos. Todavia a dinâmica populacional quando foi considerada apenas a infestação na fase vegetativa e avaliada durante todo o ciclo evolutivo do algodão foi estudada com o ajuste do modelo QuasePoisson. A verificação da qualidade dos ajustes dos modelos binomial negativo e QuasePoisson foi feita com uso de gráfico meio-normal de probabilidades com envelope de simulação (Demétrio, et al., 2014). Quando houve diferença significativa na análise de deviance, as médias foram comparadas pela sobreposição dos intervalos de confiança IC 95%, desdobrando-se as comparações mediante as interações entres os fatores, os dados previstos e respectivos intervalos de confiança foram obtidos mediante PROC GENMOD (SAS Institute, 2010).

RESULTADOS

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram que a interação Cultivar *versus* Avaliações *versus* Estágios Fenológicos ($E \times V \times A$) não foi significativa ($F_{12;276}=0,4398$ $p=0,9480$), assim como a interação Cultivar *versus* Avaliação ($F_{4;276}=1,2054$ $p=0,3061$). Por outro lado, ao analisar os padrões de infestação de mosca-branca ao longo do tempo em cada estágio fenológico do algodoeiro, observa-se que cada estágio exibe um padrão peculiar de infestação de *B. tabaci* ao longo das quatro primeiras avaliações, de fato a interação que envolve Estágio \times Avaliação foi significativa ($F_{3;276}=9,79$; $p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de deviance utilizando modelo binomial negativo considerando os efeitos dos fatores estágio, cultivar e avaliação na infestação de *B. tabaci*

Fonte de variação	F	Pr (>F)
Bloco	5,1536	0,0003776***
Estágio (E)	93,6444	<2,2e-16***
Cultivar (V)	2,3700	0,0501635
Avaliação (A)	6,6012	0,0101910*
<i>E x V</i>	1,9629	0,0233728*
<i>E x A</i>	9,7915	1,868e-06***
<i>V x A</i>	1,2054	0,3061025
<i>E x V x A</i>	0,4398	0,9480647

Comparando a infestação entre os estágios dentro de cada momento de avaliação, constatou-se que no 7º dia após a infestação, o maior número de ninfas ocorreu na fase de frutificação (formação das maçãs), o estágio com menor infestação foi durante a floração, sendo que a infestação observada no estágio de maturação da fibra não diferiu da infestação registrada no estágio vegetativo, enquanto que a infestação relatada no estágio vegetativo não diferiu da floração. Na avaliação do 14º dia, o comportamento de infestação foi semelhante a avaliação do 7º dia, sendo a fase de frutificação com maior infestação e floração com menor infestação. Ao 21º dia da avaliação, ocorreu uma diminuição no número de ninfas de mosca-branca, mantendo-se o estágio de floração com a menor infestação em relação aos estágios maturação e frutificação. No 28º dia não houve diferença entre os estágios (Figura 2).

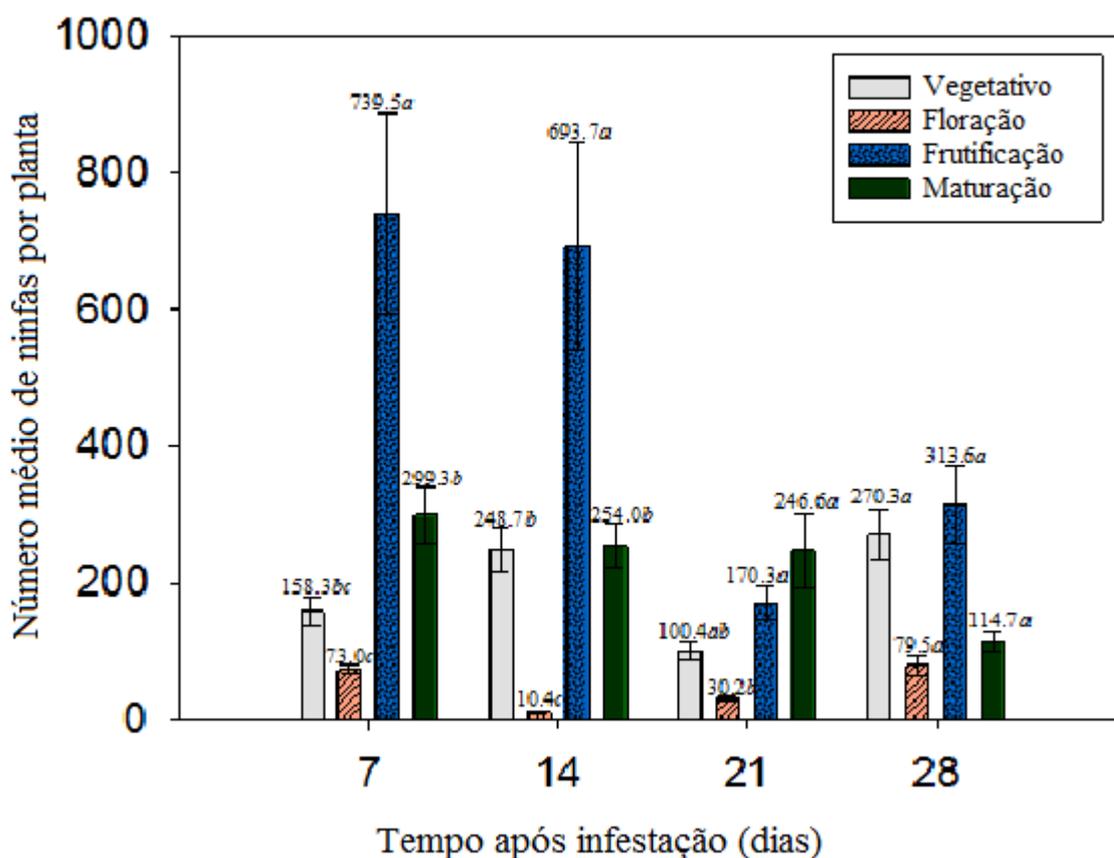


Figura 2 – Infestação (média±EP) de ninfas de *B. tabaci* em diferentes estágios fenológicos de plantas de algodão ao longo de 4 momentos de avaliação. Médias seguidas pelas mesmas letras (dentro do mesmo momento de avaliação) não diferem entre si pela sobreposição dos intervalos de confiança (IC 95 %). IC estimados pelo modelo linear generalizado binomial negativo.

Nas plantas que foram infestadas no estágio vegetativo, a população de ninfas apresentou leves oscilações ao longo dos 28 dias que durou o ensaio, com pico populacional ao 14º dia, com declínio ao 21º dia, seguido de um aumento aos 28 dias. No estágio de frutificação, o pico populacional ocorreu aos 7 e 14 dias, portanto sendo este o estágio com maior susceptibilidade para infestação, ocorrendo uma redução acentuada no 21º dia e aumento ao 28º dia. No estágio de floração, observa-se baixa infestação durante todas as avaliações, sendo este o estágio de menor atratividade para infestação de mosca-branca; enquanto que no estágio de maturação da fibra (capulho) houve oscilações leves durante todas as avaliações, com alterações de picos populacionais de baixa magnitude (Figura 2 e 3).

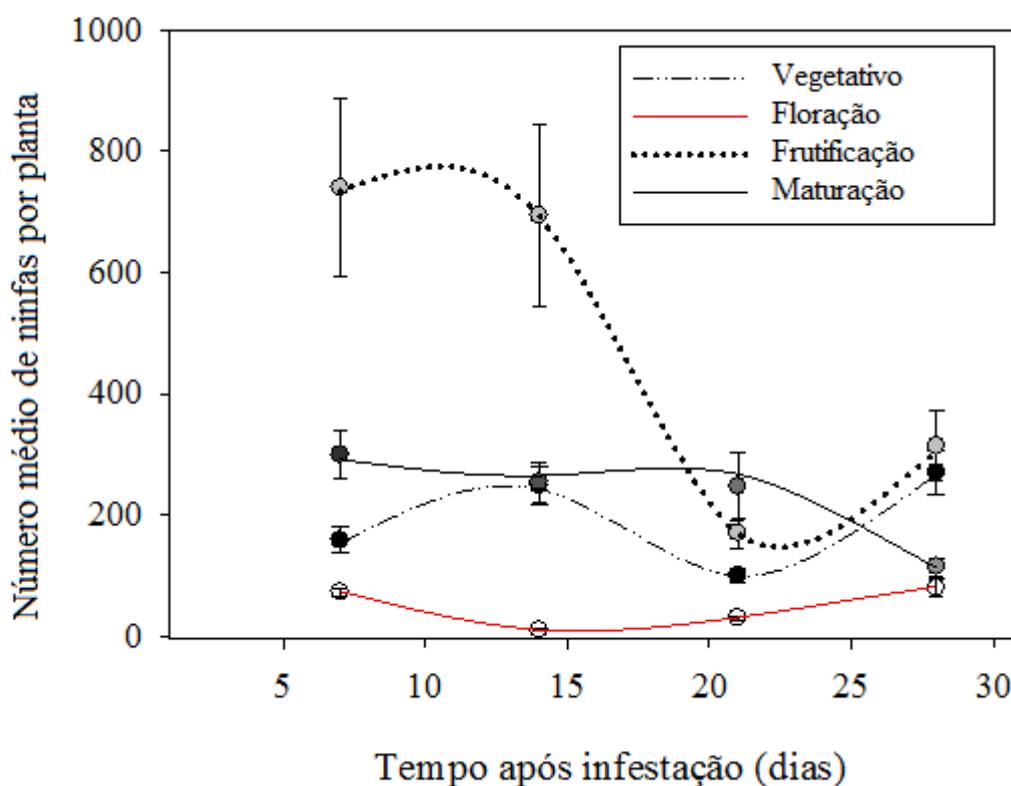


Figura 3 – Padrão temporal de infestação (média±EP) de ninfas de *B. tabaci* em diferentes estágios fenológicos do algodoeiro estimado pelo modelo linear generalizado binomial negativo.

No desdobramento realizado da interação cultivares *versus* estágios fenológicos, a infestação de ninfas de mosca-branca não diferiu entre os estágios vegetativo, frutificação e maturação da fibra para os cinco tratamentos, apenas no estágio de floração houve diferença, sendo este menos infestado que os demais.

Não houve diferença significativa quanto à infestação entre as cultivares FM 982GL[®], FM 975WS[®], DP 555BGRR[®], DP 1228BGIIRF[®] para as infestações no vegetativo, frutificação e maturação. A floração foi a menos afetada nestas quatro cultivares se comparado com os demais estágios, destacando-se a cultivar FM 940GLT[®] com maior infestação nesse estágio fenológico (tabela 2).

Tabela 2 – Infestação de ninfas por planta (média±EP) de *B. tabaci* em cultivares de algodão em diferentes estágios fenológicos do algodoeiro.

Cultivar	Estágio			
	<i>Vegetativo</i>	<i>Floração</i>	<i>Frutificação</i>	<i>Maturação</i>
FM 982GL [®]	109,00 ± 18,04 Aa	42,80 ± 9,07 Bb	291,90 ± 48,44 Aa	245,25 ± 62,71 Aa
FM 975WS [®]	180,35 ± 34,92 Aa	31,85 ± 8,99 Bb	479,20 ± 111,06 Aa	278,30 ± 51,01 Aa
DP 555BGRR [®]	190,50 ± 31,15 Aa	48,33 ± 9,01 Bb	621,45 ± 153,10 Aa	177,60 ± 30,04 Aa
DP 1228BGIIRF [®]	240,70 ± 34,01 Aa	47,10 ± 10,11 Bb	585,95 ± 181,60 Aa	184,30 ± 32,82 Aa
FM 940GLT [®]	251,75 ± 42,08 Aa	77,25 ± 18,22 Ab	418,15 ± 117,99 Aa	258,05 ± 42,83 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) não diferem entre si pela sobreposição dos intervalos de confiança (IC 95%). IC estimados pelo modelo linear generalizado binomial negativo.

Na figura 4, a dinâmica populacional de ninfas de *B. tabaci* ao longo do desenvolvimento da cultura do algodoeiro quando infestada em vegetativo, evidenciou que os níveis de infestação oscilaram durante o período avaliado, com picos de alta e baixa infestação, com quatro picos populacionais bem definidos, destacando-se os períodos vegetativo e de floração plena como os de maiores infestações de ninfas por planta, entre eles um decréscimo da infestação coincidindo com o período de pré- floração, durante a formação dos botões florais, uma diminuição acentuada dos indivíduos é observada no início da formação das maçãs, passando esse período houve posteriormente um leve crescimento populacional, com o próximo pico aos 110dias seguido de declínio.

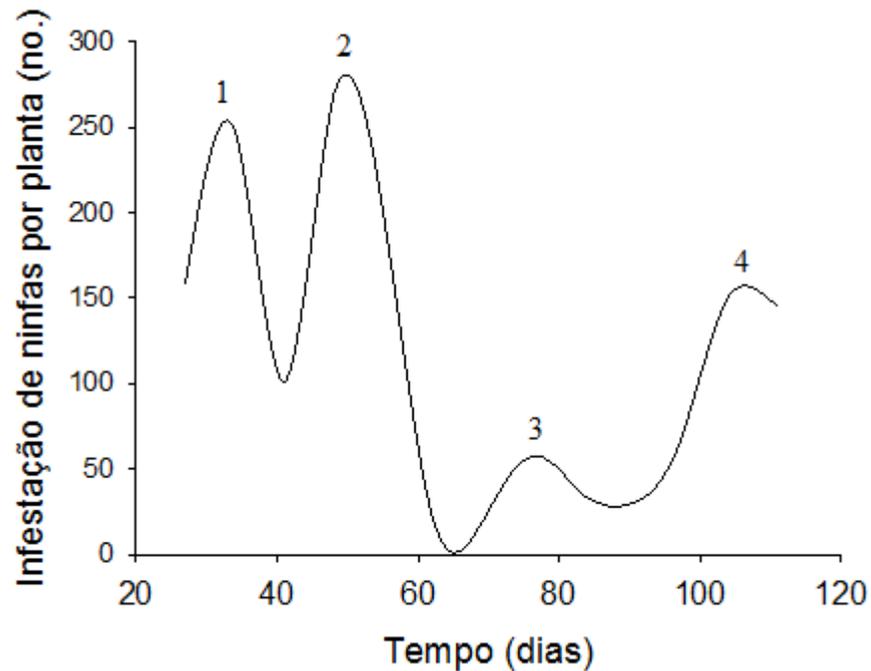


Figura 4 – Dinâmica temporal de infestação (média±EP) de ninfas de *B. tabaci* ao longo do crescimento do algodoeiro estimada pelo modelo linear generalizado QuasePoisson (1,2,3 e 4 referente aos picos populacionais).

Analisando a infestação média de ninfas de *B. tabaci* durante a fase vegetativa, houve diferença infestação de ninfas de mosca-branca entre as cultivares. Na cultivar convencional FM 982GL[®] foi encontrada menor média de infestação, sendo a menos preferida pelos insetos em relação às demais cultivares transgênicas. DP 1228BGIIRF[®] e FM 940GLT[®] foram as mais infestadas por *B. tabaci*, seguida pela DP 555BGRR[®] e FM 982GL[®] (Figura 5).

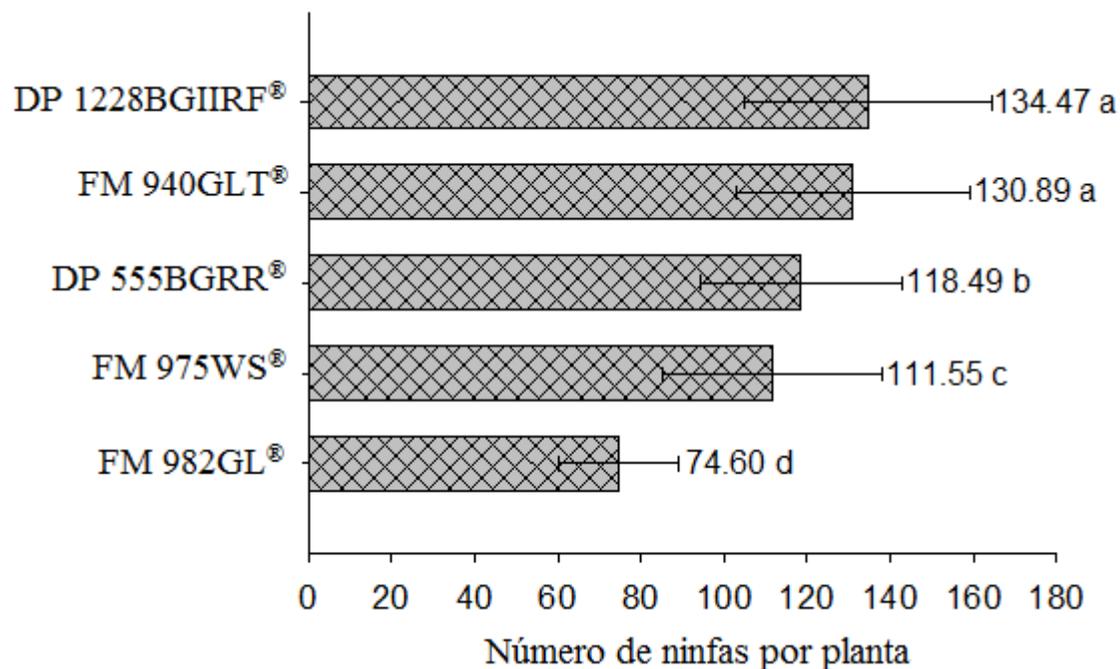


Figura 5 – Número médio de capulhos por planta em função da infestação média (\pm EP) de ninfas de *B. tabaci* por planta em cinco cultivares de algodão em quatro estágios fenológicos.

O maior número de capulhos por planta ocorreu quando as plantas foram infestadas em estágio fenológico frutificação e maturação (8,56 e 10,44) e o menor número de capulhos quando as plantas foram infestadas em vegetativo e floração (4,16 e 3,96) (Tabela 3).

Tabela 3 – Número médio de capulhos por planta das cinco cultivares nos diferentes estágios fenológicos do algodoeiro.

Estágio	Vegetativo	Floração	Frutificação	Maturação
Médias (\pmEP)	4,16 \pm 0,38 A	3,96 \pm 0,27 A	8,56 \pm 0,26 B	10,44 \pm 0,64B

Tabela 4 – Peso médio de capulhos (g) por planta das cinco cultivares de algodão em quatro momentos em que ocorreu o início da infestação por *B. tabaci*.

Estágios	Cultivares				
	FM 982GL [®]	FM 975GL [®]	DP 555BGRR [®]	DP 1228BGIIRF [®]	FM 940GLT [®]
Vegetativo	9,35 \pm 3,08Ba	13,22 \pm 2,95Ba	11,30 \pm 2,84Ba	11,08 \pm 2,05Ba	13,3 \pm 0,73Ba
Floração	8,77 \pm 2,54Ba	14,74 \pm 2,24Ba	13,78 \pm 2,26Ba	11,89 \pm 1,75Ba	13,65 \pm 1,79Ba
Frutificação	33,96 \pm 1,40Aa	28,92 \pm 1,93Aa	29,36 \pm 0,69Aa	26,47 \pm 2,4Aa	18,32 \pm 1,83ABb
Maturação	34,35 \pm 3,56Aa	31,9 \pm 3,18Aa	30,91 \pm 1,24Aa	27,96 \pm 4,18Aa	28,19 \pm 2,61Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (dentro das colunas) e minúsculas (dentro das linhas) não diferem entre si pela sobreposição dos intervalos de confiança (IC 95%). IC estimados pelo modelo linear generalizado binomial negativo.

Dentre os estágios fenológicos das plantas onde ocorreu o início das infestações pela mosca-branca, os maiores pesos de capulhos por planta ocorreram quando a infestação foi na frutificação e maturação nas cultivares FM 982GL[®], FM 975GL[®], DP 555BGRR[®] e DP 1228BGIIRF[®]. Na cultivar FM 940GLT[®] os maiores pesos ocorreram em maturação e frutificação, não diferenciando estatisticamente os estágios frutificação de floração e vegetativo. Nos estágios vegetativo, floração e maturação, não houve diferença significativa entre as cultivares estudadas para peso de capulhos por planta. Quando a infestação ocorreu na frutificação, a cultivar FM 940GLT[®] foi a que apresentou o menor peso de capulhos entre as cinco cultivares (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Quando as cultivares foram submetidas a infestação de mosca-branca nos diferentes estágios fenológicos, avaliações realizadas após 7 e 14 dias da infestação, mostraram que a maior população de ninfas ocorreu no estágio de frutificação, e o período de floração com menor número de ninfas. Este fato pode estar relacionado a disputa de fotoassimilados para emissão de botões florais em detrimento de novas folhas. Semelhante ao encontrado por Chakravarthy et al., (1985) que ao avaliar os efeitos da fenologia da planta na infestação de insetos em cultivares de algodão evidenciaram correlação positiva com o número de folhas por planta, obtendo os maiores picos populacionais no estágio de frutificação nas quatro cultivares avaliadas.

Os níveis de infestação populacional de *B. tabaci* quando infestada no vegetativo e avaliada ao longo do desenvolvimento da cultura do algodoeiro, oscilaram durante o ciclo da cultura com picos de alta e baixa infestação, sendo quatro picos populacionais bem definidos. Além disso, nos períodos vegetativo e plena floração houve as maiores infestações, entre eles ocorreu um decréscimo coincidindo com o período de formação dos botões-florais. Outra redução acentuada dos indivíduos ocorreu no período de frutificação quando são formadas as maçãs do algodoeiro, retornando a ocorrer crescimento populacional seguido de declínio no final das avaliações devido a maturação da planta. Atta et al., (2015 a) em trabalho realizado no Paquistão e Shera et al. (2013) na Índia, avaliando a dinâmica populacional ao longo do desenvolvimento do algodoeiro, também obtiveram um padrão de variação populacional ao longo do tempo muito semelhante ao encontrado no presente estudo, com várias oscilações de

picos de baixa e alta infestação durante toda a cultura, sendo muitos desses picos coincidindo com os observados nesta pesquisa.

Swati e Khrishna (2017) avaliaram a influência das condições ambientais na infestação de mosca-branca em algodão na Índia ao longo do seu desenvolvimento. Foi inferido a partir desse estudo que o aumento na temperatura máxima e mínima teve efeito adverso sobre o acúmulo populacional de mosca-branca e, por outro lado, qualquer aumento na umidade relativa favoreceu o aumento da população, os picos máximos foram 45,26 e 62,93 ninfas por folha durante a 9ª e 15ª semana de avaliação (coincidindo com o início da floração e abertura dos primeiros capulhos), entre esses dois picos populacionais, na 13ª semana (formação das maçãs) teve um declínio na infestação.

Na análise comparativa entre as cultivares constatou-se menor média de infestação na cultivar FM 982GL[®], sendo a menos preferida pelos insetos em relação as demais cultivares. DP 1228BGIIRF[®] e FM 940GLT[®] foram as mais suscetíveis à infestação de *B. tabaci*, seguidas pelas cultivares DP 555BGRR[®] e FM 975GL[®], quando avaliadas no estágio vegetativo. Atta et al., (2015 a; b) avaliando cultivares de algodão-Bt e convencional na dinâmica populacional de *B. tabaci*, as maiores infestações foram em cultivares Bt, enquanto que as menores foram registradas em cultivares convencionais, assim como Akram et al. (2003) que os genótipos Bt foram mais suscetíveis para *B. tabaci* do que os genótipos convencionais, isso corrobora com o fato da cultivar FM982GL[®] ser a menos infestada que as demais, pois essa, dentre as cultivares estudadas era a única que não possui a tecnologia Bt.

Ao analisarmos o peso dos capulhos por planta nas cultivares quando infestadas nos estágios vegetativo, floração, frutificação e maturação (tabela 4), os estágios iniciais foram os menos produtivos, possivelmente relacionado ao maior período de infestação, isso se deve a dificuldade da planta em acumular nutrientes devido a sucção da seiva com a injeção de toxinas durante a alimentação pelos adultos e ninfas, assim como a ocorrência da fumagina nas folhas reduzem a área fotossinteticamente ativa, provocando queda precoce, comprometendo a produtividade da cultura (Alencar et al., 2002; Rodrigues e Vivan, 2007).

A cultivar FM 940GLT[®] teve o menor peso de capulhos por plantas quando infestada no estágio de frutificação quando comparada as demais cultivares, e nessa mesma fase essa cultivar apresentou maior infestação de mosca-branca, isso nos mostra a interferência do nível de infestação na produção do algodoeiro e que as cultivares tem diferentes níveis e tolerâncias à infestação.

CONCLUSÃO

As tendências populacionais de *B. tabaci* em algodoeiro, mesmo em condições climáticas diferentes e as técnicas de amostragem tenham diferido nos trabalhos encontrados, a infestação segue o mesmo padrão, coincidindo seus picos populacionais em vegetativo, pleno floração e início da maturação;

Quando infestadas em diferentes estágios fenológicos, a maior incidência de mosca-branca foi na frutificação e o de menor incidência, floração;

Infestações nas fases vegetativas e de floração influem na produção do algodoeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado, processo: 140998/2015-2.

REFERÊNCIAS

Akram M, Hafeez F, Farooq M, Arshad M, Hussain M, Ahmed S, Zia K, Khan HAA (2013) A case to study population dynamics of *Bemisia tabaci* and *Thrips tabaci* on Bt and non-Bt cotton genotypes. Pak J Agri Sci 50:617-623.

Alencar SB, Vieira FV, Santos JHR, Silva FP, Sobrinho RB (2002) Nível de dano da mosca-branca no algodoeiro herbáceo. Rev Agron 33:33-38

Ampasul a– Programa Fitossanitário de Mato Grosso do Sul. ANO III / Nº 77. Relatório semanal de 24 de fevereiro a 10 de março de 2014a. [Http://www.ampasul.com.br/arquivos/site_rel_946117225.pdf](http://www.ampasul.com.br/arquivos/site_rel_946117225.pdf). Acesso em 24 de março de 2014

Ampasul b– Programa Fitossanitário de Mato Grosso do Sul. ANO III / Nº 78. Relatório semanal de 10 de março a 17 de março de 2014b. [Http://www.ampasul.com.br/arquivos/site_rel_295210918.pdf](http://www.ampasul.com.br/arquivos/site_rel_295210918.pdf). Acesso em 24 de março de 2014

Ampasul c– Programa Fitossanitário de Mato Grosso do Sul. ANO III / Nº 79. Relatório semanal de 17 de março a 25 de março de 2014c. Acesso em 24 de março de 2014

Asiimwe P, Naranjo SE, Ellsworth PC (2013) Relative Influence of plant quality and natural enemies on the seasonal dynamics of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in cotton. J Econ Entomol 106: 1260-1273. Doi: 10.1603 / ec12182

Atta B, Adil M, Raza MF, Saleem MJ (2015) Performance assessment of cotton cultivars against population dynamics of *Bemisia tabaci* and *Thrips tabaci*. Bulgatian J Agric Sci 21: 1257-1261

Atta B, Mustafa F, Adil M, Raza MF, Farooq MA (2015) Impact of different transgenic and conventional cotton cultivars on population dynamics of whitefly, *Bemisia tabaci*. Adv Zool Bot 3: 175-178. Doi: 10.13189 / azb.2015.030402

Blua MJ, Yoshida HA, Toscano NC (1995) Oviposition preference of two *Bemisia* species (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ Entomol* 24: 88-93

Campos ZR, Boiça Jr AL, Lourenção AL, Campos AR (2005) Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoeira. *Neotrop Entomol* 34: 823-827

Chakravarthy AK, Sidhu AS, Singh J (1995) Effect of plant phenology and related factors on insect pest infestations in *Arboreum* and *Hirsutum* cotton varieties. *Insect Sci. Appl.* 6: 521-532

Chu CC, Natwick ET, Henneberry TJ, Nelson DR, Buckner JS, Freeman TP (2001) Silverleaf whitefly studies: effects of trichome density and leaf shape. Phoenix: USDA

Demétrio CGB, Hinde J, Moral RA (2014) Models for Overdispersed Data in Entomology. In: Ferreira C, Godoy W (eds) *Ecological Modelling Applied to Entomology*. *Entomol Focus*, 1
Doi: 10.1007 / 978-3-319-06877-0_9

Lourenção AL, Nagai H (1994) Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia*, 53: 53-59

Marur CJ, Ruano O (2001) A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. *Rev Bras Ol Fibras* 5: 313

Oliveira MRV, Henneberry TJ, Anderson P (2001) History, current status and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 709-723

Quintela ED, Barbosa FR, Mascarim GM, Marques MA (2013) Diminuta e letal. *Revista Cultivar*. 15: 174, (Ano: XV)

Rodrigues S, Vivian LM. A mosca branca (*Bemisia tabaci* Biótipo B) no Mato Grosso. 2007. (Circular técnica, 111)

Santos WJ (2011) Manejo das pragas do algodão com destaque para o algodão Brasileiro. Em: Freire EC *Algodão no cerrado do Brasil, 2011, 2ªed.* Mundial gráfica, Aparecida de Goiânia-GO, pp 1082 (Situação de Cidade/Estado)

SAS INSTITUTE. SAS user's manual, version 9.4. In: (Ed). SAS Institute. Cary: NC. 2010.

Shera PS, Kumar V, Neja A (2013) Seasonal abundance of sucking insect pests on transgenic Bt cotton vis-à-vis weather parameters in Punjab, India. *Acta Phytopathol Entomol Hung* 48 63-74 Doi: 10.1556 / aphyt.48.2013.1.6

Silva LD, Omoto C, Bleicher E, Dourado PM (2009) Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. *Neotrop Entomol* 38: 116-125

Suekane R, Degrande PE, Lima Junior IS, Queiroz MVBM, Rigoni ER (2013) Danos da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) e distribuição vertical das ninfas em cultivares de soja em casa de vegetação. *Arq Inst Biol* 80: 151-158

Swati M, Krishna R (2017) Seasonal abundance of whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) on Bt cotton in relation to meteorological parameters under Haryana condition. Int J Agr Sci 9: 3759-3762

Zhang X, Yang N, Wan F, Lovei GL (2014) Density and seasonal dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) Mediterranean on common crops and weeds around cotton fields in Northern China. J Integr Agric 13: 2211-2220

MANUSCRITO II

Não preferência para oviposição e nível de infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B em cultivares de algodoeiro

(De acordo com as normas do periódico “Bragantia”, com adaptações para as normas de “Redação de Tese” da Universidade Federal da Grande Dourados)

Não preferência para oviposição e nível de infestação de mosca-branca em cultivares de algodão

RESUMO: Informações sobre a resistência de cultivares de algodão ao ataque por *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), são de grande importância para a agricultura. Neste intuito, avaliou-se o nível de não preferência de oviposição e infestação de quatorze cultivares comerciais de algodão. O teste de não-preferência de oviposição foi realizado em casa de vegetação, utilizando-se quatorze cultivares, com cinco repetições em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC). As plantas foram infestadas no estágio fenológico V4, após sete dias foi contabilizado o número de ovos em uma área 5,72cm² de todas as folhas das plantas dos tratamentos. A avaliação de infestação de ninfas ocorreu no estágio fenológico C1, com lupa manual. A qualificação dos graus de resistência das cultivares quanto à preferência de oviposição identificou as cultivares TMG 41WS[®] e TMG 85[®] com alta resistência; TMG 11WS[®], TMG 81WS[®], TMG 42WS[®], IM 5675BGIIRF[®] e IMA 2106GL[®] com resistência moderada; IMA 8405GLT[®], FM 975WS[®], FM 940GLT[®] e IMACD 8276[®] suscetíveis; as cultivares DP 555BGRR[®], FM 982GLT[®] e DP 1228BGIIRF[®] com alta suscetibilidade. Quando avaliados os níveis de infestação de ninfas, as cultivares que apresentaram as menores infestações foram as TMG 11WS[®], IMA 5675BGIIRF[®] e IMA 2106GL[®]. Essas informações possibilitam ao produtor a escolha por cultivares que tenham uma baixa preferência de oviposição e infestação pela praga e assim melhor empregar as técnicas do manejo integrado de pragas. Para o pesquisador servem de subsídio para pesquisas das causas de resistência ou não preferência de oviposição.

PALAVRAS-CHAVE: mosca-branca, *Gossypium hirsutum*, resistência, antixenose.

INTRODUÇÃO

Um complexo de pragas ocorrem sistematicamente no algodoeiro, podendo reduzir significativamente a produção, entre elas destaca-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Gen.) (Hemiptera: Aleyrodidae), pois reduzem o vigor das plantas jovens, diminuem a produção e a qualidade da fibra, além de depositar grande quantidade de “honeydew” que favorece o crescimento do fungo (*Capnodium* sp.) formando a fumagina, contaminando os capulhos e, por consequência, reduzem o valor comercial da fibra (Villas Bôas et al. 1997;

Vendramim et al. 2009; Hequet e Abidi, 2002; Shahid et al., 2015). Também é considerado agente transmissor de doenças (Nateshan et al., 1996; Akhtar et al., 2004; Mehboob-Ur-Rahman et al., 2017).

Uma medida eficaz para o controle é o uso de cultivares resistentes. Estudos de cultivares resistentes a *B. tabaci* biótipo B têm sido realizados em diferentes culturas e níveis de resistência, como por exemplo, em algodão (Prado et al., 2016; Atta et al., 2015), soja (Vieira et al., 2016), feijão (Reang et al., 2017) e tomate (Mcdaniel et al., 2016; Rodríguez-Álvarez et al., 2017).

O uso de cultivar resistente é uma estratégia de controle de pragas que reduz as populações de insetos a níveis que não causam danos, não interfere com o ecossistema e não promove desequilíbrio ambiental (Jindal e Dhaliwal, 2011). Painter (1951) definiu três mecanismos de resistência de plantas à insetos: antibiose, antixenose e tolerância. Vários estudos foram realizados em cima dessa base de mecanismos de resistência de algodão à mosca-branca, (Campos et al., 2009; Jindal e Dhaliwal, 2011; Kodama e Degrande, 2012; Prado et al., 2016).

A não preferência usualmente é determinada permitindo-se que a praga escolha entre diferentes cultivares, a planta menos favorável para seu abrigo, alimentação e desenvolvimento. Informações desse tipo podem ser utilizadas pelos produtores na hora da escolha da cultivar, auxiliando nas medidas de manejo e controle da mosca-branca, além de ser subsidio para pesquisas das causas da resistência. Neste intuito, avaliou-se a preferência para oviposição e posterior colonização de *B. tabaci* biótipo B nas principais cultivares plantadas pelos cotonicultores brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Laboratório de Entomologia Aplicada, na Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul (latitude 22°13'16"S; longitude 54°17'01"W; altitude de 430m).

A criação e manutenção da população de *B. tabaci* foram realizadas em casa de vegetação, fechada com tela antiafídeos. A população inicial foi obtida em lavoura comercial de algodão, identificada através do PCR do DNA total para determinação do locus específico (De Barros et al., 2003). Foram utilizados como hospedeiros dentro da casa de vegetação:

couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) e berinjela (*Solanum melongena* L.) (Campos et al., 2005; Suekane et al., 2013).

No teste de não preferência de oviposição utilizou-se 14 cultivares de algodoeiro (TMG 11WS[®], IMA 5675BGIIRF[®], IMA 2106GL[®], DP 555BGRR[®], IMACD 8276[®], FM 975WS[®], IMA 8405GLT[®], FM 982GL[®], DP 1228BGIIRF[®], TMG 81WS[®], FM 940GLT[®], TMG 42WS[®], TMG 85[®] e TMG 41WS[®]), com 5 repetições por cultivar, com 2 plantas em cada repetição, uma para a contagem de ovos e outra contagem de ninfas.

As plantas de algodão foram cultivadas em vasos de plástico com volume de 9 litros, contendo 8 kg de solo oriundo de horizonte B de um Latossolo Vermelho distroférrico, cujo volume foi seco ao ar e, posteriormente, peneirado através de peneira com abertura de 2 mm. Os indicadores da caracterização química das amostras para a recomendação de calagem e fertilização necessárias para a cultura do algodão foram obtidos através de interpretação de análise laboratorial realizada no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Grande Dourados.

As irrigações atenderam as necessidades hídricas das plantas, tomando-se a precaução de irrigar na base da planta, sem molhar a área foliar a fim de evitar o desenvolvimento de fitopatógenos. As plantas daninhas ocorrentes foram retiradas manualmente. Durante o desenvolvimento das plantas de algodão a ocorrência de lagartas e demais insetos inoportunos, foram eliminados através de controle físico, como esmagamento.

As plantas ao atingirem o estágio de desenvolvimento V4 (quarta folha totalmente expandida de acordo com a escala de Marur e Ruano (2001), infestação artificial por adultos de mosca branca, oriundos da criação, ocorreu dentro da casa de criação de mosca-branca, sendo colocados lado a lado a cada 50cm de distância as plantas em estudo e as infestadas da criação, saturando com os aleirodídeos adultos. Após infestação por 24h, as plantas foram levadas para a casa de vegetação, sem a presença de adultos. Os adultos foram retirados das plantas através de fumigador com fumaça branca, técnica utilizada para repelir os adultos, e também agitando as plantas, essas foram transportadas em sacos de “voil” até a casa de vegetação.

Para a contabilização do número de ovos/cm² foi retirada uma planta de cada vaso, após 24h de infestação, e levadas pra contabilização dos ovos através de microscópio estereoscópica. Os discos foliares foram definidos através de um cortador foliar de área conhecida (5,72cm²) retirando-se um disco de cada folha de todas as folhas. A contagem de

ninfas foi realizada no estágio reprodutivo C1 (primeiro capulho aberto) (Marur e Ruano, 2001) contabilizando o número de ninfas dentro do disco foliar, sendo um disco para cada folha em todas as folhas da planta com auxílio de uma lupa manual com aumento de 6x.

Como a resistência é relativa, e não existe uma escala absoluta para medi-la, nesta pesquisa os níveis de resistência foram determinados pela comparação do número de ovos/cm² entre as cultivares. Tomando-se a classificação dos graus de resistência de cultivares de Lara (1979): Imunidade: a cultivar X não sofre nenhum dano causado pela praga sob qualquer condição; Alta resistência: sofre pouco dano em determinadas condições (média da cultivar X é bem menor que a média das cultivares em geral); Resistência moderada: sofre um dano menor que o dano médio causado nas cultivares em geral; Suscetibilidade: sofre dano semelhante ao dano médio sofrido pelas cultivares em geral e Alta suscetibilidade: dano bem maior do que a média das cultivares em geral. Com isso calculamos a Razão da Resistência da cultivar X: Média de todas as cultivares menos a cultivar X dividida pela cultivar X, quanto mais próximo de 0 (zero) mais susceptível, também utilizada em resistência à inseticidas (Horowitz e Ishaaya, 1994).

Análise estatística

A média de ovos de *B. tabaci* em cada cultivar foi comparada com a média das cultivares por meio dos intervalos de confiança. Os intervalos de confiança foram gerados com a técnica não paramétrica de *bootstrap*, com 10.000 pseudo-replicações sendo o número de ovos re-amostrados em cada tratamento com o pacote *boot* do programa R. Um modelo linear generalizado com distribuição do tipo quasepoisson foi utilizado para a análise dos dados de nível de infestação de ninfas como variável dependente, e cultivares como fator de efeito fixo. A verificação da qualidade de ajuste do modelo quasepoisson foi feita com uso de gráfico meio-normal de probabilidades com envelope de simulação (Demétrio et al., 2014). Quando houve diferença significativa na análise de deviance, as médias foram comparadas com desdobramentos da função *glht* do pacote *multcomp* do programa R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a classificação de resistência de cultivares proposta por Lara (1979) temos uma diferenciação entre as cultivares (Tabela 1). As cultivares TMG 41WS[®] e TMG 85[®] tiveram seus valores médios de ovos/cm²/planta muito abaixo da média de todas as cultivares, sendo assim classificadas com alta resistência (RR= 19,8 e 16,1, respectivamente). TMG

11WS[®], TMG 81WS[®], TMG 42WS[®], IM 5675BGIIRF[®] e IMA 2106GL[®] tiveram suas médias do número de ovos/cm²/planta abaixo da média das demais cultivares, apresentando resistência moderada (RR= 4,4 a 10,5). IMA 8405GLT[®], FM 975WS[®], FM 940GLT[®] e IMACD 8276[®] apresentaram médias dentro do intervalo de confiança da média geral das cultivares, sendo assim classificadas como suscetíveis a oviposição de mosca-branca (RR= 0,6 a 2,3). As demais cultivares (DP 555BGRR[®], FM 982GLT[®] e DP 1228BGIIRF[®]) são classificadas com alta suscetibilidade (RR= 0,2 a 0,5), pois estão acima da média e fora do intervalo de confiança.

Corrigindo para ovos.4cm⁻², as cultivares com alta resistência deste estudo tiveram infestações menores que as encontradas por Torres et al., (2007) quando compararam as médias obtidas no teste com chance de escolha. Estes autores observaram que as menores oviposições ocorreram nas cultivares BRS Aroeira, BRS Verde e BRS Ita 90-2, apresentando médias de 7,9, 10,9 e 29 ovos.4cm⁻², no trabalho em estudo as menores medias foram 1,96 e 2,41 ovos.4cm⁻² nas cultivares TMG 41WS[®] e TMG 85WS[®] respectivamente, e as cultivares mais preferidas (alta suscetibilidade), proporcionando 42 a 69,7 ovos.4cm⁻² e neste trabalho as mais preferidas foram a DP 555BGRR[®], FM 982GLT[®] e DP 1228BGIIRF[®] com 71,96, 103,67 e 145,07 ovos.4cm⁻² respectivamente. Campos (2003) também observou diferenças no número médio de ovos colocados pelo biótipo B de *B. tabaci*, nas cultivares de algodoeiro estudadas, registrando a variação de 5,7 ovos.2cm⁻², na cultivar FMT Saturno, a 124,2 ovos.2cm⁻², na cultivar Acala 4-42 GL, valores estes intermediários aos encontrados neste trabalho que variaram de 0,98 ovos.2cm⁻² na cultivar TMG 41WS[®] e 72,53 ovos.2cm⁻² na cultivar DP 1228BGIIRF[®].

Tabela 1- Número médio de ovos.cm⁻².planta de *B. tabaci* biótipo B em cultivares de algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L., usadas em teste de não preferência; médias de ovos.cm⁻² de todas as cultivares e seus intervalos de confiança, razão de resistência; média de ovos.cm⁻² e classificação de resistência. Dourados, MS, 2017.

Cultivares	Média da cultivar (IC 95%)	Média de todas as cultivares (IC 95%)	RR	Média de ovos.cm ⁻²	Classificação
TMG41WS	11,20 (5,40 – 17,40)	223,41 (159,15 – 295,41)	19,9473	0,48951	Alta Resistência
TMG85	13,80 (9,00 – 19,00)	223,21 (158,95 – 294,20)	16,1746	0,603147	Alta Resistência
TMG11WS	21,20 (11,20 – 32,80)	222,64 (158,04 – 298,24)	10,5019	0,926573	Resistência Moderada
TMG81WS	27,60 (18,40 – 36,80)	222,15 (157,93 – 293,41)	8,0489	1,206294	Resistência Moderada
TMG42WS	35,20 (12,20 – 67,00)	221,56 (157,23 – 292,06)	6,2943	1,538462	Resistência Moderada
IMA5675BIIRF	49,60 (13,20 – 115,60)	220,46 (156,00 – 291,70)	4,4448	2,167832	Resistência Moderada
IMA2106GL	50,60 (31,40 – 69,80)	220,38 (155,92 – 291,95)	4,3553	2,211538	Resistência Moderada
IMA8405GLT	91,40 (22,20 – 204,80)	217,24 (145,30 – 288,55)	2,3768	3,994755	Suscetível
FM975WS	183,40 (78,40 – 331,20)	210,16 (145,30 – 281,86)	1,1459	8,015734	Suscetível
FM940GLT	286,60 (180,40 – 464,60)	202,23 (138,07 – 273,38)	0,7056	12,52622	Suscetível
IMACD8276	310,60 (56,20 – 711,80)	200,38 (139,81 – 267,92)	0,6451	13,57517	Suscetível
DP555BGRR	411,60 (371,80 – 1298,00)	192,61 (129,55 – 263,16)	0,4680	17,98951	Alta Suscetibilidade
FM982GLT	593,00 (516,80 – 669,20)	178,66 (118,01 – 247,63)	0,3013	25,91783	Alta Suscetibilidade
DP1228BGIIRF	829,80 (371,80 – 1298,00)	160,44 (114,30 – 210,67)	0,1933	36,26748	Alta Suscetibilidade

RR= Razão de Resistência da cultivar X: Média de todas as cultivares menos a cultivar X/ Média da cultivar X.

As cultivares que apresentaram as menores infestações de ninfas de mosca-branca foram as TMG 11WS[®], IMA 5675BGIIRF[®] e IMA 2106GL[®] (47,6; 48,8 e 51,0 ninfas.5,72cm⁻², respectivamente) não diferindo das cultivares DP 555BGRR[®] (51,2 ninfas.5,72cm⁻²) e IMACD 8276[®](56,0 ninfas.5,72cm⁻²). As cultivares com maior número de ninfas foram FM 975WS[®], IMA 8405GLT[®], FM 982GL[®] (133,4; 124,0 e 109,2 ninfas.5,72cm⁻², respectivamente) similar a DP 1228BGIIRF[®], TMG 81WS[®], FM 940GLT[®], TMG 42WS[®] e TMG 85[®] (108,2; 95,0; 90,8; 88,0 e 70,0 ninfas.5,72cm⁻², respectivamente) a cultivar TMG41WS[®] mostrou-se intermediária as demais (Figura 1).

Dentre as cultivares estudadas por Li et al. (2016), foram separados dois grupos distintos, um denominado resistente e outro suscetível a mosca-branca para estudo de transcriptoma. A cultivar considerada resistente manteve uma infestação de ninfas entre os anos de 2013 a 2015, de 60 a 20 ninfas.cm².folha, já a cultivar susceptível na mesma época apresentou infestação de 190 a 135 ninfas.cm².folha. Valores esses superiores ao encontrado neste trabalho, em que a cultivar de alta resistência TMG11WS® com 8,32 ninfas.cm² e a cultivar altamente suscetível FM975WS® com 23,32 ninfas.cm².

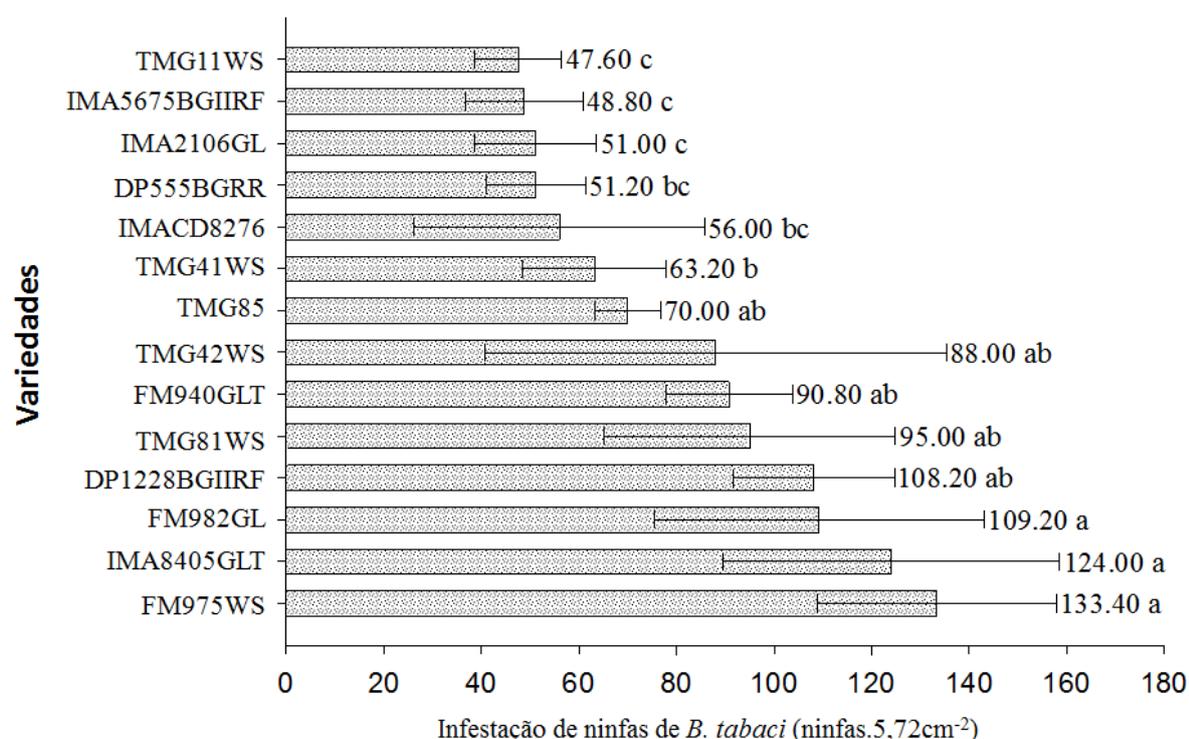


Figura 1 – Infestação de ninfas de *B. tabaci* em cultivares de algodão, *Gossypium hirsutum* L., usadas em teste de não preferência, médias de ninfas/disco foliar (5,72cm²) e desvio padrão, em casa de vegetação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$). Dourados-MS, 2017.

Ao compararmos as preferências de oviposição juntamente com número de ninfas em C4, muitas das cultivares que apresentaram um elevado número de ovos, não seguiram o mesmo padrão pra número de ninfas, similar foi encontrado por Torres et al. (2007) avaliando cultivares de algodoeiro, observou que a cultivar BRS Ipê, apesar de ter sido uma das mais preferidas no teste com chance de escolha, foi a única que proporcionou redução na sobrevivência durante o período de ovo a adulto, sugerindo a ocorrência de alguma mudança

fisiológica ou a presença de algum outro fator, que possa estar envolvido com os mecanismos de resistência ao biótipo B de *B. tabaci*.

Houve uma diferença entre o número de ovos e ninfas nas cultivar, essa diferença pode estar relacionada a distribuição dos ovos e das ninfas de primeiro instar dentro da planta ser agregada, entretanto a dispersão das ninfas não segue o mesmo padrão, sendo menos agregadas que os ovos, provavelmente porque a mobilidade e a alta mortalidade do primeiro instar reduzem o efeito gregário (Horowitz, 1986). Outros motivos foram relatados por Torres et al. (2007) que evidenciam que *B. tabaci* biótipo B é incapaz de escolher um hospedeiro que possa garantir bom desenvolvimento à sua prole, uma vez que as fêmeas efetuaram posturas em cultivares inadequadas à sobrevivência de suas ninfas. Costa et al. (1991), sugeriram que antes da postura, as fêmeas de *B. tabaci* não são capazes de avaliar a qualidade do hospedeiro em que se desenvolverá a sua progênie. Contudo, esse fator de resistência pode não se manifestar por ocasião das posturas e, por isso, não ser detectado pelas fêmeas. Pode ser, também, que a planta reaja à presença das ninfas e manifeste tal fator de resistência posteriormente à oviposição.

A Classificação dos Graus de Resistência é importante tanto para o produtor que tem a possibilidade de escolher uma cultivar que tenha uma baixa preferência de oviposição e infestação de mosca-branca, auxiliar nas técnicas do manejo integrado de pragas, bem como servir de subsidio para pesquisas das causas de resistência ou não preferência de oviposição.

CONCLUSÃO

As cultivares TMG41WS® e TMG85® foram classificadas como altamente resistentes, sendo menos preferidas para a oviposição de mosca-branca, e as cultivares que apresentaram as menores infestações de ninfas de mosca-branca foram as TMG11WS®, IMA5675BGIIRF® e IMA2106GL®.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado, processo: 140998/2015-2.

REFERÊNCIAS

Akhtar, K. P., Hussain, M., Khan, A. I., Haq, M. A. e Iqbal, M. M. (2004). Influence of plant age, whitefly population and cultivar resistance on infection of cotton plants by cotton leaf

curl virus (CLCuV) in Pakistan. *Field Crops Research*, 15-21. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00166-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00166-7).

Atta, B., Adil, M., Raza, M. F. e Saleem, M. J. (2015). Performance assessment of cotton cultivars against population dynamics of *Bemisia tabaci* and *Thrips tabaci*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21, 1257-1261.

Campos, O. R. (2003). Resistência de genótipos de algodoeiro a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Tese de doutorado, UNESP, Botucatu, 69p.

Campos, Z. R., Boiça-Jr, A. L., Lourenção, A. L. e Campos, A. R. (2005). Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoeira. *Neotropical Entomology*, 34, 823-827.

Campos, Z. R., Boiça-Jr, A. L., Lourenção, A. L. e Campos, A. R. (2009). Parâmetros biológicos de *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de algodoeiro. *Bragantia*, 68, 1003-1007.

Costa, H. S. e Brown, J. K. (1991). Variation in biological characteristics and in esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci* Genn. and the association of one population with silverleaf symptom induction. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 61, 211-219.

Demétrio, C. G. B., Hinde, J. e Moral, R. A. (2014). Models for Overdispersed Data in Entomology. In: Ferreira C, Godoy W (eds) *Ecological Modelling Applied to Entomology*. *Entomol Focus*, 1 Doi: 10.1007 / 978-3-319-06877-0_9

Hequet, E. e Abidi, N. (2002). Processing sticky cotton: implication of trehalulose in residue build-up. *Journal Cotton Science* 6, 77-90.

Horowitz, A. R. e Ishaaya, I. (1994). Managing Resistance to Insect Growth Regulators in the Sweetpotato Whitefly (Homoptera:Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 87, 856-871.

Horowitz, A. R. e Ishaaya, I. (1986). Chemical control of *Bemisia*; Managenament and application, 537-556. Em Gerling, D. e Mayer, R. (1995). *Bemisia: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Andover: Intercept , 702p.

Jindal, V. e Dhaliwal, G. S. (2011). Mechanisms of resistance in cotton to whitefly (*Bemisia tabaci*): antixenosis. *Phytoparasitica*, 39, 129-136. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0114-x>.

Kodama, E. e Degrande, P. E. (2012). Não preferência para oviposição e viabilidade de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em algodão-bt e em sua isolinha não-transgênica. *Interciencia*, 37, 277-380.

Lara, F. M. (1991). *Princípios da resistência de plantas a insetos*. São Paulo: Ícone.

Li, J., Zhu, L., Hull, J., Liang, S., Daniell, H., Jin, S. e Zhang, X. (2016). Transcriptome analysis reveals a comprehensive insect resistance response mechanism in cotton to

infestation by the phloem feeding insect *Bemisia tabaci* (Whitefly). *Plant Biotechnology Journal*, 14, 1956-1975. <https://doi.org/10.1111/pbi.12554>.

Lourenção, A. L. e Nagai, H. (1994). Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia*, 53, 53-59.

Marur, C. J. e Ruano, O. (2001). A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. *Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas*, 5, p.313.

Mcdaniel, T., Tosh, C. R., Gatehouse, A. M. R., George, D., Robson, M. e Brogan, B. (2016). Novel resistance mechanisms of a wild tomato against the glasshouse whitefly. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 36, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0351-4>.

Mehboob-Ur-Rahman, Khan, A. Q., Rahmat, Z., Iqbal, M. A. e Zafar, Y. (2017). Genetics and genomics of cotton leaf curl disease, its viral causal agents and whitefly vector: A way forward to sustain cotton fiber security. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01157>

Miranda, J. E. (2010). Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. *Circular Técnica 131*, 30p. Campina Grande: Embrapa.

Nateshan, H. M., Muniyappa, V., Swanson, M. M. e Harrison, B. D. (1996). Host range, vector relations and serological relationships of cotton leaf curl virus from southern India. *Annals Applied Biology*, 128, 233-244.

Painter, R. H. (1968). Insect resistance in crop plants. Em: Lara, F. M. (1978). *Princípios da resistência de plantas a insetos*. Piracicaba: Livroceres, 207p.

Prado, J. C., Peñafior, M. F. G. V., Cia, E., Vieira, S. S., Silva, K. I., Carlini-Garcia, L. A. e Lourenção, A. L. (2016). Resistance of cotton genotypes with different leaf colour and trichome density to *Bemisia tabaci* biotype B. *Journal of Applied Entomology*, 140, 405-413. <https://doi.org/10.1111/jen.12274>.

Reang, D., Singha, P., Thapa, A., Rai, B., Sarkar, N. e Nath, P. S. (2017). Evaluation of Mungbean (*Vigna radiata* L.) Cultivars for Resistance to Yellow Mosaic Virus. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 88-98.

Rodríguez-Álvarez, C. I., Muñoz, M. e Nombela, G. (2017). Effect of plant development (age and size) on the Mi-1-mediated resistance of tomato to whitefly *Bemisia tabaci*. *Bulletin of Entomological Research*, 1-9. <https://doi.org/10.1017/S0007485317000281> D

Santos, W. J. (1999). Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. Em: Cia, E., Freire, E. C. e Santos, W. J. *Cultura do algodoeiro*. Piracicaba: Potafós.

Shahid, M. R., Farooq, J., Mahmood, A., Iqbal, M. S., Mahmood, K. e Abbas, H. G. (2015). Economic yield, fiber trait and sucking insect pest incidence on advanced genotypes of cotton in Pakistan. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 1, 51-56. [Http://dx.doi.org/10.1515/cerce-2015-0016](http://dx.doi.org/10.1515/cerce-2015-0016).

Suekane, R., Degrande, P. E., de Lima Junior, I. S., de Queiroz, M. V. B. M. e Rigoni, E. R. (2013). Danos da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) e distribuição vertical das ninfas em cultivares de soja em casa de vegetação. *Arquivos do Instituto Biológico*, 80, 151-158.

Torres, L. C., Souza, B., Amaral, B. B. e Tanque, R. L. (2007). Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. *Neotropical Entomology*, 36, 445-453.

Valle, G. E. E Lourenção, A. L. (2002). Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B 158 (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, 31, 285-295.

Vendramim, J. D., Souza, A. P. e Ongarelli, M. G. (2009). Comportamento de oviposição da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro. *Neotropical Entomology*, 38, 126- 132.

Vieira, S. S., Lourenção, A. L., Graça, J. P., Janegitz, T., Salvador, M. C., Oliveira, M. C. N. e Hoffmann-Campo, C. B. (2016). Biological aspects of *Bemisia tabaci* biotype B and the chemical causes of resistance in soybean genotypes. *Arthropod-Plant Interactions*, 10, 525-534. <https://doi.org/10.1007/s11829-016-9458-4>.

Villas Boas, G. L., França, F. H., Ávila, A. C. e Bezerra, I. C. (1997). Manejo integrado da mosca branca *Bemisia argentifolii*. Brasília: EMBRAPA, p.11.

MANUSCRITO III

Análise de componentes principais para estudo da relação de variáveis produtivas e de qualidade de fibra em cultivares de algodoeiro e infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B.

(De acordo com as normas do periódico “Bulletin of Entomological Research”, com adaptações para as normas de “Redação de Tese” da Universidade Federal da Grande Dourados)

Análise de componentes principais para estudo da relação de variáveis produtivas e de qualidade de fibra em cultivares de algodoeiro e infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B.

RESUMO: Através de análise multivariada pode-se determinar as fases críticas de infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B, interferência na quantidade e qualidade da fibra do algodoeiro, relacionando cultivares e momentos de infestação com a produtividade, teor de açúcar e fumagina. As infestações foram realizadas no estágio fenológico V₄: do final de V₃ até que a nervura central da quinta folha alcance 2,5 cm; F₁: primeiro botão floral do 1º ramo se transforma em flor; F₅: quando começa cair as flores e surge a primeira maçã no primeiro ramo e C₁: a primeira maçã do primeiro ramo se transforma em capulho. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com cinco repetições, cinco cultivares (FM 940GLT[®], FM 982GL[®], FM 975WS[®], DP 555BGRR[®] e DP 1228BGIIRF[®]) e quatro estágios fenológicos. As consistiam na contagem do número de ninfas por cm² nas folhas da planta. Realizada análise multivariada e correlação de Pearson dos fatores estudados, o gráfico biplot confirma a correlação para todas as condições estudadas. Constatou-se um comportamento diretamente relacionado quanto à quantidade e peso de capulhos por planta, e também a concentração de fumagina na fibra e o teor de açúcar na pluma. Quando as plantas foram infestadas na fase vegetativa (V₄) todas as cultivares mostraram-se mais produtivas que nas demais épocas de infestação; DP 555BGRR[®] foi a que apresentou maior quantidade de fumagina e açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Multivariada, mosca-branca, *Gossypium hirsutum*, fumagina, caramelização.

INTRODUÇÃO

As pragas do algodoeiro são uma das maiores preocupações dos produtores, colocando em risco tanto a produção quanto a qualidade da fibra. A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) destaca-se devido aos prejuízos causados na produtividade e nas fibras do algodoeiro, ao se alimentarem no floema excretam grande quantidade de “honeydew”, que serve como substrato para o crescimento de fungos saprófitas (*Capnodium* sp.). A fumagina formada dificulta a fotossíntese e mancham as fibras dos capulhos, comprometem sua qualidade e diminuem seu valor comercial (Araujo et al., 2000;

Lourenção & Nagai, 1994; Chu et al., 2001; Henneberry & Hendrix, 2007). A pegajosidade da fibra devido a deposição do *honeydew*, reduz a eficiência de processamento industrial da pluma e pode reduzir a qualidade do fio (Eltahir et al., 2016). Todas as partes que têm uma participação financeira no algodão da produção até o processamento de fibras são afetadas negativamente, incluindo produtores, descaroçadores, comerciantes de algodão e proprietários de fábricas de têxteis.

O manejo e controle de *B. tabaci* em culturas de pequena e grande escala apresentam elevada complexidade e dificuldade, pelo fato do inseto apresentar facilidade de dispersão, rápida capacidade de resistência a inseticidas, alto potencial reprodutivo, hábito polífago e comportamento de se alimentar e viver na superfície abaxial das folhas (Medeiros et al., 2001). A busca por melhor compreensão do comportamento das pragas na cultura e a relação com os danos por elas causados, nos levam a utilizar ferramentas estatísticas que nos permitem a exploração de vínculos estruturais entre um grande número de variáveis, com perda mínima de informação, para permitir a detecção de similaridades-chave, associações e padrões de correlação entre as variáveis. Como exemplo a análise de componentes principais que é elaborada para reduzir o número de variáveis que necessitam ser consideradas a um número menor de índices, os quais são combinações lineares das variáveis originais (Malaquias et al., 2017).

Através de análise multivariada determinar as fases críticas de infestação que interferem na quantidade e qualidade da fibra, relacionando as cultivares infestadas nos estágios vegetativo, floração, frutificação e maturação com a produtividade, teor de açúcar e fumagina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Laboratório de Entomologia Aplicada, na Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul (latitude 22°13'16"S; longitude 54°17'01"W; altitude de 430m).

A criação e manutenção da população de *B. tabaci* foram realizadas em casa de vegetação, fechada com tela antiafídeos. A população inicial foi obtida em lavoura comercial de algodão, identificada através do PCR do DNA total para determinação do locus específico (De Barros et al., 2003). Para a criação e manutenção da população da mosca-branca foram utilizados os seguintes hospedeiros cultivados em vasos e mantidos dentro da casa de

vegetação: couve-manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) e berinjela (*Solanum melongena* L.) (Campos et al. 2005; Suekane et al., 2013).

As plantas de algodão foram cultivadas em vasos de plástico com volume de 9 litros, contendo 8 kg de solo oriundo de horizonte B de um Latossolo Vermelho distroférico, cujo volume foi seco ao ar e, posteriormente, peneirado através de peneira com abertura de 2 mm. Os indicadores da caracterização química das amostras para a recomendação de calagem e fertilização necessárias para a cultura do algodão foram obtidos através de interpretação de análise laboratorial realizada no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Grande Dourados.

As irrigações atenderam as necessidades hídricas das plantas, tomando-se a precaução de irrigar na base da planta, sem molhar a área foliar a fim de evitar o desenvolvimento de fitopatógenos. As plantas daninhas ocorrentes foram retiradas manualmente. Durante o desenvolvimento das plantas de algodão a ocorrência de lagartas e demais insetos inoportunos, foram eliminados através de controle físico, como esmagamento de insetos.

A infestação das plantas nos vasos por adultos de mosca-branca, oriundos da criação, ocorreu dentro da casa de vegetação no mesmo dia para todos os estágios fenológicos. A liberação dos adultos foi realizada a partir dos vasos das plantas hospedeiras colocados lado a lado a cada 50 cm de distância.

Os estágios fenológicos da planta para início da infestação pelo inseto basearam-se na escala de Marur e Ruano (2001), sendo: a) vegetativo (V_4): do final de V_3 até que a nervura central da quinta folha alcance 2,5 cm; b) floração (F_1): primeiro botão floral do 1º ramo se transforma em flor; c) frutificação (F_5): quando começa cair as flores e surge a primeira maçã no primeiro ramo e d) maturação (C_1) a primeira maçã do primeiro ramo se transforma em capulho.

Para cada cultivar houve uma testemunha (sem infestação). Foi realizado controle químico com Tiger 100EC[®] na dose de 1,7ml/L, pulverizando toda a planta, para mantê-la livre de mosca-branca antes da infestação artificial. Aos 45 e aos 60 dias após a emergência das plantas, foi realizada a adubação nitrogenada com 1g de ureia por vaso. Para suprir as necessidades de micronutrientes, a cada quinze dias foram aplicados 0,6ml de Phyto Agro[®] dissolvidos em 100ml de água por vaso.

As avaliações ocorreram semanalmente durante o desenvolvimento da cultura até a abertura de todos os capulhos.

Foi realizada a contagem do número de ninfas por 5,72cm² de todas as folhas da planta para obtenção do número total de ninfas por cm² por tratamento (estágio infestado) com o auxílio de uma lupa manual com aumento de 6 vezes. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial, com cinco repetições, cinco cultivares (FM 940GLT[®], FM 982GL[®], FM 975WS[®], DP 555BGRR[®] e DP 1228BGIIRF[®]) e quatro estágios fenológicos.

A análise de caramelização foi realizada pelo método químico IDA da Cotton Soft Brasil[®], as amostras são colocadas em uma superfície plana e pulverizadas a 50cm de distância com o identificador de açúcar. A solução forma pequenas gotas que apresentam uma variação de cor na amostra de pluma (Figura 1). De acordo com a cor, pode-se concluir a respeito do nível de concentração de açúcar na amostra de algodão, verde – não há contaminação com açúcar, verde misturado com laranja – há contaminação de açúcar moderada, laranja à vermelho – há contaminação de açúcar nível alto.

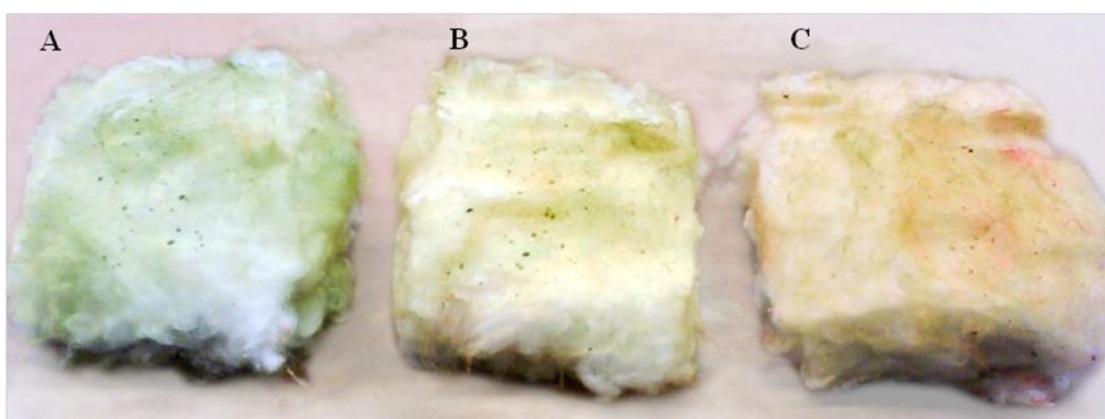


Figura 1 – Amostras de algodão submetidas ao método químico IDA para identificação de açúcar na pluma. A (verde) – não há contaminação com açúcar, B (verde misturado com laranja) – há contaminação de açúcar moderada, C (laranja à vermelho) – há contaminação de açúcar nível alto.

O nível de fumagina foi realizado através de análise visual, obtendo-se notas de acordo com a quantidade de fumagina na pluma, 1- sem fumagina, 2- até 50% da pluma coberta com fumagina e 3- mais de 50% da pluma coberta por fumagina.

Análise multivariada

A análise de componentes principais foi realizada utilizando-se a função *prcomp* do programa R-Studio Versão 0.99.902 (RStudio, Inc.© 2009-2016). Para as análises de componentes principais os dados foram padronizados, por meio da divisão da diferença de

cada dado pela sua média aritmética pelo desvio padrão da referida variável utilizando-se a função *scale* do R. Os valores da correlação de Pearson (r) para cada par de variável e da significância do teste de correlação (p) para os pares de variáveis testados foram extraídos com o uso do pacote *biotools* do Programa R-Studio Versão 0.99.902 (RStudio, Inc.© 2009-2016).

RESULTADOS

Os resultados da análise de correlação de Pearson (Tabela 1) e a disposição dos vetores nos *biplots* dos primeiros componentes (Figura 2) revelam uma elevada correlação entre o peso de capulhos por planta com a quantidade de capulhos e a quantidade de fumagina com o teor de açúcar (Pearson's $r > 0,9619$ e $r > 0,9786$, respectivamente). A correlação entre a infestação média e peso de capulhos por planta foi 0,5200 (Pearson's $r > 0,0188$). As demais correlações foram fracas ou inexistentes.

Mediante matriz de autovalores da matriz de correlações, para todos os fatores foram escolhidos dois componentes conforme o critério de Kaiser (1974), o qual é baseado nos componentes com presença de autovalores maiores que 1. O primeiro componente principal (CP1) representado pela média ponderada do número de capulhos por planta (x_1) e peso dos capulhos por planta (x_2) nos $(0.4234x_1 + 0.4771x_2)$ que denominamos produção. O CP2 composto pelo contraste de fumagina (x_4) com a média do teor de açúcar na fibra. (x_5) $(-0.5364x_4 - 0.5263x_5)$ para este denominamos componente qualidade de fibra. Esses dois componentes explicam, respectivamente, 49,11% e 27,31% da variação dos dados, totalizando 76,43%.

O gráfico biplot confirma as análises de correlação de Pearson para todas as condições estudadas, pois constata-se um comportamento diretamente relacionado quanto à quantidade de capulhos por planta (CP) e o peso dos capulhos por planta (PCP), assim como a concentração de fumagina na fibra (FUM) está relacionada com o teor de açúcar (AÇU) na pluma.

Tabela 1 – Correlação entre variáveis produtivas e de qualidade de fibra em cultivares de algodão e infestação média de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em casa de vegetação. Dourados-MS (2017).

	Capulho (peso)	Capulho (no.)	Capulho/planta (peso)	Fumagina	Açúcar	Mosca branca
Capulho (peso)	$r= 1,0000$					
	$r= 0,1815$					
Capulho (número)	$p= 0,4436$	$r= 1,0000$				
	$r= 0,4241$	$r= 0,9619$				
Capulho/planta (peso)	$p= 0,0624$	$p< 0,0001$	$r= 1,0000$			
	$r= 0,3908$	$r= 0,1466$	$r= 0,2289$			
Fumagina	$p= 0,0884$	$p= 0,5374$	$p=0,3317$	$r= 1,0000$		
	$r= 0,2824$	$r=0,1536$	$r= 0,2108$	$r= 0,9786$		
Açúcar	$p= 0,2276$	$p= 0,5179$	$p= 0,3722$	$p< 0,0001$	$r= 1,0000$	
	$r= 0,2153$	$r=0,4694$	$r= 0,5200$	$r= 0,2654$	$r= 0,3296$	
Infestação mosca-branca	$p=0,3619$	$p= 0,0368$	$p= 0,0188$	$p= 0,2580$	$p= 0,1558$	$r= 1,0000$

$r=$ valor da correlação para cada par de variáveis.

$p=$ significância do teste de correlação de Pearson para os pares de variáveis testados.

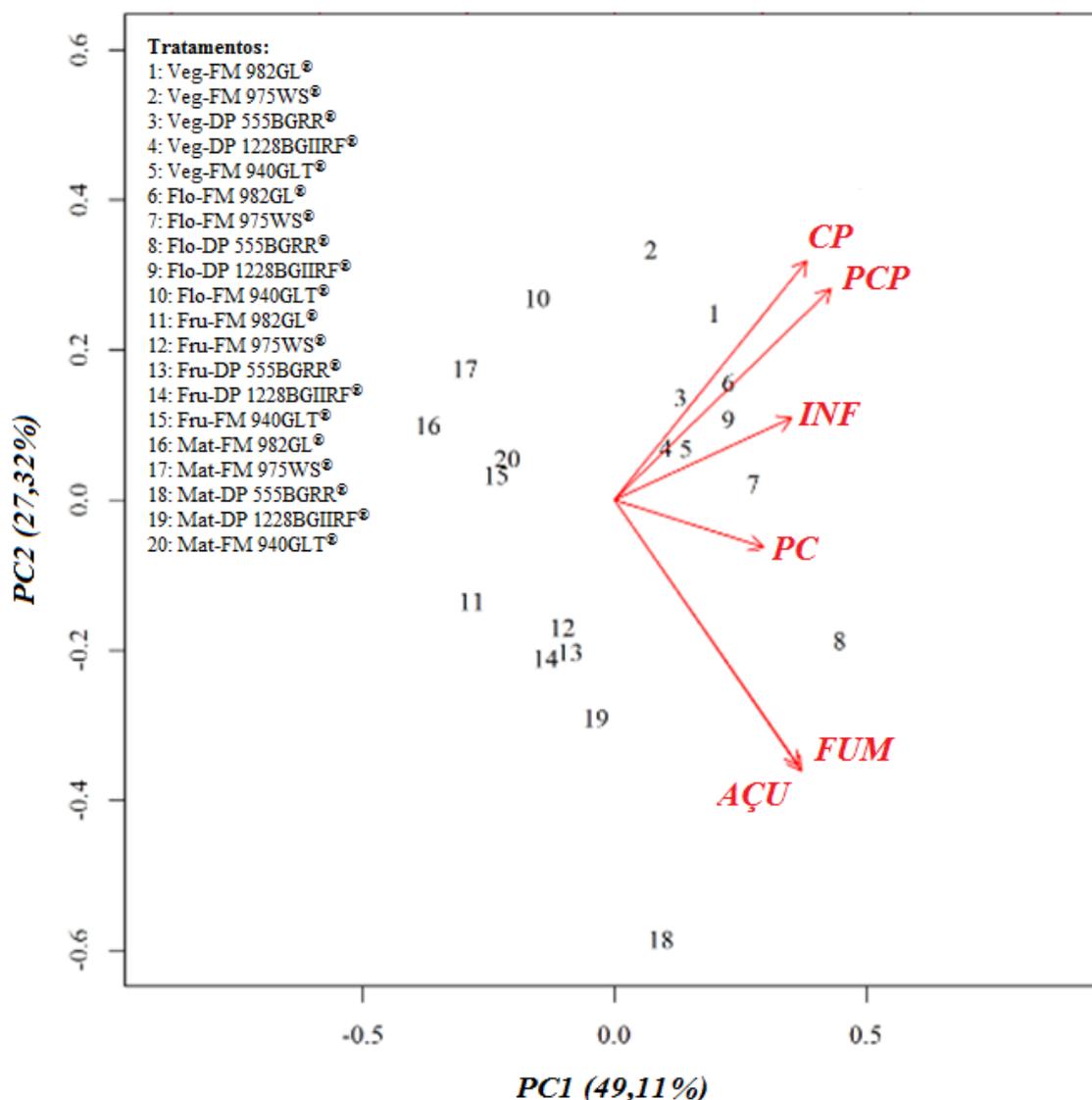


Figura 2 – Biplot das variáveis (vetores): teor de fumagina (*FUM*) e de açúcar (*AÇU*), peso de capulho (*PC*), peso de capulho por planta (*PCP*), número de capulhos por planta (*CP*) e infestação de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B (*INF*) observadas em cultivares de algodoeiro (observações) infestadas com mosca branca em diferentes estágios da planta ([**Veg**]= vegetativo; [**Flo**]= Floração; [**Fru**]= Frutificação [**Mat**]= maturação).

Analisando o biplot, quando infestadas na fase vegetativa todas as cultivares mostraram-se mais produtivas e com deságio mediano, ou seja, poucas perdas na qualidade da fibra; a cultivar DP 1228BGIRF[®] quando infestada na floração demonstrou mesmo comportamento (Figura 2). A cultivar DP 555BGRR[®] apesar de um elevado peso de capulho apresentou altíssima quantidade de fumagina, quando infestada no estágio de floração.

A cultivar FM 940GLT[®] infestada no estágio de floração (Flo), frutificação (Fru) e maturação (Mat), e as cultivares FM 982GLT[®] e FM 975WS[®] infestadas no estágio de maturação (Mat), apresentaram baixos níveis produtivos e baixas quantidades de fumagina. FM 982GL[®], FM 975WS[®], DP 555BGRR[®], DP 1228BGIIRF[®] infestadas no estágio de frutificação (Fru) e a cultivar DP 1228BGIIRF[®] no estágio de maturação (Mat) tiveram baixa produção e grande quantidade de fumagina resultando em alto deságio. A cultivar DP 555BGRR[®] infestada no estágio de maturação (Mat), por estar mais próxima dos vetores fumagina e açúcar, e mais distante dos vetores de produção, logo seu nível de deságio é maior em relação às demais cultivares.

DISCUSSÃO

A infestação de mosca-branca apresentou correlação com o peso de capulhos por planta (produção) como em Naranjo et al. (1996) que verificaram que quanto maiores as infestações de mosca branca no algodoeiro, maiores são as percentagens de perdas na produção. Alencar et al. (2002) avaliando a produção de algodão em função da infestação de mosca-branca verificou perda da produção de algodão, relativa à fase de ocorrência da praga na cultura, tem uma função linear, sugerindo que, existe uma relação direta entre níveis de infestação e percentagem de perda na produção de algodão, isto é, quanto maior for o nível de infestação da mosca branca, maior o percentual de perda na produção de algodão, acarretando maiores prejuízos para os produtores.

O açúcar na fibra (caramelização) e a fumagina apresentaram uma forte correlação ($r > 0,9786$), pois a quantidade de fumagina é totalmente dependente da quantidade de açúcar depositado na fibra, faz com que as fibras alterem sua coloração ao sofrer aquecimento, tornando-se mais amarelada e a pegajosidade proporciona a formação de neps (são pequenas aglomerações de fibras emaranhadas, em forma de botão, cujo tamanho não ultrapassa a dimensão de uma cabeça de alfinete e que, dificilmente, se deixa desmanchar durante o processo de fiação) diminuindo a qualidade do fio, dificultando a fiação podendo até inviabilizar o processo industrial, prejuízos estes repassados para toda a cadeia produtiva (Hector & Hodkinson, 1989; Hequet & Abidi, 2002, 2005; Henneberry & Hendrix, 2007). A detecção regional de níveis elevados de açúcares em algodão brasileiro poderá trazer dificuldades futuras para elaboração de novos contratos de venda da pluma, e consequentemente afetando os preços devido a retração de mercado (Santos, 2011).

Através da análise do Biplot das variáveis na figura 2, notou-se que há uma diferença entre as cultivares tanto em relação à produção, quanto a qualidade da fibra de acordo com o estágio fenológico com a qual foi infestada. Atta et al., (2015) avaliaram cultivares de algodoeiro e infestação de mosca-branca ao longo das semanas na safra de 2013, observando diferença entre as cultivares e entre as avaliações semanais, demonstrando a flutuação da mosca-branca nos estágios fenológicos da cultura. Khazada et al. (2016) avaliando mosca-branca e seus inimigos naturais, também constatou diferenças populacionais nos estágios fenológicos do algodoeiro. Campos et al. (2005) avaliando os fatores que interferem na preferência de mosca-branca na cultura do algodão, notaram uma maior preferência de oviposição nas plantas mais jovens (20dias) que coincidem com o estágio vegetativo.

Além dos problemas com a depreciação da fibra, a infestação de mosca-branca afeta a produção da cultura, devido a sucção da seiva com a injeção de toxinas durante a alimentação pelos adultos e ninfas, assim como a ocorrência da fumagina nas folhas reduzem a área fotossinteticamente ativa, provocando a queda precoce da mesma, comprometendo a produtividade da cultura (Villas Bôas et al., 2002; Hoffmann-Campo et al., 2000), isso nos explica a baixa produtividade das cultivares infestadas no estágio floração, frutificação e maturação.

Quando infestadas na fase vegetativa as cultivares mostraram-se mais produtivas e com deságio mediano, ou seja, poucas perdas na qualidade da fibra aos comparadas com demais estágios fenológicos, isso pode ser devido a capacidade de defesa das plantas ao ataque de insetos. Como constatado por Ibrahim et al. (2016) a infestação de mosca-branca em folhas de algodão desencadeou alterações nos aminoácidos e a canalização de sacarose variando o padrão de indução de diferentes proteínas associadas ao metabolismo de carboidratos e aminoácidos. Enquanto os insetos tentam manter a infestação bem sucedida, as plantas tentam suprimir esta infecção por indução de caminhos de defesa.

A cultivar DP 555BGRR[®] infestada em diferentes estágios fenológicos, apresentou um comportamento diferente das demais cultivares nas mesmas condições, sendo essa cultivar a com maior deságio e perdas produtivas, demonstrando alta suscetibilidade a infestação de mosca-branca. Informações como essa podem ser relevantes em análises para diagnosticar as fontes de resistência de plantas, assim como realizada por Li et al., (2016) que analisando as diferenças transcriptômicas entre duas cultivares de algodão uma resistente e outra suscetível à mosca-branca comparadas usando RNA-Seq, essas análises indicaram que a resposta

transcricional de algodão à infestação da mosca-branca envolve genes que codificam proteínas cinases, fatores de transcrição, síntese de metabólitos e sinalização de fito-hormônios, assim como o silenciamento do gene GhMPK3 induzido por vírus (VIGS) resultou na supressão das vias MPK-WRKY-JA e ET e levaram a uma maior susceptibilidade à mosca branca.

Notou-se neste trabalho que é imprescindível na tomada de decisão de controle levar em consideração vários fatores. A infestação, número de capulhos, peso e os fatores ligados a qualidade da pluma, apresentaram comportamento diferente de acordo com o estágio fenológico em que foi infestado e cultivar utilizada.

CONCLUSÃO

Na fase vegetativa todas as cultivares mostraram-se mais produtivas; FM940GLT infestada no estágio de floração, frutificação e maturação, e FM982GLT e FM975WS infestadas no estágio de maturação, apresentaram baixos níveis produtivos e baixas quantidades de fumagina. FM982GL, FM975WS, DP1228BGIIRF infestadas no estágio de frutificação e DP1228BGIIRF no estágio de maturação tiveram baixa produção e grande quantidade de fumagina e açúcar resultando em alto deságio. DP555BGRR foi a que apresentou maior quantidade de fumagina e açúcar.

Através da análise multivariada, foi possível relacionar os diferentes fatores de uma forma mais simplificada, demonstrando que as perdas de produção e qualidade da fibra não estão relacionadas somente com o número de insetos infestantes, mas também da época de infestação e da cultivar utilizada.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado, processo: 140998/2015-2.

REFERÊNCIAS

Alencar, S.B., Vieira, F.V., Santos, J.H.R., Silva, F.P. & Sobrinho, R.B. (2002) Nível de dano da mosca branca no algodoeiro herbáceo. *Revista Agrônômica* **33**, 33-38.

Araujo, L.H.A., Bleicher, E., Sousa S.L. & Queiroz, J.C. (2000) Manejo da mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring no algodoeiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 34p. (Circular Técnica, 40).

Atta, B., Adil, M., Raza, M.F. & Saleem, M.J. (2015) Performance assessment of cotton cultivars against population dynamics of *Bemisia tabaci* and *Thrips tabaci*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **21**, 1257-1261.

Campos, Z.R., Boiça-Jr, A.L., Lourenção, A.L. & Campos, A.R. (2005) Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoeira. *Neotropical Entomology* **34**, 823-827.

Chu, C.C., Natwick, E.T., Henneberry, T.J., Nelson, D.R., Buckner, J.S. & Freeman, T.P. (2001) *Silverleaf whitefly studies: effects of trichome density and leaf shape*. Phoenix: USDA.

Eltahir, H.A., Abderahman, H., Abdelateef, S. & Elarabi, S.A.M. (2016) Taguchi approach for analyzing the impact of varying degrees of cotton stickiness on ring-spun yarn quality. *The Journal of The Textile Institute*. Doi: 10.1080/00405000.2016.1168610

Hector, D.J. & Hodkinson, J.D. (1989) *Stickiness in cotton*. Wallingford, UK, CAB.

Henneberry, T.J. & Hendrix, D.L. (2007) Sweetpotato whitefly and cotton aphid honeydew production and honeydew sugar relationships to cotton lint stickiness, Chap 5. *Sticky Cotton - Causes, Impacts and Prevention*. ARs Tech. Bull. 51-66.

Hequet, E. & Abidi, N. (2005) Effect of the origin of the honeydew contamination on cotton spinning performances. *Textile Research Journal* **75**, 699-709.

Hequet, E. & Abidi, N. (2002) Processing sticky cotton: implication of trehalulose in residue build-up. *Journal of Cotton Science* **6**, 77-90.

Hoffmann-Campo, C.B., Moscardi, F., Corrêa-Ferreira, B.S., Oliveira, L.J., Sosagomez, D.R., Panizzi, A.R., Corso, I.C., Gazzoni, D.L. & Oliveira, E.B. (2000) *Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado*. Londrina: Embrapa Soja, 70p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30).

Ibrahim, M., Yasmeen, S., Zaman, G., Bin, L., Al-Qurainy, F., Athar, H., Shah, K.H., Khurshid, M. & Ashral, M. (2016) Protein profiling analysis of *Gossypium hirsutum* (Malvales: Malvaceae) leaves infested by cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Appl. Entomol. Zool*, 1-9. DOI: 10.1007/s13355-016-0436-1

Kaiser, H.F. (1974) An index of factorial simplicity. *Psychometrika* **39**, 31–36.

Khanzada, M.S., Syed, T.S., Khanzada, S.R., Abro, G.H., Salman, M., Anwar, S., Sarwar, M., Perzada, A.A., Wang, S. & Abro, A.H. (2016). Occurrence and abundance of thrips, whitefly and their natural enemy, *Geocoris* Spp. on cotton crop at various localities of Sindh, Pakistan. *Journal of Entomology and Zoology Studies* **4**, 509-515.

Li, J., Zhu, L., Hull, J., Liang, S., Daniell, H., Jin, S. & Zhang, X. (2016) Transcriptome analysis reveals a comprehensive insect resistance response mechanism in cotton to infestation by the phloem feeding insect *Bemisia tabaci* (Whitefly). *Plant Biotechnology Journal* **14**, 1956-1975. <https://doi.org/10.1111/pbi.12554>.

Lourenção, A.L. & Nagai, H. (1994). Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia*, **53**, 53-59.

Malaquias, J.B., Ramalho, F.S. Dias, C.T.S., Brugger, B.P., Lira, A.C.S., Wilcken, C.F., Pachú, J.K.S. & Zanuncio, J.C. (2017) Multivariate approach to quantitative analysis of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) and their natural enemy populations at different cotton spacings. *Scientific Reports* **7**, 41740 /DOI: 10.1038/srep41740.

Marur, C.J. & Ruano, O. (2001) A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas* **5**, 313.

Medeiros, F.A.S.B., Bleicher, E. & Menezes, J.B. (2001) Efeito do óleo mineral e do detergente neutro na eficiência de controle da mosca-branca por betacyfluthrin, dimethoato e methomyl no meloeiro. *Horticultura Brasileira* **19**, 74-76.

Naranjo, S.E., Chu, C. & Henneberry, T.H. (1996) Economic injury level for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton impact of crop price, control cost and efficacy of control. *Crop Protection* **15**, 779-788.

RStudio Team (2016) Version 0.99.902. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA, <https://www.rstudio.com>.

Santos, W.J. (2011) Manejo das pragas do algodão com destaque para o algodão Brasileiro. IN: Freire, E.C. *Algodão no cerrado do Brasil*. 2ªed. Mundial gráfica, Aparecida de Goiânia-GO. 1082p

Suekane, R., Degrande, P.E., Lima-Junior, I.S., Queiroz, M.V.B.M. & Rigoni, E.R. (2013) Danos da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) e distribuição vertical das ninfas em cultivares de soja em casa de vegetação. *Arquivos do Instituto Biológico* **80**, 151-158.

Villas Bôas, G.L., França, F.H. & Macedo, N. (2002) Biotic potential of *Bemisia argentifolii* to different host plants. *Horticultura Brasileira* **20**, 71-79.