



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ÉPOCA DE PLANTIO DO ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A
INTENSIDADE DE ATAQUE DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO**

PATRÍCIA DE JESUS DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO

DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF

FEVEREIRO/2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ÉPOCA DE PLANTIO DO ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A
INTENSIDADE DE ATAQUE DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO**

PATRÍCIA DE JESUS DOS SANTOS

ORIENTADORA: CRISTINA SCHETINO BASTOS

CO-ORIENTADOR: JORGE BRAZ TORRES

DISSERTAÇÃO
DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ÉPOCA DE PLANTIO DO ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A
INTENSIDADE DE ATAQUE DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO**

PATRÍCIA DE JESUS DOS SANTOS



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADO POR:

CRISTINA SCHEPINO BASTOS, DSc. Fitotecnia – Entomologia/ Universidade de Brasília/ ORIENTADORA/ CPF: 007.369.317-08/ e-mail: cschetino@unb.br

MARINA REGINA FRIZZAS, DSc. Entomologia/Universidade de Brasília/EXAMINADORA INTERNA/ CPF: 249.222.768-58 /e-mail:frizzas@unb.br

MARCELO COUTINHO PÍCANÇO, DSc. Entomologia/ Universidade Federal de Viçosa/ EXAMINADOR EXTERNO/ CPF: 331.967.456-00 /e-mail:picanco@ufv.br

BRASÍLIA/DF, 28 de fevereiro de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, Patrícia de Jesus dos

“ÉPOCA DE PLANTIO DO ALGODOEIRO E SUA RELAÇÃO COM A INTENSIDADE DE ATAQUE DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO”. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2019. 61p.

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. *Anthonomus grandis grandis*, *Gossypium hirsutum* L, controle cultural, época de plantio. Bastos, C.S. II. Dr^a.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, P. J. Época de plantio do algodoeiro e sua relação com a intensidade de ataque do bicudo-do-algodoeiro. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2019, 61p. Dissertação.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Patrícia de Jesus dos Santos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Época de plantio do algodoeiro e sua relação com a intensidade de ataque do bicudo-do-algodoeiro.

GRAU: Mestre

ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos.

O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Nome: Patrícia de Jesus dos Santos

E-mail: patriciajesusdossantos@gmail.com

Dedico essa dissertação a todos aqueles que
acreditam na pesquisa em nosso país e
ao Mimo meu cachorrinho idoso que me
ensina diariamente o significado
do amor e paciência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelas portas abertas.

À minha família que esteve comigo durante todos os meus desafios.

À Cristina Schetino Bastos minha orientadora deste a iniciação científica, por acreditar na minha capacidade e pela dedicação diária dentro do ambiente acadêmico.

Ao Jorge Braz Torres pela co-orientação durante o projeto de mestrado.

À Embrapa Algodão pela análise da qualidade tecnológica da fibra.

À Universidade de Brasília, em especial a Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e a Fazenda Água Limpa pela assistência durante todo o curso de mestrado.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa Israel, Evangelista, Rodrigo e todos os outros que me ajudaram a conduzir o experimento em campo desde a preparação da área até a colheita.

Aos meninos do Laboratório de Proteção de Plantas que estiveram comigo em toda essa trajetória colaborando para o desenvolvimento do projeto: Catiane Oliveira, Amanda Reis, Luís Gustavo, Wesley Brandão, Joyce Senna, Renata Suzan, Karolayne Campos, Ana Caroline, Pedro, Ianne Lara, Maicon Laia, Igor Sousa e ao Fábio Cavalcanti pelo apoio e amizade.

RESUMO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) é cultivado mundialmente, sendo atualmente a principal fonte de fibra natural para a indústria têxtil no mundo. O bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis grandis* (Coleoptera: Curculionidae) é a principal praga do algodoeiro nas Américas por causar perdas em sua produção devido ao hábito de alimentação e oviposição das estruturas reprodutivas das plantas. Além disto, este inseto é praga quarentenária nas demais regiões produtoras de algodão do planeta. A época de plantio pode ser uma forte aliada no manejo integrado de pragas de difícil controle, plantios feitos no início da safra podem apresentar escape em relação as altas densidades populacionais do inseto, enquanto plantios feitos no final da safra podem apresentar resultados inversos que colaboram para as altas infestações e perdas no campo. Assim, neste trabalho avaliou-se o impacto de diferentes épocas de plantio do algodoeiro sobre a intensidade de ataque de *A. grandis grandis*. Para tanto, foram conduzidos ensaios em campo para avaliar-se o impacto de três épocas de cultivo: início, meio e final de safra sobre a intensidade de ataque do bicudo-do-algodoeiro. Durante os cultivos foram monitoradas a intensidade de ataque da praga às estruturas reprodutivas do algodoeiro na planta e caídas sobre o solo e as populações de inimigos naturais. Verificou-se que a intensidade de ataque de *A. grandis grandis* foi maior nos cultivos de algodão conduzidos no final da safra. Também as populações de predadores e de parasitoides foram maiores nos cultivos de algodão conduzidos no final da safra. Observou-se que o ataque de *A. grandis grandis* se iniciou mais tardiamente nos cultivos de algodão de início e meio de safra do que naqueles de final de safra. Nos cultivos de início e meio o bicudo-do-algodoeiro atingiu o nível de controle (10% de ataque) três e duas semanas mais tardiamente do que no cultivo conduzido no final da safra, respectivamente. Portanto, a época de cultivo do algodoeiro pode ser usada pelos agricultores como instrumento de controle de *A. grandis grandis* já que nos cultivos de início e meio de safra desta espécie vegetal é menor a intensidade de *A. grandis grandis*. Além disto, nos cultivos de início e meio de safra o ataque desta praga se inicia mais tardiamente.

Palavras-chave: *Anthonomus grandis grandis*, *Gossypium hirsutum* L., controle cultural, época de plantio.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
3. OBJETIVOS.....	4
3.1 Objetivo geral	4
3.2 Objetivo específico	4
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
4.1 Algodoeiro: origem, botânica e importância econômica	5
4.2 Bicudo-do-algodoeiro	8
4.3 Táticas de controle do bicudo-do-algodoeiro	15
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
5.1 Condição experimental	22
5.2 Implantação do experimento e tratos culturais	22
5.3 Caracterização do ensaio com variação da época de semeadura	24
5.4 Análise dos dados	26
6. RESULTADOS.....	30
7. DISCUSSÃO.....	43
8. CONCLUSÕES.....	48
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma cultura explorada mundialmente e a espécie *Gossypium hirsutum* L, representa 90% do cultivo global de algodão (PENNA, 2005; ZHANG et al., 2008), destacando-se como a principal fibra natural para a indústria têxtil, além de possuir outros subprodutos tais como a torta e o óleo provenientes de suas sementes (BAFFES, 2017). No Brasil, a cultura representa parcela importante para a economia agrícola e contribui expressivamente para o crescimento do agronegócio brasileiro. Diferentemente das demais commodities, as estatísticas indicam um aumento da área plantada na safra 2017/2018, sendo que no principal estado produtor, Mato Grosso, é estimado aumento de 25% na área cultivada (ALENCAR, 2018). O país encontra-se em quinto lugar no ranking mundial de produção, sendo ultrapassado somente pela Índia, China, Estados Unidos e Paquistão, destacando-se, porém, com a melhor produtividade (FAO, 2019).

O principal fator que interfere na produção da cultura é a sua suscetibilidade ao ataque de diversos artrópodes-praga, durante seu desenvolvimento. Dentre as espécies de maior relevância está o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis grandis* Boheman, Coleoptera: Curculionidae), que é apontado como a principal praga com potencial de reduzir a produção. Esta espécie possui alta capacidade reprodutiva e alto potencial de ocasionar perdas, sendo os prejuízos resultantes principalmente do hábito de alimentação e/ou oviposição, que ocorre nas estruturas reprodutivas (botão floral, flores e maçãs), resultando em perdas devido à elevada taxa de abortamento das estruturas atacadas (BASTOS et al., 2005). O inseto também é capaz de se alimentar da planta em fase vegetativa (SHOWLER, 2004), porém é durante a fase reprodutiva que as plantas são mais vulneráveis, sendo que a idade de maior suscetibilidade varia de 50 a 90 dias após o plantio, dependendo da variedade cultivada (SILVIE et al., 2001). Sua relação de especificidade com o algodoeiro, se explica pelo fato de que mesmo que seja capaz de se alimentar de outros hospedeiros durante o período sem cultivo, seu ciclo biológico só é completado no algodoeiro (GONDIM et al., 1999; CUADRADO, 2002) ou em espécies bem próximas a ele (ARZALUZ & JONES, 2001), todavia, de ocorrência mais restrita no ambiente. Além disso, tendo em vista que o inseto passa a maior parte do seu ciclo de vida protegido da ação de métodos de controle curativo (no interior das estruturas reprodutivas), a eficiência de controle é reduzida (LEIGH; ROACH; WATSON, 1996).

O manejo do bicudo-do-algodoeiro sempre prevê, em algum nível, a integração de diferentes medidas ou táticas de controle que quando associadas possibilitem o

convívio com a praga. Atualmente, o controle químico associado a medidas de controle cultural que incluem o uso de cultivares precoces, uniformidade na data de plantio, destruição de soqueiras, plantio na época mais adequada para cada região, plantio-isca, adequação do espaçamento entre linhas, catação e destruição das estruturas reprodutivas caídas (TOMQUELSKI & MARTINS, 2008; SILVA et al., 2008), são algumas das medidas recomendadas e previstas em alguns planos de manejo da praga testados no país. No que pese esse cenário, são realizadas 17 a 23 pulverizações de controle que não evitam totalmente as perdas decorrentes do ataque do bicudo-do-algodoeiro (BELOT; BARROS; MIRANDA, 2016). Paralelamente ao uso extensivo de inseticidas tem ocorrido relatos de resistência de algumas populações do inseto aos princípios ativos comumente usados para o seu controle (COVARRUBIAS, 1992; MARTIN et al., 1996; ROLIM, 2018), além de redução da eficácia de vários inseticidas (ROLIM; NETTO; ARRUDA, 2018), bem como resistência em populações brasileiras coletadas no Mato Grosso, maior estado produtor do Brasil, a beta-ciflutrina (ROLIM; NETTO; ARRUDA, 2018).

Um programa de supressão da praga no estado de Goiás obteve resultados satisfatórios durante as safras 2007/2008 em relação à safra anterior. A adoção de tal programa conseguiu reduzir em 15 a 500 vezes a população, e diminuir consideravelmente o número de aplicações requeridas para o controle da praga. As medidas adotadas consistiam na eliminação dos indivíduos migrantes do cultivo após sua finalização, no primeiro ano de implantação do programa, uso de inseticidas com baixa toxicidade, destruição de restos culturais, destruição de rebrotas de algodão, adoção de intervalo entre cultivos de algodão, janela de plantio (30-40 dias) para os campos da mesma área, aplicação nas bordas dos cultivos a partir do estágio V₂ da cultura, uso de armadilhas com feromônio e impregnadas com inseticidas, monitoramento a partir das armadilhas e aplicações baseadas no monitoramento. Os resultados mostraram viabilidade de adoção tanto em áreas subtropicais e tropicais, com benefícios econômicos e ambientais, a longo prazo (LIMA Jr. et al., 2013).

Alguns esforços têm sido envidados no sentido de desenvolver plantas geneticamente modificadas que exerçam ação de controle sobre a praga (FIRMINO et al., 2013; SILVA, 2013) ou de avaliar o efeito de toxinas Bt sobre o bicudo-do-algodoeiro (MONNERAT et al., 2012; FARIAS et al., 2015; RIBEIRO et al., 2017). Entretanto, cultivares comerciais que incorporem tal tecnologia ainda não estão disponíveis no mercado e mesmo que estivessem não poderiam ser plantadas em cultivos orgânicos onde não é possível a adoção desta tecnologia. Desta forma, é indispensável a busca por outras

alternativas de manejo que possibilitem tornar o controle da praga mais efetivo, contribuindo para a sustentabilidade da cultura.

O conceito de manejo integrado de pragas (MIP) possui como alicerce principal a integração de medidas que sejam sinérgicas entre si e que contribuam para manutenção das densidades da praga abaixo do nível de dano econômico, priorizando a sustentabilidade ambiental (PEDIGO, 2002). Logo, a busca por outras medidas que possam ser incorporadas ao manejo integrado do bicudo-do-algodoeiro é de fundamental importância para a manutenção e viabilidade da produção de algodão no Brasil. Neste quesito, estudos anteriores observaram que cultivares de rápida frutificação e maturação precoce, que possuem período de iniciação floral e frutificação concentrado podem, de certa forma, assegurar uma produção satisfatória, antes que a população do inseto atinja altas densidades (SANTOS et al., 2003). Além disso, as plantas precoces podem apresentar um ciclo mais compatível com plantas que possuem crescimento determinado, menor porte e abertura mais uniforme dos capulhos (DEGRANDE, 1991). Estas plantas tornam-se menos suscetíveis, em virtude de passarem mais rapidamente pelo período de maior suscetibilidade à ocorrência da praga. Quando tais cultivares não estejam disponíveis, a precocidade pode ser alcançada mediante modificação da época de plantio. Plantas que acumulam graus dias mais rapidamente apresentam iniciação floral mais precocemente e completam seu ciclo de desenvolvimento fenológico mais rápido. Esta situação pode ser alcançada em plantios cujas plantas se desenvolvam sob maiores comprimentos do dia – solstícios de verão – tornando as plantas mais precoces, o que as permite escapar do ataque da praga em relação aos cultivos mais tardios (VIATOR et al., 2005).

Além disso, a depender da época de implantação dos cultivos, a dinâmica da praga na área pode ser alterada em função da migração dos indivíduos provenientes de outras áreas, tendo em vista a capacidade de dispersão do bicudo-do-algodoeiro (GUERRA, 1988; KIM & SAPPINGTON, 2013). Este aspecto possui desdobramento sobre a intensidade da infestação considerando que fêmeas recém-egressas de áreas de refúgio, e que foram mantidas com alimentação diária a base de pólen apresentavam maior período de pré-oviposição e menor fecundidade quando comparadas com insetos monitorados durante o cultivo (GREENBERG et al., 2009).

Greenberg et al. (2009) encontraram diferenças nas características reprodutivas de fêmeas migrantes dos cultivos e amostradas nos meses de setembro, novembro e janeiro. Desta forma, fêmeas coletadas logo após o fim da estação de cultivo, em setembro,

apresentavam menor intervalo de pré-oviposição, maior número e viabilidade de ovos e taxa líquida de reprodução 1,2x e 10,7x maior do que as das fêmeas coletadas em novembro e janeiro, respectivamente. Em relação aos machos, não foram encontradas diferenças nas características reprodutivas entre os insetos coletados nos diferentes meses de amostragem. Logo, em um período em que as fêmeas infestantes e provenientes de outros cultivos sejam mais agressivas no ataque em comparação às fêmeas que infestam os primeiros cultivos (implantados precocemente), o escape do ataque constitui-se em uma estratégia de grande relevância para o convívio com a praga.

Outro aspecto a ser considerado é que a época de cultivo apresenta repercussão sobre o número de estruturas reprodutivas produzidas, ou seja, cultivos que acelerem o ciclo de desenvolvimento fenológico das plantas tendem a produzir menos estruturas reprodutivas (SHOWLER et al., 2005). Este fato, também apresenta claros desdobramentos sobre o manejo da praga já que taxas de botões:fêmeas de bicudo de 10:1 ou mais elevadas irão possibilitar o aumento da população em mais de 60 vezes a cada geração, sendo este aumento significativamente maior do que sob uma taxa de 5:1 ou 1:1 botões:fêmea (GREENBERG et al., 2003). Desta forma, sob menor produção de estruturas reprodutivas o aumento da população a cada geração foi reduzido, podendo reduzir os surtos populacionais e a necessidade de intervenção via controle químico.

Estudos anteriores realizados em outras regiões de cultivo (EUA) observaram que cultivos implantados mais precocemente se comportaram melhor no quesito escape do ataque do bicudo-do-algodoeiro em relação aos que foram implantados mais tardiamente (SHOWLER, 2008; KARAVINA et al., 2012).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar o impacto de diferentes épocas de plantio do algodoeiro sobre a intensidade de ataque de *A. grandis grandis*.

3.2 Objetivo específico

- 1) - Determinar a influência de diferentes épocas de cultivo do algodoeiro na intensidade de ataque de *A. grandis grandis*.

- 2) - Determinar a influência de cultivos anteriores, início e duração do estágio reprodutivo das plantas e populações de inimigos naturais sobre a variação da intensidade de ataque de *A. grandis grandis* nas diferentes épocas de cultivo do algodoeiro.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Algodoeiro: origem, botânica e importância econômica

Algodoeiro é o nome vulgar que recebe a espécie *Gossypium hirsutum* L., uma planta da família Malvaceae ordem Malvales, tribo Gossypiae, que possui grande importância mundial, mesmo não sendo usada como alimento. As evidências mais antigas da sua utilização datam de 2.500 anos a.C., no Peru, a partir de artefatos produzidos com a fibra, sendo este fato tomado como indicativo do provável centro de origem da cultura (SMITH, 1995; BELTRÃO & ARAÚJO, 2004).

Sua dispersão pelo mundo somente foi possível pela capacidade das suas sementes se desenvolverem em solos salinos (STEPHENS, 1966; SEELANAN; SCHNABEL; WENDEL, 1997), e devido ao clima favorável ao seu desenvolvimento.

O algodoeiro é uma dicotiledônea de ciclo anual ou perene, de porte herbáceo, arbustivo ou arbóreo (LAWS, 2013), possui hábito de crescimento indeterminado com altura variando entre 60 a 100 cm, caule pouco ramificado contendo ramos frutíferos e vegetativos, flores completas, folhas sem bainha, com duas estípulas, brácteas que promovem proteção extra, podendo possuir nectários interna ou externamente à sua base (BORÉM & FREIRE, 2014). Sendo assim, o crescimento vegetativo e o aparecimento de gemas reprodutivas, bem como o florescimento, crescimento e maturação dos frutos ocorrem de maneira simultânea (ROSOLEM, 2007).

Os ramos são classificados como vegetativos (monopodiais) e reprodutivos (simpodiais). Os vegetativos crescem retos e eretos da mesma forma que o caule, graças à característica de possuírem apenas um meristema. Em contrapartida, os ramos reprodutivos possuem muitos meristemas, que caracterizam o desenvolvimento em “zig-zag” ou em “espiral” da parte basal para a parte apical das plantas. O crescimento inicial do ramo reprodutivo é encerrado no momento da formação de uma estrutura reprodutiva e, entretanto, é retomado mediante o surgimento de novo ponto de crescimento denominado meristema axilar. O meristema axilar localiza-se na base da folha que é

perpendicular ao botão floral. Os ramos reprodutivos geralmente surgem a partir do 5^o. ou 6^o. nó da haste principal, também denominada de monopodial. A grande maioria dos ramos produzidos são reprodutivos, mas este padrão pode ser modificado por fatores ambientais, como baixa densidade populacional, pressão de insetos, doenças e fertilização (RITCHIE et al., 2007).

Os primeiros botões florais podem surgir a partir da 4^a. ou 5^a. semana após o plantio e as primeiras estruturas visíveis podem ser identificadas pela presença de três brácteas, em forma de pirâmide que as envolvem. Anteriormente à abertura da flor, o botão floral apresenta um formato de vela devido ao alongamento das pétalas antes da abertura da flor. O algodão possui flores perfeitas (órgãos masculinos e femininos) e grandes (5-9 cm), que começam a surgir a partir do 21^o. dia após a emissão do primeiro botão floral. No dia da antese as flores apresentam coloração branca e após a polinização, que ocorre algumas horas após a antese, a cor muda para um tom rosáceo (RITCHIE et al., 2007).

São conhecidas mais de 50 espécies do gênero *Gossypium*, mas somente quatro foram domesticadas e Wendel et al. (2009) apontam como centro de origem da espécie *G. hirsutum* o continente americano. Saunders (1961) propôs que o gênero *Gossypium* também possui como centro de origem a África, já que neste continente encontram-se quatro dos oito grupos genômicos diplóides. Com o processo da domesticação acredita-se que a espécie tenha perdido muito da sua diversidade genética original, incluindo alelos de grande importância e que conferem resistência a patógenos, insetos e adversidades ambientais (IQBAL et al., 1997). Em 2004, estimava-se que havia a existência de 2.500 cultivares comerciais sendo plantadas por diversos países para o cultivo e exploração da semente e fibra (BELTRÃO & ARAÚJO, 2004).

A cultura desenvolve-se bem em temperaturas que variam entre 18 a 30°C, sendo as favoráveis ao florescimento e formação dos capulhos as que se situam entre 25 e 30°C. A precipitação necessária durante o desenvolvimento é de 700 a 1.300 mm e a grande exigência (50% a 60%) ocorre no período de floração e formação dos capulhos (LAZZAROTTO; ARANTES; LAMAS, 1998; BUAINAIN & BATALHA, 2007).

No Brasil, os dados fornecidos pelo zoneamento de risco climático disponíveis no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelecem as faixas de risco para o cultivo do algodão herbáceo em cada município, enquadrando os municípios em três faixas de risco, de 20%, 30% e 40% de risco de insucesso. Desta forma, o agricultor ao plantar fora da faixa ideal, terá que arcar com um risco climático maior ou

menor dependendo da faixa em que o local de cultivo se enquadra. No Distrito Federal não existem faixas inadequadas para o plantio (BRASIL, 2018).

A cultura requer de 110-180 dias da germinação à colheita dependendo da cultivar plantada (ciclo precoce ou tardio), latitude e da época do ano em que é cultivada. Estes dois últimos fatores podem acelerar ou atrasar o ciclo de crescimento da cultura em virtude do acúmulo de graus dias sob maiores e menores latitudes e mediante cultivo em diferentes épocas do ano, com desdobramentos em relação ao tempo requerido para iniciação floral e para completar o ciclo de desenvolvimento (ANTONINI et al., 2011).

O principal produto proveniente do algodoeiro é a fibra que, entretanto, não é o único componente da planta com valor comercial, tendo em vista que a partir das sementes é possível se obter a torta e o óleo. A torta pode ser utilizada para alimentação animal, produção de energia e como fertilizante, enquanto o óleo pode ser utilizado para consumo humano, fabricação de produtos farmacêuticos, plásticos e produção de sabão. Já as fibras da pluma fora dos padrões especificados podem ser aproveitadas na fabricação de plástico, fios e materiais de enchimento (BAFFES, 2017).

A espécie *G. hirsutum* representa 90% do cultivo global de algodão (PENNA, 2005; ZHANG et al., 2008) com plantio anual de cerca de 35 milhões de hectares distribuídos em mais de 60 países. A demanda pela cultura é crescente, movimentando cerca de US\$ 12 bilhões anuais e implicando na participação de 350 milhões de pessoas envolvidas desde a produção até o consumidor final (ABRAPA, 2018).

No cenário mundial, o Brasil encontra-se em quinto lugar no ranking de produção, ficando atrás somente da Índia, China, Estados Unidos e Paquistão (FAO, 2019). O grande destaque do país é a produtividade, que na safra de 2017/2018 foi de 4.267 Kg/ha de algodão em caroço, com projeção equivalente para a safra atual (2018/2019) (BRASIL, 2019a).

No Brasil, o algodoeiro contribui com uma grande parcela da economia agrícola do país e expressivamente para o crescimento do agronegócio brasileiro. Segundo o primeiro boletim de grãos de 2019, estima-se um aumento de 1,2% da área cultivada na atual safra (2018/2019) equivalente a um incremento de 732,6 mil hectares totalizando na safra atual uma estimativa de 62.465 mil hectares plantados (BRASIL, 2019a). Desta forma espera-se um incremento na produção nacional, estimada em aproximadamente 1.640 mil toneladas de pluma a partir de uma produção nacional de 4.096 mil toneladas de algodão em caroço. O país também surpreende em relação à expectativa de produtividade para a safra 2018/2019 com estimativas próximas aos valores alcançados

na safra passada, em torno de 4.096 Kg/ha de algodão em caroço. Nesse quesito, destaque deve ser dado a região Nordeste com a melhor média de produtividade, devida em grande parte à produtividade obtida no cerrado da Bahia (BRASIL, 2019a). Somente a região Sul do Brasil não possui produção expressiva de algodão. A região Nordeste é a segunda maior em volume produzido nacionalmente, devido às produções obtidas nas grandes lavouras do Cerrado da Bahia, segundo maior produtor nacional e, também, no Maranhão e Piauí. Todavia, a região Nordeste também concentra os cultivos em pequena escala (pequenas propriedades) (BRASIL, 2019a), realizados pela agricultura familiar e, em sua maioria, nos moldes agroecológicos.

Os principais estados produtores do Brasil são Mato Grosso, Bahia, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, sendo que as maiores produtividades (kg/ha) de algodão em caroço da safra 2017/2018 foram provenientes da Bahia (4.725), Mato Grosso do Sul (4.500), Rio Grande do Norte (4.461), Roraima (4.200) e Mato Grosso (4.147). O Distrito Federal neste cenário, não apresenta muita relevância na produção nacional e, devido a isso, nem aparece nessas estatísticas. Todavia, está localizado em uma das principais regiões produtoras e de onde se obtém produtividades expressivas, sendo a obtida na safra 2017/2018 de aproximadamente 4.100 kg/ha de algodão em caroço (BRASIL, 2019a).

Diversos são os fatores bióticos e abióticos que influenciam a produtividade do algodoeiro, dentre os fatores bióticos pode-se citar o ataque de insetos fitófagos como o bicudo-do algodoeiro.

4.2 Bicudo-do-algodoeiro

O algodoeiro é hospedeiro de um número significativo de artrópodes pragas, que atacam raízes, caule, folhas, botões florais, maçãs e capulhos. O grau de severidade das injúrias é diretamente proporcional às densidades populacionais e/ou ao período de tempo de ocorrência dos artrópodes (SANTOS, 1998). Dentre as principais pragas do algodoeiro, o bicudo-do-algodoeiro é considerado praga-chave. Este inseto causa perdas estimadas em 51 a 74 milhões de dólares por ano no Brasil, sem considerar os gastos com controle químico (OLIVEIRA et al., 2013).

Relativo a sua relevância como praga do algodoeiro, estudos da evolução das espécies incluídas no grupo do bicudo-do-algodoeiro e sua associação com plantas hospedeiras concluíram que o gênero *Hampea* (Malvales: Malvaceae) e não o algodão (*Gossypium*) é o hospedeiro original das espécies de *Anthonomus grandis*. Comparações

da filogenia de *Hampea* com a de *A. grandis* constataram pequena congruência, sugerindo uma associação entre ambos resultantes da alteração nos hospedeiros utilizados e processos de colonização dos mesmos, em oposição à hipótese de coespeciação ou coevolução. A preferência do bicudo por habitats montanhosos em detrimento aos de baixa altitude e sua proximidade geográfica com *Hampea* nestes locais de ocorrência, foi provavelmente o principal fator responsável por tal associação (JONES, 2001).

Acredita-se que o inseto possua como centro de origem as regiões tropicais da Mesoamérica (México e América Central), e que tenha se espalhado para outros países da América e para os Estados Unidos causando perdas significativas aos cultivos de algodão (ROEHRDANZ, 2001; JEGER et al., 2017), sendo uma praga de ocorrência restrita às Américas (JEGER et al., 2017).

Na América do Sul, a praga foi reportada inicialmente na Venezuela em 1949 e desde então se dispersou em direção ao sul para o Brasil, Paraguai, Argentina, Colômbia e Peru (ALVARADO et al., 2017). Os primeiros registros de ocorrência no Brasil datam de 1983, na região de Campinas, estado de São Paulo (BARBOSA; BRAGA SOBRINHO; CAMPANHOLA, 1986) e, desde então, sua disseminação ocorreu para outras regiões do país.

Inicialmente, a espécie *A. grandis* foi descrita por Boheman em 1843, a partir de espécimes coletados em Veracruz, no México, sem menção quanto à localidade específica de coleta e hospedeiro em que foi coletada. Todavia, anos mais tarde, após o inseto se tornar um problema sério nos Estados Unidos, outra espécie, que infestava uma forma de algodão selvagem e apresentava características morfológicas e comportamentais distintas, foi reconhecida e descrita como uma subespécie de *A. grandis* (*A. grandis thurberiae*), sendo a espécie reconhecida até então denominada *A. grandis grandis*. O critério de denominação de subespécie foi questionado mais tarde, sendo sugerido uma taxonomia informal que reconhecia três formas ou variantes de *A. grandis*: 1) o bicudo do sudeste (*A. grandis grandis*) que se alimenta de algodão comercial; 2) o bicudo thurberia ou do algodão selvagem do Arizona (*A. grandis thurberia*) que se alimenta do algodão selvagem *Gossypium thurberi* ou *thurberiae*, o qual foi encontrado no Sul do Arizona e em regiões ao Norte de Sonora, México e não foi considerado como uma praga relevante do algodão comercial; e 3) o bicudo mexicano, que é uma forma intermediária encontrada em *Gossypium hirsutum* e diferentes hospedeiros selvagens incluindo *Gossypium davidsonii* Kell, *Gossypium barbadense* L., *Hampea rovirosae* e *G. thurberi* (BURKE et al., 1986; ALVARADO et al., 2017; JEGER et al., 2017). Todavia, Kuester

et al. (2012) analisaram um gene mitocondrial e quatro genes nucleares das três formas anteriormente descritas e constataram que os dados genéticos da maioria dos loci forneceram fortes evidências para a existência de apenas duas formas denominadas forma ocidental e forma oriental. O mesmo foi constatado por Alvarado et al. (2017) a partir da análise da sequência de nucleotídeos de um segmento da subunidade I da citocromo c oxidase mitocondrial (COI) de populações de *A. grandis* coletadas em hospedeiros selvagens e cultivados no México e nos Estados Unidos. Desta forma, estes dados associados ao isolamento reprodutivo forneceram evidências suficientes para que o nome subspecífico fosse adotado novamente com a denominação de *A. grandis thurberiae* Pierce e *A. grandis grandis* para descrever as linhagens ocidental e oriental da praga, respectivamente. Tendo em vista o exposto, a nomenclatura *A. grandis grandis* passará a ser adotada neste texto para descrição da praga.

No Brasil, estudos de divergência genética de seis populações de *A. grandis grandis* provenientes de áreas de cultivo intensivo em larga escala (áreas de Cerrado) e de áreas de agricultura familiar (pequena escala - Semiárido) permitiram observar polimorfismo entre as populações e diferenciação genética, possibilitando separar as populações oriundas das áreas sob cultivo intensivo e de pequena escala (MARTINS; AYRES; LUCENA, 2007). Esse fato pode apresentar desdobramentos sobre o esforço a ser dispendido para o controle do inseto tais como possíveis variações na resposta ao feromônio de agregação e sexual, bem como falhas de controle devido à resistência a inseticidas em populações distintas.

No que tange sua classificação e morfologia *A. grandis grandis* é classificado na ordem Coleoptera e família Curculionidae e pode ser diferenciado de outros insetos da mesma família, a partir de um par de espinhos localizado no fêmur da perna anterior (GONDIM et al., 1999). O inseto adulto possui comprimento variável entre 4 a 9 mm (SOBRINHO & LUKEFHAR, 1983) de envergadura e coloração cinza-amarronzada a quase preta ou vermelha-amarronzada; apresenta um rostro de cerca de 3 mm de comprimento e arredondado, corpo oval alongado e antenas mais claras que o corpo (JEGER et al., 2017). Seus ovos possuem formato elíptico e coloração branco brilhante medindo aproximadamente 0,8 mm de comprimento por 0,5 mm de largura (DEGRANDE, 1998). As larvas são brancas e ápodas e apresentam cabeça marrom-clara, comprimento entre 5 a 10 mm e formato de C – são mais largas nos segmentos abdominais medianos (LEIGH; ROACH; WATSON, 1996). A pupa é branca e possui comprimento variável entre 6,7-7,4 mm (JEGER et al., 2017). Machos e fêmeas do inseto podem ser

separados pela presença de uma fenda no último tergito dos machos que não está presente nas fêmeas (SAPPINGTON & SPURGEON, 2000).

O inseto possui desenvolvimento completo (holometabólico), passando por quatro estágios para completar seu desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adulto. O período de incubação dos ovos é de 3-5 dias, o estágio larval tem duração aproximada de 7 a 12 dias, o pupal de 3 a 5 dias e os adultos vivem em torno de 20 a 40 dias. Sendo assim, o ciclo inteiro dependendo das condições de temperatura, pode variar de 11 a 67 dias, podendo assim ocorrer até sete gerações por safra (JEGER et al., 2017), apesar de existirem estudos que relatam longevidade de até 166 dias com o inseto desenvolvendo-se sobre hibisco (PIMENTA et al., 2016) ou de longevidade de aproximadamente 185 dias com o inseto desenvolvendo-se sobre a porção reprodutiva (sem a camada externa) de botões florais de algodoeiro de tamanho médio (3,1-5,4 mm de diâmetro) (SHOWLER, 2008).

Nos trópicos e subtropicais, condição na qual se insere o Brasil, ao término da época de cultivo do algodão, as populações migrantes de *A. grandis grandis*, permanecem ativas e se alimentam de pólen de outras plantas pertencentes às famílias – Poaceae, Smilacaceae, Asteraceae, Fabaceae, Clusiaceae, Chenopodiaceae, Scheuchzeriaceae, Compositae, Solanaceae e Euphorbiaceae (CUADRADO, 2002; RIBEIRO et al., 2010), além de atacar espécies da família Malvaceae (*Cienfuegosia* spp., *Thespesia* sp., *Hibiscus* spp., *Abelmoschus* sp. (GONDIM et al., 1999) e se alimentar do endocarpo de frutas cítricas (*Citrus sinensis* L. Osbeck e *Citrus paradisi* Macfad) e cactáceas (*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex. Engel) (SHOWLER & ABRIGO, 2007).

Segundo Macedo et al. (2015), insetos coletados em cultivo de algodoeiro e mata nativa de dois diferentes biomas brasileiros (Cerrado e Caatinga) apresentavam pólen de 22 famílias botânicas em seu aparelho digestivo, sendo a maior diversidade de plantas da Caatinga (16 famílias). Os insetos de ambos os biomas continham pólen de plantas dos gêneros *Myrcia*, *Eucalyptus* e *Mimosa*. Além disso, Pimenta et al. (2016) ao avaliar espécies hospedeiras potenciais de *A. grandis grandis*, em condições de Cerrado, constataram que oito espécies foram nutricionalmente adequadas como fonte alternativa de alimento e, entre estas, estavam o quiabo e o hibisco, ambos pertencentes à mesma família botânica do algodoeiro. Ao se alimentar destas espécies, os insetos apresentavam maior longevidade e preferência quando as plantas se encontravam na fase reprodutiva, em comparação ao algodão em fase vegetativa.

Normalmente, em situação de escolha, plantas da mesma família botânica do algodoeiro são preferidas em relação às pertencentes a outras famílias botânicas

(PIMENTA et al., 2016). Todavia, estas plantas aparentemente só são usadas para alimentação e abrigo com ocorrência, na ausência do algodoeiro, de uma dormência reprodutiva facultativa no inseto, cuja incidência aumenta progressivamente à medida que a fenologia da planta de algodão evolui, alcançando cerca de 90% no final da estação de cultivo (PAULA et al., 2013). Apesar deste fato, estudos anteriores detectaram infestações de até 30% de botões de *Hibiscus pernambucensis* Malvaceae por *A. grandis* em Chiapas, no México (ARZALUZ & JONES, 2001). Entretanto, o estudo não forneceu detalhes em relação à subespécie em questão, podendo tratar-se tanto de *A. grandis grandis* quanto de *A. grandis thurberiae*.

Tão logo exista algodão disponível no campo, os adultos migrantes que podem percorrer distâncias tão longas quanto 640-740 km, mesmo que em baixa frequência (KIM & SAPPINGTON, 2013), sendo comum a dispersão em distâncias de até 272 Km (GUERRA, 1988), começam a surgir e a se alimentar da folhagem de algodão, apesar da dieta a base de folhas não proporcionar a produção de ovos (SHOWLER, 2004). Além disso, estudos anteriores detectaram que os adultos conseguem distinguir diferenças quantitativas delicadas nas concentrações de dois compostos homoterpenos acíclicos, (E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrieno (DMNT) e (E, E)-4,8,12-trimetiltrideca-1,3,7,11-tetraeno (TMTT), que são indicadores que diferenciam a fase reprodutiva e a vegetativa da cultura (MAGALHÃES et al., 2016).

Em situações em que os machos do bicudo-do-algodoeiro começam a se alimentar dos botões florais, a emissão do seu feromônio de agregação (Grandlure[®]) aumenta, intensificando a atração e agregação de machos e de fêmeas na área. Uma vez atraídas, as fêmeas passam a se alimentar das estruturas reprodutivas por 3 a 7 dias e, após o acasalamento, iniciam a oviposição em cerca de 20 minutos a uma taxa de um ovo por hora no período de duração da luz. Os ovos são depositados isoladamente, nos botões florais, apesar de sob altas densidades populacionais e na ausência de botões florais em número suficiente, ocorrer deposição de mais de um ovo por botão floral. A medida que o ciclo de desenvolvimento fenológico das plantas avança, as fêmeas passam a ovipositar também nas maçãs (FERNANDES; CARVALHO; HABIB, 2001; SHOWLER, 2004; JEGER et al., 2017). A cultura é suscetível ao ataque do inseto a partir do aparecimento dos primeiros botões florais, que geralmente ocorrem a partir dos 50 aos 90 dias após o plantio (SILVIE et al., 2001).

Em relação às estruturas reprodutivas que são preferencialmente atacadas, Showler (2004) verificou que botões grandes (5,5-8 mm de diâmetro) permitem que 3,8

vezes mais fêmeas grávidas do bicudo-do-algodoeiro sejam produzidas em comparação a botões pequenos (2-3 mm de diâmetro), maçãs após a antese (1-2 dias após a queda das pétalas), maçãs jovens (5-10 dias de idade), maçãs velhas (3-5 semanas de idade) e folhas. Em relação à alimentação, o mesmo padrão foi seguido, com os botões grandes sendo selecionados para alimentação 13,9 mais vezes do que os botões pequenos e apresentando 7,7 vezes mais puncturas de alimentação do que os botões pequenos, apesar das maçãs jovens e velhas apresentarem mais puncturas de alimentação do que os botões grandes. A porcentagem de dano decorrente da alimentação e oviposição nos botões também foi 7,8 e 25 vezes maior nos botões grandes do que nos botões pequenos, respectivamente.

Showler (2005), também observou que botões florais maiores (5,5 e 8 mm de diâmetro) são mais atacados, seguidos por botões de tamanho médios (3 a 5,5 mm de diâmetro) e pequenos (1 a 2 mm diâmetro).

Nas situações em que as maçãs sejam as estruturas reprodutivas predominantes, as mais atacadas são as mais jovens (dois dias de idade), observando-se redução de 23,5% e 78,4% no ataque às maçãs com oito e doze dias de idade, respectivamente (BUSOLI et al., 2004).

A preferência por determinadas estruturas reprodutivas e de idade ou tamanhos específicos, não ocorre por acaso, estando diretamente relacionada ao melhor desempenho dos descendentes. Nesse aspecto, indivíduos provenientes de pupas mais pesadas, que provavelmente se originaram de estruturas reprodutivas mais adequadas em termos de suprimento das demandas nutricionais, apresentaram maior peso, fecundidade, viabilidade da progênie, proporção de fêmeas e de fêmeas mais fecundas e número de adultos que faziam maior número de puncturas de alimentação em relação aos indivíduos provenientes de pupas mais leves (GREENBERG et al., 2005). Há também uma conexão entre o tamanho dos botões e a razão sexual da prole, sendo a quantidade de fêmeas em relação a de machos maior quando as fêmeas parentais são alimentadas com botões maiores (SHOWLER, 2004).

As porções da planta preferidas para o ataque são os terços médio e superior, sendo que o terço superior apresenta maior índice de oviposição, apesar de ambos serem usados para a alimentação, não existindo distinção nesta preferência (GRIGOLLI et al., 2017).

O ataque é de fácil identificação caracterizando-se como perfurações nas estruturas reprodutivas, para alimentação ou oviposição. Quando ocorre a oviposição, a fêmea deposita o ovo no orifício feito no botão e a cavidade é coberta posteriormente por uma secreção gelatinosa. Dentro da estrutura reprodutiva da planta, a larva constrói uma

câmara que utiliza para alimentação onde se transforma em pupa e de onde emergirá o adulto (ZUCCHI; SILVEIRA-NETO; NAKANO et al., 1993; LEIGH; ROACH; WATSON, 1996).

Após a oviposição nos botões florais, as brácteas tornam-se amareladas e os botões caem; flores atacadas ficam com o aspecto de “balão”, devido à falta de abertura das pétalas (GONDIM et al., 1999); já as maçãs atacadas podem cair no solo ou permanecerem na planta apresentando, posteriormente, deformações ou abrindo irregularmente formando estruturas conhecidas como carimãs (BASTOS et al., 2005). Algumas ou todas as sementes das maçãs podem ser destruídas e a fibra adquire manchas em virtude do ataque. Os prejuízos acumulados mediante o ataque ao algodão podem comprometer até 70% da produção (DEGRANDE, 1998).

O ataque resulta em uma grande taxa de abscisão das estruturas reprodutivas das plantas (botões e maçãs novas) (SHOWLER, 2004), ocasionada, em grande parte, devido às enzimas presentes na saliva do inseto, mas também pelos danos mecânicos causados às estruturas reprodutivas (SANTOS et al., 2003). Silva et al. (2015) observaram que entre a infestação e a abscisão dos botões florais atacados são requeridos de 7 a 9 dias e que após a queda os adultos emergem em 12-13 dias. Todavia, a emergência das estruturas atacadas e retidas pelas plantas (maçãs) pode demandar mais tempo tendo em vista que Pires et al. (2017) relataram que a emergência de adultos do bicudo-do-algodoeiro de estruturas coletadas na planta de algodoeiro e atacadas demandou de 5-49 dias. Em virtude do rápido desenvolvimento e crescimento larval, para que ocorra mortalidade da larva em desenvolvimento no interior dos botões atacados e que sofrem abscisão, devido à falta de alimento, faz-se necessário que ocorra dessecação dos botões caídos no solo, 1-3 dias após a queda (REARDON & SPURGEON, 2002).

As condições favoráveis ao aumento populacional do bicudo-do-algodoeiro incluem plantios que ocorrem fora do calendário recomendado, a não destruição das soqueiras (RIBEIRO et al., 2015), a implantação de cultivos contínuos de algodão e a presença de refúgio próximo à lavoura (MIRANDA, 2004).

Assim, como a cultura do algodão, o bicudo-do-algodoeiro possui influência da temperatura e do fotoperíodo em seu desenvolvimento reprodutivo, sobrevivência e ataque, com inibições do desenvolvimento reprodutivo em condições não favoráveis. Spurgeon e Raulston (1998), testando a influência de diversas temperaturas em fotoperíodo constante de 13:11h (L: D) no desenvolvimento reprodutivo do inseto, constataram inibição do desenvolvimento em temperaturas extremas abaixo de 13 °C e

acima de 35 °C, resultados que indicam uma marcada dependência da temperatura no desenvolvimento reprodutivo. O fotoperíodo, também, é um fator de grande relevância para o desenvolvimento do inseto, pois Greenberg et al. (2008), trabalhando com diferentes fotofases e com temperatura e umidade constante (27°C e 65% RH) encontraram que os fotoperíodos de 14:10 e 12:12 (L: D) proporcionaram aumento populacional em relação as demais fotofases (24, 14, 12, 10 e 0 h) testadas.

A tomada de decisão de controle é feita a partir do monitoramento da população que pode ser feito: 1) amostrando-se as plantas atacadas via amostragem convencional e que contenham sinais de alimentação e/ou oviposição e tomando a decisão de controle sempre que sejam encontrados 5% de botões florais danificados até o aparecimento da primeira flor (DEGRANDE, 1991) (áreas extensivas) ou 10% de estruturas reprodutivas atacadas (pequenas áreas) (RAMALHO & JESUS, 1989; ALMEIDA & SILVA, 1999); 2) com o uso de armadilhas BW Trap[®] iscadas com feromônio de agregação e sexual da praga e sempre que forem encontrados quatro ou mais bicudos/semana em cada armadilha (RUMMEL et al., 1995); 3) empregando-se a amostragem sequencial em que se avalia o número de botões com sinais de alimentação + oviposição por *A. grandis grandis* em cada planta, sendo o número de amostras requerido para tomada de decisão de controle variável com a fase da planta (até 85 dias após a emergência – DAE ou acima de 85 DAE) e podendo a decisão de controle ser tomada após a amostragem de 8-9 plantas (GRIGOLLI et al., 2017).

4.3 Táticas de controle do bicudo-do-algodoeiro

Sendo um inseto que causa destruição das estruturas reprodutivas do algodoeiro, além de conseguir sobreviver sem o cultivo instalado e conseguir se instalar em restos culturais, está nítida a importância do manejo bem realizado desta praga. Estas mesmas características exigem medidas de controle antes, durante e após a safra. Entre as medidas de manejo do bicudo tem-se o controle cultural, o controle químico, o controle biológico, a resistência hospedeira, o controle legislativo e o controle comportamental.

O controle químico é o mais utilizado para o controle da praga, através do uso de inseticidas sintéticos, realizando-se em média 17 a 23 aplicações por ciclo de cultivo do algodoeiro, apenas para o controle de *A. grandis grandis* (BELOT; BARROS; MIRANDA, 2016). Atualmente são registrados 101 inseticidas para o controle do bicudo-do-algodoeiro com diferentes mecanismos de ação, sendo a maioria deles de ação

neurotóxica. Dentre estes, a grande parte pertence ao grupo químico dos piretroides, seguido pelos organofosforados, neonicotinoides, carbamatos, pirázóis, inorgânicos precursores da fosfina, éter difenílico e misturas, predominantemente, de piretróides com fosforados, carbamatos ou neonicotinoides (BRASIL, 2019b). Os ingredientes ativos registrados também não diferem muito, o que facilita a seleção em campo de indivíduos resistentes, sendo este fato já detectado em populações brasileiras (ROLIM, 2018).

Além disso, a eficiência de controle é comprometida em virtude do fato dos inseticidas registrados possuírem ação de contato, dificultando o controle do bicudo-do-algodoeiro que se mantém protegido no interior das estruturas reprodutivas grande parte do tempo (ZUCCHI; SILVEIRA-NETO; NAKANO, 1993; LEIGH; ROACH; WATSON, 1996).

Alguns estudos propõem formas de realização de pulverização mais precisas que conferem proteção confiável à cultura. Nesse aspecto, Showler & Robinson (2008) relataram em seu experimento que aplicações de cunho preventivo, quando os botões apresentavam diâmetro entre 1 e 2 mm são desnecessárias, sendo as pulverizações realizadas com os botões com diâmetros entre 5,5 a 8 mm mais recomendadas e apresentando melhores resultados. Além disso, Griffin & Zapata (2016) destacam ser desnecessário que as aplicações de inseticidas sejam mantidas após o acúmulo de 159 unidades de calor (HU) pelas plantas.

O controle biológico do bicudo mesmo sendo categorizado como a forma mais segura e sustentável de controle, ainda, é pouco explorado. Este tipo de controle pode ser efetuado por inimigos naturais existentes na área, sendo conhecidas 13 espécies de parasitoides e 10 espécies de predadores no Brasil, além de patógenos (RAMALHO & MALAQUIAS, 2015). Dentre os inimigos naturais mais explorados para o controle do bicudo-do-algodoeiro tem-se os parasitoides *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Bracon vulgaris* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) e os fungos *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Hypocreales: Cordycipitaceae) e *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Hypocreales: Clavicipitaceae) com grande potencial para uso no controle, por possuírem tecnologia de produção massal já disponível (NUSSENBAUM; LECUONA, 2012; ALVES et al., 2014; ALVES et al., 2015).

O controle comportamental consiste na manipulação e alteração do comportamento do inseto através do uso de substâncias atrativas, disruptoras de acasalamento, repelentes, deterrentes de alimentação ou oviposição (SCHOONHOVEN; van LONN; DICKE, 2005). Nesse sentido, a coleta massal de fêmeas é possível de ser

feita com o uso do feromônio sintético do bicudo associado às armadilhas comumente usadas para o monitoramento (BW Trap[®]) ou adaptadas a partir do modelo tubo mata bicudo (atrai e mata) que em sua proposta original consistia no uso associado do feromônio e um tubo adesivo de coloração atrativa ao inseto e impregnado com inseticida do grupo dos organofosforados (SUH; SPURGEON; HAGOOD, 2003; ARMSTRONG & GREENBERG, 2008; SUH et al., 2009). Modelos adaptados permitem uso em cultivos orgânicos pois não são impregnadas com o inseticida (NEVES et al., 2018). Este tipo de armadilha também é usado antes do plantio nas bordaduras para atrair os insetos que podem estar nos arredores (SORIA et al., 2013). O uso do feromônio do inseto também pode atrair inimigos naturais para a área, por transmitirem a mensagem de maior disponibilidade de presas e, seu uso, quando combinado ao uso subsequente do controle químico pode suprimir o crescimento populacional da praga na área (FERNANDES; CARVALHO; HABIB, 2001). A interrupção do encontro entre os indivíduos no campo baseada no uso de feromônio (via coleta massal ou confundimento) é assinalada como um importante instrumento de combate à resistência dos insetos aos inseticidas (WELTER et al., 2005).

O feromônio de agregação de caráter sexual do bicudo-do-algodoeiro possui quatro componentes em sua mistura, sendo todos derivados do isopreno. Os dois principais são os álcoois terpenóides grandisol (1R,2S)-cis-2- isopropenil-1-metilcyclobutanoetanol e (Z)-3,3 dimetil delta-1-betaciclohexanoetanol e os demais componentes, presentes em menores quantidades, são os aldeídos terpênicos, (Z)-3,3-dimetil-delta-1-alfa-ciclohexanoacetaldeído e (E)-3,3-dimetil-delta-1- alfa-ciclohexanoacetaldeído (TUMLINSON et al., 1969).

Além do feromônio, o caolim, um pó de rocha cujo uso visa dificultar o reconhecimento do hospedeiro pelo bicudo, evitando o ataque, tem apresentado resultados promissores. Os resultados, em termos de redução do ataque, vêm apresentando eficiência comparável à utilização de produtos químicos sintéticos utilizados no controle da praga, sem as limitações de uso em áreas sob cultivo orgânico (SHOWLER, 2002; SILVA & RAMALHO, 2013; SANTOS et al., 2013; SILVA & SILVA, 2015).

O controle legislativo inclui a obrigatoriedade de destruição de soqueiras (BIANCHINI, 2004). No estado do Mato Grosso adota-se duas datas de vazio sanitário: 1) em Rondonópolis, Campo Verde, Primavera do Leste e regiões - entre 1 de outubro a 30 novembro; 2) em Sorriso, Lucas do Rio Verde, Campo Novo dos Parecis, Sapezal e

demais regiões - entre 15 de outubro a 14 de dezembro, com o intuito de interromper o ciclo do inseto (ANDRADE Jr. & SOUZA, 2016).

A resistência hospedeira foi bastante explorada após a introdução do inseto nos Estados Unidos, porém foi abandonada com o advento do desenvolvimento de inseticidas e a criação de variedades com crescimento semi-determinado (BASTOS et al., 2008). Diversos trabalhos discutem que características como bráctea *frego*, pubescência, plantas vermelhas, folha *okra*, raças primitivas, plantas precoces e menores quantidades de glândulas de gossipol e de nectários conferem resistência das plantas à praga, porém não existem cultivares comerciais no país que incorporem tais características (VIEIRA et al., 1991; SOARES & LARA, 1993; HEDIN & MCCARTY Jr., 1995; SOARES; LARA; CARVALHO, 1999; FARIAS et al., 1999; VIDAL NETO et al., 2005; BASTOS et al., 2015; CARVALHO, 2016).

Uma característica incluída como pseudo-resistência e que apresenta desdobramento sobre o ataque do bicudo é o escape causado pela precocidade do ciclo de desenvolvimento fenológico das plantas. Nesse sentido, Degrande (2002), relataram que a não preferência por genótipo precoce está relacionada a assincronia fenológica entre o inseto e a planta ou é atribuída à evasão hospedeira, conhecida como pseudo-resistência. Este fato foi corroborado por Soares, Lara & Carvalho (1999), com a vantagem de que as cultivares precoces apresentam período de floração mais curto e sincronizado.

Atualmente, com o advento da biotecnologia, a agricultura possui um novo alicerce que torna o cultivo de plantas menos suscetível a problemas bióticos e abióticos, que sempre foram obstáculos às altas produtividades. Sendo o bicudo-do-algodoeiro um grande obstáculo para o retorno esperado, esta ciência tem muito a acrescentar ao manejo da praga. Nesse aspecto, Silva (2013) utilizou o conhecimento de que *A. grandis grandis* secreta um alto nível de alfa-amilase para a digestão de carboidratos, para seleção de genes com o intuito de inibir a produção destas enzimas e serem empregados no controle do inseto. Firmino et al. (2013), por sua vez relataram em seu trabalho dados do transcriptoma do *A. grandis grandis* com o intuito de uso no silenciamento de genes da praga por RNA interferente (RNAi) e consequente controle.

Em termos de toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), alguns estudos vêm sendo conduzidos no sentido de testar e selecionar cepas que sejam tóxicas ao inseto. Desta forma, as toxinas toxina Cry 10Aa de Bt (RIBEIRO et al., 2017), Cyt1Aa, Cry4Aa, Cry4Ba e Cry11Aa de *B. thuringiensis israelensis* (MONNERAT et al., 2012) e a proteína mutante Cry8Ka5 (FARIAS et al., 2015) vêm sendo testadas com alguns resultados

promissores. Mesmo que algumas destas toxinas ou cepas não causem a ação esperada de mortalidade, elas podem ser incorporadas em plantas que irão integrar as ações de manejo da praga com o intuito de causar efeitos adversos a estes insetos diminuindo, por exemplo, a capacidade reprodutiva ou até mesmo a severidade do ataque. Fontes alimentares que produzam insetos de tamanho reduzido, por exemplo, são uma ferramenta de grande importância no controle, já que o desenvolvimento reduzido dos indivíduos afeta potencialmente a reprodução e seu controle (GREENBERG et al., 2005).

O controle cultural compreende a manipulação do ambiente de cultivo de tal forma a desfavorecer o ataque de pragas (PEDIGO, 2002). Pode ser implementado através do manejo da irrigação e da aplicação de fertilizantes, do planejamento da época de plantio e das populações de plantas (alteração nos espaçamentos entre linhas e densidades de semeadura), da utilização de plantas-isca ou culturas-isca, da catação de botões florais e maçãs danificados no solo, da destruição dos restos culturais, do uso de culturas soca, da rotação de culturas, dentre outras medidas.

A variação da época de cultivo pode influenciar o ataque do bicudo-do-algodoeiro direta e/ou indiretamente. A influência direta inclui a possibilidade de alteração no ciclo biológico da praga tendo em vista que o maior número de graus dias acumulados em plantios estabelecidos em dezembro, devido ao aumento crescente no comprimento do dia até o solstício de verão, pode acelerar o desenvolvimento do inseto, contribuindo para o aumento do número de gerações (CIVIDANES, 2000; CIVIDANES & SOUZA, 2003). Além disso, plantios antecipados podem forçar a retirada antecipada dos insetos dos abrigos naturais, com consequente saída precoce da dormência reprodutiva (GREENBERG et al., 2009), bem como plantios tardios, podem receber maior migração dos insetos provenientes de outros cultivos, tendo em vista a grande capacidade de dispersão da espécie (SHOWLER, 2008).

Em relação à influência indireta, plantas de algodoeiro cultivadas em diferentes épocas também podem ter seu ciclo de desenvolvimento reduzido, com consequente escape do ataque da praga (SOARES; LARA; CARVALHO, 1999; DEGRANDE, 2002), e de maneira antagônica, podem ter seu ciclo prolongado contribuindo para aumentar o ataque da praga. Neste último caso, isso tanto pode se dar pela maior disponibilidade de estruturas preferencialmente atacadas por mais tempo, quanto pela produção de maior número de estruturas reprodutivas, ambos atuando de forma a favorecer a praga (SHOWLER, et al., 2005; SHOWLER, 2008).

Neste sentido, plantios tardios aumentaram a abundância de botões em 44-56% em comparação aos plantios precoces, além de apresentarem 2,7-4,8 mais botões apresentando sinais de oviposição e alimentação. Desta forma, o aumento na produção de botões nos plantios tardios foi contraposto à infestação pelo bicudo-do-algodoeiro, que ocorreu quando os botões estavam mais vulneráveis e, desta forma, contribuía mais para a reprodução da praga. Antagonicamente, os plantios precoces evitaram o crescimento das populações do bicudo-do-algodoeiro, em campo, quando os botões preferidos pelo ataque estavam disponíveis. A necessidade de pulverização, baseada no nível de controle, também foi reduzida em 43% quando se comparou o plantio precoce com o tardio (SHOWLER et al., 2005). Outros trabalhos destacam que maior número de estruturas reprodutivas apresentando sinais de oviposição e caídas no solo foram provenientes dos plantios tardios em comparação aos plantios precoces, da mesma forma que naqueles plantios houve maior emergência de insetos (SHOWLER, 2008).

Ao avaliar a influência de diferentes épocas de plantio (abril, maio e junho) e do tratamento com inseticida na abundância de pragas e no dano causado por elas em Chillicothe (Texas), Slosser (1993) constatou que as maiores densidades do bicudo-do-algodoeiro migrante da diapausa ocorreram no plantio de abril e as menores em junho. Os danos provocados por *A. grandis grandis*, por sua vez, foram menores no plantio de maio.

No Texas, a adoção de uma época tardia e uniforme de plantio (UPD) é recomendada pelos entomologistas com o intuito de proporcionar controle do bicudo-do-algodoeiro e de reduzir os altos custos de produção. A expectativa com a adoção deste plantio uniforme e tardio era fazer com que na ausência de estruturas reprodutivas para se alimentar, a maior parte (90%) dos bicudos que resistiram ao inverno, ao permanecerem sem alimento, morressem (WHITE & RUMMEL, 1978). Masud et al. (1985) avaliaram a eficácia do sistema e analisaram sua viabilidade econômica utilizando dados de 1970 a 1981. Os autores constataram que mediante a implantação da UPD houve incremento de 28 kg/ha na produtividade do algodão, menores gastos com inseticidas e com a mão-de obra por hectare produzido. O lucro líquido aumentou em US\$ 52,78/ha e a adoção do sistema resultou em menor risco considerando um horizonte de 7 a 9 anos quando comparado ao sistema convencional de produção. O impacto econômico anual ficou entre US\$ 36 e US\$ 192 milhões para a região e US \$57 e US\$ 305 milhões para o estado (MASUD et al., 1985).

Já em um estudo realizado pelo Cotton Research Institute com o intuito de gerar alternativas ao manejo da lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella* – (Saunders) Lepidoptera: Gelechiidae) em que se testou três variedades (SZ 9314, CRI MS1 e CRI MS2) que foram plantadas em três diferentes épocas (20 de outubro, 17 de novembro e 15 de dezembro), representando um plantio precoce, mediano e tardio, constatou-se que ambas as variáveis apresentaram efeitos significativos na incidência da praga. O cultivo precoce foi o que proporcionou menor população da lagarta sendo este resultado atribuído à maior população de inimigos naturais e ao efeito conhecido como “temporada fechada” (KARAVINA et al., 2012).

Conhecendo os transtornos causados por esta praga e a complexidade de seu controle, opções de manejo que possam atuar sinergicamente com os métodos já empregados são desejáveis no sentido de diminuir, principalmente, o controle exclusivo com agrotóxicos. Neste contexto, táticas que tornem os cultivos menos suscetíveis ao inseto podem contribuir grandiosamente, tendo em vista que possibilitarão incremento de produção e ao mesmo tempo demonstram harmonia com o ambiente, possuem persistência, são de fácil implantação e compatíveis com a maioria das demais formas de controle já utilizadas no MIP do algodoeiro.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Condição experimental

O experimento foi realizado em campo na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada na Vargem Bonita, Brasília (DF), com altitude de 1.080 m e no Laboratório de Proteção de Plantas, Campus Darcy Ribeiro da UnB, Brasília.

A área selecionada para o experimento está sob as coordenadas 15°57'2" S e 47°56'2" O, sendo anteriormente cultivada com hortaliças sem uso de agrotóxicos, margeada por outros cultivos e localizada próxima à área de Cerrado nativo. Durante a realização do experimento em campo, entre novembro de 2017 a julho de 2018, os dados meteorológicos foram obtidos a partir dos registros feitos pela estação meteorológica automatizada da própria fazenda (MAGGIOTTO & PIRES, 2019).

O solo da área é classificado como latossolo vermelho-amarelo e, anteriormente à realização da adubação, foram coletadas amostras simples em toda a extensão da área experimental que compuseram uma amostra composta de solo com o intuito de fornecer dados da condição inicial de fertilidade do solo (macro e micronutrientes). Além disso, o esterco usado para fertilização da área também foi amostrado para avaliação dos macros e micronutrientes. Ambas as amostras foram analisadas na Embrapa Hortaliças e os resultados não serão apresentados aqui.

5.2 Implantação do experimento e tratos culturais

O manejo sem uso de insumos químicos sintéticos foi escolhido para o experimento. A área foi preparada por meio de aração e gradagem e foram realizadas duas adubações condicionantes do solo com o intuito de uniformizar a área. Estas adubações ocorreram em meados de setembro e novembro de 2017, sendo empregados 20 ton/ha de esterco bovino+ovino, proveniente da criação de animais mantida pela Fazenda Água Limpa e 1.750 kg/ha de Yoorin (fosfato natural). A mistura dos adubos foi aplicada a lanço, por meio de uma distribuidora de calcário tratorizada. Após a adubação, a área de 1.550 m² (62 x 25m) foi recoberta com plástico transparente para evitar a emergência de plantas daninhas até o momento da implantação dos tratamentos. Dentro da área experimental

foram demarcadas doze parcelas de 110 m² (20 x 5,5 m) sendo mantidos corredores de 1 m de largura entre as parcelas (Figura 1).

Os plásticos utilizados para recobrir o solo foram removidos de acordo com a necessidade de implantação dos tratamentos. Em seguida, antes do plantio, novamente foi realizada a fertilização das parcelas a serem implantadas com 20 ton/ha de esterco bovino+ovino e 1.750 kg/ha de Yoorin, distribuídos a lanço nas parcelas, seguida da sulcagem manual (com o auxílio de enxada) empregando-se o espaçamento de 0,9 m entre linhas.

A semeadura foi manual, empregando-se 15 sementes com línter por metro linear. Sete dias após o plantio houve o replantio das falhas na germinação ou emergência, com o objetivo de manter o estande final o mais uniforme possível. Vinte dias após o replantio das falhas foi realizado o desbaste manual com tesoura, mantendo-se aproximadamente 7 a 8 plantas por metro linear. Trinta dias após o plantio, as parcelas que receberam a adubação de implantação, receberam a adubação de cobertura com 20 ton/ha de esterco bovino+ovino, distribuídos nas entrelinhas de cultivo. A cultivar selecionada foi a BRS 293 de fibra branca, porte médio, atingindo entre 1,1 a 1,2 m de altura e cujo surgimento do primeiro botão floral ocorre entre 50 a 55 dias após a emergência de plântulas (DAE) e do primeiro capulho entre 110 a 120 DAE, sendo uma cultivar indicada para o cultivo no Centro-Oeste (EMBRAPA, 2018).

Durante a realização do ensaio, a necessidade hídrica das plantas foi suprida por irrigação por aspersão, sempre que houve ausência de chuvas por período superior a três dias. O manejo de plantas daninhas entre linhas foi efetuado quinzenalmente e o controle na linha foi realizado com tesoura nos momentos em que se fez necessário, com a finalidade de reduzir a competição entre a cultura e as plantas infestantes sobre os recursos disponíveis. Além disso, não foi usado nenhum inseticida na área.

A desponta manual das plantas foi realizada com o intuito de controlar o crescimento em altura das plantas e uniformizar seu tamanho das plantas, além de promover a maturação dos frutos permitindo um melhor desempenho da colheita e substituindo o uso de reguladores de crescimento sintéticos. Essa prática foi realizada aos 143 DAP, 142 DAP e 151 DAP na primeira, segunda e terceira data de plantios. Após o desponte todo o material vegetal foi retirado da área para não servir de alimentação ou abrigo para o bicudo-do-algodoeiro.

5.3 Caracterização do ensaio com variação da época de semeadura

A implantação do experimento ocorreu durante a safra de algodão 2017/2018. Os tratamentos foram representados pelas épocas de plantio 21/11/2017, 20/12/2017 e 22/01/2018, sendo baseadas na época de plantio recomendada para o DF e representando respectivamente cultivos de início, meio e fim de safra (LAZZAROTTO; ARANTES; LAMAS, 1998; BUAINAIN & BATALHA, 2007). As datas escolhidas sugerem respectivamente a precocidade por antecipação do plantio, precocidade por antecipação do desenvolvimento a partir da influência do solstício de verão e tardio por atraso de plantio. Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Por ocasião da implantação dos tratamentos, os plásticos usados para evitar a infestação por plantas daninhas foram retirados apenas das parcelas que foram implantadas.

Cerca de 30 dias após a semeadura, foram selecionadas e marcadas (pela fixação de estacas de bambu ao lado das plantas e por meio do amarrão de tecido colorido no coleto da planta) 10 plantas por parcela, com o objetivo de acompanhar o aparecimento do primeiro botão floral, surgimento da primeira flor, surgimento da primeira maçã e do primeiro capulho. Além disso, mediante o aparecimento dos primeiros botões florais com aproximadamente 5 mm, foram iniciadas as avaliações de parte aérea e coleta das estruturas reprodutivas que sofreram abscisão, sendo as avaliações realizadas em caráter semanal.

Nas avaliações da parte aérea, foram amostradas 10 plantas de algodão ao acaso, localizadas na porção central de cada parcela. Nestas avaliações foi contabilizado visualmente o número de estruturas reprodutivas (botão floral, flor, maçã e capulho) normais (sem ataque), com sinais de alimentação e/ou oviposição pelo bicudo-do-algodoeiro e estruturas com abertura irregular (carimãs e flor balão) ou que apresentassem lóculos danificados pela praga. Além disso, foi contabilizada a incidência de adultos do bicudo-do-algodoeiro na parte aérea das plantas visualmente. A amostragem foi iniciada em 29/01/2018 e finalizada em 22/08/2018. Ao todo as parcelas cultivadas no início de safra foram amostradas aos 69, 76, 80, 87, 94, 104, 111, 118, 125, 132, 139, 146, 155, 160, 167, 174, 181, 189, 196, 202 e 209 DAP, as parcelas cultivadas no meio da safra foram amostradas aos 58, 65, 75, 82, 89, 96, 103, 110, 117, 126, 131, 138, 145, 152, 160, 167, 173, 180, 187, 195, 202 DAP e as parcelas cultivadas no fim da safra foram amostradas

aos 63, 70, 77, 84, 93, 98, 105, 112, 119, 127, 134, 140, 147, 154, 162, 169, 175, 182, 190, 196, 205, 212 DAP.

As estruturas reprodutivas que sofreram abscisão e se encontravam no solo foram coletadas em todo o perímetro da parcela e acondicionadas em sacos plásticos contendo identificação da parcela e data da coleta. Em seguida, estas estruturas foram encaminhadas para o Laboratório de Proteção de Plantas onde foram submetidas à triagem que consistiu em contabilizar o número de estruturas reprodutivas (botão floral, flor, maçã, capulho) contendo sinais de alimentação e/ou oviposição pelo bicudo-do-algodoeiro e estruturas com abertura irregular (carimã e flor balão) ou que apresentassem lóculos danificados pela praga. Após esta contabilização inicial, as brácteas que envolviam as estruturas reprodutivas foram eliminadas e elas foram destinadas a recipientes plásticos, individualizados por parcela, transparentes, de 5 L de capacidade e contendo tampas adaptadas com orifício recoberto por organza, para evitar a condensação de umidade no interior dos mesmos. As estruturas reprodutivas foram mantidas nesta condição por 21 dias após a coleta, procedendo-se a avaliação semanal do número de adultos do bicudo-do-algodoeiro e possíveis parasitoides emergidos. Na última avaliação, aos 21 dias após a coleta, os insetos emergidos foram contabilizados e, em seguida, as estruturas reprodutivas foram abertas (avaliação destrutiva) para quantificação das demais fases do inseto que permaneceram dentro das estruturas sem conseguir emergir (larvas e pupas). As coletas iniciaram em 16/02/2018 e foram finalizadas em 22/08/2018. As datas de coletas dessas estruturas foram 87, 94, 104, 111, 118, 125, 132, 139, 146, 155, 160, 167, 174, 181, 189, 196, 202 e 209 DAP para o cultivo de início de safra, 75, 82, 89, 96, 103, 110, 117, 126, 131, 138, 145, 152, 160, 167, 173, 180, 187, 195, 202 DAP para o cultivo no meio de safra, 77, 84, 93, 98, 105, 112, 119, 127, 134, 140, 147, 154, 162, 169, 175, 182, 190, 196, 205, 212 DAP para cultivo no fim de safra

As avaliações somente foram encerradas após a abertura de 80% dos capulhos das plantas, a colheita foi feita em 18/06/2018, 10/07/2018 e 22/08/2018 (209, 202, 212 DAP) para o primeiro, segundo e terceiro plantios, respectivamente. Quando necessário, a colheita foi realizada em etapas (mais de uma colheita) visando evitar a perda das plumas dos primeiros capulhos formados. Foi realizada a colheita de todas as estruturas reprodutivas de 10 plantas aleatórias por parcela, além da quantificação do número de ramos (reprodutivos e vegetativos) por planta. As estruturas colhidas foram contadas e classificadas quanto ao número de capulhos normais, totalmente danificados (carimãs) ou que continham lóculos danificados pelo bicudo-do-algodoeiro. Em seguida, as fibras

foram removidas dos capulhos e pesadas para totalização do rendimento do algodão em caroço. Após a pesagem, as fibras foram separadas manualmente dos caroços e novamente pesadas para obtenção do rendimento de fibra (%) e da produção do algodão em fibra. As fibras assim obtidas foram enviadas para análise da qualidade tecnológica da fibra no Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, onde foram mensurados: comprimento da fibra (mm); resistência da fibra (gf/tex); uniformidade de comprimento (%); índice de fibras curtas (%); alongamento da fibra à ruptura (%); índice micronaire ($\mu\text{g/in}$); unidade de medida de reflectância (%); graus de fibras amarelas (sobre a escala de Hunter); grau de coloração da fibra(tipo); maturidade e índice de fiabilidade do algodão conforme descrito em Costa et al. (2005).

5.4 Análise dos dados

Anteriormente ao início das análises, os dados foram testados para verificação se os mesmos atendiam os pressupostos da análise de variância e, os que eventualmente não seguiram algum dos pressupostos (distribuição normal e homogeneidade de variância) foram transformados.

Os dados relativos à amostragem da parte aérea das plantas foram reduzidos à média por planta e das datas de avaliação e submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste Tukey HSD a 5% de probabilidade para a comparação das médias. Os dados das estruturas reprodutivas amostradas nas plantas e coletadas no solo foram usados também para o cálculo da porcentagem de infestação através da fórmula:

$$\% \text{ infestação} = \frac{\text{número de estruturas danificadas}}{\text{número total de estruturas}} \times 100$$

As médias da porcentagem de infestação das estruturas reprodutivas retidas pelas plantas e caídas no solo ao longo das amostragens e coletas foram usadas para plotagem de gráficos em função das datas de avaliação e foram comparadas, dentro de cada data de avaliação e em cada tratamento, por teste *t* não pareado a $p < 0,05$. Além disso, as médias da porcentagem de infestação das estruturas reprodutivas retidas pelas plantas nos diferentes tratamentos foram usadas para avaliar o atingimento do nível de controle (tendo por base o valor de 10% de estruturas reprodutivas atacadas) ao longo do tempo.

Os dados relativos às estruturas reprodutivas coletadas no solo ao longo das avaliações (média das datas de amostragem) e dos insetos associados a estas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste Tukey HSD a 5% de probabilidade para a comparação das médias.

O número de bicudos emergidos das estruturas reprodutivas aos 7, 14 e 21 dias após a coleta, foi totalizado em relação ao número obtido por data de coleta e extrapolado para o número obtido em um hectare, sendo comparado por ANOVA, seguida de teste Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

Os dados relativos ao número de dias requeridos para emissão das diferentes estruturas reprodutivas, além dos dados provenientes das estruturas reprodutivas colhidas e relativos à qualidade tecnológica da fibra foram submetidos à ANOVA seguida de teste Tukey HSD ($\alpha = 0,05$). Os dados de rendimento de produção de algodão em caroço e em fibra foram expressos em rendimento por hectare e submetidos à ANOVA seguida de teste Tukey HSD ($\alpha = 0,05$).

Para ser possível a comparação do número de estruturas reprodutivas totais, normais (não danificadas) e danificadas em cada data de amostragem das plantas a campo nas diferentes épocas de plantio, utilizou-se a semana de amostragem como indexador, comparando-se a primeira semana de amostragem do primeiro plantio, com a primeira semana de amostragem do segundo e terceiro plantios e assim sucessivamente. Tendo em vista que o primeiro e o segundo plantios permitiram ao final do ciclo de crescimento um total de 21 avaliações e o terceiro plantio possibilitou a realização de 22 avaliações, a última avaliação da terceira época de plantio foi descartada para efeito comparativo. Esses dados foram empregados para comparação destas variáveis nos três plantios empregando a análise por medidas repetidas no tempo (semanas de avaliação) seguida de teste Tukey HSD ($\alpha = 0,05$). Todas as análises foram feitas utilizando o SAS software (SAS, 2002).

Os dados meteorológicos referentes as épocas de plantio foram obtidos a partir dos registros feitos pela estação meteorológica automatizada da própria Fazenda Água Limpa. Estes dados foram usados para o cálculo das unidades de calor acumuladas pelas plantas (graus dias) nos diferentes estágios (plantio- 1^o. botão, plantio-1^a. flor, plantio-1^a. maçã e plantio-1^o. capulho) através da fórmula: $DD = \left(\frac{T+t}{2}\right) - T_b$ (MILLER; LANIER; BRANDT, 2018) onde T representa a temperatura máxima diária, t a temperatura mínima diária e 15(°C) temperatura base . A radiação global foi estimada a partir da soma da radiação diária desde o plantio até o estágio em questão (botão, flor, maçã e capulho).

Todos os dados foram estimados tendo por base a média de dias requeridos para que o estágio em questão fosse atingido.

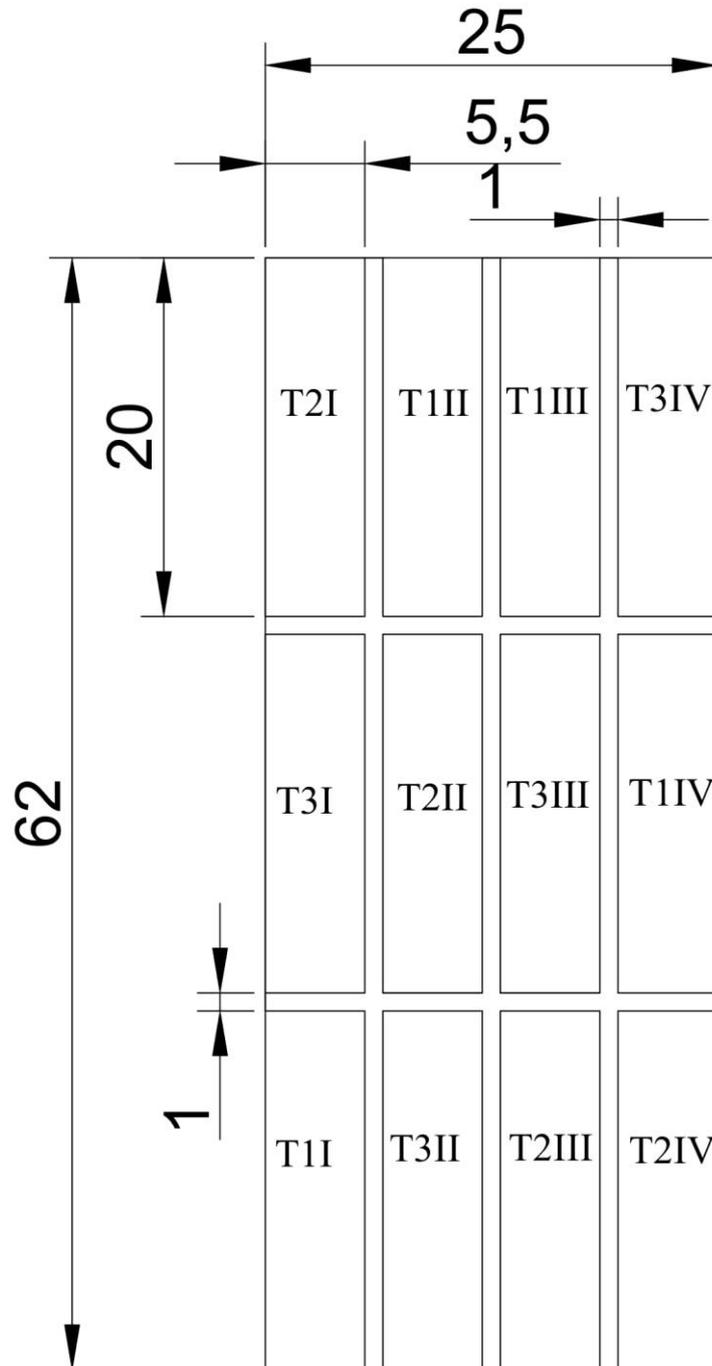


Figura 1. Croqui do experimento implantado na Fazenda Água Limpa, sendo as cotas representadas em m e a nomenclatura das parcelas conforme codificação usada em campo. Desta forma T1, T2 e T3 representam respectivamente as datas de plantio de início, meio e fim de safra e I, II, III, IV os quatro blocos.

6. RESULTADOS

Os dados correspondentes a média das datas de amostragem realizadas em cada data de plantio, permitiram constatar efeito significativo da época de plantio sobre a média de botões normais (sem sinal de ataque), botões com sinal de alimentação, botões com sinal de oviposição, botões com ambos sinais de alimentação e oviposição, flores com sinal de alimentação, flores com sinal de oviposição, flores com ambos sinais de alimentação e oviposição, maçãs sem ataque, maçãs com sinal de alimentação, carimãs, total de estruturas reprodutivas atacadas, total de estruturas reprodutivas, porcentagem de infestação por *A. grandis grandis* (Tabela 1).

A terceira época de plantio apresentou as maiores médias de botões com sinal de alimentação, botões com sinal de oviposição, botões com ambos os sinais de alimentação e oviposição, flores com sinal de alimentação, flores com ambos os sinais de alimentação e oviposição, maçãs com sinal de alimentação, total de estruturas reprodutivas atacadas e porcentagem de estruturas reprodutivas infestadas por *A. grandis grandis*, com os menores valores ocorrendo no primeiro e segundo plantios que não diferiram estatisticamente entre si. O número de botões normais e o total de estruturas reprodutivas foram máximos no terceiro plantio, intermediários no primeiro plantio e mínimos no segundo plantio. O mesmo ocorreu em relação ao número de flores ovipositadas sendo, entretanto, o valor intermediário obtido no segundo plantio e o menor número ocorrendo no primeiro plantio. O maior número de carimãs ocorreu no primeiro plantio com os demais plantios não diferindo estatisticamente entre si. Verificou-se número máximo de maçãs normais no primeiro plantio, sendo intermediário no segundo plantio e mínimo no terceiro plantio.

Tabela 1. Média (\pm EPM) de 21, 21 e 22 datas de amostragem para os plantios realizados no início, meio e fim de safra, respectivamente do número de estruturas reprodutivas normais, totais e atacadas pelo bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis grandis* Boheman, Coleoptera: Curculionidae), porcentagem de estruturas reprodutivas infestadas pela praga amostrados em monitoramento realizado a campo em diferentes datas de avaliação.

Variáveis	Épocas de plantio			G.L = 2, 9 F; P
	Início de safra	Meio de safra	Fim de safra	
Botão normal	2,91 \pm 0,07 AB	2,81 \pm 0,17 B	3,39 \pm 0,14 A	5,41; 0,03
Botão alimentado	0,49 \pm 0,01 B	0,47 \pm 0,03 B	0,92 \pm 0,08 A	22,76; 0,0003
Botão ovipositado	0,42 \pm 0,02 B	0,46 \pm 0,01 B	0,65 \pm 0,05 A	11,73; 0,003
Botão com sinais de oviposição e alimentação	0,19 \pm 0,02 B	0,20 \pm 0,02B	0,32 \pm 0,03 A	11,53; 0,003
Flor alimentada	0,04 \pm 0,01 B	0,03 \pm 0,01 B	0,08 \pm 0,01 A	10,66; 0,004
Flor ovipositada	0,02 \pm 0,004 B	0,04 \pm 0,01 AB	0,05 \pm 0,004 A	5,72; 0,0249
Flor com sinais de alimentação e oviposição	0,02 \pm 0,005 B	0,01 \pm 0,002 B	0,04 \pm 0,002 A	24,50; 0,0002
Maçã normal	0,78 \pm 0,07 A	0,61 \pm 0,09 AB	0,32 \pm 0,06 B	8,46; 0,009
Maçã alimentada	0,10 \pm 0,01 B	0,08 \pm 0,02 B	0,18 \pm 0,01 A	14,61; 0,001
Carimã	0,21 \pm 0,03 A	0,10 \pm 0,02 B	0,07 \pm 0,02 B	9,32; 0,006
Total de estruturas reprodutivas	5,64 \pm 0,23 AB	5,26 \pm 0,35 B	6,39 \pm 0,23 A	4,32; 0,05
Total de estruturas reprodutivas atacadas	1,66 \pm 0,10 B	1,60 \pm 0,05 B	2,46 \pm 0,12 A	22,74; 0,0003
Porcentagem de infestação	18,75 \pm 0,65 B	19,94 \pm 0,37 B	27,77 \pm 0,65 A	83,00; <0,0001

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey HSD ($P>0,05$). **Apenas as variáveis e datas cujos tratamentos diferiram significativamente foram representadas.

Houve efeito significativo do total de estruturas reprodutivas e do número de estruturas não danificadas e danificadas por *A. grandis grandis* entre os plantios em algumas das semanas de amostragens realizadas a campo (Figuras 2A-C).

O primeiro plantio apresentou maior número total de estruturas reprodutivas na 2^a, 6^a e 7^a semana de amostragem, ocorrendo o inverso na 5^a, 17^a e 20^a semana de avaliação a campo (Figura 2A). O segundo plantio não se diferenciou estatisticamente do primeiro plantio na 7^a semana de avaliação e apresentou valores intermediários entre o primeiro e o terceiro plantios na 5^a, 6^a e 17^a semana de avaliação, para o total de estruturas reprodutivas. As menores médias do total de estruturas reprodutivas produzidas pelo segundo plantio ocorreram na 2^a e 20^a semanas de avaliação a campo (Figura 2A). O terceiro plantio apresentou valores máximos do total de estruturas reprodutivas na 5^a semana de avaliação e próximo ao fim do ciclo de cultivo, na 17^a e 20^a semanas de avaliação. Nas demais datas de amostragem, apresentou valores mínimos para essa variável (Figura 2A).

O número de estruturas reprodutivas não danificadas foi máximo na 2^a, 4^a, 6^a, 7^a e 9^a semanas de avaliação da primeira época de plantio, sendo esse valor intermediário entre o valor máximo e o mínimo na 3^a e 18^a semanas de avaliação e mínimo na 17^a e 20^a semanas de avaliação. A segunda época de plantio apresentou valores máximos do número de estruturas reprodutivas não danificadas ou intermediários entre o máximo e o mínimo na 3^a, 4^a, 7^a, 9^a e 17^a semana de avaliação, apresentando valores mínimos nas demais semanas. Em contrapartida, a terceira época de plantio apresentou as menores médias de estruturas reprodutivas não danificadas durante boa parte das avaliações (da segunda a 9^a semana de avaliação), porém, a partir da 17^a semana, apresentou as maiores médias (Figura 2B).

As médias do número de estruturas reprodutivas danificadas (alimentação + oviposição) foram maiores no terceiro plantio, em todas as semanas de avaliação (Figura 2C). A segunda época de plantio apresentou valores intermediários de estruturas reprodutivas danificadas na 6^a semana de avaliação, sendo o mesmo constatado em relação ao primeiro plantio na 1^a semana de avaliação. Nas demais ocasiões, não foram verificadas diferenças estatísticas entre o primeiro e o segundo plantios, que apresentaram os menores valores relativos ao número de estruturas reprodutivas danificadas (Figura 2C).

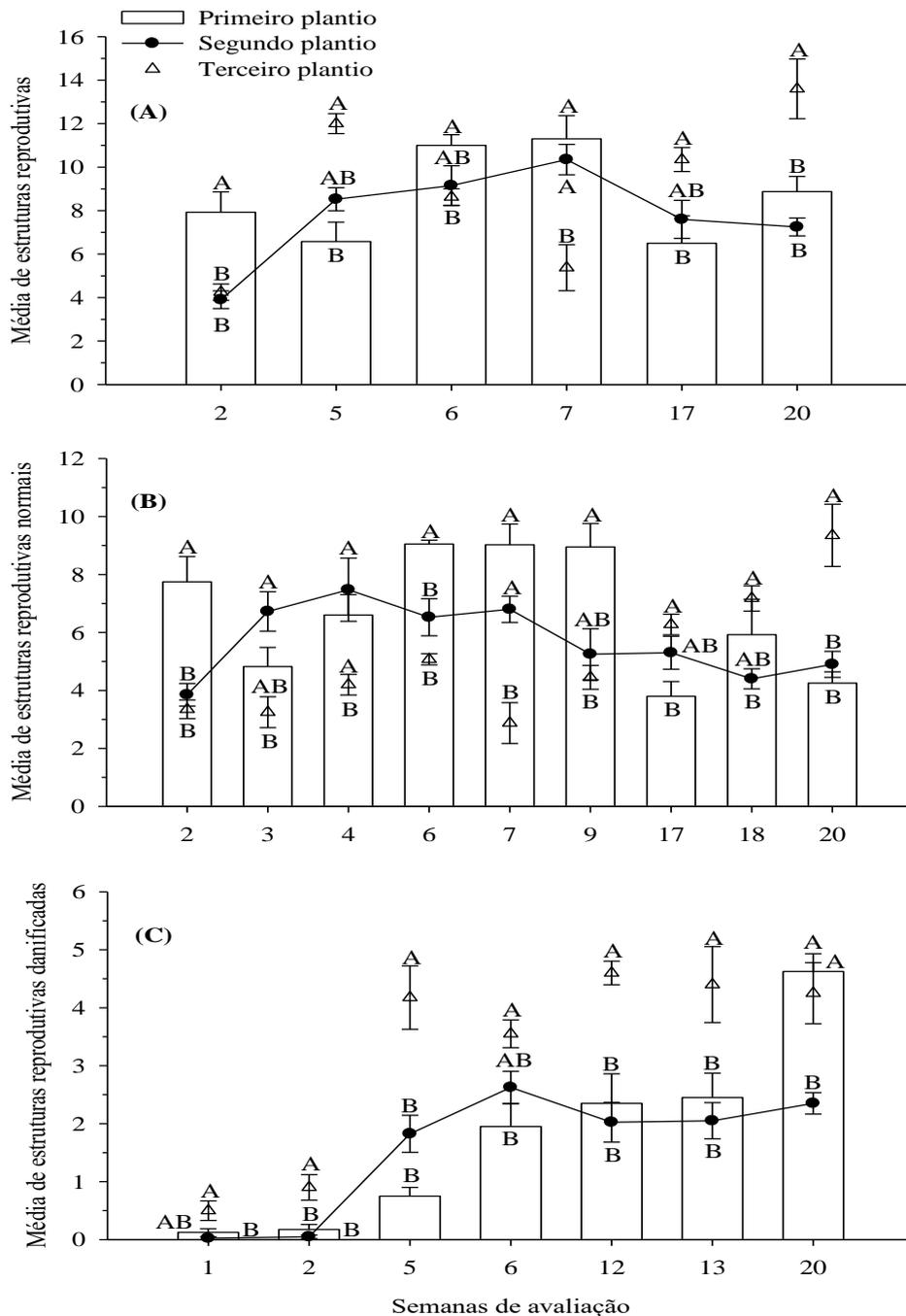


Figura 2. Média (\pm EPM) do número de estruturas reprodutivas totais (A), estruturas reprodutivas não danificadas (B) e danificadas (C) (alimentação + oviposição) por *Anthonomus grandis grandis* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes semanas de amostragem a campo em algodoeiro cultivado em três diferentes épocas de plantio: primeiro plantio - início de safra; segundo plantio - meio de safra e terceiro plantio - fim de safra. *Médias seguidas da mesma letra em cada semana de avaliação não diferem entre si pelo teste Tukey HSD a $P > 0,05$. **Apenas as datas de amostragem cujos tratamentos diferiram significativamente entre si foram representados.

Os dados obtidos a partir da coleta de estruturas caídas no solo (Tabela 2) se assemelharam aos resultados obtidos a partir da amostragem das plantas a campo. Houve maior número de flores normais, com sinais de alimentação, oviposição, com ambos os sinais de alimentação e oviposição, de larvas de bicudo-do-algodoeiro, do total de estruturas reprodutivas, da porcentagem de infestação e de adultos dos parasitoides *Catolaccus grandis* Burks (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: braconidae) no terceiro plantio, em relação ao primeiro e segundo plantios, sendo que esses dois últimos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2). Houve maior número de botões com sinais de alimentação no terceiro plantio, sendo intermediário no segundo e menor no primeiro plantio. Resultado semelhante ocorreu em relação às maçãs com sinais de alimentação e ao total de estruturas danificadas, entretanto, o ataque intermediário ocorreu no primeiro plantio e a menor infestação foi verificada no segundo plantio, sendo as maiores médias observadas no terceiro plantio. O inverso, no entanto, ocorreu em relação ao número de carimãs e de capulhos danificados, em que o primeiro plantio apresentou as maiores médias comparado ao segundo e terceiro plantios, que não diferiram entre si. Algo semelhante ocorreu em relação ao número de maçãs com sinais de emergência de *A. grandis grandis*, onde o primeiro plantio apresentou as maiores médias, o segundo plantio apresentou valores intermediários e o terceiro plantio apresentou as menores médias para essas variáveis (Tabela 2).

Tabela 2. Média (\pm EPM) do número de estruturas reprodutivas normais, totais e atacadas pelo bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis grandis* Boheman, Coleoptera: Curculionidae), parasitoides e porcentagem de infestação de estruturas reprodutivas em monitoramento realizado a partir da coleta de estruturas reprodutivas caída nas entrelinhas de cultivo em diferentes datas de avaliação em função das épocas de plantio.

Variáveis	Épocas de plantio			G.L. = 2, 9 F, P
	Início de safra	Meio de safra	Fim de safra	
Botão	33,28 \pm 4,61 B	36,89 \pm 8,30	61,84 \pm 7,34 A	5,03; 0,0341
alimentado	AB			
Flor normal	7,83 \pm 1,22 B	8,61 \pm 1,49 B	23,91 \pm 1,30 A	45,62; <0,0001
Flor alimentada	2,59 \pm 0,30B	3,46 \pm 0,35 B	14,78 \pm 1,42 A	61,95; <0,0001
Flor ovipositada	6,69 \pm 0,25 B	9,09 \pm 1,52 B	20,10 \pm 1,04A	43,03; <0,0001
Flor com ambos sinais	3,28 \pm 1,02 B	1,91 \pm 0,38 B	9,19 \pm 1,13 A	18,19; 0,0007
Maçã alimentada	15,94 \pm 0,59	13,65 \pm 4,04 B	25,82 \pm 2,08 A	5,97; 0,0224
Maçã com sinal de emergência	AB			
	5,46 \pm 0,85 A	3,37 \pm 0,22 AB	2,26 \pm 0,53 B	7,57; 0,0118
Carimã	7,18 \pm 0,79 A	2,68 \pm 0,65 B	3,24 \pm 0,83 B	11,36; 0,0046
Capulho danificado	0,84 \pm 0,09 A	0,26 \pm 0,14 B	0,05 \pm 0,02 B	17,21; 0,0008
Larva de Bicudo	0,59 \pm 0,16 B	1,11 \pm 0,23 B	2,97 \pm 0,42 A	18,01; 0,0007

... Continuação tabela 2

Variável		Época de plantio			G.L. = 2, 9 F, P
		Início de safra	Meio de safra	Fim de safra	
Total de estruturas danificadas		367,02±30,66 AB	358,27±28,73 B	471,88±25,81 A	4,93; 0,0358
Total de estruturas		543,26±20,37 B	525,19±27,13 B	637,79±23,53 A	6,44; 0,0184
Porcentagem de infestação		45,23±1,07 B	46,545±1,60 B	58,37±1,50 A	26,37; 0,0002
<i>Bracon vulgaris</i>		4,80±0,48 B	6,84±1,27 B	12,82±0,67 A	22,77; 0,0003
<i>Catolaccus grandis</i>		1,96±0,28 B	2,77±0,36 B	5,59±0,51 A	23,07; 0,0003

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey HSD ($P>0,05$). **Apenas as variáveis e datas cujos tratamentos diferiram significativamente foram representadas.

Com base na porcentagem de infestação das estruturas retidas pelas plantas e amostradas a campo, a tomada de decisão de controle ocorreria na 4^a semana de amostragem, aos 87 DAP, no primeiro plantio; na 3^a semana de amostragem, aos 75 DAP no segundo plantio; e na 1^a semana de amostragem, aos 63 DAP, no terceiro plantio sendo, nesse último caso, imediatamente após os botões florais apresentarem diâmetros entre 5 a 6 mm (Figura 3A-C). Posteriormente ao alcance do nível de controle, a porcentagem de infestação manteve-se constantemente acima do limiar de 10% para tomada de decisão de controle até o final do ciclo de cultivo nos três plantios realizados. Além disso, a porcentagem de infestação das estruturas reprodutivas coletadas no solo sempre estiveram acima dos 10% de infestação ficando, em grande parte dos casos, acima de 50%. Adicionalmente, na maioria das semanas de avaliação, em todas as datas de plantio, houve significativamente mais estruturas infestadas coletadas no solo do que retidas pelas plantas; enquanto o máximo de infestação das estruturas coletadas no solo foi próximo a 100%, a infestação máxima das estruturas retidas pelas plantas foi de aproximadamente 50% (Figura 3A-C).

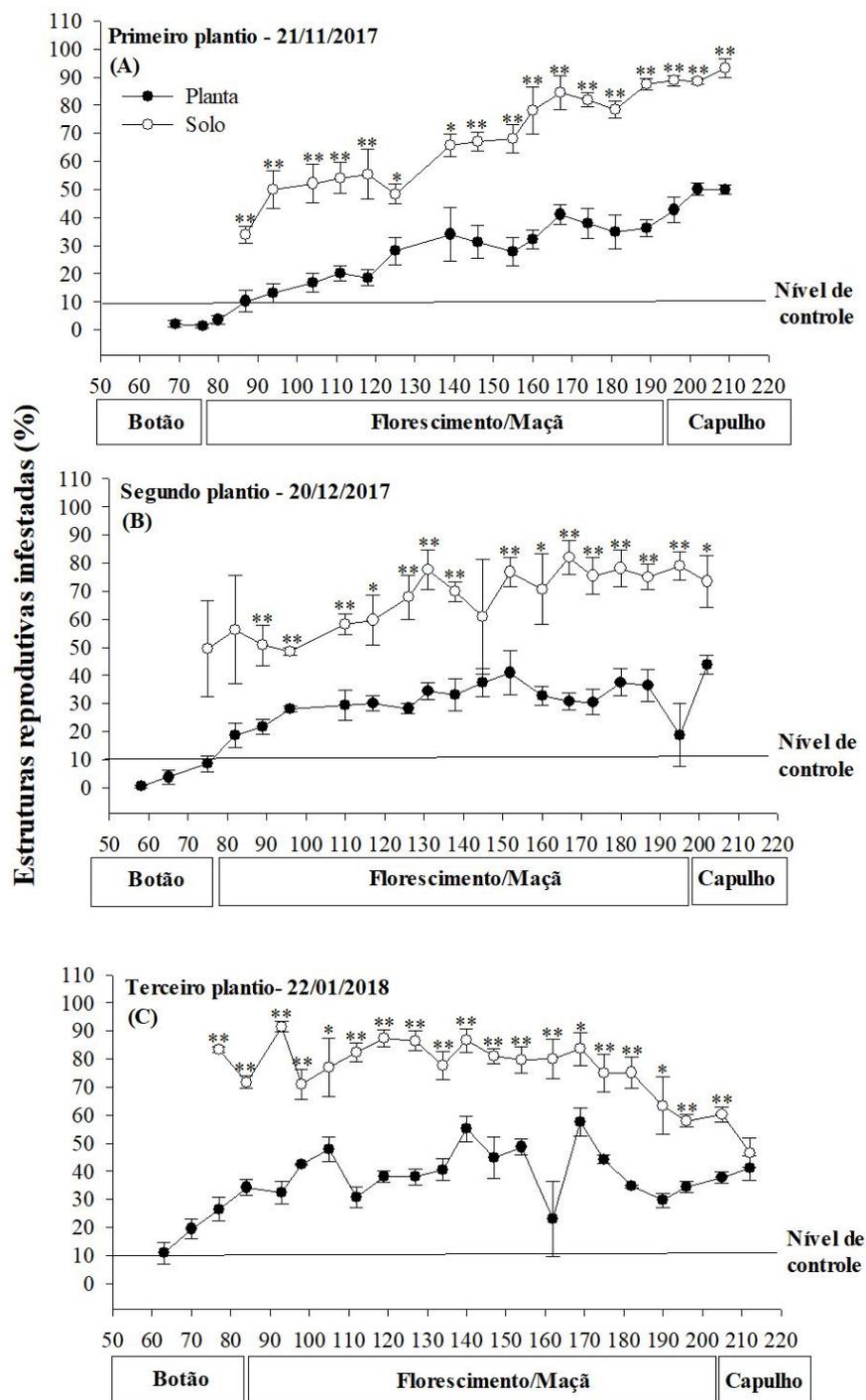


Figura 3. Porcentagem de estruturas reprodutivas amostradas na planta e coletadas do solo contendo sinais de infestação pelo bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis grandis* Boheman, Coleoptera: Curculionidae) ao longo das avaliações (dias após o plantio - DAP) em três diferentes épocas de plantio: (A) primeiro plantio – início de safra; (B) segundo plantio – meio de safra e (C) terceiro plantio – fim de safra. *Asteriscos indicam diferenças significativas entre as estruturas amostradas nas plantas e coletadas no solo, em cada data de avaliação, pelo teste t não pareado ($P < 0,05$).

Com base nos dias requeridos para surgimento das primeiras estruturas reprodutivas fica claro o impacto significativo das épocas de plantio. O segundo plantio foi o mais precoce em relação ao surgimento de botão floral, flor, maçã e capulho. O terceiro e o primeiro plantio, de modo geral, comportaram-se como os mais tardios em relação ao surgimento de estruturas reprodutivas. Exceção a essa regra ocorreu com o primeiro plantio em relação ao surgimento de capulhos, não diferindo estatisticamente do segundo plantio e ao surgimento de maçãs, cujo tempo foi intermediário entre o segundo plantio, mais precoce, e o terceiro plantio, mais tardio (Tabela 3).

Tabela 3. Média (\pm EPM) do número de dias requeridos a partir do plantio para surgimento das primeiras estruturas reprodutivas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), em função da época de plantio.

Variáveis	Épocas de plantio			G.L. = 2, 9 <i>F; P</i>
	Início de safra	Meio de safra	Fim de safra	
Botão floral	54,30 \pm 0,98 A	43,37 \pm 0,58 B	57,67 \pm 1,02 A	71,50; <0,0001
Flor	84,47 \pm 0,49 A	79,02 \pm 0,76 B	84,27 \pm 1,11 A	13,96; 0,0017
Maçã	92,52 \pm 0,80 AB	89,62 \pm 1,06 B	97,27 \pm 1,88 A	8,44; 0,0086
Capulho	197,92 \pm 1,80 B	193,91 \pm 0,54 B	206,82 \pm 0,65 A	33,16; <0,0001

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey HSD ($P > 0,05$).

A quantidade de unidades de calor requeridas para iniciação das diferentes fases reprodutivas do algodoeiro foi reduzida do primeiro e do terceiro para o segundo plantio (Tabela 4). Exceção a esse fato ocorreu em relação às unidades de calor acumuladas do plantio à primeira maçã e do plantio ao primeiro capulho no primeiro e terceiro plantios, respectivamente, que foram inferiores às acumuladas pelo segundo plantio, todavia, sendo os valores bem próximos. Apesar da radiação global total ter sido pouco variável entre os plantios, a média da radiação global quando se considerou intervalos de tempo mais longos (plantio -1^o. botão, 1^a. maçã, 1^o. capulho e colheita) foi maior do segundo plantio em relação ao primeiro e terceiro plantios (Tabela 4).

Tabela 4. Unidades de calor (°C) acumuladas por plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e radiação global incidente em plantios estabelecidos em três diferentes épocas de plantio: primeiro plantio – início de safra; segundo plantio – meio de safra e terceiro plantio – fim de safra.

Fases	Épocas de plantio		
	Início de safra	Meio de safra	Fim de safra
Graus-Dia			
Plantio - 1 ^o . botão	399,85	323,67	438,39
Plantio - 1 ^a . flor	615,76	577,55	617,76
Plantio - 1 ^a . maçã	666,97	668,05	684,50
Plantio - 1 ^o . capulho	1.260,77	1.134,64	1.064,21
Radiação global (MJ/m² d)			
Plantio - 1 ^o . botão	780,9 (14,2)	727,6 (16,5)	925,3 (16,0)
Plantio - 1 ^a . flor	1.279,1 (15,0)	1.301,9 (16,5)	1.270,9 (15,0)
Plantio - 1 ^a . maçã	1.430,2 (15,3)	1.455,7 (16,2)	1.456,2 (14,9)
Plantio - 1 ^o . capulho	1.924,0 (14,8)	2.910,9 (15,0)	3.041,2 (14,7)
Plantio - colheita	3.078,0 (14,7)	3.044,1 (15,0)	3131,9 (14,7)
Botão - flor	514,2 (16,6)	585,6 (16,3)	363,4 (13,0)
Flor - maçã	163,2 (17,6)	166,6 (13,9)	197,3 (14,1)
Flor - capulho	1.657,0 (14,5)	1.621,8 (14,0)	1.782,3 (14,5)
Maçã - capulho	1.539,4 (14,4)	1.471,4 (14,1)	1.601,9 (14,6)

*Valores fora dos parênteses representam a radiação global total e entre parênteses média da radiação global no período.

Os resultados da análise de qualidade tecnológica da fibra demonstraram que não ocorreram diferenças significativas entre as três datas de plantio (Tabela 5). Todavia, a discrepância entre os valores obtidos pode ser usada para classificação das fibras, pois pequenas variações podem acarretar ágio ou deságio em relação ao preço da tonelada da fibra alcançado no mercado.

O comprimento (mm) variou entre 29,77- 28,99 mm, obtendo a classificação de fibra longa. Os índices de uniformidade (UHM - %) mesmo não apresentando diferença significativa, apresentaram classificações qualitativas divergentes. A primeira época e a

terceira época de plantio, apresentaram valores de uniformidade que ficaram entre 83-85% sendo classificadas como fibra de uniformidade elevada; porém, a fibra proveniente da segunda época de plantio apresentou valor de uniformidade acima de 85%, sendo considerada de uniformidade muito elevada. As taxas de fibras curtas (SFI - %) apresentaram valores menores que 10%, variando entre 7,40 - 8,56%, algo que é indicativo de baixa porcentagem de fibras curtas. A variável resistência (STR - g/tex) obteve valores entre 29,21-29,66 g/tex e nos três tratamentos as fibras foram classificadas como resistentes. O alongamento à ruptura (ELG - %) ficou entre 6,62-6,99 %, sendo a primeira época de plantio classificada como regular e as outras duas como elevada. O índice *micronaire* (MIC) variou entre 3,31-3,36 sendo todas as fibras classificadas como finas. A maturação, que variou de 0,83-0,84 foi classificada como inferior ou média (FONSECA; SANTANA, 2002). O CSP variou de 2.867,86-3025,83 permitindo que todos os valores fossem considerados como muito altos (acima de 2.500) (JUHASZ et al., 2013).

Os valores de reflectância (RD-%) e o grau de fibras amarelas (b+) permitiram enquadrar as amostras provenientes da primeira e terceiras épocas de plantio na cor 22-2 (*Strict middling* – cor estritamente média ou creme) e da segunda época de plantio na cor 12-1 (*Good middling light spotted* – cor boa média ligeiramente creme). O segundo número, representado após o hífen, é descritivo da incidência de impurezas (matéria não fibrosa) e, desta forma, o número 2, que apareceu no primeiro e terceiro plantios, é indicativo de uma maior contaminação em relação ao segundo plantio (FONSECA; SANTANA, 2002). A maior média de produtividade foi alcançada no primeiro e segundo plantios que não diferiram estatisticamente entre si, sendo a menor produtividade obtida na terceira época de plantio. O maior rendimento de fibra foi proveniente do primeiro plantio, com o segundo e o terceiro plantios não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 5).

Tabela 5. Média dos atributos relativos à qualidade tecnológica da fibra e produtividade de algodão em caroço e rendimento de fibra (média de 10 plantas \pm EPM) do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.- Malvaceae) em função da época de plantio.

Variáveis	Épocas de plantio			G.L. = 2, 9 <i>F; P</i>
	Início de safra	Meio de safra	Fim de safra	
UHM (mm) ¹	29,34 \pm 0,52A	29,77 \pm 0,34A	28,99 \pm 0,20A	1,07; 0,38
UNF (%) ²	83,61 \pm 0,76A	85,06 \pm 0,25A	84,80 \pm 0,61A	1,75; 0,23
SFI (%) ³	8,56 \pm 0,52A	7,40 \pm 0,31A	7,50 \pm 0,36A	2,47; 0,14
STR (g/tex) ⁴	29,66 \pm 1,07A	29,21 \pm 0,59A	29,51 \pm 0,79A	0,07; 0,93
ELG (%) ⁵	6,62 \pm 0,24A	6,99 \pm 0,28A	6,93 \pm 0,21A	0,66; 0,54
MIC ⁶	3,36 \pm 0,18A	3,31 \pm 0,12A	3,33 \pm 0,16A	0,03; 0,97
MAT ⁷	0,84 \pm 0,004A	0,83 \pm 0,002A	0,83 \pm 0,004A	2,05; 0,18
RD (%) ⁸	75,52 \pm 0,61A	76,52 \pm 0,91A	76,10 \pm 0,89A	0,37; 0,70
+b ⁹	12,09 \pm 0,38A	11,39 \pm 0,49A	10,48 \pm 0,40A	3,57; 0,07
CSP ¹⁰	2867,86 \pm 194,14A	3025,83 \pm 71,89A	2969,03 \pm 129,22A	0,32; 0,73
Produtividade em caroço	843,79 \pm 77,16 A	708,79 \pm 71,35 A	380,42 \pm 37,48 B	13,69; 0,0019
Rendimento	41,63 \pm 0,89 A	34,32 \pm 1,05 B	39,19 \pm 0,69 B	17,31; 0,0008

¹Comprimento; ²Uniformidade; ³Índice de fibras curtas; ⁴Resistência; ⁵Alongamento à ruptura; ⁶Índice micronaire; ⁷Maturidade; ⁸Reflectância; ⁹Grau de fibras amarelas; ¹⁰Índice de fiabilidade. *Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey HSD ($P>0,05$).

7. DISCUSSÃO

O presente estudo constatou que a época de plantio do algodoeiro possui impacto sobre a infestação do bicudo-do-algodoeiro, a produção das plantas e a qualidade tecnológica da fibra cultivada. Plantas cultivadas do início ao meio da safra, como as provenientes do primeiro e segundo plantios, realizados no início e meio da safra, respectivamente, na maioria das avaliações e na média das avaliações realizadas, apresentaram menor número de estruturas reprodutivas atacadas e menor porcentagem de infestação, embora também apresentaram menor número total de estruturas reprodutivas. Esse padrão é decorrente do fato de que plantios mais tardios, como é o caso do terceiro plantio implantado no fim da safra, são frequentemente mais danificados por: 1) receberem a migração de maior número de indivíduos oriundos de outros plantios que os antecedem, sendo estes indivíduos mais fecundos; 2) apresentarem alongamento do ciclo de desenvolvimento das plantas, contribuindo para produção de maior quantidade de estruturas reprodutivas; 3) apresentarem tempo diferenciado para maturação das estruturas reprodutivas produzidas, aumentando o tempo de exposição ao ataque da praga.

No primeiro caso, estudos anteriores verificaram que fêmeas do bicudo-do-algodoeiro, apesar de serem capazes de se alimentar de fontes alternativas, que as mantêm viáveis durante a entressafra do algodoeiro, não produzem ovos quando mantidas sob esse regime alimentar (SHOWLER & ABRIGO, 2007). Adicionalmente, fêmeas do inseto alimentadas com botões florais de 5,5-8,0 mm de diâmetro por pelo menos sete dias produzem quase quatro vezes mais fêmeas grávidas e quase cinco vezes mais ovos fecundados do que fêmeas alimentadas com botões menores ou com maçãs (SHOWLER, 2004). Além disso, o incremento populacional de *A. grandis grandis* é significativamente mais elevado (incremento de 60 vezes a cada geração) mediante manutenção da dieta das fêmeas com 10 ou mais botões florais, devido ao aumento na viabilidade das fases imaturas (GREENBERG et al., 2003). Esses fatos são confirmados no presente estudo pela menor densidade de larvas de *A. grandis grandis* encontradas nas estruturas reprodutivas do primeiro e segundo plantios, em relação ao terceiro plantio, cujos adultos infestantes foram provenientes dos plantios anteriores. Assim, os adultos provenientes dos plantios anteriores foram mantidos com alimentação que favorece a fecundidade e a maior sobrevivência de imaturos. Desta forma, a expectativa é de que a população infestante dos primeiros plantios e migrante das fontes alternativas de alimentos (áreas de

refúgio), seja menor e apresente menor fecundidade, justificando parte dos resultados encontrados no presente trabalho.

Em relação ao segundo e terceiro pontos, um dos fatores determinantes para iniciação e duração das fases do ciclo fenológico do algodoeiro são as unidades de calor (graus-dia) acumuladas pela planta nas diferentes fases do seu ciclo de desenvolvimento e a radiação global a qual as plantas são expostas. Esses fatores podem variar entre regiões de cultivo e entre épocas de semeadura para uma mesma região de cultivo. As unidades de calor são dependentes das temperaturas ambientais máximas e mínimas diária e da temperatura base (15 °C), abaixo da qual a planta cessa o seu desenvolvimento (ROSOLEM, 2012). A radiação global influencia no desenvolvimento das plantas por afetar a radiação que será interceptada pelas mesmas e modular os processos metabólicos tais como a fotossíntese, indução floral e maturação de frutos (CAMPILLO; FORTES; PRIETO, 2012). Além disso, Viator et al. (2005), afirmaram que o solstício de verão (época de maior comprimento do dia) pode, potencialmente, tornar as plantas mais precoces.

Pequenas alterações foram notadas nas unidades de calor acumuladas pelo algodoeiro nas diferentes fases do seu ciclo de desenvolvimento entre os plantios testados. Entretanto, de modo geral, o primeiro e o terceiro plantios demandaram acúmulo de maior quantidade de unidades de calor para iniciação das fases reprodutivas preferidas para ataque pelo bicudo-do-algodoeiro (botão, flor e maçã) em relação ao segundo plantio. Essas variações são comuns e atribuídas às oscilações nas médias de temperatura ao longo do ciclo de desenvolvimento, contribuindo para encurtar ou alongar a iniciação das diferentes fases reprodutivas (MILLER; LANIER; BRANDT, 2018). Nesse sentido, o segundo plantio, que foi o mais precoce na iniciação das fases reprodutivas preferidas pelo bicudo-do-algodoeiro, foi também o que foi exposto as maiores médias de radiação global para iniciação dessas fases reprodutivas, algo que também contribui para a precocidade observada (VILLEGAS et al., 2016). Desta forma, ao encurtar o tempo requerido para iniciação das fases de desenvolvimento reprodutivo preferencialmente atacadas pelo bicudo-do-algodoeiro, esse cultivo pode ter escapado do ataque dos adultos mais numerosos e fecundos, provenientes do primeiro plantio, o mesmo não ocorrendo com o terceiro plantio (mais tardio). O escape de cultivares precoces ao ataque do bicudo-do-algodoeiro já foi extensamente relatado e documentado na literatura e é atribuído a evasão da planta hospedeira às altas densidades populacionais do inseto levando,

consequentemente, a menores intensidades de infestação (ISELY, 1934; SANTOS et al., 2003; VIATOR, et al., 2005; SHOWLER, 2008; KARAVINA et al., 2012).

Além disso, a porcentagem de infestação das estruturas reprodutivas caídas ao solo, cujos ápices foram superiores a 90% no primeiro e terceiro plantios, superior a 80% no segundo plantio, sendo mantida acima dos 50% no decorrer das avaliações de todos os plantios, ressalta o quanto esta fonte de indivíduos é importante na infestação das áreas circunvizinhas. Vale destacar que a infestação das estruturas reprodutivas retidas pelas plantas foi significativamente menor na maioria das avaliações de todos os plantios considerados, com os valores mais altos se situando entre 40-60%. Essa situação de estruturas infestadas estarem no solo é preocupante se considerarmos que nenhum esforço de controle é direcionado ao local onde se encontram.

Assim, a baixa densidade de adultos menos fecundos migrantes das fontes alternativas de alimentação e o escape do ataque no caso do primeiro e segundo plantio, respectivamente, podem justificar porque, de modo geral, esses plantios foram menos atacados do que o terceiro plantio. Esses fatos são confirmados pelo adiamento da tomada de decisão de controle de *A. grandis grandis* em três e duas semanas, respectivamente, no primeiro e segundo plantios, em comparação ao terceiro plantio.

O adiamento na tomada de decisão de controle resulta na redução do número de aplicações para o controle da praga que, indiretamente, proporciona vários outros benefícios como menor frequência de casos resistência a inseticidas, menor contaminação ambiental e maior incidência de inimigos naturais na área, além de resultar na economia dos custos de produção. O maior investimento na cultura até hoje registrado no país aconteceu em outubro de 2018, onde foi registrado um montante de 427,981 milhões de reais, sendo grande parte deste investimento financiado pelos produtores (BRASIL, 2019a). Parte deste investimento é destinado a aquisição de insumos, dentre os quais estão os inseticidas, frequentemente utilizados no controle do bicudo-do algodoeiro.

Vale destacar que o terceiro plantio foi o que apresentou as maiores densidades dos parasitoides do bicudo-do-algodoeiro. O alongamento do ciclo de cultivo nos plantios tardios favorece a produção de maior quantidade de estruturas reprodutivas e a infestação em maiores densidades do bicudo-do-algodoeiro (SHOWLER et al., 2005; SHOWLER, 2008), contribuindo para o incremento da ação de inimigos naturais especializados, como é o caso de *C. grandis* e *B. vulgaris* que têm sua população aumentada mediante aumento na densidade populacional do seu hospedeiro (ALVES et al., 2015).

Em relação à produção, o primeiro e segundo plantios, que foram os menos afetados, também obtiveram as maiores médias de produção, reiterando o fato de que o limitante o bicudo-do-algodoeiro é para a cultura. Como as parcelas experimentais não receberam nenhum tipo de intervenção contra pragas, exceto a catação das estruturas caídas ao solo nas entrelinhas como variáveis do experimento, era esperado menor produtividade em relação à média nacional. A produtividade nacional de algodão sem caroço na safra 2017/2018 foi equivalente a 4.267 kg/ha e de algodão em pluma em torno de 1.708 kg/ha (BRASIL, 2019a).

No que diz respeito às características qualitativas da produção (qualidade tecnológica da fibra), não foram constatadas alterações significativas nas diferentes variáveis que a compõe. Contudo, a classificação da fibra proveniente do segundo plantio apresentou menor quantidade de contaminantes em relação a fibra dos demais cultivos, o que é algo positivo e que pode resultar em bônus durante a comercialização da produção. Além disso, a fibra proveniente desse cultivo também foi a que apresentou a uniformidade mais elevada e o maior alongamento a ruptura, algo que também pode levar a bonificação no mercado (LANA; RIBAS; CHANSELME, 2014).

Desta forma, tendo em vista os resultados obtidos, acredita-se que o favorecimento do ataque do bicudo-do-algodoeiro no terceiro plantio pode ser atribuído a fatores da praga, clima e planta. Ressalta-se assim, aqueles atribuídos a planta hospedeira, uma vez que o adicional de estruturas reprodutivas produzidas e que demandaram um tempo adicional para serem produzidas na referida época de plantio, além de não contribuírem para aumento de produção atua favorecendo a multiplicação da praga. Em vista destes fatos, essa época deve ser evitada para o cultivo do algodoeiro, priorizando-se o plantio entre novembro-dezembro. No caso de opção, o plantio de dezembro deve ser selecionado por não apresentar diferença de produção em relação ao plantio de novembro, ser menos atacado pelo bicudo-do-algodoeiro e produzir fibras com algumas características tecnológicas que podem fazer com que a mesma receba ágio no mercado.

Além disso, no que pese a inexistência de diferenças significativas entre o número de adultos de *A. grandis grandis* emergidos das estruturas reprodutivas coletadas do solo e provenientes do três plantios (8.413,46, 7.577,80 e 7.562,07 adultos por hectare no primeiro, segundo e terceiro plantios, respectivamente), o adicional de indivíduos produzidos pelo primeiro plantio (quase 1.000) apresenta um potencial para maior colonização.

Essencialmente podemos destacar que a primeira e a segunda épocas de plantio, respectivamente implantadas no início e fim da safra, como as menos afetadas pelo ataque do bicudo-do-algodoeiro, enquanto a terceira época de plantio implantada no fim da safra foi a mais afetada. A primeira época de plantio (início da safra) proporcionou adiamento da tomada de decisão de controle de *Anthonomus grandis grandis* em três semanas enquanto a segunda data de plantio (meio da safra) adiou a tomada de decisão para controle de *A. grandis grandis* em duas semanas.

No caso de optar pelo plantio no fim da safra o agricultor deve manter maior rigorosidade no controle do bicudo-do-algodoeiro, tendo em vista que a terceira época de plantio favoreceu a infestação do bicudo-do-algodoeiro e apresentou menor produção em comparação com os demais. Entre as três, a segunda época de plantio (meio de safra) destacou-se tendo em vista que houve redução da infestação da praga e contribuiu para a obtenção de produção em quantidade e qualidade igual ou superior aos maiores valores obtidos.

8. CONCLUSÕES

- A época de cultivo do algodoeiro pode ser usada pelos agricultores como instrumento de controle de *A. grandis grandis* já que nos cultivos de início e meio de safra desta espécie vegetal é menor a intensidade de *A. grandis grandis*. Além disto, nos cultivos de início e meio de safra o ataque desta praga se inicia mais tardiamente.
- Nos cultivos de algodão no final da safra é maior a intensidade de ataque de *A. grandis grandis* devido aos cultivos iniciais serem fontes de criação desta praga.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, A. **Canal Rural**: Apesar de poucas vendas, baixa oferta sustenta valor do algodão. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/algodao/>. Acesso em: 02 de abril de 2018.
- ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: BELTRÃO, N.E. M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. V.2 Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.753-820.
- ALVARADO, A. et al. Reassessment of the phylogeography and intraspecific relationships of western and eastern populations of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera:Curculionidae), in North America. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.20, p.1-17, 2017.
- ALVES, T. J. S. et al. Parasitoid-host interaction: sensory structures involved in the parasitism behavior of *Bracon vulgaris* (Hymenoptera: Braconidae). **Animal Biology**, v.64, p.365-381, 2014.
- ALVES, T. J. S. et al. Behavioral studies of the parasitoid *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Insect Behavior**, v.28, p.604-617, 2015.
- ANDRADE Jr., E. R.; SOUZA, M. **Vazio sanitário do algodoeiro em Mato Grosso**: principais pontos da Instrução Normativa 001/2016 do INDEA-MT 2016. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2016.8p. (Instituto Mato-Grossense do Algodão, Circular técnica, 24).
- ANTONINI et al. Spatio temporal modelling of the duration of the cotton cycle in the state of Goiás, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.652-662, 2011.
- ARMSTRONG, J. S.; GREENBERG, S. M. Evaluation of extended-life pheromone formulations used with and without dichlorvos for boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) trapping. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.399-403, 2008.
- ARZALUZ, I. O.; JONES, R. W. Ecology and phenology of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) on an unusual wild host, *Hibiscus pernambucensis*, in southeastern Mexico. **Journal of Economic Entomology**, v.94, p.1405-1412, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (ABRAPA). **Algodão no mundo**. Disponível em: www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx. Acesso em: 21 de janeiro de 2018.

- BAFFES, J. **Markets for cotton by-products**: global trends and implications for African cotton producers. Disponível em: <http://econ.worldbank.org>. Acesso em: 02 de novembro de 2017.
- BARBOSA, S.; BRAGA SOBRINHO, R.; CAMPANHOLA, C. O bicudo do algodoeiro no Brasil: ocorrência, distribuição geográfica e medidas de erradicação propostas. In BARBOSA, S.; LUKEFAHR, M. J.; BRAGA SOBRINHO, R. (Eds.). **O Bicudo do Algodoeiro**. Brasília: EMBRAPA, 1986. p. 7-30.
- BASTOS, C. S. et al. **Bicudo do algodoeiro**: identificação, biologia, amostragem e táticas de controle. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 79).
- BASTOS, C. S. et al. Resistência do algodoeiro a artrópodes-praga. In: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. (Editores). **O agronegócio do algodão**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 357-411.
- BASTOS, C.S. et al. Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO, L.E.; FERNADES, F.L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E.A.; AQUINO, L.A. de.; GOD, P.I.V.G.; RUAS, R.A.A.; SOUSA JUNIOR, J.M. de. (Eds.). **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Viçosa: UFV, 2015. p.32-72.
- BELOT, J.L.; BARROS, E.M.; MIRANDA, J. E. Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro. In: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (AMPA); Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso (APROSOJA-MT); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Eds.). **Desafios do Cerrado: como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade**. Cuiabá: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (AMPA); Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso (APROSOJA-MT); Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária (Embrapa), 2016. p. 77–118.
- BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.E. **Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica., 2004. 265p.
- BIANCHINI, A. Limpeza total. **Cultivar Grandes Culturas**, n.65, p.06-08, 2004.
- BORÉM, A.; FREIRE, E.C. (Eds.) **Algodão do plantio à colheita**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014. 312p.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Primeiro Boletim da Safra de Grãos – janeiro 2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2019a.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrofit:** sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Zoneamento agrícola.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/zoneamento-agricola>. Acesso em: 31 janeiro de 2018.
- BUAINAIN, A.M.; BATALHA, M.O. (Coords.). **Cadeia produtiva do algodão.** V.4. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2007.108p.
- BURKE, H. R. et al. Origin and dispersal of the boll weevil. **Bulletin of the Entomological Society of America**, v.32, p.228–23, 1986.
- BUSOLI, A. C. et al. Preferência alimentar do bicudo-do-algodoeiro por frutos de diferentes cultivares e idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.101-104, 2004.
- CAMPILLO, C.; FORTES, R.; PRIETO, M. D. H. Solar Radiation Effect on Crop Production. **Solar Radiation**, p.167-194, 2012. Disponível em: <https://www.intechopen.com> acesso em 10 de fevereiro de 2019.
- CARVALHO, L. P. de. O gênero *Gossypium* e suas espécies cultivadas e silvestres. In: BELTRÃO, N. E. de M. e AZEVEDO, D. M. P. de. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** 2. ed. V.1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.252-270.
- CARVALHO, T. S. **Mecanismos morfofisiológicos da resistência de raças primitivas de algodoeiro ao bicudo.** 2016 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba. 2016.
- CIVIDANES, F. J. **Uso de graus-dia em entomologia:** com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2000. 31p.
- CIVIDANES, F. J; SOUZA, V. P. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v.32, p.413-419, 2003.
- COSTA et al. **Técnicas de colheita, processamento e armazenamento do algodão.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 14p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 87).

- COVARRUBIAS, P. J. J. Insecticide resistance in *Anthonomus grandis* populations from Sonora, Mexico. **Resistant Pest Management**, v.4, p.27-29, 1992.
- CUADRADO, G. *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) em la zona central y sur oeste de Misiones, Argentina: pólen como fuente alimentícia y su relation com el estado fisiológico en insectos adultos. **Neotropical entomology**, v.31, p.121-132, 2002.
- DEGRANDE, P. E. **Bicudo do algodoeiro**: táticas de controle para o Mato Grosso do Sul. Dourados: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ Núcleo de Ciências Agrárias, 1991. 16p.
- DEGRANDE, P.E. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**. Dourados: Universidade Federal do Mato Grosso de Sul, 1998. 60p.
- DEGRANDE, P.E. Manejo de praga em algodão. **Cultivar Grandes Culturas**, n.42, p.14-16, 2002.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Technological Solutions**: Algodão Branco - BRS 293. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/buscadesolucoes-tecnologicas/-/produto-servico/831/algodao-branco---brs-293>. Acesso em: 02 de março de 2018.
- FARIAS, D. F. et al. Food safety knowledge on the Bt mutant protein Cry8Ka5 employed in the development of coleopteran-resistant transgenic cotton plants. **Bioengineered**, v.6, p.323-327, 2015.
- FARIAS, F. J. C. et al. Comportamento de progênies oriundas de raças primitivas de algodão herbáceo frente ao ataque do bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2235-2240, 1999.
- FERNANDES, W. D.; CARVALHO, S. L. de; HABIB, M. Between-season attraction of cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) adults by its aggregation pheromone. **Scientia Agricola**, v.58, p.229-234, 2001.
- FIRMINO, A. A. P. et al. Transcriptome analysis in cotton boll weevil (*Anthonomus grandis*) and RNA interference in insect pests. **Plos one**, v. 8, 2013.
- FONSECA, R. G.; SANTANA, J. C. F. **Resultados de Ensaio HVI e suas Interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 66).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Statistics division**. Disponível em: http://faostat3.fao.org/browse/rankings/commodities_by_regions/E e. Acesso em: 02 de janeiro de 2019.

- GONDIM, D.M.C. et al. **Manual de identificação das pragas, doenças, deficiências minerais e injúrias do algodoeiro no Brasil**. 3.ed. Cascavel: COODETEC. 1999, 120p. (COODETEC: Boletim técnico, 33).
- GREENBERG, S. M. et al. Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and reproduction as functions of cotton square availability. **Environmental Entomology**, v.32, p.698-704, 2003.
- GREENBERG, S. M. et al. Size-dependent feeding and reproduction by boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 749-756, 2005.
- GREENBERG, S. M. et al. Effects of photoperiod on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) development, survival, and reproduction. **Environmental Entomology**, v.37, p.1396-1402, 2008.
- GREENBERG, S. M. et al. Reproductive potential of field-collected overwintering boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) fed on pollen in the laboratory. **Insect Science**, v. 16, p. 321–327, 2009.
- GRIFFIN, T. W.; ZAPATA, S. D. Optimal cotton insecticide application termination timing: a meta-analysis. **Journal of Economic Entomology**, v.109, p.1698–1705, 2016.
- GRIGOLLI, J. F.J. et al. Sequential sampling plan of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) in cotton plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, p. 763–769, 2017.
- GUERRA, A.A. Seasonal boll weevil movement between northeastern Mexico and the Rio Grande Valley of Texas, USA. **Southwestern Entomologist**, v.13, p.261–271, 1988.
- HEDIN, P. A.; MCCARTY Jr, J. C. Boll weevil *Anthonomus grandis* Boh. oviposition is decreased in cotton *Gossypium hirsutum* L. lines lower in anther monosaccharides and gossypol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.43, p.2735-2739, 1995.
- IQBAL, M. J.; AZIZ, N.; SAEED, N.A; ZAFAR, Y. Genetic diversity evaluation of some elite cotton varieties by RAPD analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, v.94, p.139-144, 1997.
- ISELY, D. Relationship between early varieties of cotton and boll weevil injury. **Journal of Economic Entomology**, v.27, p.762-766, 1934.

- JEGER, M. et al. Pest categorisation of *Anthonomus grandis*. **European Food Safety Authority Journal**, v.15, p.50-74, 2017.
- JONES, R. W. Evolution of the host plant associations of the *Anthonomus grandis* species group (Coleoptera: Curculionidae): phylogenetic tests of various hypotheses. **Annals of the Entomological Society of America**, v.94, p.51-58, 2001.
- JUHASZ, A. C. P.; CONDE, A. B. T.; RABELO, H. O.; PIMENTA, S.; SOARES, B. O. Variabilidade genética de populações oriunda do cruzamento de algodão branco e colorido para a melhoria de qualidade de fibra no norte de Minas Gerais. **Revista Agrarian**, v.6, p.68-375, 2013.
- KARAVINA, C. et al. Variety and planting date effects on the incidence of bollworms and insect sucking pests of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Agricultural Sciences**, v.3, p.607-610, 2012.
- KIM, K. S.; SAPPINGTON, T. W. Population genetics strategies to characterize long-distance dispersal of insects. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.16, p.87-97, 2013.
- KUESTER, A. P. et al. Population structure and genetic diversity of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) on *Gossypium* in North America. **Annals of the Entomological Society of America**, v.105, p. 902-916, 2012.
- LANA, V.; RIBAS, P. V.; CHANSELME, J-L A classificação do algodão. In: Manual de beneficiamento do algodão. Primavera do Leste: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (AMPA)-Instituto Mato-grossense dos Produtores de Algodão (IMAmt), 2014. p.300-313.
- LAWS, B. **50 plantas que mudaram o rumo da história**. Rio de Janeiro: Sextante, 2013. 224 p.
- LAZZAROTTO, C.; ARANTES, E. M.; LAMAS, F. M. Época de semeadura e zoneamento agrícola. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Algodão: informações técnicas**. Dourados: Embrapa Algodão; Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998. p.107-118 (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 7).
- LEIGH, T.F.; ROACH, S.H.; WATSON, T.F. Biology and ecology of important insect and mite pests of cotton. In: KING, E.G.; PHILLIPS, J.R.; COLEMAN, R.J. (Ed.). **Cotton insects and mites: characterization and management**. Memphis: The Cotton Foundation, 1996. p.16- 86. (The Cotton Foundation. Reference Book Series, 3).

- LIMA Jr, I. S. de. et al. Evaluation of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) suppression program in the state of Goiás, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.42, p. 82-88, 2013.
- MACÊDO, J. A. de. et al. Fontes alternativas de pólen utilizadas pelo bicudo-do-algodoeiro em duas regiões produtoras de algodão na Bahia. **Revista Caatinga**, v.28, p. 255–262, 2015.
- MAGALHÃES, D. M. et al. Influence of two acyclic homoterpenes (tetranorterpenes) on the foraging behavior of *Anthonomus grandis* Boh. **Journal of Chemical Ecology**, v.42, p.305-313, 2016.
- MAGGIOTTO, S. R.; PIRES, D. M. Laboratório de Agroclimatologia (UnB). **Boletim Agroclima**. Disponível em: <http://www.fav.unb.br/laboratorios/laboratorio-de-agroclimatologia> Acesso em: 10 fevereiro de 2019.
- MARTIN, S. H. et al. Susceptibility status of boll weevils from Louisiana to eleven insecticides. **Southwestern Entomologist**, v.21, p.59-74, 1996.
- MARTINS, W. F. S.; AYRES, C. F. J.; LUCENA, W. A. Genetic diversity of Brazilian natural populations of *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), the major cotton pest in the New World. **Genetics and Molecular Research**, v.6, p. 23-32, 2007.
- MASUD, S. M. et al. Economic implications of a regional uniform planting date cotton production system: texas rolling plains. **Journal of Economic Entomology**, v.78, p.535-541, 1985.
- MILLER, P.; LANIER, W.; BRANDT, S. Using growing degree days to predict plant stages. **Montana State University (Montguides)** p.1-7, 2018. Disponível em: <https://www.msuextension.org>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2018.
- MIRANDA, J. E.; SUASSUNA, N. D. **Guia de identificação e controle das principais pragas e doenças do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004, 48p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 76).
- MONNERAT, R. et al. Activity of a brazilian strain of *Bacillus thuringiensis israelenses* against the cotton boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, v.41, p.62-67, 2012.
- NEVES, R.C.S. et al. Boll weevil within season and off-season activity monitored using a pheromone-and-glue reusable tube trap. **Scientia Agricola**, v.75: p.313-320, 2018.

N

- NUSSENBAUM, A. L.; LECUONA, R. E. Selection of *Beauveria bassiana* sensu lato and *Metarhizium anisopliae* sensu lato isolates as microbial control agents against the boll weevil (*Anthonomus grandis*) in Argentina. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 110, p.1-7, 2012.
- OLIVEIRA, C. M. et al. Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, v.137, p.1-15, 2013.
- PAULA, D. P. et al. reproductive dormancy in boll-weevil from populations of the midwest of Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v 106, p.86-96, 2013.
- PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**.4 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742p.
- PENNA, J. C.V. Melhoramento do algodão. In: BORÉM, A. (Eds) **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. Ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.15-53.
- PIMENTA, M. et al. Survival and preference of cotton boll weevil adults for alternative food sources. **Brazilian Journal of Biology**, v.76, p.387-395, 2016.
- PIRES, C. S. S. et al. Survival pattern of the boll weevil during cotton fallow in Midwestern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, p.149-160, 2017.
- RAMALHO, F. S.; JESUS, F. M. M. Avaliação de inseticidas para o controle do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.273-276, 1989.
- RAMALHO, F. S.; MALAQUIAS, J.B. O controle biológico do bicudo-do-algodoeiro. In: BELOT, J.L. (ed) **O bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão, 2015. p. 151-171.
- REARDON, B. J.; SPURGEON, D. W. Critical weights of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae in relation to square desiccation and natural mortality. **Environmental Entomology**, v.31, p.972-976, 2002.
- RIBEIRO, E. B. et al. Métodos de destruição de restos de cultura do algodoeiro e sobrevivência do bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.993-998, 2015.
- RIBEIRO, P. A. et al. Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of central Brazil. **Neotropical Entomology**, v.39, p.28-34, 2010.

- RIBEIRO, T. P. et al. Transgenic cotton expressing Cry10Aa toxin confers high resistance to the cotton boll weevil. **Plant Biotechnology Journal**, v.15, p.997–1009, 2017.
- RITCHIE, G. L. et al. **Cotton Growth and Development**. Georgia: The University of Georgia – Cooperative Extension. 2007. 16p.
- ROEHRDANZ, R.L. Genetic differentiation of southeastern boll weevil and *thurberia* weevil populations of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) using mitochondrial DNA. **Annals of the Entomological Society of America**, v.94, p.928-935, 2001.
- ROLIM, G. G. **Suscetibilidade e resistência do bicudo-do-algodoeiro a inseticidas**. 2018. 105f. Tese de Doutorado (Doutorado em Entomologia Agrícola) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.
- ROLIM, G. G.; NETTO, J. C.; ARRUDA, L.S. **Mortalidade do bicudo-do-algodoeiro após contato em resíduo seco de inseticidas utilizados na cotonicultura – Safra 2017/2018**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2018. 8p. (Instituto Mato-Grossense do Algodão: Circular Técnica, 39).
- ROSOLEM, C. A. Crescimento do algodoeiro. In: **Implantação da Lavoura de Algodão** (Manual de Boas Práticas). Primavera do Leste: Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (AMPA)-Instituto Mato-grossense dos Produtores de Algodão (IMAmt), 2012. p.84-89.
- RUMMEL, D. R. et al. **Boll weevil management for the Texas High Plains**. Texas: College Station - Texas A&M University/Texas Agricultural Extensive Service, 1995. p.70.
- SANTOS, R. C. et al. Mechanical damage in cotton buds caused by the boll weevil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1351-1356, 2003.
- SANTOS, R. L. dos. et al. Parasitoids of boll weevil *Anthonomus grandis* and resident predators in kaolin-treated cotton. **Ciências Agrárias**, v.34, p. 3463-3474, 2013.
- SANTOS, W. J. dos. Problemas e soluções do manejo integrado de pragas do algodão. In: Seminário Estadual do Algodão, 4. 1998. **Anais**. Cuiabá: Fundação-MT, 1998. p.39-48.
- SAPPINGTON, T. W.; SPURGEON, D. W. Preferred technique for adult sex determination of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.93, p.610-615, 2000.
- SAS. The SAS system. Version 9.00. Cary: SAS Institute, 2002.

- SAUNDERS, J. H. **The world species of Gossypium and their evolutionary history.**
New York: Oxford University Press, 1961.62p.
- SCHOONHOVEN, L.M., VAN LOON, J.J.A.; DICKE, M. **Insect plant biology.** New York: Oxford University Press, 2005. 421 p.
- SEELANAN, T.; SCHNABEL, A.; WENDEL, J.F. Congruence and consensus in the cotton tribe (Malvaceae). **Systematic Botany**, v.22, p.259-290, 1997.
- SHOWLER, A. T. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.95, p.754-762, 2002.
- SHOWLER, A. T. Influence of cotton fruit stages as food sources on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) fecundity and oviposition. **Journal of Economic Entomology**, v.97, p.1330- 1334, 2004.
- SHOWLER, A. T. et al. Effects of planting dates on boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) and cotton fruit in the subtropic. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.796-804, 2005.
- SHOWLER, A. T. Relationships of different cotton square sizes to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and oviposition in field conditions. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.572 -579, 2005.
- SHOWLER, A. T.; ABRIGO, V. Common subtropical and tropical nonpollen food sources of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Environmental Entomology**, v.36, p.99-104, 2007.
- SHOWLER, A. T.; ROBINSON, J. R. C. Cotton harvest at 40% versus 75% boll-splitting on yield and economic return under standard and proactive boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) spray regime. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.1600-1605, 2008.
- SHOWLER, A.T. Relationships of abscised cotton fruit to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding, oviposition, and developmen. **Journal of Economic Entomology**, v.101, p.68-73, 2008.
- SILVA, A. L. A. de L.; SILVA, C. A. D. Concentração eficiente e econômica de caulim para a proteção de algodoeiro contra o bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.763-768, 2015.
- SILVA, C. A. D.; RAMALHO, F. S. Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Pest Science**, v.86, p.563–569, 2013.

- SILVA, F. P. et al. Oviposição e alimentação do bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, em linhagens mutantes de algodoeiro herbáceo de cultura soca. **Revista de Ciência Agronômica**, v.39, p.85-89, 2008.
- SILVA, J. B. et al. Interaction of *Anthonomus grandis* and cotton genotypes: biological and behavioral responses. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.156, p.238-253, 2015.
- SILVA, M. C. M. Employing in vitro directed molecular evolution for the selection of alfa-amylase variant inhibitors with activity toward cotton boll weevil enzyme. **Journal of Biotechnology**, v.167 p.377– 385, 2013.
- SILVIE, P. et al. **Manual de identificação das pragas, e seus danos no algodoeiro**. Cascavel: COODETEC/CIRAD-CA, 2001. 100p. (COODETEC/CIRAD, Boletim Técnico, 34).
- SLOSSER, J. E. Influence of planting date and insecticide treatment on insect pest abundance and damage in dryland cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.86, p.1213-1222, 1993.
- SMITH, C.W. Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Chapter 6. In: SMITH, C.W. (Ed.). **Crop production: evolution, history, and technology**. New York: John Wiley and Sons, 1995. p. 287-349.
- SOARES, J. J.; LARA, F. M. Não-preferência para alimentação e oviposição de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 por diferentes genótipos de algodoeiro. **Científica**, v.21, p. 33-338, 1993.
- SOARES, J. J.; LARA, F.M.; CARVALHO, L.P. Uso de algodão resistente. **Cultivar Grandes Culturas**, v.8, p.16-18, 1999.
- SOBRINHO, R.Y; LUKEFHAR, M.J. **Bicudo (*Anthonomus grandis* Boh.)**: nova ameaça à cotonicultura Brasileira, biologia e controle. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1983. 32p. (Embrapa Algodão. Documentos, 22).
- SORIA, M.F. et al. **Alerta para o bicudo do algodoeiro**: breve panorama pré-safra 2012/13 e ações para o combate da praga. Mato Grosso: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2013. 3p. (Instituto Mato-Grossense do Algodão. Circular Técnica, 3).
- SPURGEON, D. W.; RAULSTON, J. R. Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) reproductive development as a function of temperature. **Environmental Entomology**, v.27, p.675-681, 1998.
- STEPHENS, S.G. The potentiality for long range oceanic dispersal of cotton seeds. **The American Naturalist**, 1966. p.210

- SUH, C. P. C. et al. Comparisons of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) pheromone traps with and without kill strips. **Journal of Economic Entomology**, v.102, p.183-186, 2009.
- SUH, C. P. C.; SPURGEON, D. W.; HAGOOD, S. Evaluation of kill strips on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) mortality in pheromone traps and impact on weevil escape. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 348-351, 2003.
- TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. M. Bicudo em algodão. **Cultivar Grandes Culturas**, v.111, p.42-45, 2008.
- TUMLINSON, J.H. et al. Sex pheromones produced by the male boll weevil: isolation, identification and synthesis. **Science**, v.166, p.10-20, 1969.
- VIATOR, R. P. et al. Predicting cotton boll maturation period using degree days and other climatic factors. **Agronomy Journal**, v.97, p.494-499, 2005.
- VIDAL NETO, F das C. et al. Mutantes morfológicos de algodoeiro herbáceo como fonte de resistência ao bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.123-128, 2005.
- VIEIRA, F. V. et al. Comportamento de linhagens do algodoeiro herbáceo, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch., à ação do “bicudo”, *Anthonomus grandis* BOHEMAN (Coleoptera, Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE BICUDO DO ALGODOEIRO,1., ENCONTRO SOBRE “COCHONILHA” DA PALMA FORRAGEIRA, 2., ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 3., 1991. Recife, PE. **Resumos**. Recife: SEB, 1991. p.538.
- VILLEGAS, D. et al. Daylength, temperature and solar radiation effects on the phenology and yield formation of spring durum wheat. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.202, p.203-216, 2016.
- WELTER et al. Pheromone mating disruption offers selective management options for keys pests. **California Agriculture**, v.59, p.16-22, 2005.
- WENDEL, J. F. et al. Evolution and natural history of the cotton genus. In: PATERSON, A.H. **Genetics and genomics of cotton, plant genetics and genomics: crops and models** 3.Ed. Springer: New York, 2009. p.1-20.
- WHITE, J. H.; RUMMEL, D. H. Emergence profile of overwintering boll weevils and emergence to cotton. **Environmental Entomology**, v.7, p.7-14, 1978.
- ZHANG, H. B.; L. I. Y.; WANG, B.; CHEE, P.W. Recent advances in cotton genomics. **International Journal of Plant Genomics**, v. 98, p.64-30, 2008.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1993. 139p.