



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**TARDELLY DE ANDRADE LIMA**

**CONTROLE QUÍMICO *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE) COM BASE NO MONITORAMENTO DE BOTÕES FLORAIS  
DE ALGODOEIROS COM BRÁCTEAS ABERTAS E/OU AMARELECIDAS**

**CAMPINA GRANDE-PB  
2022**

TARDELLY DE ANDRADE LIMA

**CONTROLE QUÍMICO *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) COM BASE NO MONITORAMENTO DE BOTÕES FLORAIS DE ALGODOEIROS COM BRÁCTEAS ABERTAS E/OU AMARELECIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

**Área de concentração:** Agricultura Familiar e Sustentabilidade

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva

**CAMPINA GRANDE-PB  
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732c Lima, Tardelly de Andrade.  
Controle químico *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843)  
(Coleoptera: Curculionidae) com base no monitoramento de  
botões florais de algodoeiros com brácteas abertas e/ou  
amarelecidas [manuscrito] / Tardelly de Andrade Lima. - 2022.  
49 p. : il. colorido.

Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) -  
Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-  
Graduação e Pesquisa , 2022.  
"Orientação : Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva ,  
Embrapa Algodão ."

1. *Anthonomus grandis*. 2. Bicudo do algodoeiro. 3. Praga  
do algodoeiro. I. Título

21. ed. CDD 633.51

TARDELLY DE ANDRADE LIMA

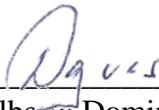
CONTROLE QUÍMICO *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE) COM BASE NO MONITORAMENTO DE BOTÕES FLORAIS DE  
ALGODOEIROS COM BRÁCTEAS ABERTAS E/OU AMARELECIDAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade

Aprovada em: 26/11/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



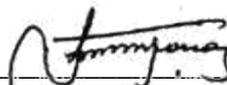
---

Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva (Orientador)  
Embrapa Algodão - UEPB



---

Prof. Dr. José Bruno Malaquias  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



---

Prof. Dr. Francisco José Correia Farias  
Embrapa Algodão - UEPB

Dedico a todos os sonhadores, que nunca desistiram de alcançar todos os seus objetivos. Nada é impossível.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a **Deus**, que me manteve com saúde até este momento e possibilitou que meus objetivos fossem alcançados, durante todos esses anos de estudo;

Aos meus pais, **Sebastião Ferreira de Lima** e **Genisaura de Andrade Lima**, pelo amor incondicional, incentivo, abnegação, investimento e apoio moral durante toda minha vida e, particularmente, ao longo de minha formação educacional.

Aos meus irmãos, **Taiarley de Andrade Lima**, **Kallyne Karen Andrade Nascimento** e **Kayane Karina Andrade Nascimento**, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam minha ausência durante a realização deste trabalho.

Aos meus avós, **Genival Carneiro de Andrade** e **Isaura Gomes de Andrade**, pelo apoio moral e estímulo oferecidos a mim durante toda minha vida acadêmica. Amo profundamente vocês! Sei que mesmo distantes torceram pelo meu triunfo.

Aos Tios, **Genildo Gomes de Andrade** e **Genivalda Gomes de Andrade**, que sempre me estimularam a perseguir meus objetivos sem temer as dificuldades. A todos os familiares, que sempre estiveram ao meu lado durante essa caminhada.

Ao meu orientador **Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva**, pelo incentivo, paciência e compreensão, ensinamentos, disponibilidade, parceria, apoio e amizade e por me ajudar a superar as dificuldades nos momentos mais difíceis da execução deste trabalho.

À **Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)** e ao **Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (PPGCA)**, pela oportunidade e oferta do curso de Mestrado em Ciências Agrárias

Aos professores da **UEPB/EMBRAPA**, pelos conhecimentos compartilhados e ensinamentos que contribuíram de maneira fundamental para minha formação profissional.

À **Embrapa Algodão** pela acolhida, infraestrutura e oportunidade de conduzir a pesquisa no laboratório de Entomologia, campo experimental e casa de vegetação.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** – Código de Financiamento 001, pelo apoio e concessão da bolsa de mestrado.

À banca examinadora, pela disponibilidade, sugestões e contribuições para a confecção e enriquecimento deste manuscrito.

Aos amigos de infância, pelos momentos de descontração, apoio emocional, incentivo e amizade demonstrada durante o período, ao qual me dediquei para finalização deste trabalho,

especialmente, aos **Samuel Wilson** e **Diógenes Lima** (*in memoriam*). A todos os amigos e colegas de turma, pelas experiências compartilhadas e momentos de descontração.

Aos amigos e profissionais do Laboratório de Entomologia **Antônio Arrochelas**, **Josivaldo Galdino**, **Eduardo Vasconcelos**, **Airton Belo** e **Wellerson Leite**, meus sinseros agradecimentos por todas as experiências compartilhadas, pelo auxílio na condução dos experimentos e parceria nas atividades dentro e fora do Laboratório.

À minha namorada **Lívia Viviane Silva** por toda dedicação, companheirismo, paciência e amor. Muito obrigado por ter me ajudado, me aconselhado e principalmente, por ter me escutado nos momentos mais difíceis.

A todos que de alguma forma contribuíram diretamente ou indiretamente, para realização deste trabalho, meu muito obrigado.

“A criação de algo novo é consumado pelo intelecto, mas despertado pelo instinto de uma necessidade pessoal. A mente criativa age sobre algo que ela ama” (Carl Jung).

## RESUMO

O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) é considerado a principal praga do algodoeiro no Brasil devido aos severos prejuízos causados as estruturas reprodutivas dessa cultura. O objetivo desta pesquisa foi realizar o controle químico do *A. grandis* com base no monitoramento dos botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas. Foram realizados três experimentos. O primeiro visou determinar o período necessário para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis* nessa estrutura reprodutiva do algodoeiro. O segundo visou estimar o número equivalente de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao número de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*. No terceiro, foi determinado se a eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas não difere da amostragem tradicional com base na observação dos botões florais com orifícios de oviposição. Os resultados obtidos nesta pesquisa possibilitaram inferir as seguintes conclusões: o tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais com orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis* varia com o genótipo de algodoeiro (1); o tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais com orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis*, na cultivar BRS 433 B2RF é de 4 e 8 dias, respectivamente (2); a proporção entre o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas e o de botões florais com orifícios de oviposição é de 2:1 (3); o nível de controle do *A. grandis* para aplicações de inseticidas químicos com base na porcentagem de brácteas abertas e/ou amarelecidas é de 5% (4) e a eficácia de controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas não difere daquela com base na observação dos botões florais com orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis* (5).

**Palavras-chave:** *Anthonomus grandis*; amostragem; nível de controle; praga de algodão.

## ABSTRACT

The cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) is considered the main pest of cotton in Brazil due to the several damage caused to the reproductive structures of this crop. The objective of this research was to carry out the chemical control of cotton *A. grandis* based on the monitoring of cotton squares with open bracts and/or yellowed. Three experiments were carried out. The first aimed to determine the period required for the opening of the bracts and the abscission of the cotton squares after the oviposition of the *A. grandis* females in this reproductive structure of the cotton plant. The second aimed to estimate the equivalent number of cotton squares with open bracts and/or yellowed to the number of cotton squares with oviposition punctures by the *A. grandis*. In the third, it was determined whether the effectiveness of chemical control of cotton *A. grandis* based on the sampling of cotton squares with open bracts and/or yellowed does not differ from traditional sampling based on the observation of cotton squares with oviposition punctures. The results obtained in this research made it possible to infer the following conclusions: the time for opening of the bracts and abscission of the cotton squares with oviposition punctures by *A. grandis* females varies according to the cotton genotype (1); the time for opening of the bracts and abscission of the cotton squares with oviposition punctures by *A. grandis* females, in the BRS 433 B2RF cultivar, is 4 and 8 days, respectively (2); the ratio between the number of open bracts and/or yellowed and the number of cotton squares with oviposition punctures is 2:1 (3); the *A. grandis* threshold control level for chemical insecticide applications based on the percentage of open bracts and/or yellowed is 5% (4) and the effectiveness of chemical control of *A. grandis* based on the sampling of cotton squares with open bracts and/or yellowed does not differ from that based on the observation of cotton squares with oviposition punctures by *A. grandis* females (5).

**Keywords:** *Anthonomus grandis*; sampling; control threshold; cotton pest.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> –	Imagem de satélite da área experimental (destaque) onde foi conduzido o ensaio.....	21
<b>Figura 2</b> –	Porcentagem de botões florais retidos na planta e com brácteas fechadas em função dos genótipos de algodoeiros CNPA-CO1575 FL (1), CNPA-1958 FL (2), 2016-1958 FL (3), 2012-2008 (4), 2012 – 2050 FL (5), 2012 – 4950 FL (6) e BRS 433 B2RF (7).....	28
<b>Figura 3</b> –	Equação linear da reta e correlação de Pearson (R) entre o número de botões florais com brácteas abertas e o número de orifícios de oviposição por fêmeas do <i>A. grandis</i> do algodoeiro. Campina Grande, Paraíba, Brasil.....	29
<b>Figura 4A</b> –	Número de botões florais com orifícios de oviposição (●) e brácteas abertas (■) em função da idade das plantas (A).....	30
<b>Figura 4B</b> –	Representação gráfica após multiplicar cada ponto da curva de regressão logarítmica que representa o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas pelo número equivalente de botões florais com orifícios de oviposição (B). Campina Grande, Paraíba, Brasil.....	30
<b>Figura 5A</b> –	Plantas de algodoeiro danificadas pelo <i>A. grandis</i> por orifícios de oviposição (A).....	34
<b>Figura 5B</b> –	Altura dessas plantas (B) em função dos tratamentos. Campina Grande, Paraíba, Brasil. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes pelo teste de Tukey (P= 0,05).....	35
<b>Figura 6</b> –	Produção de algodão em caroço em função dos tratamentos. Campina Grande, Paraíba, Brasil. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes pelo teste de Tukey (P= 0,05).....	35
<b>Figura 7</b> –	Imagens RGB capturadas de botão floral com brácteas abertas e amarelecidas no dossel da planta de algodão.....	40

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Número do tratamento, genótipo de algodoeiro, diâmetro dos botões florais, tempo para abertura das brácteas e/ou amarelecimento e abscisão dos botões florais após a oviposição da fêmea do *A. grandis* e umidade do solo..... 27
- Tabela 2** – Modelo resumido de análise de variância (ANOVA) de duas vias para os efeitos do tratamento e idade da planta sobre a porcentagem de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em parcelas de algodão..... 31
- Tabela 3** – Porcentagem média ( $\pm$ SE) de botões florais com orifícios de oviposição e de brácteas abertas equivalentes (x2) ao de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em função da idade das plantas..... 32
- Tabela 4** – Modelo resumido de análise de variância (ANOVA) de duas vias para os efeitos do tratamento e idade da planta sobre o número de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em parcelas de algodão..... 32
- Tabela 5** – Média ( $\pm$ SE) do número de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em 60 plantas de algodão por parcela a cada dez dias pulverizadas com malation semanalmente (1); malation a partir de 10% de botões florais com orifícios de oviposição (2); malation a partir de 5% de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas (3) e testemunha (sem aplicação de inseticida) ao longo do tempo. Campina Grande, Paraíba, 2022..... 33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>A cultura do algodão</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b><i>Anthonomus grandis</i> Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae)</b> .....	16
<b>2.3</b>	<b>Amostragem do <i>A. grandis</i> em lavouras de algodão</b> .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	21
<b>3.1</b>	<b>Local do experimento</b> .....	21
<b>3.2</b>	<b>Preparo e adubação do solo</b> .....	22
<b>3.3</b>	<b>Tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do <i>A. grandis</i></b> .....	22
<b>3.4</b>	<b>Estimativa do número equivalente de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição do <i>A. grandis</i></b> .....	24
<b>3.5</b>	<b>Monitoramento de populações do <i>A. grandis</i> baseado em algodoeiros com botões florais com brácteas abertas e amarelecidas</b> .....	24
<b>3.6</b>	<b>Análise de dados</b> .....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	27
<b>4.1</b>	<b>Umidade e temperatura</b> .....	27
<b>4.2</b>	<b>Tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do <i>A. grandis</i></b> .....	27
<b>4.3</b>	<b>Estimativa equivalente do número de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo <i>A. grandis</i></b> .....	29
<b>4.4</b>	<b>Eficácia do controle químico do <i>A. grandis</i> com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas</b> .....	32
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>5.1</b>	<b>Aspectos climáticos e sua influência na abertura das brácteas dos botões florais</b> .....	36
<b>5.2</b>	<b>Tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do <i>A. grandis</i></b> .....	36

<b>.3</b>	<b>Estimativa equivalente do número de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo <i>A. grandis</i>.....</b>	<b>37</b>
<b>5.4</b>	<b>Eficácia do controle químico do <i>A. grandis</i> do algodoeiro com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma importante cultura comercial cultivada em cerca de 70 países para a fibra, e estima-se que 20 milhões de toneladas de algodão sejam produzidos anualmente no mundo (ZENG *et al.*, 2018). O Brasil é o quarto maior produtor e o segundo maior exportador mundial de algodão. Na safra 2022/2023, é estimado uma área plantada de 1630 milhões de hectares com produção de algodão em pluma em torno de 2,9 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

O algodoeiro é atacado por uma ampla diversidade de artrópodes-praga que podem causar sérios prejuízos econômicos, se não forem controlados de forma eficiente (DHAWAN, 2019; SILVA *et al.*, 2020). Entre os artrópodes-praga merece destaque o *A. grandis* do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleóptera: Curculionidae) (SILVA *et al.*, 2020).

Para controlar de maneira eficiente a infestação desse artrópode-praga, é importante, na prática, avaliar a distribuição espacial e temporal de sua infestação por meio de amostragens periódicas na lavoura a tempo de orientar a pulverização de inseticidas químicos (OLIVEIRA *et al.*, 2022). Amostragens eficientes são efetuadas por pessoa treinada, capaz de identificar corretamente as pragas e os insetos e/ou ácaros benéficos nos campos de produção (SILVA *et al.*, 2013).

O método tradicional de levantamento terrestre, no entanto é caro e ineficiente, especialmente em grandes áreas (SEVERTSON *et al.*, 2016; DARA, 2019). O sensoriamento tornou possível diferenciar culturas infestadas das saudáveis, o que pode ser uma alternativa viável para mensurar automaticamente a distribuição espacial e temporal dos artrópodes-praga em grandes culturas, com um custo relativamente baixo (MULERO-PÁZMÁNY *et al.*, 2014; LOST FILHO *et al.*, 2019).

A identificação de artrópodes-praga é um processo fundamental para o manejo desses organismos nas lavouras de algodoeiro (SILVA *et al.*, 2013). Ela é feita, tradicionalmente, baseada em diagnóstico morfológico fornecido por estudos taxonômicos, em que somente especialistas e técnicos qualificados podem identificar com precisão insetos-praga e ácaros, porque requer especial conhecimento adquirido através de rica experiência (LIM *et al.*, 2017).

Identificar espécies de artrópodes-praga em condições de campo não é tarefa fácil, particularmente, quando se pretende coletar sistematicamente imagens RGB e/ou hiperespectrais, que possam fornecer informações valiosas, não somente sobre a espécie de artrópode-praga considerada e a severidade de seus danos (BARBEDO; KOENIGKAN, 2018), mas também para determinar sua densidade populacional, distribuição espacial e temporal nas

áreas cultivadas com algodão (RAMALHO, 1994). Além disso, existem problemas não resolvidos, como discriminar por sensoriamento remoto estágios imaturos de uma determinada espécie de inseto dos seus adultos; contar mais de um inseto, da mesma espécie, sobre uma única estrutura vegetal (folha, botão floral etc.) (TETILA, 2019) ou capturar imagens de tecidos vegetais danificados pelos insetos-praga encobertos por outras estruturas vegetais.

Para amostrar o *A. grandis*, por exemplo, é necessário avaliar um único botão floral de tamanho médio (4-6 mm de diâmetro) por planta com orifício de alimentação e/ou oviposição localizado no terço superior do dossel (RAMALHO *et al.*, 1990). No entanto, essa injúria é encoberta pela bráctea que protege o botão floral, o que impede utilizar essa informação para amostrar o *A. grandis* por meio de imagens RGB e/ou hiperespectrais.

Sabe-se, no entanto, que poucos dias após as fêmeas do *A. grandis* ovipositarem nos botões florais do algodoeiro, as brácteas se abrem e amarelecem, e posteriormente são abortadas (RAMALHO *et al.*, 1993; GREENBERG *et al.*, 2003). Assim, a hipótese deste estudo é que a eficácia do controle químico do *A. grandis* em lavouras de algodoeiro baseada na amostragem populacional dos botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas não difere da eficácia de controle baseada na amostragem tradicional de botões florais com orifícios de oviposição deste inseto.

O objetivo deste estudo foi determinar a eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de plantas com botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do algodão

O algodoeiro (*Gossypium spp.*) é uma planta dicotiledônea, pertencente à família das Malváceas. O gênero *Gossypium*, ao qual o algodão pertence, é bastante variado e conta com 52 espécies (FRYXELL, 1992), das quais apenas quatro são cultivadas. As espécies *Gossypium arboreum* L. e *G. herbaceum* L. são diploides ( $2n = 2x = 26$ ) e nativas do Velho Mundo. Por sua vez, as espécies cultivadas *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L. são alotetraplóides ( $2n = 4x = 52$ ) e nativas do Novo Mundo. As espécies restantes são silvestres e não apresentam valor econômico (CARVALHO, 2008).

O algodão é uma planta perene de origem tropical e subtropical, cultivada principalmente em regime anual para produção de fibras, óleo e a torta para alimentação animal (CONSTABLE; BANGE, 2015). O algodoeiro tem hábito de crescimento termofílico, heliofílico e intermediário, em que seu crescimento vegetativo e reprodutivo continuam simultaneamente (ZHANG *et al.*, 2020).

A germinação e o crescimento das plantas de algodoeiro são dependentes das propriedades físico-químicas do solo, condições ambientais e do seu sistema radicular pivotante, o qual é responsável pela absorção de água e nutrientes (BRADOW; BAUER, 2010; MIN *et al.*, 2014). As plantas modernas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* H.) tetraplóide ( $2n = 52$ ) apresentam folhas com diversos formatos, mas as do tipo quiabo são superiores, pois favorecem o influxo de CO<sub>2</sub> (PETTIGREW, 2004).

O algodão herbáceo é explorado economicamente em aproximadamente 100 países do mundo, com 90% da produção concentrada basicamente em sete países: Brasil, China, Estados Unidos, Índia, Paquistão, Turquia e Uzbequistão (ABRAPA, 2020). O Brasil ocupa a quarta colocação no ranking e responde por 10,6% do total global (USDA, 2020).

No Brasil, o algodoeiro é cultivado em uma grande diversidade de solos, climas e níveis de tecnologia, com as principais regiões produtoras localizadas no bioma Cerrado dos Estados do Mato Grosso, Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo (CONAB, 2020).

No bioma Caatinga, por outro lado, o algodão é produzido, em sua maioria, por pequenos produtores localizados nas regiões Nordeste do Brasil e Norte do Estado de Minas Gerais (IBGE, 2020), em que é cultivado em sistema convencional ou agroecológico, colhido à mão e por não ser considerado produto perecível, tem mercado garantido na região, o que

proporciona a obtenção de um produto de elevada qualidade de fibra e preço (BELTRÃO *et al.*, 2019).

O algodoeiro é atacado por uma ampla diversidade de artrópodes-praga que podem causar sérios prejuízos econômicos se não forem controladas de forma eficiente (DHAVAN, 2019). Plantas de algodão são danificadas por mais de 260 espécies de insetos ao longo de seu ciclo fenológico (ALLEN *et al.*, 2018), mas apenas 10% desse total são pragas importantes (RIBEIRO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018), juntamente com três espécies de ácaros (CHIAVEGATO, 1971).

Dentre os artrópodes-praga merece destaque o *A. grandis*, o qual exige que medidas de controle sejam adotadas para contenção dos surtos populacionais, independentemente do local onde o algodoeiro é cultivado, sendo, por isso, denominado de praga-chave (RAMALHO, 1994; SILVA; RAMALHO, 2013). As pragas-chave de uma cultura são aquelas para as quais se devem orientar o monitoramento e o controle, pois são as mais importantes e que causam os maiores prejuízos; e, muitas vezes, controlando-as já se controla também as demais (SILVEIRA NETO, 1990).

## **2.2 *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleóptera: Curculionidae)**

O *A. grandis* é a principal praga do algodoeiro no Brasil devido aos danos causados as estruturas reprodutivas do algodoeiro e pela dificuldade de controle. Lavouras de algodão infestadas pelo *A. grandis* podem reduzir sua produtividade em aproximadamente, 54-87% (RAMALHO, 1994). Adultos do *A. grandis* se alimentam dos botões florais e pequenas maçãs do algodoeiro, onde as fêmeas fazem postura (SILVA *et al.*, 2013, 2017). As fêmeas do *A. grandis* depositam aproximadamente três ovos por dia nos botões florais com 5,5 a 8,0 mm de diâmetro e, um ovo por dia em maçãs jovens, ou seja, a oviposição em botões florais é 2,7 vezes maior que nas maçãs (SHOWLER, 2004).

O orifício de oviposição é fechado pela fêmea com substância antimicótica e resíduos do botão floral, que a planta cicatriza e forma calo. Vinte e quatro horas após os botões florais serem danificados por orifícios de oviposição e alimentação, as brácteas se abrem e amarelecem, e posteriormente são abortadas (SHOWLER; CANTU, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2008).

A queda do botão floral ocorre por causa da atividade alimentar da larva de final de segundo instar desse inseto, que libera a enzima pectinase, responsável pela formação de membrana impermeável no pedúnculo do botão floral que impede o fluxo de seiva (KING,

1973). A abscisão dos botões florais ocorre, geralmente, com 10-12 dias após a abertura das brácteas (RAMALHO *et al.*, 1993). Após esse período, os adultos do *A. grandis* emergem do interior dos botões florais caídos ao solo e se dispersam pela lavoura, infestando outras plantas de algodão.

Os machos e as fêmeas do *A. grandis* vivem, em média, 37 e 42 dias, respectivamente (ALVAREZ, 1990). Essa longevidade dos adultos é variável de acordo com a disponibilidade do hospedeiro e, também, de acordo com alterações nos fatores abióticos (RAMALHO *et al.*, 1993). Assim, o *A. grandis* pode completar de cinco a sete gerações durante uma safra de algodão, dependendo da época de colonização da lavoura e das condições edafoclimáticas (SHOWLER, 2005).

As infestações precoces em lavouras de algodão, pelo *A. grandis* no bioma Caatinga, estão ocorrendo em decorrência da destruição ineficiente dos restos de cultura, pois na maioria das propriedades no Semiárido, a destruição dos restos culturais, que é de fundamental importância na redução populacional do *A. grandis* na entressafra (TORRES *et al.* 2009; RIBEIRO *et al.*, 2015), é pouco comum entre os pequenos produtores, os quais utilizam os restos de cultura para alimentação de bovinos no campo (MATTOS *et al.*, 2020).

No Cerrado, por outro lado, isto se deve as populações de plantas de algodão remanescentes (soqueiras e tigueras) da safra anterior, que permanecem entre as lavouras de soja, milho e ao longo das estradas, alimentando e favorecendo a reprodução continuada dessa praga (SANTOS, 2013).

Para controlar de maneira eficiente as infestações do *A. grandis* nas lavouras de algodão é importante, na prática, avaliar a distribuição espacial de sua infestação por meio de amostragens periódicas na lavoura a tempo de orientar a pulverização de inseticidas químicos (SILVA; RAMALHO, 2013).

### **2.3 Amostragem do *A. grandis* em lavouras de algodão**

A amostragem é a operação de coleta de dados sobre a densidade populacional das pragas e de seus inimigos naturais em uma determinada área, durante o ciclo de cultivo do algodoeiro, para a tomada de decisão de controle (ALMEIDA *et al.*, 2008).

A qualidade da amostragem depende do tamanho da área, periodicidade das inspeções e da forma como é realizada (SILVA; RAMALHO, 2013). Amostragens eficientes são efetuadas por pessoa treinada, capaz de identificar corretamente as pragas e os insetos e/ou ácaros benéficos presentes nos campos de produção.

Muitas vezes uma tomada de decisão precipitada quanto ao controle de determinada praga pode elevar os custos de produção sem necessidade (SILVA *et al.*, 2013). Isso pode acontecer porque a planta de algodoeiro pode tolerar certas perdas sem alterar a produtividade (KNUTSON *et al.*, 2013; KOCH *et al.*, 2016). Além disso, a determinação do nível de controle de insetos-praga baseado na sua densidade populacional pode retardar o desenvolvimento da resistência desses organismos aos inseticidas e manter as populações de inimigos naturais na lavoura (GANNAWAY, 1994; PEDIGO *et al.* 1996).

Neste sentido, o conhecimento sobre a bioecologia, comportamento e história de vida dos insetos-praga são ferramentas valiosas para adoção de um determinado nível de controle no Manejo Integrado de Pragas - MIP (DAVIDSON; NORGAARD, 1973). Este fato é relevante para o manejo de pragas, pois assim pode-se tolerar um determinado número de insetos e/ou ácaros sem o comprometimento da produção, os quais servirão de alimento para os insetos e/ou ácaros benéficos, que aumentarão em número e assim irão exercer controle sobre as pragas (BLEICHER, 1990).

O método tradicional de levantamento de populações do *A. grandis* nas lavouras de algodão consiste na inspeção regular da lavoura, na qual é feita uma avaliação visual das plantas. Nessa inspeção, observa-se a presença dos insetos-praga e/ou do dano provocado por eles em partes específicas da planta (botões florais e/ou pequenas maçãs) onde ocorre o ataque. Esse método tradicional de levantamento terrestre, no entanto, é caro e ineficiente, especialmente em grandes áreas (SEVERTSON *et al.*, 2016; DARA, 2019).

Dentre as novas tecnologias utilizadas para aumentar a produção de alimentos e fibras e reduzir o impacto ambiental, destaca-se a “Agricultura de Precisão” um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva que visa aumentar o retorno econômico, à sustentabilidade e à redução do impacto ambiental causada pelo uso intensivo da terra (MAPA, 2012).

Essa tecnologia tem sido cada vez mais difundida, devido às variações de produtividade, solo, relevo, vegetação e do histórico de uso da terra. Estas diferenças fazem com que produtores e técnicos tratem cada região da lavoura de modo diferenciado, realocando insumos para que sejam diminuídos os desequilíbrios de acordo com as necessidades e potencialidades de cada área (LOST FILHO *et al.*, 2019). Técnicas de sensoriamento remoto, onde as informações da lavoura são obtidas de forma não destrutiva, rápida e por vezes à distância (satélite, avião ou drones), têm sido fundamentais na obtenção e tratamento dos dados de campo (BARBEDO, 2019).

O sensoriamento remoto pode ser uma alternativa extremamente viável para obter informações da distribuição espacial e temporal de artrópodes-praga em grandes áreas de cultivo, com um custo relativamente baixo (DELALIEUX *et al.*, 2009).

O uso de técnicas de sensoriamento remoto para esse fim, baseia-se no pressuposto de que as tensões induzidas pela infestação desses insetos-praga afetam a fotossíntese e a estrutura física da planta, resultando na alteração das características de absorção de luz e refletância da planta (HATFIELD *et al.*, 1993; MILLER *et al.*, 2017). Como o estresse das plantas pode ser caracterizado usando respostas específicas nos domínios espectrais visíveis, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, é possível detectar ou mapear a resposta da planta aos insetos com dados detectados remotamente (ESCALANTE-RAMIREZ, 2012; FREEMAN; FREELAND, 2015).

O desenvolvimento recente da tecnologia óptica tornou possível diferenciar culturas danificadas por insetos-pragas de culturas saudáveis e, portanto, a perspectiva de medir automaticamente a distribuição espacial e temporal de artrópodes-praga nas lavouras (BERNARDI *et al.*, 2014).

A identificação de artrópodes-praga é um processo fundamental para o manejo desses organismos nas lavouras. Ela é feita, tradicionalmente, baseada em diagnóstico morfológico fornecido por estudos taxonômicos, em que somente especialistas e técnicos qualificados podem identificar com precisão insetos-praga e ácaros, porque requer especial conhecimento adquirido através de rica experiência (LIM *et al.*, 2017).

Identificar espécies de artrópodes-praga em condições de campo não é tarefa fácil, particularmente quando se pretende coletar sistematicamente imagens RGB que possam fornecer informações valiosas, não somente sobre a espécie de artrópode-praga considerada e a severidade de seus danos (BARBEDO; KOENIGKAN, 2018), mas também para determinar sua densidade populacional, distribuição espacial e temporal nas áreas cultivadas com algodão (RAMALHO, 1994).

Além disso, existem problemas não resolvidos, como discriminar por sensoriamento remoto estágios imaturos de uma determinada espécie de inseto dos seus adultos; contar mais de um inseto, da mesma espécie, sobre uma única estrutura vegetal (folha, botão floral etc.) (TETILA, 2019) ou capturar imagens de tecidos vegetais encobertos por estruturas foliáceas como as brácteas dos botões florais. Para amostrar o *A. grandis*, por exemplo, é necessário avaliar um único botão floral de tamanho médio (4-6 mm de diâmetro) por planta com orifício de alimentação e/ou oviposição localizado no terço superior do dossel (RAMALHO *et al.*, 1990).

Outras abordagens utilizando amostragens sequenciais também têm sido desenvolvidas para monitorar populações no campo desse coleóptero (PIETERS; STERLING, 1997; GRIGOLLI *et al.*, 2017). No entanto, em todas é necessário observar os danos por orifícios de alimentação e/ou oviposição no botão floral, o que impede utilizar essa informação para amostrar o *A. grandis* por meio de imagens RGB, pois essa injúria é encoberta pela bráctea que protege o botão floral.

Portanto, estudos são necessários para se desenvolver metodologia para monitorar e determinar o nível de controle de populações do *A. grandis* com base nos botões florais com brácteas abertas e amarelecidas, cuja imagem é possível de ser capturada do dossel de plantas de algodão

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do experimento

A pesquisa foi conduzida no campo, em lavouras experimentais de algodão com histórico de ocorrência do *A. grandis* na sede da Embrapa Algodão (Figura 1), município de Campina Grande, Paraíba, Brasil, localizado a 7° 13' 50" S de latitude e 35° 52' 52" W de longitude, nos anos de 2021 e 2022.

**Figura 1** – Imagem de satélite da área experimental (destaque) onde foi conduzido o ensaio.



**Fonte:** Google Earth

O solo dessas áreas é classificado como Neossolo Regolítico eutrófico (SANTOS et al., 2018). Segundo a classificação de Köppen e Geiger o tipo climático de Campina Grande é Aw, com temperatura média anual de 22,9 °C e pluviosidade média anual de 765 mm.

A cultivar BRS 433 B2RF foi utilizada por ser uma planta transgênica de fibra longa, resistente ao herbicida glifosato e às principais espécies de lagartas que atacam o algodoeiro, com a tecnologia Bollgard II Roundup Ready Flex (B2RF). Possui elevado potencial produtivo (acima de 4500 kg/ha) e rendimento de aproximadamente 38% de fibra. Sua fibra possui elevada resistência (>34 gf/tex) e comprimento superior a 32 mm, classificada como do tipo longa, quando as condições climáticas são favoráveis. É resistente às doenças mancha angular (bacteriose), doença azul e mosaico comum (virose) (Suassuna et al., 2018).

Foram realizados três experimentos. O primeiro experimento visou determinar o período necessário para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis* nessa estrutura reprodutiva do algodoeiro.

O segundo experimento visou estimar o número equivalente de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao número de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo *A. grandis*.

No terceiro foi determinado se a eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas não difere da eficácia de controle por meio da amostragem tradicional com base na amostragem dos botões florais com orifícios de oviposição.

### **3.2 Preparo do solo e adubação**

Todos os experimentos, o solo foi preparado por meio de aração e gradagem. As fertilizações foram feitas de acordo com análises prévias do solo e seguindo as recomendações técnicas da cultura (BORIN et al. 2014). Foram utilizados os seguintes fertilizantes: ureia (45% N), pentóxido de fósforo (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) como fontes de N-P-K (Fertilizantes Heringer SA, Paulínia, SP, Brasil), respectivamente

### **3.3 Tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis*.**

A semeadura foi realizada manualmente em 4 de abril de 2021, no campo experimental da Embrapa Algodão, utilizando sete genótipos de algodoeiro (seis linhagens convencionais e a cultivar de algodão transgênico BRS 433 B2RF) obtidos no banco ativo de germoplasma (BAG) desta instituição. Insetos sugadores e ácaros foram controlados com pulverizações de óleo de nim 1000 CE (1ml/100ml, Azadiractina 0,12% p/p, solvente) e abamectina (Vertimec 18 CE®) a 7,2 g.i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

O tempo (dias) necessário para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis* foi determinado em uma área de 50 m<sup>2</sup> (5m x 10m). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições (blocos).

Os tratamentos consistiram em botões florais recém ovipositados por fêmeas do *A. grandis* nos seguintes genótipos de algodoeiro: CNPA-CO1575FL (1); CNPA-1958FL; 2016-1958 FL (3); 2012- 2008 (4); 2012 – 2050 FL (5); 2012 – 4950 FL (6) e BRS 433 B2RF (7).

A parcela foi composta por sete fileiras de algodão com dois metros de comprimento, com população de aproximadamente 140 plantas cultivadas no espaçamento de 0,80 m x 0,10 m entre fileiras e plantas, respectivamente. As distâncias entre as parcelas e os blocos foram de 0,80 m, respectivamente.

O experimento foi iniciado aos 60 dias de idade das plantas, quando a maioria dos botões florais apresentava um tamanho médio de 4-6 mm de diâmetro, sem orifícios de oviposição. Um botão floral sem orifício de oviposição por planta em cinco plantas amostradas ao acaso por parcela foi devidamente marcado e/ou etiquetado 24 horas antes do início das avaliações.

As avaliações consistiram na inspeção visual de um botão floral previamente identificado por planta, localizado no terço superior do dossel de cinco botões florais de cada um dos sete genótipos mencionados por parcela e registrando-se a presença de orifícios de oviposição e o tempo necessário para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais.

Os orifícios de oviposição foram distinguidos por um tampão de excremento e/ou substância cerosa deixado pelas fêmeas do *A. grandis* fechando o orifício de postura (GREENBERG *et al.*, 2005).

O diâmetro dos botões florais e a umidade do solo foram determinados em cada parcela para estabelecer correlação com o tempo de abertura das brácteas e abscisão dos botões florais. O diâmetro dos botões florais foi determinado com o auxílio de um paquímetro digital INOX 0-100 mm (Lotus Plus) em cada um dos botões florais marcados.

As médias totais de umidade relativa do solo por dia foram calculadas utilizando-se as umidades do solo diárias registradas instantaneamente às 9 horas, 13 horas e 15 horas durante 20 dias, que correspondeu ao período de identificação das plantas sem botões florais ovipositados pelo *A. grandis* até a sua abscisão.

Os pontos amostrais foram distribuídos de forma equidistantes entre si, entre as plantas dentro da fileira de algodão. A umidade relativa do solo foi determinada com auxílio de um higrômetro analógico (Medidor de ph e umidade do solo, Modelo PH-3000).

### **3.4 Estimativa do número equivalente de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo *A. grandis*.**

A semeadura foi realizada manualmente no campo experimental da Embrapa Algodão na mesma data do experimento anterior utilizando a cultivar de algodão BRS 433 B2RF. Insetos sugadores e ácaros foram controlados conforme descrito anteriormente.

O número de botões florais com brácteas abertas e amarelecidas equivalente ao número de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo *A. grandis* será estimado para o nível de controle de 10% (RAMALHO E SILVA, 1993) em uma área de 531,2 m<sup>2</sup> (16,6m x 32m).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com dois tratamentos e 12 repetições (blocos). A parcela foi composta por oito fileiras de algodão com dois metros de comprimento, com população de aproximadamente 160 plantas cultivadas no espaçamento de 0,80 m x 0,10 m entre fileiras e plantas, respectivamente. As distâncias entre as parcelas e os blocos foram de 4 m.

As avaliações foram feitas a cada cinco dias, amostrando-se 15 plantas ao acaso por parcela. Amostras de adultos do *A. grandis* encontrados em campo foram descartadas porque eles são encontrados em baixa densidade populacional e pouco representativos dos danos às lavouras de algodoeiro (OLIVEIRA et al., 2022).

As amostras foram iniciadas quando os primeiros botões florais foram produzidos pelas plantas de algodoeiro e continuaram até que não houvesse mais botões florais disponíveis para oviposição, pois os *A. grandis* preferem infestar essas estruturas reprodutivas do algodoeiro (GABRIEL, 2002; GREENBERG et al., 2005).

Os tratamentos consistirão na inspeção visual das plantas de algodoeiro por meio da observação do terço superior do dossel de cada planta: (1) todos os botões florais de tamanho médio (4-6 mm de diâmetro) com orifícios de oviposição;(2) todos os botões florais com brácteas abertas e amarelecidas da mesma planta.

### **3.5 Monitoramento de populações do *A. grandis* baseado em algodoeiros com botões florais com brácteas abertas e amarelecidas**

A semeadura foi realizada manualmente em 23 de dezembro de 2021, no campo experimental da Embrapa Algodão, utilizando a cultivar de algodão convencional BRS 433

B2RF. Os insetos-praga como lagartas de lepidópteros, insetos sugadores e ácaros foram controlados conforme descrito no experimento anterior.

A eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas foi determinada em uma área de 768 m<sup>2</sup> (24m x 32m). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições (blocos).

Os tratamentos consistiram de algodoeiros pulverizados com malation (Malathion 1000 EC®, concentrado emulsionável, FMC, Uberaba, Minas Gerais, Brasil) da seguinte forma: pulverizações sistemáticas semanais com malation (Malathion 1000 EC®, 1.000 g.i.a. L-1) após o aparecimento dos botões florais (T1), pulverizações com malation (Malathion 1000 EC®, 1.000 g.i.a. L-1) quando o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição atingia o nível de 10% (RAMALHO et al., 1990) (T2); pulverizações com malation (Malathion 1000 EC®, 1.000 g.i.a. L-1) quando o número de plantas com botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas atingia o nível de 5% (porcentagem de brácteas abertas correspondente a de botões florais com orifícios de oviposição determinada no primeiro experimento) (T3) e testemunha (sem pulverização) (T4).

O inseticida malation foi usado devido à sua alta toxicidade e baixo custo e porque a maioria dos cotonicultores brasileiros se utiliza deste organofosforado para controlar o *A. grandis* (ROLIM et al., 2018). A parcela foi composta por cinco fileiras de algodão com cinco metros de comprimento, com população de aproximadamente 250 plantas cultivadas no espaçamento de 0,80 m x 0,10 m entre fileiras e plantas, respectivamente. As distâncias entre as parcelas e os blocos foram de 4 e 4 m, respectivamente.

As amostragens, em todos os tratamentos, foram realizadas examinando-se o terço superior do dossel das plantas de algodoeiro, tomando-se ao acaso um botão floral de tamanho médio (4-6 mm de diâmetro) por planta e registrando-se a presença ou não de orifícios de oviposição. No terceiro tratamento, o número correspondente de brácteas abertas e/ou amarelecidas (2) por planta, também, foi registrado. As avaliações foram feitas a cada cinco dias, amostrando-se 30 plantas ao acaso por parcela. Foram realizados os tratos culturais normais necessários para condução da lavoura (aplicação de defensivos, capina manual etc.).

O número de botões florais com orifícios de oviposição e aqueles com as brácteas abertas e/ou amarelecidas em diferentes épocas de amostragem, as médias das porcentagens de botões florais de algodão danificados pelo *A. grandis* por orifício de oviposição, altura da planta e produção de algodão em caroço foram determinados amostrando-se 30 plantas por parcela em

todos os blocos. A produção de algodão foi estimada por meio da pesagem da pluma de algodão com caroço, colhido manualmente dos capulhos, de  $\cong 150$  plantas amostradas na parcela.

### 3.6 Análise dos dados

Para determinar o período (dias) necessário para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais, diâmetro dos botões florais e umidade do solo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A obtenção do número de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas equivalente ao de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*, uma reta de regressão linear foi gerada e os pontos dessa reta submetidos à análise de correlação pelo método de Pearson (r) interpretado a 5% de probabilidade. Em seguida, curvas de regressão logarítmica representando o número de botões florais com orifícios de oviposição e o de brácteas abertas e/ou amarelecidas foram geradas para se calcular a proporção entre elas.

Após calcular a proporção, uma nova curva de regressão logarítmica foi gerada, multiplicando-se cada ponto da curva de regressão logarítmica que representa o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas pelo número equivalente de botões florais com orifícios de oviposição.

Os efeitos dos tratamentos (números amostrados de botões florais com orifícios de oviposição e o de brácteas abertas e/ou amarelecidas x2) e idade das plantas na porcentagem de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de duas vias, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os efeitos das pulverizações com malation sobre o número e a porcentagem de botões florais de algodão danificados pelo *A. grandis* por orifício de oviposição, altura das plantas e produção de algodão em caroço (g) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de duas vias e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados dos três experimentos foram analisados com o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) da Universidade Federal de Viçosa (RIBEIRO JR., 2001).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Umidade e temperatura

As temperaturas e umidades relativas médias e a precipitação mensal acumulada no campo experimental da Embrapa Algodão durante a condução dos dois primeiros experimentos no ano de 2021 foram de  $24 \pm 4^\circ \text{C}$ ,  $83 \pm 4\%$  e 65 mm, respectivamente (INMET, 2022). No ano de 2022, esses dados climáticos durante a condução do terceiro experimento foram de  $24 \pm 4^\circ \text{C}$ ,  $83 \pm 4\%$  de UR e 111 mm de precipitação.

### 4.2 Tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis*

O diâmetro dos botões florais e a umidade do solo não diferiram entre tratamentos (Tabela 1), mas os tempos para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis* diferiram, variando de 3,94 a 7,93 dias e de 7,69 a 11,31 dias, respectivamente.

**Tabela 1** – Número do tratamento, genótipo de algodoeiro, diâmetro dos botões florais, tempo para abertura das brácteas e/ou amarelecimento e abscisão dos botões florais após a oviposição da fêmea do *A. grandis* e umidade do solo.<sup>1</sup>

Trat	Genótipo	Botões florais (Ø, mm)	Abertura das brácteas (dias)	Abscisão dos botões florais (dias)	Umidade do solo (%)
01	CNPA-CO1575 FL	$6,93 \pm 0,16$ a	(1)7,93 $\pm 0,58$ a	$11,31 \pm 0,62$ a	$58,06 \pm 1,85$ a
02	CNPA-1958 FL	$7,27 \pm 0,30$ a	$7,57 \pm 0,51$ a	$11,14 \pm 0,74$ a	$55,81 \pm 1,92$ a
03	2016-1958 FL	$7,15 \pm 0,30$ a	$7,38 \pm 0,38$ ab	$10,83 \pm 0,31$ ab	$56,86 \pm 1,92$ a
04	2012- 2008	$7,09 \pm 0,48$ a	$5,43 \pm 0,84$ abc	$10,50 \pm 0,27$ ab	$55,63 \pm 1,77$ a
05	2012 – 2050 FL	$7,23 \pm 0,33$ a	$5,25 \pm 0,55$ bc	$8,00 \pm 1,67$ ab	$60,40 \pm 1,52$ a
06	2012 – 4950 FL	$7,33 \pm 0,31$ a	$4,90 \pm 0,62$ bc	$9,40 \pm 0,68$ ab	$61,05 \pm 1,42$ a
07	BRS 433 B2RF	$6,73 \pm 0,05$ a	$3,94 \pm 0,09$ c	$7,69 \pm 0,11$ b	$54,52 \pm 0,55$ a
F		0,87	8,07	4,36	2,14
P		> 0,05	< 0,01	< 0,01	> 0,05
CV		13,41	15,27	22,67	12,16

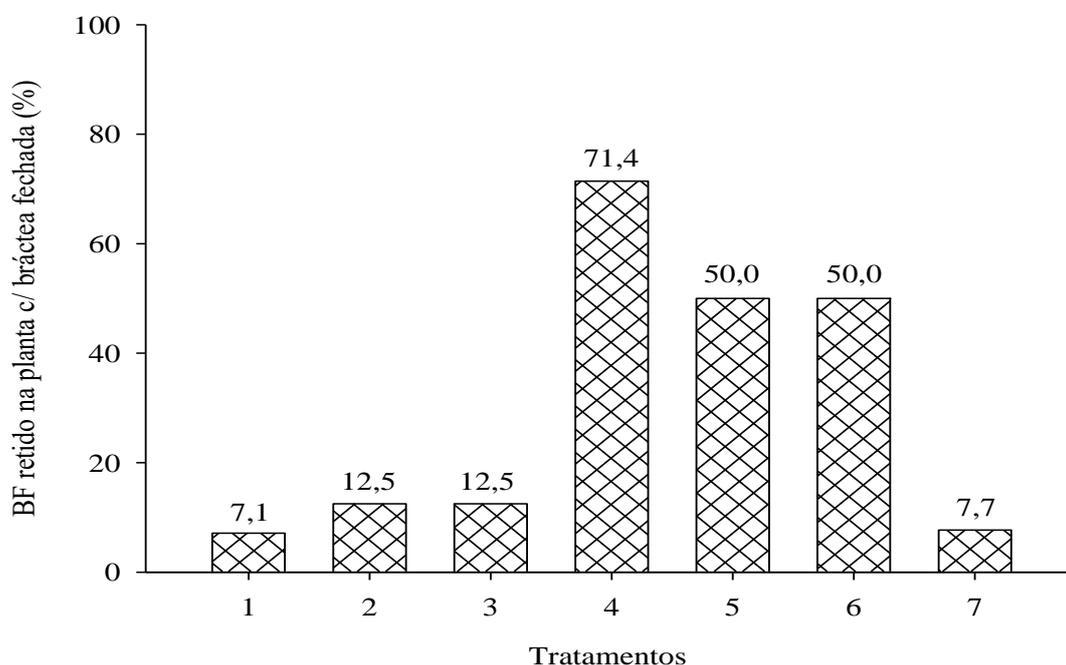
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (1) Médias transformadas em raiz de  $x+0,5$  para fins de análise estatística. Médias originais são apresentadas.

Os maiores tempos para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais foram observados para os genótipos de algodoeiros CNPA-CO1575 FL e CNPA-1958 FL e o menor para o genótipo BRS 433 B2RF (Tabela 1). Com exceção do genótipo de algodoeiro 2012 – 2050 FL, quanto maior o tempo para abertura das brácteas, maior o tempo para abscisão dos botões florais.

Botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* nem sempre resultaram na abertura das brácteas e abscisão dos botões forais em todos os sete genótipos de algodoeiros avaliados (Figura 2).

**Figura 2** – Porcentagem de botões florais retidos na planta e com brácteas fechadas em função dos genótipos de algodoeiros CNPA-CO1575 FL (1), CNPA-1958 FL (2), 2016-1958 FL (3), 2012-2008 (4), 2012 – 2050 FL (5), 2012 – 4950 FL (6) e BRS 433 B2RF (7).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

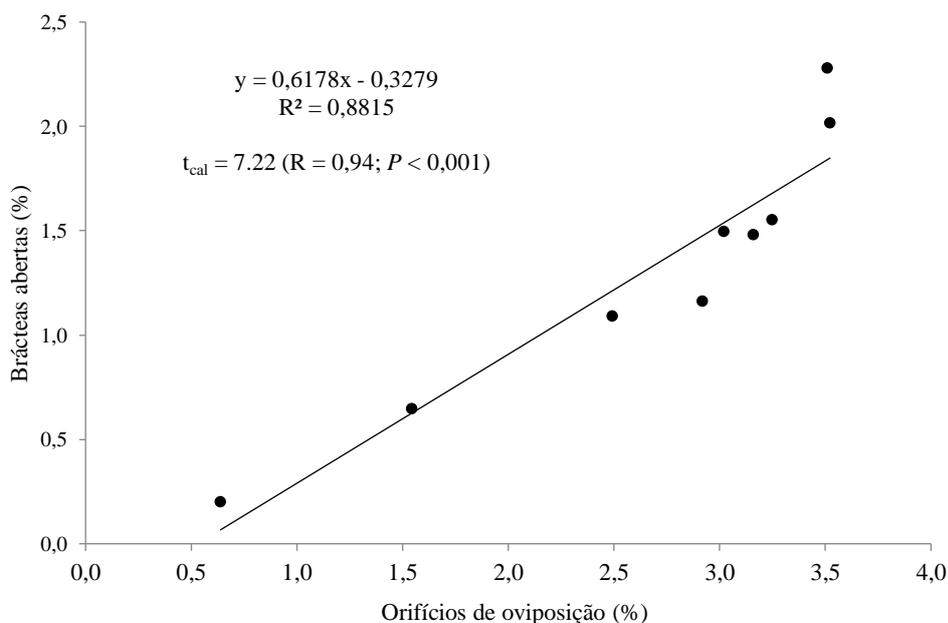
O genótipo de algodoeiro com maior porcentagem de botões florais retidos na planta e com brácteas fechadas foi 2012-2008, seguido pelos genótipos 2012 – 2050 FL, 2012 – 4950 FL e aquele com menor percentual foi CNPA-CO1575 FL, seguido pelo BRS 433 B2RF.

### 4.3 Estimativa equivalente do número de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo *A. grandis*.

O ciclo fenológico do algodoeiro foi de 150 dias, com a emergência dos algodoeiros, o aparecimento dos primeiros botões florais e a abertura das maçãs ocorrendo aos 10, 45 e 95 dias após o plantio, respectivamente. Não se observou a ocorrência de insetos sugadores e ácaros na área experimental e, por isto, não foram realizadas aplicações de inseticidas para o controle dessas pragas.

O modelo linear foi o melhor para representar a relação entre o número de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas equivalente ao de botões florais com orifícios oviposição pelo *A. grandis* ( $y = 0,6178x - 0,3279$ ,  $R^2 = 0,88$ ) (Figura 3), havendo correlação positiva e significativa entre essas estruturas florais avaliadas ( $t_{cal} = 7.22$ ,  $R = 0,94$ ,  $P < 0,001$ ).

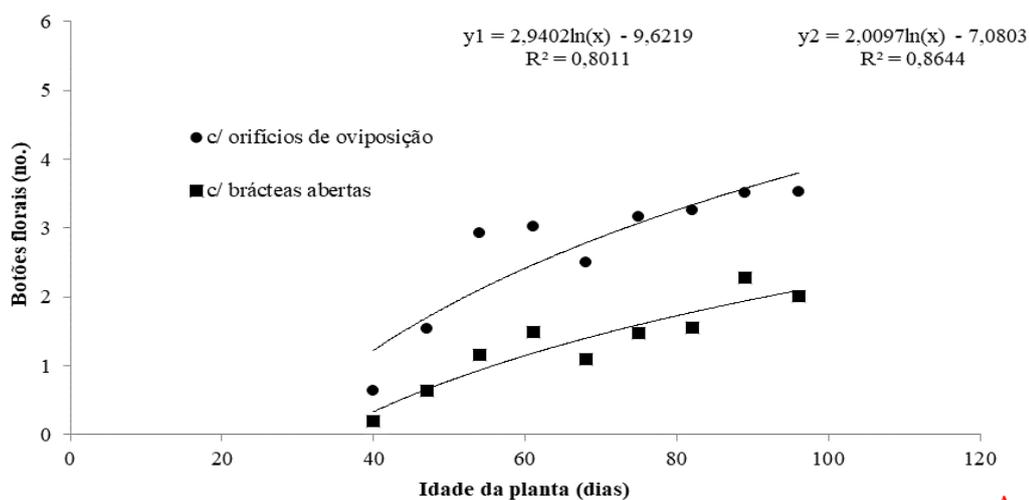
**Figura 3** – Equação linear da reta e correlação de Pearson (R) entre o número de botões florais com brácteas abertas e o número de orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis*. Campina Grande, Paraíba, Brasil.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2022)

As curvas de regressão logarítmica foram as melhores para representar o número de botões florais com orifícios de oviposição ( $y_1 = 2,9402\ln(x) - 9,6219$ ,  $R^2 = 0,80$ ) e o de brácteas abertas e/ou amarelecidas ( $y_2 = 2,0097\ln(x) - 7,0803$ ,  $R^2 = 0,86$ ) pelo *A. grandis* em função da idade das plantas (Figura 4A).

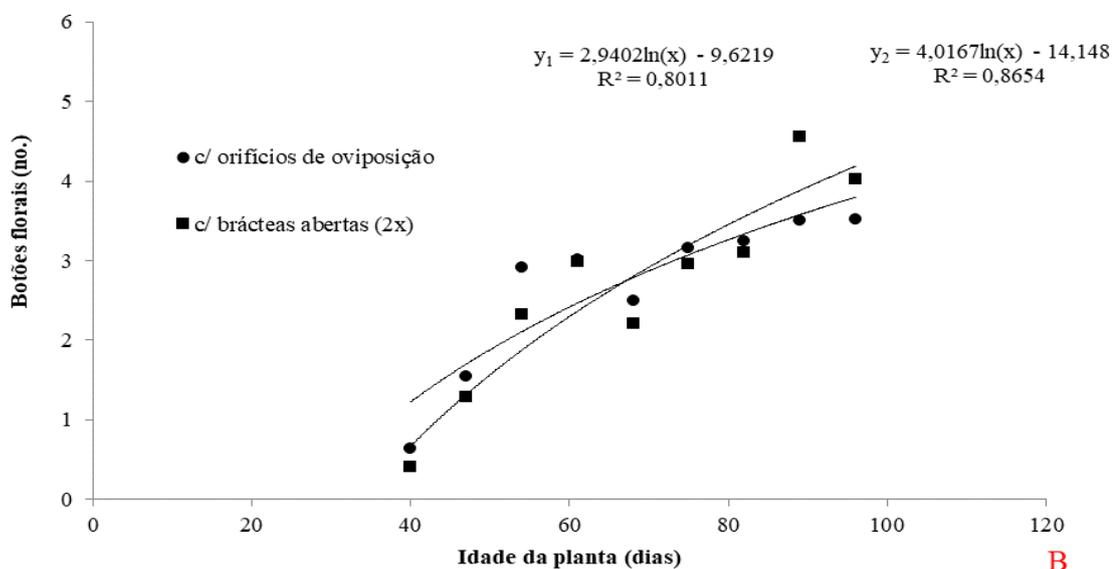
**Figura 4A** – Número de botões florais com orifícios de oviposição (●) e brácteas abertas (■) em função da idade das plantas (A)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

**Figura 4B** – Representação gráfica após multiplicar cada ponto da curva de regressão logarítmica que representa o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas pelo número equivalente de botões florais com orifícios de oviposição (B). Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



A proporção entre o número de botões florais com orifícios de oviposição e o de brácteas abertas e/ou amarelecidas foi de 2:1, com os pontos da curva de regressão logarítmica que representa o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas multiplicada por 2 ( $y_2 = 4,0167\ln(x) - 14,148$ ,  $R^2 = 0,87$ ) (Figura 4B) assemelhando-se a curva que representa o número de botões florais com orifícios de oviposição ( $y_1 = 2,9402\ln(x) - 9,6219$ ,  $R^2 = 0,80$ ).

A análise de variância de duas vias apresentou efeito significativo da idade das plantas e da interação entre tratamentos (plantas amostradas com base na presença de botões florais com orifícios de oviposição ou com base na presença de brácteas abertas e/ou amarelecidas x 2) e idade das plantas ( $P < 0,01$  para ambas; Tabela 2) sobre as porcentagens de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*, mas não dos tratamentos ( $P > 0,05$ , Tabela 2).

**Tabela 2** – Modelo resumido de análise de variância (ANOVA) de duas vias para os efeitos do tratamento e idade da planta sobre a porcentagem de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em parcelas de algodão

Fonte de variação	Modelo	GL	Quadrado Médio	F	P
	Tratamento (T) <sup>2</sup>	1	0.272119	0.475	> 0,05
Planta c/ orifício de oviposição	Idade da planta (IP)	8	37.49382	65.430	< 0,01
	T x IP	8	4.464990	7.792	< 0,01
	Resíduo	198	0.573040	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

As maiores porcentagens de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* foram aos 89 e 90 dias de idade das plantas de algodão e a menor aos 40 dias de idade, tanto nas plantas amostradas com base na presença de botões florais com orifícios de oviposição como naquelas baseadas na presença de brácteas abertas e/ou amarelecidas (x2) (Tabela 3).

As porcentagens de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* não diferiram entre os tratamentos nas amostragens de botões florais com orifícios de oviposição ou de brácteas abertas e/ou amarelecidas (x2).

<sup>2</sup> Tratamentos: (T1) botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*; (T2) botões florais com brácteas abertas equivalente ao de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*.

**Tabela 3** – Porcentagem média <sup>3</sup> ( $\pm$ SE) de botões florais com orifícios de oviposição e de brácteas abertas equivalentes (x2) ao de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em função da idade das plantas.

Idade das plantas (dias)	Tratamentos	
	Botões florais c/ orifícios de oviposição	Botões florais c/ brácteas abertas e/ou amarelecidas (x2)
40	0,63 $\pm$ 0,00 d A	0,40 $\pm$ 0,00 e A
47	1,57 $\pm$ 0,00 cd A	1,29 $\pm$ 0,00 de A
54	3,07 $\pm$ 0,00 abc A	2,32 $\pm$ 0,00 bcd B
61	3,37 $\pm$ 0,00 abc A	2,99 $\pm$ 0,00 bc A
68	2,49 $\pm$ 0,00 bcd A	1,97 $\pm$ 0,00 cde A
75	3,06 $\pm$ 0,00 abc A	2,94 $\pm$ 0,00 bc A
82	3,26 $\pm$ 0,00 abc A	3,10 $\pm$ 0,00 bc A
89	3,53 $\pm$ 0,00 ab A	3,32 $\pm$ 0,00 a A
96	3,61 $\pm$ 0,00 ab A	4,89 $\pm$ 0,00 a A

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 4.4 Eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas

O ciclo fenológico do algodoeiro foi de 180 dias, com a emergência dos algodoeiros, o aparecimento dos primeiros botões florais e a abertura das maçãs ocorrendo aos 12, 60 e 110 dias após o plantio, respectivamente.

A análise de variância de duas vias apresentou efeito significativo do tratamento, idade das plantas e da interação entre tratamento e idade das plantas ( $P < 0,001$  para todos; Tabela 4) sobre o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*.

**Tabela 4** – Modelo resumido de análise de variância (ANOVA) de duas vias para os efeitos do tratamento e idade da planta sobre o número de plantas de algodão com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em parcelas de algodão

Fonte de variação	Modelo	GL	Quadrado Médio	F	P
Planta c/ orifício de oviposição	Tratamentos <sup>4</sup> (T)	3	2744.668	37.055	< 0,001
	Idade da planta (IP)	7	4158.135	56.137	< 0,001
	T x IP	21	952.9588	12.866	< 0,001
	Resíduo	96	74.07057	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

<sup>3</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna por tratamento e maiúscula na linha por idade não são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>4</sup> Tratamentos: (T1) botões florais com orifícios de oviposição; (T2) botões florais com brácteas abertas equivalente ao de botões florais com orifícios de oviposição.

Os números de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* diferiram significativamente entre os tratamentos aos 95, 125 e 135 dias de idade das plantas (Tabela 5). Os maiores números de plantas com botões florais com orifícios de oviposição foram observados no tratamento controle aos 95, 125 e 135 dias de idade das plantas e somente aos 95 dias no tratamento em que o *A. grandis* atingiu o limiar econômico de 10% de botões florais com orifícios de oviposição (Tabela 5).

Os menores números de plantas com botões florais com orifícios de oviposição foram observadas aos 95, 125 e 135 dias de idade das plantas de algodão nos tratamentos pulverizados com malation de forma sistemática e quando o *A. grandis* atingiu o limiar econômico de 5% de plantas com botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas e, apenas aos 125 e 135 dias de idade das plantas no tratamento pulverizado com malation, quando o *A. grandis* atingiu o limiar econômico de 10% de botões florais com orifícios de oviposição.

Os maiores picos de botões florais com orifícios de oviposição foram observados nas plantas de algodoeiros com 115 dias de idade em todos os tratamentos pulverizados com malation (Tabela 5), mas na testemunha, esse pico foi maior na última avaliação aos 135 dias de idade das plantas.

**Tabela 5** – Média <sup>5</sup>(±SE) do número de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* em 60 plantas de algodão por parcela a cada dez dias pulverizadas com malation semanalmente (1); malation a partir de 10% de botões florais com orifícios de oviposição (2); malation a partir de 5% de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas (3) e testemunha (sem aplicação de inseticida) ao longo do tempo. Campina Grande, Paraíba, 2022.

Idade da planta	Tratamentos			
	1	2	3	4
65	3,33 ± 0,96 a D	3,75 ± 1,42 a D	2,50 ± 1,60 a C	2,08 ± 1,25 a C
75	12,50 ± 1,51 a CD	13,33 ± 2,64 a BCD	7,54 ± 6,43 a C	2,50 ± 1,08 a C
85	2,92 ± 1,42 a D	7,08 ± 3,62 a D	9,44 ± 3,58 a C	9,58 ± 5,50 a C
95	8,33 ± 3,40 b CD	32,20 ± 7,67 a ABC	4,17 ± 1,60 b C	47,25 ± 13,38 a B
105	23,33 ± 4,76 a BCD	26,66 ± 2,82 a ABCD	30,83 ± 5,83 a AB	19,74 ± 4,06 a C
115	49,17 ± 3,63 a AB	39,17 ± 1,98 a ABC	37,50 ± 5,99 a AB	52,50 ± 3,23 a B
125	42,08 ± 1,58 b ABC	30,83 ± 1,73 b ABCD	28,33 ± 3,97 b ABC	78,75 ± 4,10 a A
135	7,50 ± 0,83 b CD	10,00 ± 2,04 b CD	10,00 ± 2,72 b BC	80,83 ± 0,83 a A
151	1 <sup>os</sup> capulhos	1 <sup>os</sup> capulhos	1 <sup>os</sup> capulhos	1 <sup>os</sup> capulhos

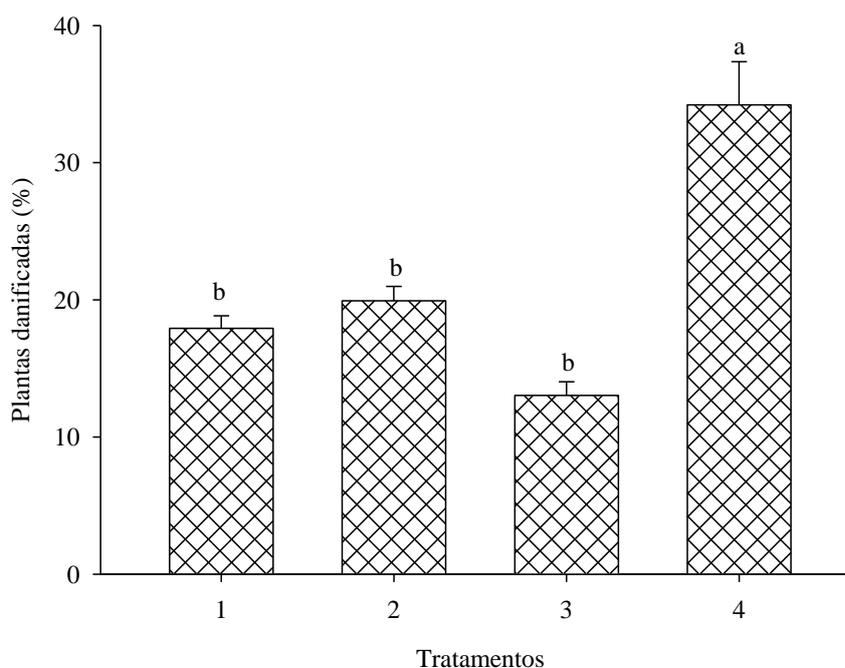
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

<sup>5</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não são diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Trat= Tratamentos.

A porcentagem de plantas de algodoeiro com botões florais com orifícios de oviposição ( $F_{3,9}= 20,93$ ;  $P < 0,001$ ), altura das plantas ( $F_{3,9}= 20,13$ ;  $P < 0,001$ ) e produção de algodão em caroço ( $F_{3,9}= 31,14$ ;  $P < 0,001$ ) diferiram entre os tratamentos (Figuras 5 e 6).

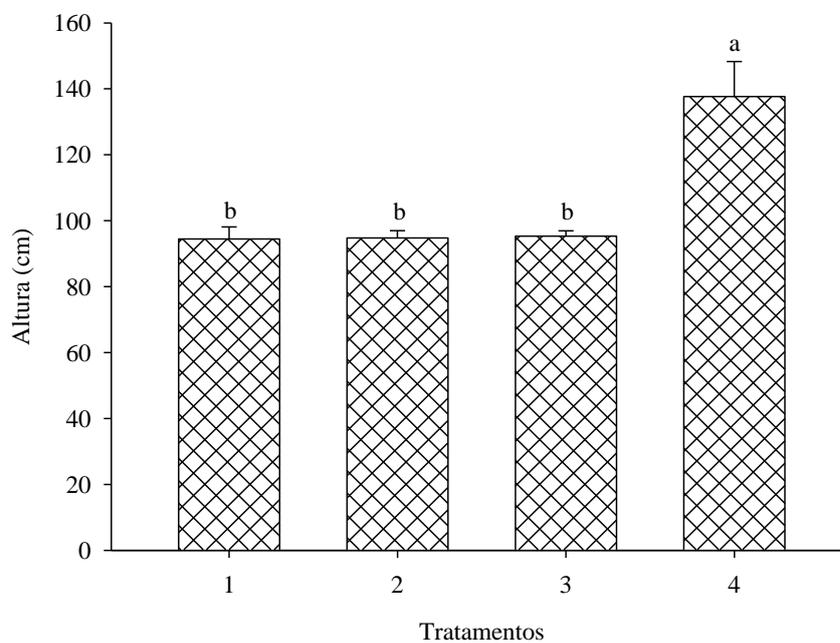
As menores porcentagens de plantas de algodoeiro com botões florais com orifícios de oviposição e altura das plantas e as maiores produções de algodão em caroço foram observadas nos tratamentos pulverizados com malation de forma sistemática e quando o *A. grandis* atingiu o limiar econômico de 10% e 5% de plantas, respectivamente, com botões florais com orifícios de oviposição e brácteas abertas e/ou amarelecidas (Figuras 5 e 6). Por outro lado, as maiores porcentagens de plantas de algodoeiro com botões florais com orifícios de oviposição e altura das plantas e as menores produções de algodão em caroço foram observadas no tratamento controle.

**Figura 5A** – Plantas de algodoeiro danificadas pelo *A. grandis* por orifícios de oviposição em função dos tratamentos. Campina Grande, Paraíba, Brasil. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes pelo teste de Tukey ( $P= 0,05$ )



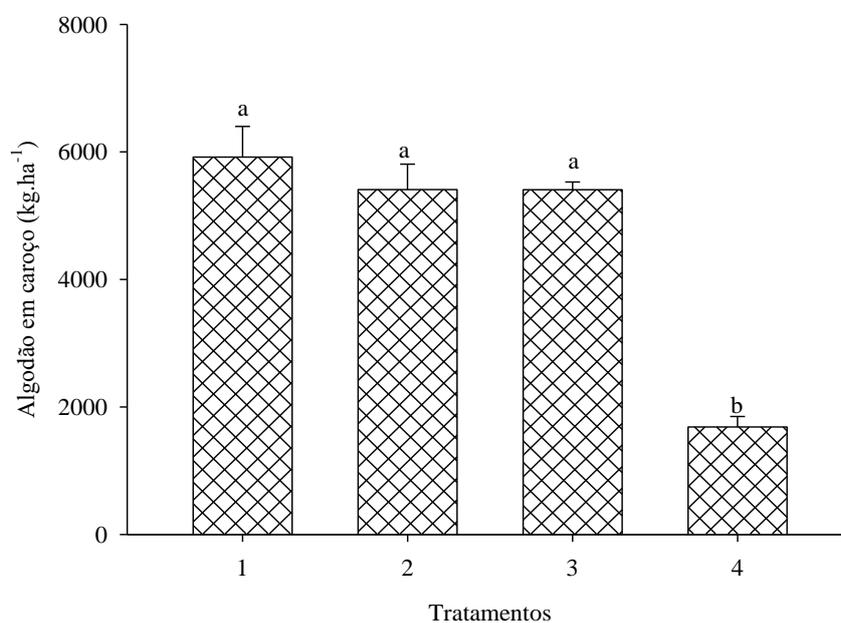
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

**Figura 5B** – Altura dessas plantas (B) em função dos tratamentos. Campina Grande, Paraíba, Brasil. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes pelo teste de Tukey (P= 0,05)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

**Figura 6** – Produção de algodão em caroço em função dos tratamentos. Campina Grande, Paraíba, Brasil. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes pelo teste de Tukey (P= 0,05)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## 5.DISCUSSÃO

### 5.1 Aspectos climáticos e sua influência na abertura das brácteas dos botões florais

Condições climáticas podem afetar a população do *A. grandis* e a abertura das brácteas dos botões florais (HERZOG e LAMBERT, 1984; FAUSTINO et al., 2023). A sobrevivência dos insetos nos agroecossistemas é influenciada pela alta temperatura e baixa umidade (RAMALHO e SILVA, 1993; FAUSTINO et al., 2023) e sob condições úmidas, propícias ao desenvolvimento dos botões florais, as brácteas dos botões florais danificadas por oviposição por fêmeas do *A. grandis* se abrem e caem rapidamente (HERZOG e LAMBERT, 1984). No presente estudo, a temperatura, umidade relativa e precipitação semanal foram adequadas para o desenvolvimento populacional do *A. grandis* e não prejudicaram a abertura das brácteas dos botões florais ovipositados pelas fêmeas do *A. grandis* nos dois experimentos.

### 5.2 Tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis*.

A inexistência de diferenças entre o diâmetro dos botões florais e a umidade do solo indica que esses fatores não afetaram o tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais após a oviposição das fêmeas do *A. grandis*.

Os tempos para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais, excetuando o genótipo de algodoeiro BRS 433 B2RF, foram sempre maiores, respectivamente, que os 3 e 4 dias observados para abertura das brácteas da cultivar Coker 310 no condado de Tift, Geórgia (HERZOG e LAMBERT, 1984) e os 5 e 6 dias para abscisão dos botões florais no Vale Baixo do Rio Grande do Texas (SHOWLER e CANTU, 2005).

Tais resultados podem ser atribuídos as diferenças nas condições climáticas e de resistência por tolerância ao ataque do *A. grandis* entre os genótipos de algodoeiros utilizados em cada experimento. Sob condições úmidas, propícias ao desenvolvimento dos botões florais, as brácteas dos botões florais danificadas pelo *A. grandis*, geralmente, se abrem e caem mais rapidamente do que em condições quentes e secas (FENTON e DUNNAM, 1929; HERZOG e LAMBERT, 1984).

Por sua vez, botões florais de genótipos de algodoeiros tolerantes ao ataque do *A. grandis* podem ser abortados mais rapidamente para reposição por outros novos em comparação aos genótipos suscetíveis (ALVES et al., 2021), o que pode explicar, também, as variações nos

tempos para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais nos genótipos de algodoeiros estudados.

O tempo para abertura das brácteas foi, em geral, diretamente proporcional ao tempo para abscisão dos botões florais ovipositados pelas fêmeas do *A. grandis*, o que pode ser atribuído às diferenças fisiológicas entre os genótipos estudados em resposta a injúria provocada pelas larvas de segundo e terceiro instar do *A. grandis* que produzem a pectinase que é responsável pela queda dos botões florais do algodoeiro (KING, 1973). Por outro lado, isto indica que a porcentagem real de danos à planta pode ser estimada com base nos botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas.

As brácteas dos botões forais com orifícios de oviposição que não se abriram e não abortaram em todos os sete genótipos de algodoeiros avaliados se devem, provavelmente, às características agrônomicas e fisiológicas dos genótipos de algodoeiros estudados, associada às mortalidades nos botões florais que formaram maçãs por inviabilidade dos ovos, resultante de um ou mais agentes de mortalidade, como: infertilidade, dessecação, proliferação de células internas e/ou formação de substância gelatinosa no botão floral presente no dossel (HUNTER e HINDS, 1905; HINDS, 1906, 1907; RAMALHO et al., 1993). Genótipos de algodoeiros com orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis* e maiores porcentagens de botões florais retidos nas plantas e brácteas fechadas devem ser estudados como possíveis fontes de resistência contra essa praga.

### **5.3 Estimativa equivalente do número de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas ao de botões florais com orifícios de alimentação e/ou oviposição pelo *A. grandis*.**

Os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e de correlação de Pearson ( $R$ ) indicam, respectivamente, que a porcentagem de botões florais com orifícios de oviposição explicam 88% da porcentagem de brácteas abertas e/ou amarelecidas e que existe uma correlação positiva robusta entre essas variáveis, ou seja, na medida em que o número de botões florais com orifícios de oviposição aumenta, aumenta também o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas. Tal fato era esperado, porque 3-4 dias após as fêmeas do *A. grandis* ovipositarem nos botões florais, as brácteas se abrem e amarelecem, e posteriormente são abortadas (RAMALHO et al., 1993; GREENBERG et al., 2003).

As curvas de regressão logarítmica que representam o número de botões florais com orifícios de oviposição e o de brácteas abertas e/ou amarelecidas pelo *A. grandis* em função da idade das plantas foram paralelas e proporcionais (2:1), indicando que para cada botão floral com bráctea aberta e/ou amarelecida existem dois botões florais com orifícios de oviposição correspondentes.

Tais resultados foram semelhantes às proporções estimadas para essas mesmas variáveis em campos de algodoeiro cultivados com a cultivar Coker 310 no município de Tift, Georgia, USA tratadas com diflubenzuron (HERZOG e LAMBERT, 1984). Assim, multiplicando a razão pela porcentagem de botões florais com brácteas abertas, obteve-se um número semelhante de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis* que foi confirmado pela ausência de diferença entre tratamentos de plantas amostradas com base na presença de botões florais daquelas com base nas brácteas abertas ou amarelecidas (Tabela 1).

Isto indica que a amostragem utilizando a porcentagem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas fornece uma estimativa precisa e equivalente à porcentagem de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*. Este método, portanto, pode ser empregado para averiguar se as aplicações de inseticidas são eficientes para manter os danos do *A. grandis* abaixo dos níveis de controle de 10% (RAMALHO et al., 1990).

Por outro lado, a interação significativa entre tratamentos e idade das plantas indica que durante o período de abotoamento do algodoeiro, plantas com maior idade tendem a produzir maior número de botões florais, o que favorece o aumento da oviposição do *A. grandis* por um mecanismo dependente da densidade baseado na disponibilidade de botões florais (GREENBERG et al., 2003, 2005; ALVES et al., 2021) e, conseqüentemente, do número dessas estruturas reprodutivas com brácteas abertas e/ou amarelecidas (GREENBERG et al., 2003).

#### **5.4 Eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas**

O efeito da interação significativa entre tratamento e idade das plantas sobre o número de plantas com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*, pode ser atribuído ao aumento exponencial de estruturas reprodutivas durante o período de florescimento (ALVES et al., 2021) com maior disponibilidade de botões florais para as fêmeas de *A. grandis* ovipositarem, na medida em que as plantas de algodoeiro amadurecem (GREENBERG et al., 2003, 2005).

Aumentos na infestação de estruturas reprodutivas são esperados até o 'cut-out' (fim da produção de botões florais) se pulverizações com inseticidas não forem realizadas para controlar o *A. grandis* (SHOWLER et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2021). Isto explica por que o número médio de botões florais com orifícios de oviposição encontrada nos tratamentos pulverizados sistematicamente e semanalmente com malation ou a partir do limiar de dano econômico de 10% e 5% de botões florais, respectivamente, com orifícios de oviposição e brácteas abertas e/ou amarelecidas foram semelhantes, diferindo apenas da parcela controle (sem aplicação de inseticida) nas duas últimas avaliações.

O malation é um composto tóxico pertencente à classe dos pesticidas organofosforados que tem como mecanismo primário de ação inibir a enzima acetilcolinesterase (AChE), o que aumenta o nível de acetilcolina nas sinapses e causa a hiperexcitação dos neurônios e como consequência a morte do inseto (LABBÉ et al., 2011; SAKTHIVEL et al., 2022).

As plantas mais altas, com menor número de capulhos e menor produtividade de caroço de algodão na parcela controle, podem ser atribuídas ao maior percentual de plantas de algodoeiro com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*, ou seja, plantas de algodoeiro danificadas pelo *A. grandis* priorizam a alocação de fotossintatos na produção de folhagem e biomassa para compensar a perda de estruturas reprodutivas (YANG et al., 2001; POORTER et al., 2012; ALVES et al., 2021). Isto explica por que lavouras de algodão atacadas pelo *A. grandis* perdem a carga, apresentam grande desenvolvimento vegetativo, ficam bem enfolhadas, mas sem produção (YANG et al., 2001).

Por outro lado, a menor altura de plantas, maior número de capulhos e maior produtividade de caroço de algodão nas parcelas de algodão pulverizadas com malation de forma sistemática e semanalmente ou a partir do limiar de dano econômico de 10% e 5% de botões florais, respectivamente, com orifícios de oviposição e brácteas abertas e/ou amarelecidas, podem ser atribuídos ao controle populacional do *A. grandis* após a aplicação do malation, com menor porcentagem de plantas de algodoeiro com botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*.

Nos EUA, o malation foi usado na campanha de erradicação do *A. grandis* nas áreas de cultivo de algodoeiro (EPA, 2004). O uso anual do malation nos EUA atingiu um pico de 12.700–14.500 toneladas em 1999, mas caiu para 2.000–4.000 toneladas em 2007, perto da conclusão da campanha de erradicação do *A. grandis* (EPA, 2011; TCHOUNWOU et al., 2015). No Brasil, o malation, dentre os organofosforados é de longe o inseticida mais recomendado e utilizado para o controle do *A. grandis* (ROLIM et al., 2019).

As porcentagens semelhantes de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*, número de capulhos e produtividade de caroço de algodão entre os tratamentos pulverizados com malation de forma sistemática e após o *A. grandis* atingir o limite econômico de 10 e 5 % de botões florais, respectivamente, com orifícios de oviposição e brácteas abertas e/ou amarelecidas, confirmam que a eficácia do controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas não difere da eficácia do controle químico baseada na amostragem de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*.

Esse resultado é importante porque pode viabilizar o uso do sensoriamento remoto para estimar o nível de controle do *A. grandis* com base na captura de imagens RGB (Figura 7) ou hiperespectrais de plantas de algodoeiro com botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas utilizando veículos aéreos não tripulados. Além disso, podem-se reduzir os custos de produção do algodão ao substituir a mão-de-obra responsável pelo monitoramento populacional tradicional e terrestre do *A. grandis*, pelo sensoriamento remoto, monitorando automaticamente populações deste inseto em extensas áreas cultivadas com algodão no cerrado brasileiro.

**Figura 7** – Imagens RGB capturadas de botão floral com brácteas abertas e amarelecidas no dossel da planta de algodão. Campina Grande, PB, Brasil, 2022.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2022)

## 6 CONCLUSÕES

O tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais com orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis* varia com o genótipo de algodoeiro;

O tempo para abertura das brácteas e abscisão dos botões florais com orifícios de oviposição por fêmeas do *A. grandis*, na cultivar BRS 433 B2RF é de 4 e 8 dias, respectivamente;

A proporção entre o número de brácteas abertas e/ou amarelecidas e o de botões florais com orifícios de oviposição é de 2:1;

O nível de controle do *A. grandis* para aplicações de inseticidas químicos com base na porcentagem de brácteas abertas e/ou amarelecidas é de 5%;

A eficácia de controle químico do *A. grandis* com base na amostragem de botões florais com brácteas abertas e/ou amarelecidas não difere daquela baseada na amostragem de botões florais com orifícios de oviposição pelo *A. grandis*.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, K.C.; LUTTRELL, R.G.; SAPPINGTON, T.W.; HESLER, L.S.; PAPIERNIK, S.K. Frequency and abundance of selected early-season insect pests of cotton. **Journal of Integrated Pest Management**, v.9, p.20, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jipm/pm y 010>. Acesso em 7 nov. 2022
- ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. Manejo Integrado de Pragas do Algodão. pp. 1034-1098, In: Beltrão, N.E.M.; Azevedo, D.M.P. (eds.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**, 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação tecnológica. v.2, 2008.
- ALVAREZ, G.A. **Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colômbia**. Bogotá: Guadalupe, 1990.
- ALVES, B.L.N.; SILVA, C.A.D.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. Evaluation of cotton cultivars based on the compensatory increase of cotton squares after simulating damage by the cotton boll weevil. **Bragantia**, v. 80, p. e4621, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.20210036>. Acesso em 2 nov. 2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (ABRAPA). **Algodão no Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 7 nov. 2022
- BARBEDO, J.G.A. A review on the use of Unmanned Aerial Vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. **Drones**, v.3, p.40, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/drones3020040>. Acesso em: 3 nov. 2022
- BARBEDO, J.G.A.; KOENIGKAN, L.V. Perspectives on the use of unmanned aerial systems to monitor cattle. **Outlook on Agriculture**, v.47, p.214–222. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177%2F0030727018781876>. Acesso em: 2 nov. 2022
- BERNARDI, A.D.C.; NAIME, J.D.M.; RESENDE, A.V; BASSOI, L.; INAMASU, R. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014, p. 19-20.
- BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, C.A.D.; SILVA, O.R.R.F.; CARTAXO, W.V.; VALE, L.S. Culturas oleaginosas. In: XIMENES, L.F.; SILVA, M.S.L.; BRITO, L.T.L. (Org.). **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019, v. 1, p. 935-962.
- BLEICHER, E. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: CROCOMO, W. B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1990. p. 271-291.
- BORIN, A.L.D.C.; FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M. da C.S. **Adubação do algodoeiro no ambiente de Cerrado**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2014. 8 p. Il. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 375).
- BRADOW, J.M.; BAUER, P.J. Germination and seedling development. p.48–56. In: **Physiology of Cotton** (ed. J.M. Stewart, D.M. Oosterhuis, J.J. Heitholt and J.R. Mauney), Dordrecht: Springer, 2010.

CARVALHO, L.P. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: Beltrão, N.E. de M.; Azevedo, D.M.P. de (Ed.). O agronegócio do algodão no Brasil. 2.ed. **rev. amp.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.273-297.

CHIAVEGATO, L.G. **Contribuição ao estudo dos ácaros da cultura algodoeira em algumas regiões do estado de São Paulo.** 1971. 135p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1971.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v.7 - Safra 2019/20 – 11º Levantamento. Brasília, DF, 2020, p.1-31.

CONSTABLE, G.A.; BANGE, M.P. The yield potential of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Field Crops Research**, v.182, p. 98-106, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.017>. Acesso em: 11 nov. 2022

DAVIDSON, A.; NORGAARD R.B. Economic aspects of pest control. **European and Mediterranean Plant Protection Organization**, v.3, p. 63-75, 1973.

DARA, S. K. The new integrated pest management paradigm for the modern age. **Journal of Integrated Pest Management**, v.10, p. 12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>. Acesso em: 10 nov. 2022

DELALIEUX, S.; SOMERS, B.; VERSTRAETEN, W.W.; AARDT, J.A.N.V.; KEULEMANS, W.; COPPIN, P. Hyperspectral indices to diagnose leaf biotic stress of apple plants considering leaf phenology. **International Journal of Remote Sensing**, v.30, p.1887–1912, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431160802541556>. Acesso em 7 nov. 2022

DHAVAN, A.K. Integrated Pest Management in Cotton. p. 499-575. In: Integrated Pest Management in the Tropics. **New India Publishing Agency**, New Delhi (India), 2019.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Pesticides industry sales and usage: 2000 and 2001 market estimates.** Washington (DC): United States Environmental Protection Agency, Biological and Economic Analysis Division, 2004.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Pesticides industry sales and usage – 2006 and 2007 market estimates.** Washington (DC): United States Environmental Protection Agency, Biological and Economic Analysis Division, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. **Cultura do algodoeiro em áreas infestadas pelo bicudo.** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1985. 17 p. (Embrapa-CNPA: Circular Técnica, 11).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa em Solos (CNPQ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.

ESCALANTE-RAMIREZ, B. Remote Sensing Applications. In: HUANG, W.J., (Ed.) **Crop Disease and Pest Monitoring by Remote Sensing**. Intech: Rijeka, Croatia, 2012; Chapter 2.

FAUSTINO, R.F.; SILVA, C.A.D.; ZANUNCIO, J.C.; PEREIRA, J.R.; PEREIRA, A.A.A. Mortality of the cotton boll weevil in drip and sprinkler irrigated cotton crops. **Brazilian Journal of biology** (on-line), v.83, p. 20210062, 2023.

FENTON, F.A.; DUNNAM, E.W. Biology of the cotton boll weevil at Florence, SC, USDA. **Technical Bulletin**, n.112, 1929. 75p.

FREEMAN, P.K.; FREELAND, R.S. Agricultural UAVs In The U.S.: Potential, Policy, and Hype. **Remote Sensing Application: Society and Environmental**, v.2, p.35–43. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2015.10.002>. Acesso :3 nov. 2022

FRYXELL, P.A. A revised taxonomic interpretation of *Gossypium* L. (Malvaceae). **Rheedia**, v.2, p.108–165, 1992.

GABRIEL, D. Longevidade do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh., criado em hospedeiras alternativas no laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.69, n.3, p.123-126, 2002

GANNAWAY, J.R. 1994. Breeding for insect resistance, p. 431-450. In G.A. Mathews & J.P. Tunstall (eds.), **Insect pests of cotton**. Wallingford, CAB International, 593p.

GREENBERG, S. M.; SAPPINGTON, T. W.; SPURGEON, D.W.; SÉTAMOU, M. Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and reproduction as functions of cotton square availability. **Environmental Entomology**, v. 32, n. 3, p. 698-704, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.3.698>. Acesso em 11 nov. 2022.

GREENBERG, S.M.; SPURGEON, D.W.; SAPPINGTON, T.W.; SÉTAMOU, M. Size dependent feeding and reproduction by boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p.749–756, 2005. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.749>.

GRIGOLLI, J.F.J.; SOUZA, L.A.; MOTA, T.A.; FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C. Sequential sampling plan of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) in cotton plants. **Journal of Economic Entomology**, v.110, p.763-769, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jee/tox036>. Acesso em 12 nov. 2022.

HATFIELD, J.L.; PINTER, P.J. Remote sensing for crop protection. **Crop Protection**, v.12, p.403–413. 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(93\)90001-Y](https://doi.org/10.1016/0261-2194(93)90001-Y). Acesso em 8 nov. 2022

HERZOG, G.A.; LAMBERT, W.R. A new scouting technique for sampling boll weevil reproduction following the use of insect growth regulators. **The Southwestern Entomologist**, n.6, p.27-32, 1984.

HINDS, W.E. **Proliferation as a factor in the natural control of the Mexican cotton boll weevil**. USDA Bureau of Entomology, 1907. (USDA Bureau of Entomology. Bulletin, 74).

HINDS, W.E. **Some factors in the natural control of the Mexican cotton boll weevil.** USDA Bureau of Entomology, 1906. (USDA Bureau of Entomology. Bulletin, 59).

HUNTER, W.D.; HINDS, W.E. **The Mexican cotton boll weevil.** Washington, D.C.: USDA Bureau of Entomology, 1905. (USDA Bureau of Entomology. Bulletin, 51).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET, 2021 [viewed 1 November 2022]. **Normais Climatológicas do Brasil, 1961- 1990** [online]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em 11 nov. 2022

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Disponível em: <https://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acesso em: 11 nov. 2022

KING, E.E. Endo-polymethylgalacturonase of bollweevil larvae, *Anthonomus grandis*: an initiator of cotton flower bud abscission. **Journal of Insect Physiology**, v.19, p.2433-2437, 1973. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(73\)90246-1](https://doi.org/10.1016/0022-1910(73)90246-1). Acesso em 9 nov. 2022

KNUTSON, A.E.; MEKALA, K.D.; SMITH, C.W.; CAMPOS, C. Tolerance to feeding damage by cotton fleahopper (Hemiptera: Miridae) among genotypes representing adapted germplasm pools of United States upland cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.106, p.1045–1052, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1603/ec12421>. Acesso em: 2 nov. 2022

KOCH, K.; CHAPMAN, K.; LOUIS, J.; HENG-MOSS, T.; SARATH, G. Plant tolerance: a unique approach to control hemipteran pests. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1363, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01363>. Acesso em 13 nov. 2022.

LABBÉ, P.; ALOUT, H.; DJOGBÉNOU, L.; PASTEUR, N.; WEILL, M. G. Evolution of Resistance to insecticide in disease vectors. In **Genetics and Evolution of Infectious Diseases**. Elsevier: UK, 2011, pp. 363–409. Disponível em: <https://dax.doi.org/10.1016/B978-0-12-384890-1.00014-5>. Acesso em: 8 nov. 2022

LAMBERT, W.R.; HERZOG, G.A. **Cotton insect control.** University of Georgia: Cooperative Extension Service, Circular 501, 1982. 4p.

LIM, S. *et al.* Performance effect analysis for insect classification using convolutional neural network. p. 210–215. In: **IEEE. 2017 7th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)**. Penang, Malaysia, 2017.

LOST FILHO, F.H., HELDENS, W.B., KONG, Z., LANGE, E.S. Drones: Innovative Technology for Use in Precision Pest Management. **Journal of Economic Entomology**, v.113, p.1–25, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jee/toz268>. Acesso em: 2 nov. 2022

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Ata da Primeira Reunião da Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão.** 2012 Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/pauta-da-1deg-reuniao-da-cbap-1.pdf/view>. Acesso em: 22 mar. 2021.

MATTOS, L.C.; de MATTOS, J.L.S.; BLACKBURN, R.; SANTIAGO, F. dos S.; MENEZES NETO, J.B. A saga do algodão no semiárido nordestino: histórico, declínio e as perspectivas de base agroecológica. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 1. 55, p.556-580, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.5380/dma.v55i0.72576>. Acesso em: 13 nov. 2022

MORELLO, C. de L.; SUASSUNA, N. D.; PEDROSA, M. B.; SILVA FILHO, J. L. da.; BARROSO, P. V.; SUASSUNA, T. de M. F.; PERINA, F. J. SOFIATTI, V.; FARIAS, F. J. C.; MAGALHÃES, F. O. da C. **BRS 122 433 FL B2RF: cultivar de algodoeiro de fibra longa com resistência a lepidópteros e tolerância ao herbicida glifosato**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 11., 2017, Maceió. Resumos. Inovação e rentabilidade na cotonicultura: resumos. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão - Abrapa, 2017.

MILLER, J.O.; ADKINS, J.; TULLY, K. **Providing Aerial Images Through UAVs**, 2017. Fact Sheet FS-1056. Disponível em: <https://drum.lib.umd.edu/handle/1903/19168>. Acesso em: 10 nov. 2022

MULERO-PÁZMÁNY, M.; STOLPER, R.; ESSEN, L.; NEGRO, J.J.; SASSEN, T. Remotely piloted aircraft systems as ARhinoceros anti-poaching tool in Africa. **PLoS ONE**, v.9, p.e83873, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083873>. Acesso em: 10 nov. 2022

OLIVEIRA, A.A.S.; ARAÚJO, T.A.; SHOWLER, A.T.; ARAÚJO, A.C.A.; ALMEIDA, I.S.; AGUIAR, R.S.A.; MIRANDA, J.E.; FERNANDES, F.L.; BASTOS, C.S. Spatio-temporal distribution of *Anthonomus grandis grandis* Boh. in tropical cotton fields. **Pest Management Science**, v. 78, p. 2492–2501, 2022. Disponível em: <https://dax.doi.org/10.1002/ps.6880>. Acesso em: 10 nov. 2022

PEDIGO, L.P., HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v.31, p.341-358, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.31.010186.002013>. Acesso em: 6 nov. 2022.

PETTIGREW, W.T. Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. **Crop Science**, v.44, p.1265-1272, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1265>. Acesso em 2 nov. 2022.

PIETERS, E.P.; STERLING, W.L. Sequential sampling cotton squares damaged by boll weevils or *Heliothis* spp. in the coastal bend of Texas. **Journal of Economic Entomology**, v.68, p.543–545, 1975. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jee/68.4.543>. Acesso: 2 nov. 2022.

POORTER, H.; NIKLAS, K.J.; REICH, P.B.; OLEKSYN, J.; POOT, P.; MOMMER, L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytol.** 2012 Jan;193(1):30-50. doi: 10.1111/j.1469-8137.2011.03952.x. Epub 2011 Nov 15. PMID: 22085245.

RAMALHO, F.S.; JESUS, F.M.M.; GONZAGA, J.V. Táticas de manejo integrado de pragas em áreas infestadas pelo bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.5, p.677-690, 1990.

RAMALHO, F.S.; SILVA, J.R.B. Período de emergência e mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p. 1221–1231, 1993.

RAMALHO, F. S.; GONZAGA, J. V.; SILVA, J. R. B. Método para determinação das causas de mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p.877-887, 1993.

RAMALHO, F.S. Cotton pest management. Part 4. A Brazilian perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 34, p. 563-578, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.003023>. Acesso em 7 nov. 2022

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001.

RIBEIRO, E.B., CASTELLANI, M.A., SILVA, C.A.D.; MELO, T.L., SILVA, G. DOS S.; VALE, W.S. DO; SANTOS, A.S. Métodos de destruição de restos de cultura do algodoeiro e sobrevivência do bicudo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.993-998, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001100001>. Acesso em 9 nov. 2022

ROLIM, G.G.; ARRUDA, L.S.; TORRES, J.B.; E.M. BARROS, E.M.; FERNANDES, M.G.. Susceptibility of cotton boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) to spinosyns. *J. Econ. Entomol.* **Journal of Economic Entomology**, 112(4), 2019, 1688–1694

SAKTHIVEL, S.; MOHIDEEN, H.S.; RAMAN, C., MOHAMAD, S.B. Potential Acetylcholinesterase Inhibitor Acting on the Pesticide Resistant and Susceptible **Cotton Pests**. *ACS Omega*. 2022 Jun 7;7(24):20515-20527. doi: 10.1021/acsomega.1c07359. PMID: 35755373; PMCID: PMC9219083.

SANTOS, E.P. **Principais pragas iniciais da cultura do algodão no oeste baiano**. 2013. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Agropecuária). Universidade Estadual de Goiás, 2013.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2018.

SEVERTSON, D., K. FLOWER, AND C. NANSEN. Spatially-optimized sequential sampling plan for cabbage aphids *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) in canola fields. **Journal of Economic Entomology**, v.109, p. 1929–1935, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jee/tow147>. Acesso em: 13 nov. 2022

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. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-98.5.1572>. Acesso em 7 nov. 2022

SHOWLER, A.T.; CANTÚ, R.V. Intervals between boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) oviposition and square abscission, and development to adulthood in Lower Rio Grande Valley, Texas, field conditions. **Southwestern Entomologist**, v. 30, p. 161-164, 2005.

SHOWLER, A.T.; SÉTAMOU, M. Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the lower Rio Grande Valley of Texas. **Southwestern Entomologist**, v.29, p.137-146, 2004.

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

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E.; ALMEIDA, R.P.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. **Sugestões técnicas para o manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil**. Campina Grande, Embrapa/CNPA, 2013, 12p. (Circular Técnica, 135).

SILVA, R.A.; DEGRANDE, P.E.; GOMES, C.E.C.; SOUZA, E.P.; LEAL, M.F. Phytophagous insects in cotton crop residues during the fallow period in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.8, p.875–884, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000800001>. Acesso em 3 nov. 2022.

SILVA, C.A.D.; CASTILHO, R.C.; GALVÃO FILHO, A.L.A.; ZANUNCIO, J.C. *Proctolaelaps bickleyi* (Acari: Mesostigmata: Melicharidae): First record of its association with cotton boll weevil. **Neotropical Entomology**, v. 49, p. 311–313, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00752-y>. Acesso em: 10 nov. 2022

SILVEIRA NETO, S. Monitoramento e decisão no controle de pragas. In: CROCOMO, W. B. (Org.). **Manejo integrado de pragas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1990. p. 71-86.

TCHOUNWOU, P.B.; PATLOLLA, A.K.; YEDJOU, C.G.; MOORE, P.D. Environmental Exposure and Health Effects Associated with Malathion Toxicity. **Toxic Hazard Agrochemicals**, v. 51, 2145-2149, 2015. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5772/60911>. Acesso em 13 nov. 2022

TETILA, E.C.; MACHADO, B.B.; MENEZES, G.V.; ASTOLFI, G.; BELETE, N.A. DE S.; AMORIN, W.P.; ROEL, A.R.; PISTORI, H. Detection and classification of soybean insect pests using deep learning with UAV images. **Computer and Electronics in Agriculture**. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105836>. Acesso 9 nov. 2022

TORRES, J.B., BARROS, E.M.; NEVES, R.C.S. **Práticas direcionadas ao manejo de pragas do algodoeiro no Semi-Árido de Pernambuco**. Recife, PE, UFRPE, 2009. 4p. (Informativo REDALGO nº 001).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **USDA.gov - United States Department of Agriculture**. Disponível em: <https://www.usda.gov/>. Acesso em: 22 mar. 2021.

YANG, C.; GREENBERG, S. M.; EVERITT, J. H.; SAPPINGTON, T. W.; ESCOBAR, D. E. Assessment of simulated boll weevil damage using airborne digital imagery. **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference**, v. 2, p. 1196-1198, 2001.

ZENG, L.; STETINA, S.R.; ERPELDING, J.E.; BECHERE, E.; TURLEY, R.B.; SCHEFFLER, J. History and current research in the USDA–ARS cotton breeding program at Stoneville, MS. **Journal of Cotton Science**, v.22, p.24–35, 2018.

ZHANG, X., KONG, X. J., ZHOU, R. Y., ZHANG, Z. Y., ZHANG, J. B., WANG, L., *et al.* Harnessing perennial and indeterminate growth habits for ratoon cotton (*Gossypium* spp.) cropping. **Ecosystem Health and Sustainability**, v.6, p.1715264, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.1080/20964129.2020.1715264>. Acesso em 7 nov. 2022