

**DETERMINAÇÃO DA DOSE DE CAULIM EFICIENTE CONTRA O BICUDO E SEU
IMPACTO SOBRE A CAPACIDADE FOTOSSINTÉTICA DO ALGODOEIRO**

ANA LÍGIA AURELIANO DE LIMA E SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPINA GRANDE-PB

MARÇO DE 2015

**DETERMINAÇÃO DA DOSE DE CAULIM EFICIENTE CONTRA O BICUDO E SEU
IMPACTO SOBRE A CAPACIDADE FOTOSSINTÉTICA DO ALGODOEIRO**

ANA LÍGIA AURELIANO DE LIMA E SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr Carlos Alberto Domingues da Silva

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPINA GRANDE-PB

MARÇO DE 2015

É expressamente proibida 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 da dissertação.

S586d Silva, Ana Lígia Aureliano de Lima e.
Determinação da dose de caulim eficiente contra o bicudo e seu impacto sobre a capacidade fotossintética do algodoeiro [manuscrito] / Ana Lígia Aureliano de Lima e Silva. - 2015.
46 p. : il.

Digitado.
Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2015.
"Orientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. *Anthonomus grandis*. 2. Algodão. 3. Controle de pragas.
I. Título.

21. ed. CDD 633.51

**DETERMINAÇÃO DA DOSE DE CAULIM EFICIENTE CONTRA O BICUDO E SEU
IMPACTO SOBRE A CAPACIDADE FOTOSSINTÉTICA DO ALGODOEIRO**

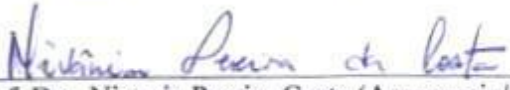
ANA LÍGIA AURELIANO DE LIMA E SILVA

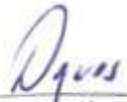
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

Aprovada em 2 de abril de 2015

Banca Examinadora


Prof. Dr. Carlos Henrique Gadelha Menezes (Biotecnologia) - UEPB


Prof. Dra. Nivania Pereira Costa (Agronomia/ Agricultura) - UFPB


Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva (Entomologia) – Embrapa Algodão
Orientador

*A meu esposo **Thiago** e a meu filho **Fernando**,
pelo novo sentido dado à minha vida.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, em quem confio e agradeço as bênçãos concedidas, o zelo, o sustento nas dificuldades e até nas inúmeras vezes que não mereci.

A minha mãe, Alba e minha avó, Ana pelo amor, dedicação, esforço, compreensão, grande apoio e que apesar das dificuldades conseguiram participar da minha formação e educação.

Ao meu irmão Gabriel pelo apoio presencial em tantos momentos do curso. Aos meus tios, pelo amor e dedicação incondicionais concedidos a mim.

Em especial, ao meu esposo Thiago Victor, pelo amor, apoio, companheirismo e persistência que foram fundamentais nas horas mais difíceis e estressantes dessa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, pelo seu apoio, esforço, dedicação, estímulo, paciência e por acreditar no meu trabalho.

A minha amiga-irmã Rayra, por me ouvir com paciência e contribuir para a discussão de temas relacionados à dissertação e as disciplinas do mestrado.

A todos os meus familiares e amigos que estiveram sempre junto ao meu lado, me incentivando e apoiando.

Ao amigo e técnico do laboratório da Embrapa Algodão, Eduardo, que desde a graduação até o mestrado, me auxiliou na implantação e condução dos experimentos.

A Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, em especial o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, pela oportunidade oferecida em realizar o curso de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Alberto Soares de Melo pelo apoio e comprometimento à frente da coordenação para com os alunos de seu programa.

Aos professores do curso, Pedro Dantas por colaborar na etapa final do trabalho com grandes contribuições; Carlos Henrique, Alberto Soares de Melo, Germano Veras, Roseane C. dos Santos e Lisiane Maria de Lima, pelos preciosos ensinamentos transmitidos.

Aos secretários do mestrado, principalmente Danilo, por ter auxiliado quando precisei.

A Coordenação de Apoio de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, possibilitando a realização deste trabalho.

Aos colegas de turma, Adriana, Ciro, Gean, Geisenilma, Ingrid, Isaías, Jean, Luanna, Suziane, Thiago e Wellison, por todos os momentos compartilhados durante as aulas e a amizade adquirida para toda a vida.

À Embrapa Algodão pela disponibilização da infraestrutura de laboratórios e campos experimentais, fundamentais para execução, análise e conclusão deste trabalho.

Ao Departamento de Ciências Biológicas, do Campus I da UEPB, por disponibilizar a realização do estágio na disciplina de Zoologia dos invertebrados I e II sob supervisão e orientação da Prof^ª. Dra. Avany Beserra Gusmão, no curso de Biologia, em Campina Grande;

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

“Tenho Deus à minha frente sem cessar. Com ele à minha direita, jamais vacilarei.” Sl 16:8

*“Pois eu bem sei os planos que estou projetando para vós, diz o Senhor:
Planos de Paz e não de mal para vos dar um futuro e uma esperança.”*

(Jeremias 29:11)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XIII
RESUMO	XIV
ABSTRACT.....	XVI
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 A CULTURA DO ALGODÃO	4
3.2 ANTHONOMUS GRANDIS	5
3.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	8
4.1 DETERMINAÇÃO DA DOSE DE CAULIM EFICIENTE CONTRA O BICUDO E SUA CAPACIDADE DE REVESTIMENTO NAS FOLHAS E BRÁCTEAS DO ALGODOEIRO	9
4.2 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DO ALGODOEIRO EM RESPOSTA À APLICAÇÕES DE CAULIM EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5.1 DETERMINAÇÃO DA DOSE DE CAULIM EFICIENTE CONTRA O BICUDO E SUA CAPACIDADE DE REVESTIMENTO NAS FOLHAS E BRÁCTEAS DO ALGODOEIRO	12
5.2 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DO ALGODOEIRO EM RESPOSTA À APLICAÇÕES DE CAULIM EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	18
8. CONCLUSÕES	23

9. REFERÊNCIAS.....24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. MÉDIAS (\pm ERRO PADRÃO) DA PORCENTAGEM DE BOTÕES FLORAIS COM ORIFÍCIO DE OVIPOSIÇÃO POR FÊMEAS DE ANTHONOMUS GRANDIS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM PLANTIO EXPERIMENTAL DE ALGODÃO TRATADO COM CINCO DOSES DE CAULIM EM FUNÇÃO DO TEMPO. CAMPINA GRANDE/PB, 2015.....	13
TABELA 2. DOSE, QUANTIDADE E PREÇO DO CAULIM PARA DEZ APLICAÇÕES, PREÇO DA PRODUÇÃO E RECEITA BRUTA E LÍQUIDA DO ALGODÃO. CAMPINA GRANDE/PB, 2015.....	16
TABELA 3. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA FOTOSSÍNTESE (A), CONCENTRAÇÃO INTERCELULAR DE CO ₂ (CI), CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA (GS), TAXA DE TRANSPIRAÇÃO (E) E TEMPERATURA (T=°C) FOLIAR DA CULTIVAR BRS 286 COM E SEM CAULIM EM TRÊS HORÁRIOS DE AVALIAÇÃO E FASES FENOLÓGICAS DO ALGODOEIRO. CAMPINA GRANDE/PB, 2015.....	19
TABELA 4. MÉDIAS (\pm ERRO PADRÃO) DA FOTOSSÍNTESE (A), CONCENTRAÇÃO INTERCELULAR DE CO ₂ (CI), CONDUTANCIA ESTOMÁTICA (GS), TAXA DE TRANSPIRAÇÃO(E) TEMPERATURA (T=°C) FOLIAR DA CULTIVAR BRS 286 EM TRÊS HORÁRIOS DE AVALIAÇÃO EM FUNÇÃO DE TRÊS FASES FENOLÓGICAS DO ALGODOEIRO. CAMPINA GRANDE/PB, 2015.	20

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CULTIVARES DE ALGODÃO BRS 286 PULVERIZADAS COM CAULIM (A) E DETERMINAÇÃO DA FOTOSSÍNTESE LÍQUIDA (B) UTILIZANDO UM SISTEMA PORTÁTIL DE FOTOSSÍNTESE, MODELO LI-6400 XTR (LI-COR) (C). CAMPINA GRANDE/PB, 2015.....	11
FIGURA 2. BOTÕES FLORAIS DE ALGODOEIROS DANIFICADOS PELO BICUDO EM FUNÇÃO DA DOSE DE CAULIM. CAMPINA GRANDE/PB, 2015.....	14
FIGURA 3. RESÍDUO DE CAULIM SOBRE FOLHAS E BRÁCTEAS DE ALGODÃO EM FUNÇÃO DA DOSE. CAMPINA GRANDE/PB, 2015	15
FIGURA 4. PRODUÇÃO DE ALGODÃO EM CAROÇO EM FUNÇÃO DA DOSE DE CAULIM. CAMPINA GRANDE/PB, 2015	17
FIGURA 5. FOTOSSÍNTESE (A), CONCENTRAÇÃO INTERCELULAR DE CO ₂ (ci), CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA(GS), TAXA DE TRANSPIRAÇÃO (E) E TEMPERATURA DA CULTIVAR DE ALGODÃO BRS286 COM E SEM CAULIM CAMPINA GRANDE/PB, 2015.	22

RESUMO

ANA LIGIA AURELIANO DE LIMA E SILVA. M.Sc. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão. Março de 2015. **Determinação da dose de caulim eficiente contra bicudo e seu impacto sobre a capacidade fotossintética do algodoeiro.** Campina Grande, PB, 2015. 48p . Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias). Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva.

O bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) é considerado a principal praga de estruturas frutíferas do algodoeiro no Brasil, devido aos severos prejuízos econômicos ocasionados se medidas de controle não forem adotadas. Essa praga encontra-se disseminada em todas as regiões produtoras do país, acarretando aumentos severos no custo de produção devido ao uso recorrente e abusivo de inseticidas químicos. Por isto, o desenvolvimento de tecnologias alternativas ao uso exclusivo de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças é um dos grandes desafios da agricultura sustentável e, para que sejam adotadas, tais tecnologias devem apresentar vantagens econômicas, ambientais e sociais. Objetivou-se com esta pesquisa determinar a dose de caulim eficiente contra o bicudo, com maior capacidade de revestimento do dossel do algodoeiro e seu impacto sobre a capacidade fotossintética da planta. Foram conduzidos dois experimentos em condições de campo. O primeiro visou determinar a dose de caulim eficiente contra o bicudo e sua capacidade de revestimento em diferentes partes da planta de algodão. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de pulverizações com suspensão de caulim nas doses de (1) 20 g.L⁻¹; (2) 40 g.L⁻¹; (3) 60 g.L⁻¹; (4) 80 g.L⁻¹e (5) 100 g.L⁻¹, sobre plantas de algodoeiro sempre que o número de plantas danificadas pelo bicudo apresentava 5% de botões florais com orifício de oviposição. Um segundo experimento foi conduzido para se avaliar o comportamento fisiológico do algodoeiro em resposta às aplicações de caulim em condições de

campo. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3 x 3, representado pelas folhas tratadas ou não com caulim (T_1 = água destilada com caulim na dose de 60 g/L e T_2 = testemunha, água destilada), três horários de avaliação ao dia (H_1 = 8h34 min até 9h38min); H_2 = 10h27min até 11h42min; H_3 = 15h50min até 16h49min) e três fases fenológicas do algodoeiro [FF_1 = florescimento(01/10/14), FF_2 = frutificação (22/10/14) e FF_3 = produção (14/11/14)]. Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram inferir as seguintes conclusões: (1) as doses de caulim mais eficientes na proteção de algodoeiros contra os prejuízos provocados pelo bicudo são as de 60 g.L⁻¹, 80 g.L⁻¹ e 100 g.L⁻¹; (2) o melhor custo-benefício é obtido nas pulverizações de algodoeiros com caulim na dose de 60 g.L⁻¹ e (3) o caulim reduz a fotossíntese foliar do algodoeiro, mas essa perda fotossintética é compensada pela redução da temperatura do dossel.

Palavras-chave: *Anthonomus grandis*, algodão, filme de partículas, pulverizações.

ABSTRACT

ANA LIGIA AURELIANO DE LIMA E SILVA. M.Sc. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão. Março de 2015. **Determination of efficient kaolin dose against cotton boll weevil and its impact on the photosynthetic capacity of cotton.** Campina Grande, PB, 2015. 32p. Dissertation (Graduate Agricultural Sciences). Major professor: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva.

The cotton boll weevil is considered a major pest of fruit cotton structures in Brazil, due to severe economic losses occasioned if control measures are not adopted. This pest is widespread in all producing regions of the country, causing severe increases in the cost of production due to the applicant and abusive use of chemical insecticides. Therefore, the development of alternative technologies to the exclusive use of pesticides to control pests and diseases is one of the great challenges of sustainable agriculture and, to be adopted, such technologies should provide economic, environmental and social benefits. The objective of this research was determine the efficient dose of kaolin against the boll weevil, with more coating capacity of cotton canopy and its impact on the photosynthetic capacity of the plant. Two experiments were conducted under field conditions. The first aimed to determine the dose effective of kaolin against the cotton boll weevil and its coating capacity in different parts of the cotton plant. The experimental design was a randomized block with five treatments and four replications. Treatments consisted of spraying with kaolin suspension at doses of (1) 20 g.L⁻¹; (2) 40 g.L⁻¹; (3) 60 g.L⁻¹; (4) 80 g.L⁻¹e (5) 100 g.L⁻¹ on cotton plants whenever the number of plants damaged by the weevil had 5% of punctured cotton square with oviposition. A second experiment was conducted to evaluate the physiological behavior of the cotton in response to kaolin applications under field conditions. The experimental design was a randomized block factorial 2 x 3 x 3, represented by the leaves treated with kaolin (T1 = distilled water with kaolin at a dose of 60 g/L and T2 = control, distilled water) three times of the day (H1 = 8h34min to 9h38min); H2 = 10h27min to 11h42min; H3 = 15:50 to 16:49) and three phenological stages of cotton [FF1 = flowering (01.10.14), FF2 = fruiting (10.22.14) and FF3 = production (14/11/14)]. The results obtained in this study allowed the following conclusions: (1) the most efficient kaolin doses in cotton to protect against the damage caused by the cotton boll weevil are the 60 g.L⁻¹, 80 g.L⁻¹ e 100 g.L⁻¹;

(2) the best value for money is obtained in the cotton spraying with kaolin at a dose of 60 g.L^{-1} and (3) the kaolin reduces leaf cotton photosynthesis, but this photosynthetic loss is offset by the reduction of canopy temperature.

Keywords: *Anthonomus grandis*, cotton, particle film, sprays.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro apresenta um grande número de pragas, que durante seu ciclo são capazes de causar redução na produção, resultando em prejuízos consideráveis para o agricultor. Na região Centro-Oeste, a intensidade do ataque de pragas tem obrigado os produtores a realizarem 12 a 20 pulverizações na cultura para o seu controle (TOMQUELSKI, 2005). O alto custo deste controle tem afetado a produção e a comercialização do algodão, tornando-o menos competitivo no cenário mundial.

O bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) é considerado a principal praga de estruturas reprodutivas do algodoeiro no Brasil (RAMALHO e JESUS, 1988). A injúria provocada por este inseto em lavouras de algodão localizadas nos Estados da Paraíba e Pernambuco pode reduzir a produtividade em até 54 e 87%, respectivamente (RAMALHO, 1994). O bicudo provoca a queda de botões florais e flores e impede a abertura das maçãs, destruindo-as internamente, pois seus ovos são depositados entre as anteras dos botões florais ou na parede carpelar das maçãs, onde suas fases imaturas se desenvolvem protegidas da calda dos inseticidas (ALMEIDA et al., 2008). As fêmeas do bicudo precisam se alimentar do pólen do algodoeiro para desenvolver seu ovário (RIBEIRO et al., 2010). Por isto, esse inseto somente completa seu ciclo de vida alimentando-se de plantas da tribo *Gossypiae* (Família Malvaceae) na qual o algodão está inserido (GREENBERG et al., 2007).

O bicudo é controlado, principalmente, por meio de aplicações de inseticidas químicos e apesar da elevada eficiência desses produtos, o uso intensivo pode ocasionar diversos problemas como, poluição ambiental, toxicidade para os organismos não alvos e o desenvolvimento da resistência pelas pragas a esses insumos químicos (OGENDO et al., 2003). Por isto, produzir algodão de forma agroecológica é um dos grandes desafios da agricultura sustentável. Nesse particular, todas as estratégias que possibilitem uma melhoria nos retornos obtidos com as culturas presentes no cultivo agroecológico devem ser compatíveis com a redução da competição

imposta por artrópodes fitófagos (BELTRÃO et al., 2009).

Dentre os métodos de controle de pragas que possuem potencial de serem empregados no cultivo agroecológico do algodoeiro, destacam-se os controles cultural, biológico e o uso de defensivos alternativos. Estes métodos de controle podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto, podendo ainda ser integrados a outras práticas de manejo que atuem reduzindo a população de pragas ou favorecendo o estabelecimento de populações de inimigos naturais. No entanto, para que sejam adotadas, tais tecnologias devem apresentar vantagens econômicas, ambientais e sociais (VENZON et al., 2006).

A tecnologia do filme de partículas minerais é considerada uma alternativa com potencial para substituir alguns inseticidas no controle de vários insetos-praga (TURATI, 2008). As partículas minerais apresentam propriedades abrasivas responsáveis pela dissecação dos insetos-praga devido ao rompimento de sua cutícula (ALEXANDER et al., 1944); obstrução do sistema digestivo desses organismos (EBLING, 1971) e alteração da cor das plantas hospedeiras, prejudicando o reconhecimento e atratividade das mesmas pelos insetos (SHOWLER, 2002). O caulim é um mineral composto de silicato de alumínio ($Al_4 Si_4 O_{10} [OH]_8$), que apresenta um grão fino de cor branca, achatado, poroso, não expansivo e não abrasivo que se dispersa em água e é quimicamente inerte em amplo espectro de pH (HARBEN, 1995).

O caulim tem-se mostrado eficiente contra afídeos (ALAVO, 2011; COTTRELL et al., 2002; WISS e DANIEL, 2004), coleópteros (SHOWLER, 2002; SILVA e RAMALHO, 2013), lepidópteros (ALAVO, 2006; ALAVO et al., 2010; SHOWLER, 2003), mosca-das-frutas (MAZOR e EREZ, 2004), psilídeos, cigarrinhas e ácaros (GLENN et al., 1999; PUTERKA et al., 2000). Esse produto tem efeito deterrente sobre o comportamento de oviposição do bicudo, além de impedir o contato visual e tátil do artrópode com a planta hospedeira, tornando-a irreconhecível e atrapalhando sua movimentação e alimentação pela adesão de partículas no seu corpo (SHOWLER, 2002; SILVA e RAMALHO, 2013).

Por essa razão, o presente trabalho tem por objetivo determinar a dose de caulim eficiente contra o bicudo, com maior capacidade de revestimento da planta de algodão e seu impacto sobre a capacidade fotossintética dessa malvácea.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinar a dose de caulim eficiente contra o bicudo, com maior capacidade de revestimento da planta de algodão e seu impacto sobre a capacidade fotossintética dessa malvácea.

2.2. Objetivos Específicos

- Definir a dose de caulim eficiente contra o bicudo do algodoeiro;
- Determinar a capacidade de revestimento em diferentes partes da planta de algodão;
- Avaliar o comportamento fisiológico do algodoeiro em resposta à aplicações de caulim em condições de campo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura do algodão

A família Malvaceae, a qual pertence à cultura do algodoeiro é constituída por ervas, arbustos e árvores de pequeno porte, com uma concentração primária de gêneros na região tropical e compreende 110 gêneros e cerca de mais de 2000 espécies, divididas em cinco ou seis tribos: Malopeae, Malveae, Hibiscieae, Abutilieae, Ureneae e Decaschistieae (LA DUKE e DOEBLEY, 1995).

O gênero *Gossypium* é constituído de 52 espécies, mas apenas quatro são cultivadas, sendo as espécies restantes de pouco valor econômico. As espécies *Gossypium arboreum* L. e *G. herbaceum* L. são diplóides ($2n = 2x = 26$) e nativas do Velho Mundo, enquanto que as espécies cultivadas *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L. são alelotetraplóides ($2n = 4x = 52$) e nativas do Novo Mundo (CARVALHO, 2008).

Gossypium hirsutum é a espécie de algodoeiro mais importante sendo, por isto, cultivada em diversos países do mundo. Essa espécie de algodão tem um aproveitamento bastante completo, além da fibra, seu principal produto, produz diversos subprodutos de interesse agrícola e industrial, destacando-se o óleo bruto e a torta rica em proteínas que representa em média 15% e 50% da semente, respectivamente (BRITO et al., 2007). A torta do caroço de algodão é resultante das operações de extração mecânica de óleo de sua semente e pode ser obtida de sementes com ou sem línter. O óleo de algodão é a segunda maior fonte protéica de origem vegetal utilizada para produção de biodiesel no Brasil, superado apenas pela soja (BELTRÃO et al., 2007).

O algodoeiro é cultivado em uma grande diversidade de solos, climas e níveis de tecnologia. As principais regiões brasileiras produtoras de algodão concentram-se nas áreas de cerrado dos estados do Mato Grosso, Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2013). No

Nordeste, o cultivo do algodão está concentrado na microrregião de Guanambi, Sudoeste Baiano, em pequenas propriedades rurais, abrangendo uma área de 32,2 mil hectares, o que representa cerca de 10% da produção do estado da Bahia e responde por 18 mil empregos diretos na época da colheita (SEAGRI, 2011).

3.2. *Anthonomus grandis*

A cultura do algodoeiro é atacada por um grande número de pragas, que durante o ciclo da cultura são capazes de reduzir a produção, resultando em prejuízos consideráveis para o agricultor (SILVA et al., 2013). No Brasil, o bicudo é considerado a principal praga de estruturas reprodutivas do algodoeiro.

O adulto do bicudo possui rostro recurvado, correspondendo à metade do comprimento do restante do corpo, onde ficam alojadas as antenas e apresenta cerca de 7 mm de comprimento e 2,3 mm de largura (SILVIE et al., 2013). Inicialmente apresenta coloração vermelho-castanho, tornado-se acinzentado quando mais desenvolvido (ALMEIDA et al., 2008).

O bicudo possui uma extraordinária capacidade de reprodução e é um inseto de reprodução sexuada. No ciclo normal da cultura, que dura de 150 a 170 dias, este inseto pode produzir de três a sete gerações, cada uma em torno de 12 a 17 dias dependendo das condições de umidade e temperatura, sendo considerado desta forma uma das pragas mais dinâmica de que se tem conhecimento (RAMALHO e WANDERLEY, 1996).

Todos os seus estágios se desenvolvem no interior das estruturas de frutificação de plantas hospedeiras e, desta forma, o bicudo está protegido de inúmeros inimigos naturais, das condições adversas do meio ambiente e da ação dos inseticidas (CROSS, 1973). A intensidade do ataque varia com às condições climáticas, apesar de temperaturas baixas não favorecem seu desenvolvimento (SILVIE et al., 2013).

Os danos mecânicos causados pelo bicudo nas estruturas reprodutivas do algodoeiro devido às perfurações para a alimentação e oviposição são traumáticos e contribuem efetivamente para a abscisão dos frutos. As anteras e óvulos dos botões florais novos são os principais alvos de alimentação do inseto, cujo processo envolve a perfuração dos tecidos e posterior mastigação dos estames e ovário, levando a abscisão da estrutura floral e impedindo a fertilização da planta (GREENBERG et al., 2007).

A injúria provocada por este inseto em lavouras de algodão localizadas nos estados da Paraíba e Pernambuco pode reduzir a produtividade em até 54 e 87%, respectivamente (RAMALHO, 1994). Estimativas indicam que um hectare de algodão pode produzir mais de 1,5

milhões de bicudo adulto e, portanto em altos níveis populacionais as técnicas de controle não são economicamente viáveis contra essa praga (SHOWLER, 2003b, EL-SAYED et al. 2006).

O bicudo é controlado, principalmente, por meio de aplicações de inseticidas químicos que, embora sejam eficientes contra essa praga e de fácil manuseio são usualmente de largo espectro, de custos elevados e extremamente tóxicos para os insetos benéficos (ALVES e SERIKAWA, 2006). Além do controle químico, outros métodos de controle de pragas, como a utilização de cultivares de algodão precoce, a catação de botões florais caídos ao solo; a destruição dos restos culturais e o uso de defensivos alternativos podem contribuir consideravelmente para redução populacional do bicudo (BELTRÃO et al., 2009). O defensivo alternativo a base de caulim é um desses métodos de controle, sendo considerada uma tecnologia com potencial para substituir alguns inseticidas no combate ao bicudo.

3.3. Filme de partículas minerais

O Brasil detém a segunda maior reserva internacional de caulim (28%) (WILSON, 2005), com os principais depósitos localizados nos estados do Pará, Amapá, Amazonas, São Paulo, Minas Gerais e Bahia. O caulim é um pó de rocha utilizado em grandes quantidades nas indústrias de papel e de revestimento (45%) e na produção de materiais refratários (16%) (MURRAY, 2002; WILSON et al., 2006; MURRAY et al., 2007). Outras aplicações incluem a produção de cerâmica, fibra de vidro, cimento, pneus de borracha, tintas látex, tintas de impressão, catalisadores para refino de petróleo, medicamentos e cosméticos (SCORZELLI et al., 2008).

As partículas minerais do caulim apresentam propriedades físico-químicas responsáveis pela dissecação dos insetos-praga devido ao rompimento de sua cutícula (ALEXANDER et al., 1944), obstrução do sistema digestivo desses organismos (EBELING, 1971) e alteração da cor das plantas hospedeiras, prejudicando o reconhecimento e atratividade das mesmas pelos insetos. Esta tecnologia é baseada em diferentes teorias, como a interrupção do reconhecimento da planta hospedeira pelo inseto, mascarando-a pelas suas propriedades refletivas de luz, pela alteração da atratividade e repelência das plantas em função da mudança de cor (SHOWLER, 2002).

O caulim é um mineral composto de silicato de alumínio ($Al_4 Si_4 O_{10} [OH]_8$), que apresenta um grão fino de cor branca, achatado, poroso, não expansivo e não abrasivo que se dispersa em água e é quimicamente inerte em amplo espectro de pH (HARBEN, 1995). Esse mineral vem sendo usado em programas de manejo de pragas especialmente na fruticultura orgânica, sendo considerado nos Estados Unidos como um insumo biorracional no manejo

agrícola. É classificado pela *Environmental Protection Agency* (EPA) como pesticida de risco reduzido, pelas suas características de baixa toxicidade para seres humanos e organismos não-alvo, assim como, para o meio ambiente via contaminação de águas subterrâneas ou de escoamento (GARCIA et al., 2003).

O caulim tem-se mostrado eficiente contra afídeos (ALAVO et al., 2011; COTTRELL et al., 2002; WISS e DANIEL, 2004), coleópteros (SHOWLER, 2002; SILVA e RAMALHO, 2013), lepidópteros (ALAVO, 2006; ALAVO et al., 2010; SHOWLER, 2003), mosca branca (MAZOR e EREZ, 2004), psilídeos, cigarrinhas e ácaros (GLENN et al., 1999; PUTERKA et al., 2000). Na cultura do algodão, esse produto apresenta efeito derretente sobre o comportamento de oviposição do bicudo, além de impedir o contato visual e táctil do artrópode com a planta hospedeira, tornando-a irreconhecível e atrapalhando sua movimentação e alimentação pela adesão de partículas no seu corpo (SHOWLER, 2002; SILVA e RAMALHO, 2013).

O filme de partículas de caulim pode, também, contribuir para o equilíbrio fisiológico da planta, pois suas propriedades reflexivas reduzem a temperatura do dossel e aumentam a fotossíntese, proporcionando aumentos nos tamanhos dos frutos e nos rendimentos de pereira (GLENN et al., 1999; PUTERKA, 2005), macieira (THOMAS et al., 2004) e citros (LAPOINTE et al., 2006). Quando a suspensão é aplicada na planta, forma-se um filme de partículas uniforme e poroso que não interfere nas trocas gasosas das folhas e permite a transmissão da radiação fotossintética ativa, impedindo determinadas faixas de radiação ultravioleta e infravermelha (GLENN e PUTERKA, 2005). No caso do algodoeiro, porém, existem poucas informações sobre o impacto do caulim na capacidade fotossintética da planta.

Pelo exposto, verifica-se que o filme de partículas de caulim pode se constituir em uma importante ferramenta para o manejo integrado de pragas do algodoeiro, com ênfase ao controle do bicudo. Além disso, suas propriedades reflexivas capazes de reduzir o estresse hídrico e por calor das plantas pode propiciar condições favoráveis de cultivo do algodoeiro em regiões de clima semiárido e minimizar os efeitos deletérios advindos das mudanças climáticas globais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do estudo

O estudo foi conduzido no campo na estação experimental da Embrapa Algodão em Campina Grande, Estado da Paraíba, Brasil, localizados a 7° 13' 50" S de latitude e 35° 52' 52" W de longitude.

4.2. Determinação da dose de caulim eficiente contra o bicudo e sua capacidade de revestimento nas folhas e brácteas do algodoeiro

Plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) do genótipo BRS 286 foram cultivadas no campo em uma área de 3.290 m² (47 m x 70 m). A cultivar de algodoeiro foi semeada no espaçamento de 0,90 m x 0,20 m, deixando-se uma planta por cova após o desbaste. Aos 30 dias de idade (primeiros botões florais) foram iniciadas as pulverizações com caulim sobre as plantas de algodoeiro.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco linhas de algodão com cinco metros de comprimento cada. Os tratamentos consistiram de pulverizações com suspensão de caulim nas doses de (1) 20 g.L⁻¹; (2) 40 g.L⁻¹; (3) 60 g.L⁻¹; (4) 80 g.L⁻¹ e (5) 100 g.L⁻¹, sobre plantas de algodoeiro sempre que o número de plantas danificadas pelo bicudo apresentava 5% de botões florais com orifício de oviposição.

As aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador costal manual com capacidade para 20 L de calda e bico D₂ do tipo cone. O bico do pulverizador foi posicionado lateralmente à fileira, aproximadamente a 20 cm das plantas de algodão. A vazão foi ajustada

conforme o estágio de crescimento da cultura e variou de 150 L a 300 L de água/ha (Silva e Ramalho, 2013).

As avaliações foram feitas a cada sete dias, observando-se, aleatoriamente, 10 plantas de algodoeiro por parcela. Em cada planta foi examinado um botão floral de tamanho médio (> 3 mm e < 6 mm de diâmetro), tomado aleatoriamente na metade superior da planta e registrando-se a presença ou não de orifício de oviposição por fêmeas do bicudo.

Foram coletadas, semanalmente, uma folha e um botão floral da região apical por planta de cinco plantas por parcela. As estruturas vegetais coletadas foram colocadas em sacos de papel devidamente etiquetados e acondicionadas em caixa de isopor com capacidade de 20 L. No laboratório, as folhas e os botões florais foram lavados em Becker com 100 mL de água destilada, sendo o líquido resultante evaporado em estufa a 70 °C e a quantidade de caulim depositada no fundo do recipiente pesada para determinação da quantidade de caulim por mm² depositado na estrutura vegetal. A área e o peso das folhas e dos botões florais foram determinados após secagem. A área foi determinada utilizando-se medidor portátil AM 300 (ADC Scientific), enquanto o peso das estruturas vegetais foi determinado utilizando-se uma balança analítica SHIMDZU – modelo AY220, divisão decimal: 0,0001.

A produtividade (kg.ha⁻¹) média foi estimada por meio da pesagem da pluma de algodão com caroço, colhido manualmente dos capulhos, de todas as plantas da parcela em uma área útil de 14,4 m².

A porcentagem de botões florais danificados pelo bicudo, a quantidade de caulim por mm² de folha e bráctea do botão floral e a produção nos diferentes tratamentos foram submetidas à análise de variância a 5% de probabilidade, e a de regressão, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e pacote Genético (SAEG) (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

4.3. Comportamento fisiológico do algodoeiro em resposta à aplicações de caulim em condições de campo

Plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) do genótipo BRS 286 foram cultivadas no campo em uma área de 396m² (33m x 12m). A cultivar de algodoeiro foi semeada no espaçamento de 0,90m x 0,20m, deixando-se uma planta por cova após o desbaste. Aos quarenta dias de idade (primeiros botões florais) foram iniciadas as pulverizações com caulim sobre as plantas de algodoeiro.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3 x 3, representado pelas folhas de algodão tratadas ou não com caulim (T₁= suspensão de caulim na dose de 60 g.L⁻¹ e T₂ = testemunha, água), três horários do dia (H₁= 8h34 min até 9h38min); H₂=

10h27min até 11h42min; H₃= 15h50min até 16h49min) e três fases fenológicas do algodoeiro [FF₁= florescimento(01/10/14), FF₂= frutificação (22/10/14) e FF₃= produção (14/11/14)]. As plantas foram tratadas com a calda inseticida utilizando um pulverizador manual, até que a mesma ficasse totalmente recoberta pelo produto. As parcelas foram constituídas por seis linhas de algodão com quatro metros de comprimento. Para as avaliações, foram consideradas como área útil da parcela, as quatro fileiras centrais, excluindo as duas linhas das extremidades.

A análise da fotossíntese líquida foi determinada utilizando um sistema portátil de fotossíntese, modelo LI-6400 XTR (LI-COR), Lincoln, NE, EUA (Figura 1), nos três horários supra citados. Em cada análise foram quantificadas as taxas de fotossíntese líquida (*A*), concentração intercelular de CO₂ (*ci*), condutância estomática (*gs*), taxa de transpiração (*E*) e temperatura (*T*), em cinco plantas por bloco. As medidas foram feitas após pré-condicionamento no escuro, por uma hora, para garantir o estado oxidado dos centros de reação fotossintéticos. As medições foram feitas na terceira folha completamente expandida de cada uma das plantas de algodão amostradas.

A produtividade (kg.ha⁻¹) média foi estimada por meio da pesagem da pluma de algodão com caroço, colhido manualmente dos capulhos, de todas as plantas da parcela em uma área útil de 18 m². Foram determinados a quantidade e o preço do caulim utilizado nas aplicações, o preço da produção e a receita bruta e líquida do algodão colhido.

Os valores de (*A*), (*ci*), (*gs*), (*E*), (*T*) e a produção da cultivar de algodão BRS 286 com e sem caulim foram submetidos à análise de variância e, com exceção do rendimento, as médias dos demais parâmetros fisiológicos do algodoeiro foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o Sistema de Análise Estatística e pacote Genético (SAEG) (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).



Figura 1. Cultivares de algodão BRS 286 pulverizadas com caulim (A) e determinação da fotossíntese líquida (B) utilizando um sistema portátil de fotossíntese, modelo LI-6400 XTR (LI-COR) (C). Campina Grande, Paraíba, Brasil.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Determinação da dose de caulim eficiente contra o bicudo e sua capacidade de revestimento nas folhas e brácteas do algodoeiro

A análise de variância para a porcentagem de botões florais com orifício de oviposição por fêmeas do bicudo ($F= 5,76$; $P= 0,01$), produção ($F= 3,36$; $P= 0,05$) e resíduo de caulim depositado nas folhas ($F= 9,36$; $P< 0,01$) e brácteas ($F= 6,31$; $P< 0,01$) do algodoeiro diferiu entre as cinco doses de caulim testadas.

As porcentagens médias de botões florais de algodão com orifício de oviposição por fêmeas do bicudo variaram de 13,6% a 30,8%. Com exceção da dose de caulim de 20 g/L, os maiores percentuais de botões florais com orifício de oviposição foram observados na última avaliação para os demais tratamentos (Tabela 1). Esses percentuais de botões florais com orifício de oviposição por fêmeas do bicudo apresentaram tendência de decréscimo das menores doses de caulim para as maiores, ou seja, quanto maior a dose de caulim, menor a porcentagem de botões florais com orifício de oviposição (Figura 2). Tais resultados concordam com aqueles observados para oviposição de *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) em folhas de carvalho-vermelho, *Quercus rubra* L. (Fagales: Fagaceae), tratadas com caulim nas concentrações de 60 g/L e 120 g/L (Cagodan e Scharbach, 2005a), e para oviposição de *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae) em brotos tríades de *Picea glauca* (Moench) Voss (Pinales: Pinaceae) tratados com caulim nas concentrações de 15 g/L, 30 g/L e 60 g/L (CAGODAN e SCHARBACH, 2005b). No entanto, discordam daqueles obtidos para oviposição de *Malacosoma disstria* Hübner (Lepidoptera: Lasiocampidae) em folhas *Q. rubra* tratadas com caulim nas concentrações de 60 g/L e 120 g/L (CAGODAN e SCHARBACH, 2005a), indicando

Tabela 1. Média (\pm erro padrão) da porcentagem de botões florais com orifício de oviposição por fêmeas de *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) em plantas de algodão tratadas com cinco doses de caulim em função do tempo. Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Trat.	Idade da planta (dias após a emergência)									
	53	60	67	74	81	89	96	103	110	117
1	6,25 \pm 3,61	12,50 \pm 7,22	9,38 \pm 5,98	40,63 \pm 9,38	21,88 \pm 7,86	55,00 \pm 6,45	42,50 \pm 2,50	45,00 \pm 6,45	30,00 \pm 7,07	45,00 \pm 2,89
2	0,00 \pm 0,00	15,63 \pm 7,86	15,63 \pm 11,83	34,38 \pm 13,86	18,75 \pm 8,07	37,50 \pm 9,46	40,00 \pm 10,80	37,50 \pm 4,79	30,00 \pm 8,16	55,00 \pm 6,45
3	9,38 \pm 5,98	12,50 \pm 0,00	18,75 \pm 10,83	25,00 \pm 5,10	31,25 \pm 6,33	22,50 \pm 5,77	37,50 \pm 11,90	45,00 \pm 6,29	37,50 \pm 7,50	47,50 \pm 8,54
4	9,38 \pm 9,38	21,88 \pm 12,88	28,13 \pm 12,88	21,88 \pm 7,86	25,00 \pm 8,84	30,00 \pm 7,07	27,50 \pm 4,79	25,00 \pm 2,89	27,50 \pm 8,54	45,00 \pm 2,89
5	9,38 \pm 5,98	18,75 \pm 10,83	6,25 \pm 3,61	9,38 \pm 5,98	12,50 \pm 0,00	7,50 \pm 4,79	7,50 \pm 4,79	12,50 \pm 4,79	15,00 \pm 6,45	37,50 \pm 4,79

Trat.: T1, caulim na dose de 20g/L; T2, caulim na dose de 40g/L; T3, caulim na dose de 60g/L; T4, caulim na dose de 80g/L e T5, caulim na dose de 100g/L.

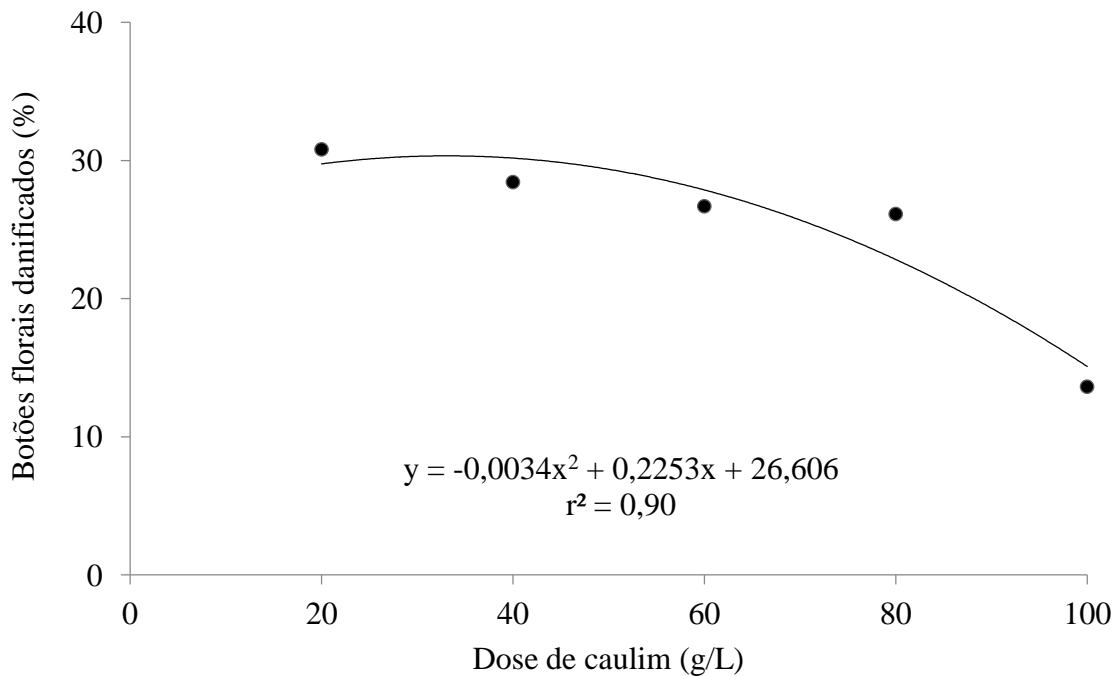


Figura 2. Botões florais de algodoeiros danificados pelo bicudo em função da dose de caulim. Campina Grande, Paraíba, Brasil.

que as variações no comportamento de postura dos insetos-praga a diferentes concentrações do caulim são espécie-específicas (GLENN E PUTERKA, 2005).

O resíduo depositado sobre as folhas do algodoeiro nas cinco doses de caulim testadas apresentou tendência de crescimento das menores doses para as maiores, variando de $0,0010 \text{ mg.mm}^{-2}$ a $0,0034 \text{ mg.mm}^{-2}$ (Figura 3), mas o resíduo depositado sobre as brácteas tendeu a crescer entre as doses de 20 g.L^{-1} a 80 g.L^{-1} de caulim e, a partir daí, começou a decrescer, apresentando na dose de caulim de 100 g.L^{-1} resíduo semelhante àquele observado para a dose de 40 g.L^{-1} (Figura 3). O resíduo de caulim nas brácteas variou de $0,0003 \text{ mg.mm}^{-2}$ a $0,0008 \text{ mg.mm}^{-2}$. Isto se deve, provavelmente, às diferenças morfológicas entre as folhas e as brácteas dos botões florais do algodoeiro e, também, à quantidade e posição relativa dessas estruturas vegetais no dossel do algodoeiro. A morfologia foliar pode desempenhar papel importante na deposição da pulverização por meio da impregnação e retenção de resíduos inseticidas em estruturas, como pêlos, arestas, veias, cera cuticular, e outras saliências (HIMEL et al., 1990; DERUITER et al., 1990). As brácteas, no entanto, representam alvos mais difíceis de serem atingidos nas pulverizações que as folhas, por apresentar menor tamanho e estarem em menor

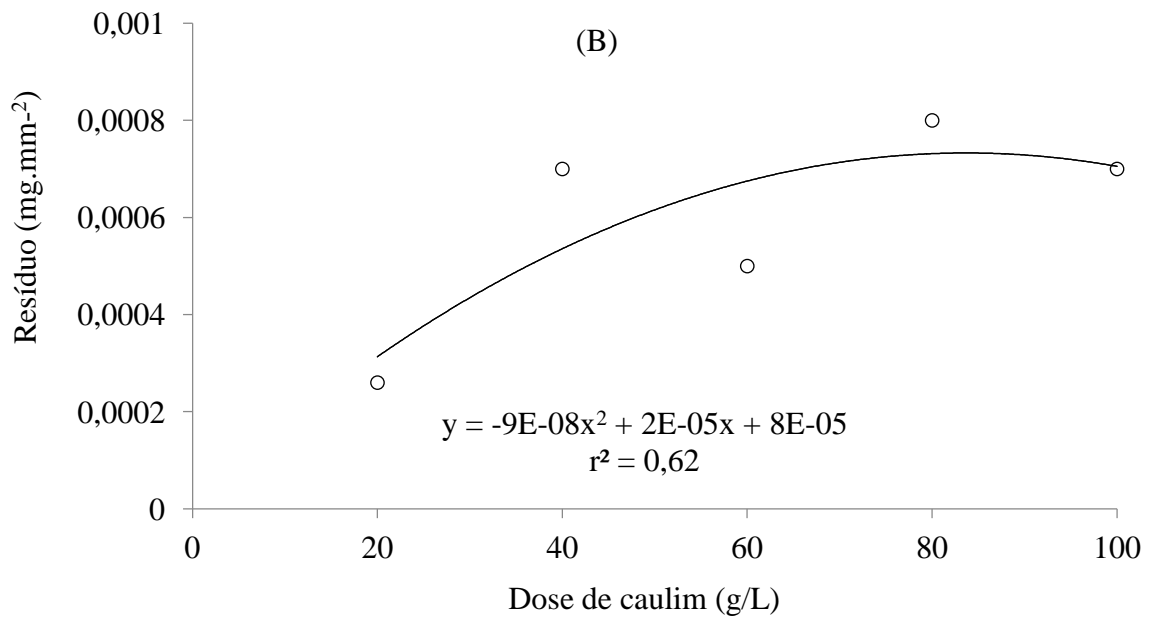
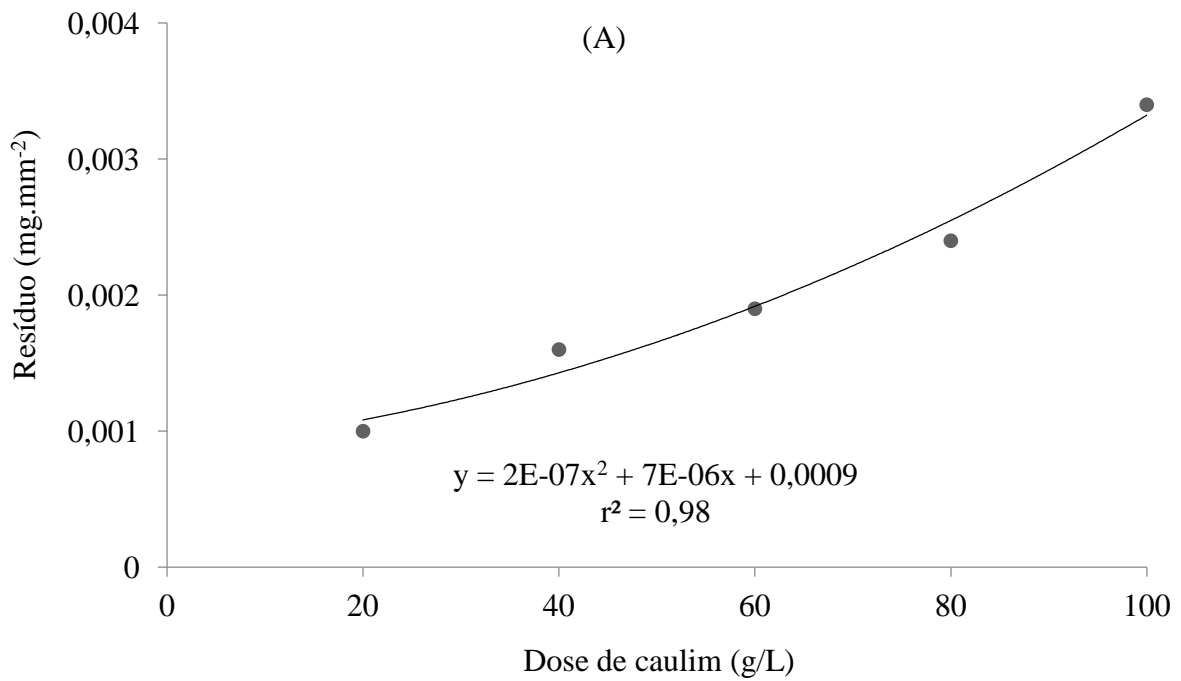


Figura 3. Resíduo de caulim sobre folhas (A) e brácteas (B) de algodoeiros em função da dose. Campina Grande, Paraíba, Brasil.

número protegidas da calda inseticida pelo efeito de sobreposição das folhas no caminho da gota (ROMÁN, 2009; BALAN et al., 2005).

Em termos percentuais, os resíduos de caulim recuperados das folhas e brácteas de algodoeiro após a aplicação da calda nas doses de 20 g.L⁻¹, 40 g.L⁻¹, 60 g.L⁻¹, 80 g.L⁻¹ e 100 g.L⁻¹ foram de 0,005%; 0,004%; 0,003%; 0,003% e 0,003% e de 0,001%; 0,002%; 0,001%; 0,001% e 0,001% do peso do produto pulverizado, respectivamente. Estes valores foram proporcionalmente inferiores aos 0,4%, 1,1% e 1,8% do peso do produto recuperado após pulverizações com caulim (Surround WP®) sobre brotos tríades de *P. glauca* nas concentrações de 15 g.L⁻¹, 30 g.L⁻¹ e 60 g.L⁻¹ para o controle de *C. fumiferana* (CAGODAN E SCHARBACH, 2005b), o que pode ser atribuído às diferenças entre os espécimes vegetais e as metodologias de recuperação do resíduo de caulim utilizadas em cada experimento.

Com exceção da produção obtida para a dose de caulim de 80 g.L⁻¹, a curva de produção de algodão apresentou tendência de crescimento das menores doses de caulim para as maiores, variando de 348,1 kg.ha⁻¹ a 717,8 kg.ha⁻¹, ou seja, quanto maior a dose de caulim, maior a produção de algodão com caroço (Figura 4, Tabela 2). As maiores receitas líquidas para a produção de algodão foram estimadas em ordem crescente para os tratamentos pulverizados com caulim nas doses de 80 g.L⁻¹, 60 g.L⁻¹ e 100 g.L⁻¹ (Tabela 2) e as menores em ordem decrescente para os tratamentos com caulim na dose de 40 g.L⁻¹ e 20 g.L⁻¹. A maior receita líquida obtida com a dose de 60 g.L⁻¹ em comparação à dose de 80 g.L⁻¹ demonstra que nem sempre a maior dose de

Tabela 2. Dose, quantidade e preço do caulim para dez aplicações, preço da produção e receita bruta e líquida do algodão. Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Dose	Caulim		Produção de algodão (kg/ha)		Preço do algodão (R\$/ha) ⁽²⁾		Receita (R\$)	
	Quant. (kg/ha)	Preço (R\$) ⁽¹⁾	Pluma	Caroço	Pluma (a)	Caroço (b)	Bruta (a + b)	Líquida
20	32	9,60	131,37	216,75	466,35	578,73	1045,08	1035,48
40	64	19,20	165,26	272,67	586,66	728,04	1314,70	1295,50
60	96	28,80	262,94	433,84	933,42	1158,36	2091,79	2062,99
80	128	37,80	258,05	425,78	916,07	1136,84	2052,91	2015,11
100	160	48,00	270,86	446,93	961,57	1193,29	2154,86	2106,86

Preços do caulim⁽¹⁾ e de algodão⁽²⁾ cotados, respectivamente, para exportação (Fonte: ALICEWEB, 2012) e comercialização na região de Barreiras, Bahia (Fonte: CEPEA/ESALQ, 2014).

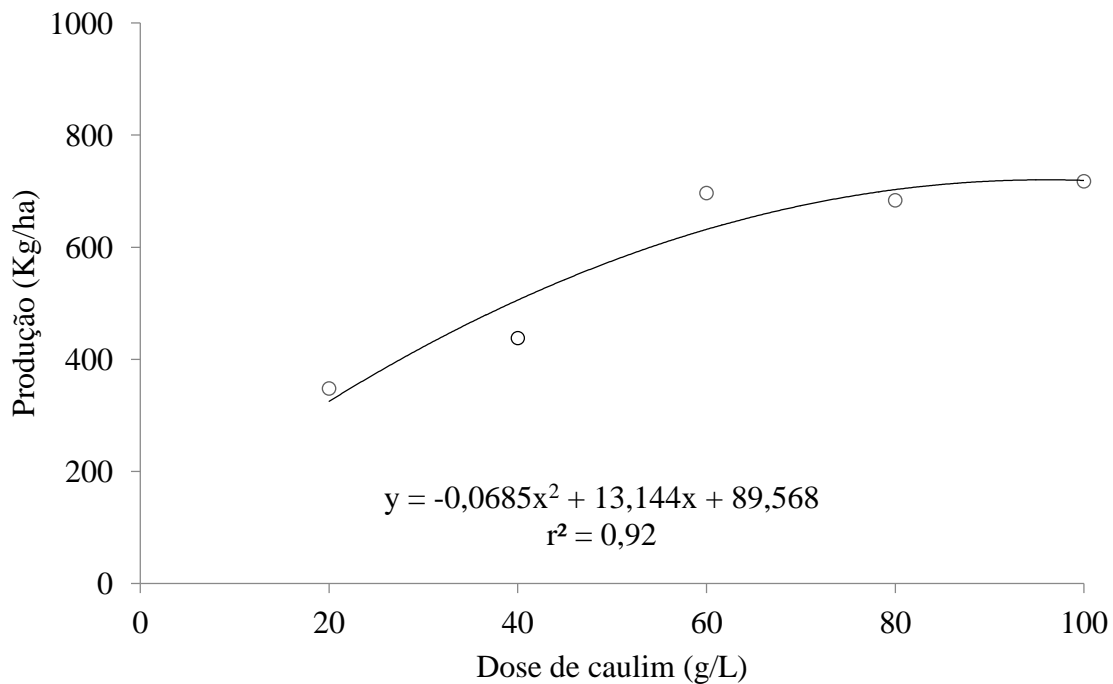


Figura 4. Produção de algodão em caroço em função da dose de caulim. Campina Grande, Paraíba, Brasil.

caulim é necessariamente a mais eficiente do ponto de vista econômico. Isso foi mostrado para o pulgão-do-trigo *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) submetido a diferentes concentrações e períodos de aplicação de caulim (NATEGHI et al., 2013). Por sua vez, confirma-se que as pulverizações de caulim na dose de 60 g.L⁻¹ são capazes de retardar a colonização dos campos de algodão pelo bicudo e, assim, reduzir seus prejuízos (SILVA e RAMALHO, 2013; SHOWLER, 2002), particularmente, se forem adotadas medidas simples, como a remoção das estruturas reprodutivas caídas ao solo (botões florais e maçãs) e a reaplicação de caulim após as chuvas (NEVES et al., 2014). Além disso, as pulverizações com caulim nas doses de 80 g.L⁻¹ e 100 g.L⁻¹ consumiram maior quantidade do produto e ocasionaram, por algumas vezes, entupimento da peneira do bico do pulverizador, exigindo-se maiores cuidados com sua limpeza.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que o caulim pulverizado nas doses de 60 g.L⁻¹, 80 g.L⁻¹ e 100 g.L⁻¹ sobre a lavoura de algodão se constitui em uma importante ferramenta para reduzir os prejuízos ocasionados pelo bicudo. No entanto, melhor custo-benefício foi obtido nas aplicações de caulim na dose de 60 g.L⁻¹.

5.2. Comportamento fisiológico do algodoeiro em resposta à aplicações de caulim em condições de campo

A fotossíntese (A), concentração intercelular de CO_2 (ci), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e temperatura ($T=$ °C) foliar da cultivar de algodão BRS 286 com e sem caulim não apresentou interação significativa entre tratamentos, horário de avaliação e fases fenológicas do algodoeiro, indicando que esses parâmetros fisiológicos variam de forma independente do horário e fase fenológica do algodoeiro (Tabela 3). Por outro lado, esses parâmetros fisiológicos apresentaram interação significativa entre horário de avaliação e fases fenológicas do algodoeiro para ambos os tratamentos.

As maiores taxas de fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração foliar (E) do algodoeiro foram observadas geralmente nos horários de 8h34 min até 9h38min e de 10h27min até 11h42min em todas as fases fenológicas do algodoeiro e as menores no horário de 15h50min até 16h49min (Tabela 4). As maiores taxas de concentração intercelular de CO_2 (ci) foram observadas nos horários de 10h27min até 11h42min e de 15h50min até 16h49min para a fase de frutificação e no horário de 15h50min até 16h49min para a fase de florescimento e as menores nos horários de 8h34 min até 9h38min para as fases de florescimento e frutificação (Tabela 4). As maiores temperaturas foliares do algodoeiro foram observadas no horário de 10h27min até 11h42min, seguido pelo de 8h34min até 9h38min para todas as fases fenológicas dessa planta. A menor temperatura foliar do algodoeiro foi observada no horário de 15h50min até 16h49min para todas as fases fenológicas da planta. As maiores taxas de A , gs e E do algodoeiro nos períodos do dia com maiores temperaturas foliares do algodoeiro, pode ser atribuída a baixa concentração de CO_2 e alta irradiância que estimulam diretamente a abertura dos estômatos e a fotossíntese. A fotossíntese e a transpiração estão intimamente relacionadas entre si através dos estômatos, os quais, ao mesmo tempo em que oferecem resistência à difusão da água do interior da folha para a atmosfera, constituem-se em uma barreira para a aquisição de CO_2 (BATISTA, 2011). Assim sendo, reduções na concentração interna de CO_2 podem refletir em aumentos nas taxas de assimilação de dióxido de carbono, pois durante o processo de trocas gasosas, a absorção de CO_2 converge na perda de água e, aumento na assimilação de dióxido de carbono (SHIMAZAKI et al., 2007).

As maiores médias de fotossíntese (A), taxa de transpiração (E) e temperatura (T) foliar da cultivar de algodão BRS 286 foram observadas nos tratamentos sem caulim e as menores no tratamento com caulim (Figura 5). Contrariamente, verificou-se que a taxa de concentração intercelular de CO_2 (ci) foi maior com caulim e menor sem caulim. A condutância estomática (gs) não diferiu entre os tratamentos. O maior valor de ci com reduções de A , E e T em

Tabela 3. Análise de variância da fotossíntese (A), concentração intercelular de CO_2 (ci), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foliar da cultivar BRS 286 com e sem caulim em três horários de avaliação e fases fenológicas do algodoeiro.

Fonte de variação	<i>g.l.</i>	Quadrado Médio	<i>F</i>	<i>P</i>
A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)				
Tratamento	1	68.7105	6.68	0,013
Horário de avaliação (HA)	2	653.1271	63.45	< 0,001
Fase Fenológica (FF)	2	105.5437	10.25	0,001
Tratamento x Horário	2	5.4596	0.53	NS
Tratamento x FF	2	17.4118	1.69	NS
Horário x FF	4	50.3913	4.90	0,002
Tratamento x HA x FF	4	1.9536	0.19	NS
Resíduo	51	-	-	-
ci ($\mu\text{mol.CO}_2 \text{mol}^{-1}$)				
Tratamento	1	6371.9510	12.30	0,001
Horário de avaliação (HA)	2	18483.2100	35.67	< 0,001
Fase Fenológica (FF)	2	50.4877	0.10	NS
Tratamento x Horário	2	411.4460	0.79	NS
Tratamento x FF	2	1030.1170	1.99	NS
Horário x FF	4	3684.7450	7.11	< 0,001
Tratamento x HA x FF	4	309.1613	0.60	NS
Resíduo	51	-	-	-
gs ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)				
Tratamento	1	0.7544	2.00	NS
Horário de avaliação (HA)	2	16.2851	43.10	< 0,001
Fase Fenológica (FF)	2	2.0064	5.31	0,008
Tratamento x Horário	2	0.5340	0.14	NS
Tratamento x FF	2	0.1864	0.49	NS
Horário x FF	4	1.3204	3.49	0,013
Tratamento x HA x FF	4	0.1350	0.36	NS
Resíduo	51	-	-	-
E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)				
Tratamento	1	0.0047	4.14	0,047
Horário de avaliação (HA)	2	0.0790	69.94	< 0,001
Fase Fenológica (FF)	2	0.0527	46.61	< 0,001
Tratamento x Horário	2	0.0009	0.80	NS
Tratamento x FF	2	0.0021	1.86	NS
Horário x FF	4	0.0054	4.78	0,002
Tratamento x HA x FF	4	0.0006	0.49	NS
Resíduo	51	-	-	-
T ($^{\circ}\text{C}$)				
Tratamento	1	11.2338	4,16	0,046
Horário de avaliação (HA)	2	687.8234	254,45	< 0,001
Fase Fenológica (FF)	2	210.6690	77,93	< 0,001
Tratamento x Horário	2	0.5072	0,19	NS
Tratamento x FF	2	1.7323	0,64	NS
Horário x FF	8	121.7274	45,03	< 0,001
Tratamento x HA x FF	8	2.5901	0,96	NS
Resíduo	51	2.7032	-	-

Tabela 4. Média \pm erro padrão da fotossíntese (A), concentração intercelular de CO₂ (ci), condutância estomática (gs), taxa de transpiração (E) e temperatura (T= °C) foliar da cultivar de BRS 286 em três horários de avaliação do dia em função de três fases fenológicas do algodoeiro.

Fases Fenológicas	Horários		
	H1	H2	H3
<i>A</i> ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)			
Florescimento	16,36 \pm 0,81 b A	13,67 \pm 0,94 ab A	06,03 \pm 0,98 a B
Frutificação	22,61 \pm 1,57 a A	12,63 \pm 1,38 ab B	08,14 \pm 1,41 a C
Produção	13,78 \pm 1,05 b A	09,77 \pm 1,14 b B	07,31 \pm 0,93 a B
<i>ci</i> ($\mu\text{mol.CO}_2 \text{mol}^{-1}$)			
Florescimento	127,29 \pm 8,62 b C	170,62 \pm 11,84 a B	222,25 \pm 7,82 a A
Frutificação	144,21 \pm 3,93 ab B	180,33 \pm 9,31 a A	202,46 \pm 11,16 a A
Produção	162,55 \pm 7,24 ab A	182,67 \pm 8,07 a A	174,17 \pm 8,51 b A
<i>gs</i> ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)			
Florescimento	0,25 \pm 0,01 a A	0,22 \pm 0,01 a A	0,13 \pm 0,01 ab B
Frutificação	0,23 \pm 0,02 a A	0,14 \pm 0,01 b B	0,09 \pm 0,01 ab C
Produção	0,13 \pm 0,01 b AB	0,10 \pm 0,01 b AB	0,07 \pm 0,01 b B
<i>E</i> ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)			
Florescimento	3,88 \pm 0,14 a A	3,33 \pm 0,12 a A	1,56 \pm 0,27 a B
Frutificação	2,78 \pm 0,21 b A	2,92 \pm 0,28 a A	1,45 \pm 0,15 a B
Produção	2,69 \pm 0,16 b A	2,81 \pm 0,30 a A	1,93 \pm 0,23 a B
T (°C)			
Florescimento	26,50 \pm 1,41 b B	40,03 \pm 0,50 a A	23,71 \pm 0,23 a C
Frutificação	29,87 \pm 0,29 a B	37,19 \pm 0,40 b A	24,83 \pm 0,32 a C
Produção	25,25 \pm 0,73 b AB	26,52 \pm 0,56 c Ab	23,96 \pm 0,41 a B

Horários: (H1) 8h34 min até 9h38min; (H2) 10h27min até 11h42min; (H3) 15h50min até 16h49min. Médias seguidas pela mesma letra minúscula por coluna e horário ou de mesma letra maiúscula por linha e data não diferem a 5% de probabilidade.

algodoeiros pulverizados com caulim indicam uma redução na atividade fotossintética da folha do algodoeiro. O filme de partículas de caulim aumenta a reflexão de luz na folha de algodão, reduzindo sua disponibilidade (ABOU-KHALED et al., 1970; WÜNSCHE et al., 2004) e, por consequência, a fotossíntese (A) da folha. No entanto, o estresse de calor provocado pela elevação da temperatura foliar do algodoeiro pode ser mais limitante que a baixa intensidade de luz, de tal maneira que reduções na temperatura da folha do algodão, induzida pela película de caulim, pode compensar o efeito negativo da baixa intensidade de luz. Resultado semelhante foi mostrado para folhas de macieira tratadas com caulim ou carbonato de cálcio (GLENN et al., 2003). Isto explica porque os rendimentos de pluma de 1041,8 kg.ha⁻¹ e 940,0 kg.ha⁻¹, respectivamente, para os tratamentos com e sem caulim não diferiram estatisticamente ($F=0,134$; $P>0,05$). Aplicações de caulim sobre a copa de macieira reduziu a fotossíntese em todos os casos, exceto naquelas folhas externas ao dossel expostas à alta irradiância e sob alta temperatura e pressão de vapor (GRANGE et al., 2004). Outra explicação seria que o filme de partículas de caulim não altera a distribuição da luz no interior do dossel das plantas, aumentando a radiação incidente especialmente nas folhas internas da copa. Isto foi mostrado para noqueira, cujo aumento da radiação incidente nas folhas internas da copa compensou, em parte, a redução na absorção da Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) das folhas individuais tratadas com caulim, de modo que, para toda a copa, a absorção de PAR se manteve inalterada ou apenas minimamente reduzida. A fotossíntese do dossel pode ser melhorada com a aplicação do caulim, apesar da aparente diminuição da fotossíntese das folhas individuais quando medido na mesma PAR das folhas do controle. Isso explica a contradição na literatura sobre aumentos na radiação incidente nas folhas internas da copa com a aplicação de caulim (STANHILL et al., 1976; MORESHET et al., 1979; SOUNDARA RAJAN et al., 1981; SRINIVASA RAO, 1985; GLENN et al., 2001), apesar de uma aparente redução na fotossíntese individual da folha (MORESHET et al., 1979; GLENN et al., 2003; GRANGE et al., 2004; WÜNSCHE et al., 2004; ROSATI et al., 2006).

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que o caulim reduz a fotossíntese foliar do algodoeiro. No entanto, essa perda fotossintética da folha com caulim é compensada pela redução da sua temperatura.

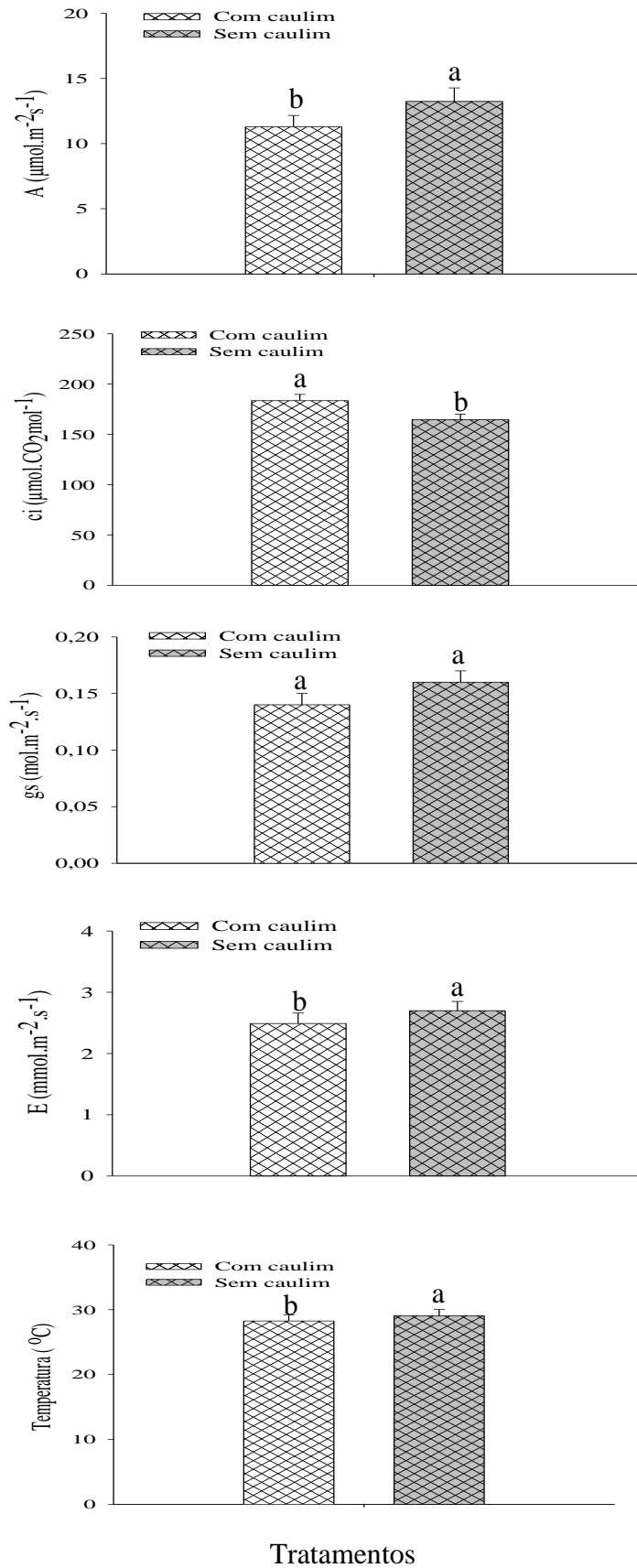


Figura 5. Fotossíntese (A), concentração intercelular de CO_2 (c_i), condutância estomática (g_s), taxa de transpiração (E) e temperatura foliar ($T = ^{\circ}\text{C}$) da cultivar de algodão BRS 286 com e sem caulim. Campina Grande, Paraíba, Brasil.

6. CONCLUSÕES

1. As doses de caulim mais eficientes na proteção de algodoeiros contra os prejuízos provocados pelo bicudo são as de 60 g.L^{-1} , 80 g.L^{-1} e 100 g.L^{-1} .
2. O melhor custo-benefício é obtido nas pulverizações de algodoeiros com caulim na dose de 60 g.L^{-1} .
3. O caulim reduz a fotossíntese foliar do algodoeiro, mas essa perda fotossintética é compensada pela redução da temperatura do dossel.

REFERÊNCIAS

ABOU-KHALED, A.; HAGAN, R.M.; DAVENPORT, D.C. Effects of kaolinite as a reflective antitranspirant on leaf temperature, transpiration, photosynthesis, and water use efficiency. *Water Resources Research*, v. 6, p. 280–289, 1970.

ALAVO, T.B.C. Biological control agents and eco-friendly compounds for the integrated management of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae): Perspectives for pyrethroid resistance management in West Africa. ***Archives of Phytopathology and Plant Protection***, v. 39, p.105–111, 2006.

ALAVO, T.B.C.; ABAGLI, A.Z.; TÉGBÉSSOU, K.J.C.; DUNPHY, G.B. Kaolin potential for the integrated management of *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae) on cotton. ***Archives of Phytopathology and Plant Protection***, v.44, p. 764–770, 2011.

ALAVO, T.B.C.; YAROU, B.B.; ATACHI, P. Field effects of kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. ***International Journal of Pest Management***, v. 56, p. 287-290, 2010.

ALEXANDER, P.; KITCHNER, J.A.; BRISCOE, H.V.A. Inert dust insecticides. Part I: mechanisms of action. ***Annals of Applied Biology***, v.31, p. 143-159, 1944.

ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. 2008. Manejo Integrado de Pragas do Algodão. In: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão; Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevedo. (Org.). ***O Agronegócio do Algodão no Brasil***. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação tecnológica. v. 2. p. 1034-1098.

ALVES, A.P.; SERIKAWA, R.H. Controle químico de pragas do algodoeiro. ***Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas***, v. 10, p. 1197-1209, 2006.

BALAN, M.G.; SAAB, O.J.G.A.; FONSECA, I.C. de B.; SILVA, C.G. da; SASAKI, E.H. Pulverização em alvos artificiais: avaliação com o uso do software conta-gotas. ***Ciência Rural***, v.35, p.916-919, 2005.

BATISTA, T. M. V. Fotossíntese e condutância estomática de tomate SM-16 e mariana cultivados com diferentes tipos de cobertura do solo. Mossoró, 2011. 171p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semiárido.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas potenciais do nordeste para a produção de biodiesel**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2007. 53 p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 177).

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, C.A.D.; BASTOS, C.S.; SUINAGA, F.A.; ARRIEL, N.H.C.; RAMALHO, F.S. **Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o semiárido do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2009, 62p. (EMBRAPA-CNPA, Documentos, 222).

BRITO, R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; CATTELAN, J.W.; ROUTMAN, K. de S. Degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas balanceadas para diferentes ganhos de peso e potenciais de fermentação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1639-1650, 2007.

CADOGAN, B.L.; SCHARBACH, R.D. Effects of a kaolin-based particle film on oviposition and feeding of gypsy moth (Lep., Lymantriidae) and forest tent caterpillar (Lep., Lasiocampidae) in the laboratory. **Journal of Applied Entomology**, v. 129, p. 498-504, 2005a.

CADOGAN, B.L.; SCHARBACH, R.D. Effects of kaolin-based particle film on spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae)) oviposition in the laboratory. **Pest Management Science**, v.61, p.1215–1219, 2005b.

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. ver. Amp. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2008. p.273 – 297.

CONAB. 2013 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2013-2014, segundo levantamento, novembro 2013. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 33p.

COTTRELL, T.E.; WOOD, B.W.; REILLY, C.C. Particle film affects black pecan aphid (Homoptera: Aphididae) on pean. **Journal of Economic Entomology**, v.95, p. 782-788, 2002.

CROSS, W.H. Biology, control, and eradication of boll weevil. **Annual Review Entomology**, v. 18, p.17-46, 1973.

DERUITER, H.D.; UFFING, A.J.M.; MEINEN, E.; PRINS, A. Influence of surfactants and plant species on leaf deposition of spray solutions. **Weed Science**, v. 38, p. 567-572, 1990.

EBLING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual Review Entomology**, v.16, p. 123-158, 1971.

EL- SAYED, A.M.; SUCKKLING, D.M.; WEARING, C.H. Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. **Journal of Economic Entomology**, v.99, p.1550-1554, 2006.

GARCIA, M.E.; BERKETT, L.P.; BRADSHAW, T. 2003. Does Surround® have non-target impacts on New England orchards? p. 35-39. In W.J. Bramlage (ed.), New England Fruit Meetings 2002-2003. Massachusetts Fruit Growers' Association, Inc. in cooperation with the New England University Cooperative Extensions, North Amherst, 73p.

GLENN D. M., PUTERKA G. J. Particle films: a new technology for agriculture. **Horticultural Review**, v. 31, p. 1-44, 2005.

GLENN, D.M.; EREZ, A.; PUTERKA, G.J.; GUNDRUM, P. Particle films affect carbon assimilation and yield in 'Empire' apple. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 128, p. 356–362, 2003.

GLENN, D.M.; PUTERKA, G.J.; DRAKE, S.R.; UNRUH, T.R.; KNIGHT, A.L.; BAHERLE, P.; PRADO, E.; BAUGHER, T.A. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 126, p. 175–181, 2001.

GLENN, D.M.; PUTERKA, G.J.; VENDERZWET, T.; BYERS, R.E.; FELDHAK, C. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pest and plant diseases. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 759-771, 1999.

GRANGE, M-L.E.; WAND, S.J.E.; THERON, K.L. Effect of kaolin applications on apple fruit quality and gas exchange of apple leaves. **Acta Horticulturae**, v. 636, p. 545–550, 2004.

GREENBERG, S.M.; JONES, G.D.; EISCHEN, F.; COLEMAN, R.J.; ADAMCZYK JR., J.J.; LIU, T-X.; SETAMOU, M. Survival of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults after feeding on pollens from various sources. **Insect Science**, v.14, p. 503-510, 2007.

HARBEN, P.W. The industrial minerals handbook II: a guide to markers, specifications, and rices. Arby Industrial Mineral Division Metal Bulletin.PLC, London. 1995.

HIMEL, C.M.; LOATS, H.; BAILEY, G. W. Pesticide sources to the soil and principles of spray physics. In:CHANG, H.H. (ed.) Pesticides in the Soil Environment, Process, Impact and Modelling. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.,1990. p. 7-50.

LA DUKE J.C.; DOEBLEY, J. The chloroplast DNA based phylogeny of the Malvaceae. **Systematic Botany**, v. 20, p. 259-271, 1995.

LAPOINTE, S.L.; MCKENZIE, C.L.; HALL, D.G. Reduced oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) and growth enhancement of citrus by Surround particle film. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, p. 109–116, 2006.

MAZOR, M.; EREZ, A. Processad kaolin protectant fruits from mediterranean fruit fly infestations. **Crop Protection**, v.23, p. 47-51, 2004.

MORESHET, S.; COHEN, Y.; FUCHS, M.E. Effect of increasing foliage reflectance on yield, growth, and physiological behavior of a dryland cotton crop. **Crop Science**, v. 19, p. 863–868, 1979.

MURRAY, C.B. Industrial clays case study. **Mining, Minerals and Sustainable Development**, v.64, p. 1-9, 2002.

MURRAY, H.H.; ALVES, C.A.; BASTOS, C.H. Mining, processing and applications of the Capim Basin kaolin, Brazil. **Clay Minerals**, v.42, p. 145-151, 2007.

NATEGHI, M.; PAKNEJAD, F.; MOAREFI, M. Effect of concentrations and time of kaolin spraying on wheat aphid. **Journal of Biological Environmental Science**, v. 7, p. 163-168, 2013.

NEVES, R.C.S.; COLARES, F.; TORRES, J.B.; SANTOS, R.L.; BASTOS, C.S. Rational practices to manage boll weevils colonization and population growth on family farms in the semiárido region of Brazil. **Insects**, v.5, p. 818-831, 2014.

OGENDO, J.O.; KOSTYUKOVSKY, M.; RAVID, U.; MATASYOH, J.C.; DENG, A.L.; OMOLO, E.O.; KARIUKI, S.T.; SHAAYA, E. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. **Journal of Stored Products Research**, v. 44, p. 328-334, 2008.

PUTERKA, G.J.; GLENN, D.M.; SEKUTOWSKI, D.G.; UNRUH, I.R.; JONES, S.K. Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. **Environmental Entomology**, v.29, p. 329-339, 2000.

RAMALHO, F. S. Cotton Pest Management. Part 4.A Brazilian Perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 563-578, 1994.

RAMALHO, F. S.; JESUS, F. M. M. Distribution of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) Within cotton plants. **Tropical Agriculture**, v.65, p. 245-248, 1988.

RAMALHO, F. S.; WANDERLEY, P. A. Ecology and management of the boll weevil in South American cotton. **American Entomologist**, v.42, p.41-47, 1996.

RIBEIRO JR., J.I. **Análises estatísticas no SAEG** (Sistema para análises estatísticas). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

RIBEIRO, P. de A.; SUJII, E.R.; DINIZ, I.R.; MEDEIROS, M.A. de; SALGADO-LABOURIAU, M.L.; BRANCO, M.C.; PIRES, C.S.S.; FONTES, E.M.G. Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of central Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 28-34, 2010.

ROMÁN, R.A.A.; CORTEZ, J.W.; FERREIRA, M. da C.; OLIVEIRA, J.R.G. di. Cobertura da cultura da soja pela calda fungicida em função de pontas de pulverização e volumes de aplicação. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, p. 223-232, 2009.

ROSATI, A.; METCALF, S.G.; BUCHNER, R.P.; FULTON, A.E.; LAMPINEN, B.D. Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. **Annals of Botany**, v. 98, p. 267–275, 2006.

SCORZELLI, R. B.; BERTOLINO, L. C.; LUZ, A. B.; DUTTINE M.; SILVA F. A. N.G. and MUNAYCO P. Spectroscopic studies of kaolin from different Brazilian regions. **Clays Minerals**, v. 43, p. 129-135, 2008.

SEAGRI, 2011. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do estado da Bahia. Disponível em: <www.seagri.ba.gov.br/>. Acesso em: 10 mar. 2013

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 219-247, 2007.

SHOWLER, A.T. Effects of kaolin particle film on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition, larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 95, p. 265-271, 2003.

SHOWLER, A.T. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p. 754–762, 2002.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. Kaolin spraying protects cotton plants against damages by bollweevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Pest Science**, v. 86, p. 563-569, 2013.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E.; ALMEIDA, R.P.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. **Recomendações técnicas para o manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil**. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA. 2013, 25p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 135).

SILVIE, P.J.; THOMAZONI, D.; SORIA, M.F.; SARAN, P.E.; BELOT, J-L. Boletim de Identificação: Pragas e seus danos em algodoeiro. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão. 2013. 185p.

SOUNDARA RAJAN MS, RAMKUMAR REDDY K, SUDHAKAR RAO R, SANKARA REDDI GH. Effect of antitranspirants and reflectants on pod yield of rainfed groundnut. **Agricultural Science Digest**, v. 1, p. 205–206, 1981.

SRINIVASA RAO NK. The effects of antitranspirants on leaf water status, stomatal resistance and yield of tomato. **Journal of Horticultural Science**, v. 60, p. 89–92, 1985.

STANHILL G, MORESHET S, FUCHS M. Effect of increasing foliage and soil reflectivity on the yield and water use efficiency of grain sorghum. **Agronomy Journal**, v. 68, p. 329–332, 1976.

THOMAS, A.L.; MULLER, M.E.; DODSON, B.R.; ELLERSIECK, M.R.; KAPS, M. A kaolin-based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples. **Journal of the American Pomological Society**, v.58, p.42–51, 2004.

TOMQUELSKI, G.V. Atividade de indutores de resistência a pragas e doenças na cultura do algodão. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira. 2005, 65p.

TURATI, D.T. Efeito de filme de partículas de caulim sobre a seleção hospedeira e desenvolvimento de *Diaphorina citri* Kuwayama em *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 2008. 73p.

VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J. de ; PALLINI, A. Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças. Viçosa: EPAMIG. 2006. 378p.

WILSON, I.R. Kaolin Review. **Mining Annual Review for 2004**. 2005.

WILSON, I.R., SANTOS, H.S.; SANTOS, P.S. Kaolin and halloysite deposits of Brazil. **Clay Minerals**, v. 41, p. 697-716, 2006.

WISS, E.; DANIEL, C. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphisplantaginea* in apple orchards. **Journal of Applied Entomology**, v.128, p. 147-149, 2004.

WÜNSCHE, J.N.; LOMBARDINI, L.; GREER, D.H. Surround particle film applications – effects on whole canopy physiology of apple. **Acta Horticulturae**, v. 636, p. 565–571, 2004.