

PRÁTICAS ALTERNATIVAS PARA DETECÇÃO E CONTROLE DO BICUDO-DO-
ALGODOEIRO *Anthonomus grandis* BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

por

ROBÉRIO CARLOS DOS SANTOS NEVES

(Sob Orientação do Professor Jorge Braz Torres)

RESUMO

O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) é considerado uma das principais pragas da cultura algodão em todo o Brasil. Este trabalho testou tecnologias de baixo custo no manejo do bicudo incluindo pulverizações com o caulim somado à catação de estruturas caídas ao solo, bem como determinação da eficiência de detecção, monitoramento e captura massal desta praga empregando-se tubos com diferentes cores: amarelo, verde, verde luminescente e marrom; impregnados com cola entomológica e instalados com o feromônio Grandlure. Testes com chance de escolha entre plantas pulverizadas ou não com o caulim resultaram em 2,2x; 4,4x e 8,6x mais bicudos, oviposição e alimentação nas plantas sem pulverização com o caulim após 24h da liberação. No entanto, em testes sem chance de escolha, não houve influência do caulim na colonização pelo bicudo. Em campo, o caulim não foi capaz de retardar a colonização das plantas pelo bicudo quando as pulverizações coincidiram com alta precipitação. Entretanto, sem a influência da precipitação, o tratamento com caulim foi semelhante ao tratamento com inseticidas. Áreas sem caulim produziram aproximadamente 2x mais estruturas atacadas pelo bicudo que naquelas pulverizadas com caulim e com inseticida. O emprego de tubos instalados com o feromônio mostrou a presença do bicudo durante a safra e

entressafra de 2009 a 2012 em lavoura no Semiárido de Pernambuco. A quantidade de bicudos capturados com os tubos nas entressafras 2009/10 e 2011/12 foi ~10,5x vezes maior que durante a safra. Nos estudos de eficiência de captura dos tubos vs armadilha Accountrap BW[®] conduzido em 2011 no Semiárido, a captura pelo tubo amarelo na fase de destruição da cultura foi 34x superior a armadilha. No Cerrado, durante as safras 2011/12 e 2012/13, a captura de bicudos pelo tubo amarelo foi de 7,5x e 5,7x superior na fase de colheita e de 6,5x e 16,8x superior na fase de destruição, respectivamente. Nas duas regiões, Semiárido e Cerrado, o tubo foi mais eficaz em detectar a chegada do bicudo na lavoura comparado a armadilha. Desta maneira, os tubos mostraram-se como ferramenta mais eficiente em detectar a chegada do bicudo no início da safra e em coletar bicudos ao final da safra.

PALAVRAS-CHAVE: Algodoeiro, manejo integrado de pragas, controle físico, controle cultural, monitoramento, captura massal.

PRACTICES FOR DETECTION AND CONTROL OF BOLL WEEVIL *Anthonomus grandis*

BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

by

ROBÉRIO CARLOS DOS SANTOS NEVES

(Under the Direction of Professor Jorge Braz Torres)

ABSTRACT

The boll weevil *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) is the most important cotton pest through all growing regions in Brazil. This study tested low cost pest management practices focused on the boll weevil control including kaolin spray plus collecting attacked reproductive structures from the ground. Further, the efficacy of PVC tubes painted in yellow, green, green luminescent, and brown (market color) smeared with insect glue and lured with the boll weevil pheromone grandlure was tested to survey during crop and intercrop seasons compared to the commercial Accountrap[®]. Free choice test between kaolin-treated and -untreated plants resulted in 2.2x, 4.4x, and 8.6x greater number of weevils, egg laying and feeding punctures on untreated cotton plants 24h after boll weevil releasing. Under nonchoice test, kaolin did not restrain cotton plant colonization. In the field, kaolin sprayings when coincided with the rainfall failed to delay boll weevil infestation. Otherwise, at absence of rainfall influence, kaolin treated plots produced similar results to the insecticide treated plots. Field plots without kaolin or insecticide treatments produced nearly 2x more attacked squares and bolls. The PVC tubes lured with the pheromone caught boll weevil in the Semiarid during the crop and noncrop seasons from 2009 to 2012. The number of weevils caught during the noncrop seasons of 2009/10 and 2011/12

was ~10.5x greater using the PVC tube. The number of boll weevil caught by the yellow painted PVC tube during stalk destruction period in the Semiarid (season 2011) was 34x greater compared to the Accountrap BW[®]. In the Cerrado, the number of boll weevil caught in the PVC tubes were 7.5x and 5.7x greater during the harvesting period, and 6.5x and 16.8x greater during the stalk destruction period tested in the seasons 2011/12 and 2012/13. Further, in both regions, the PVC tube was more efficacious in detecting boll weevil arrival in the field compared to the Accountrap BW[®]. Therefore, the tested PVC tubes smeared with insect glue and lured with the pheromone were more efficacious in detecting the entrance of the boll weevil in the cotton field and also in collecting weevils at the end of the season.

KEY WORDS: Cotton, integrated pest management, physical control, cultural control, monitoring, mass trapping.

PRÁTICAS ALTERNATIVAS PARA DETECÇÃO E CONTROLE DO BICUDO-DO-
ALGODOEIRO *Anthonomus grandis* BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Por

ROBÉRIO CARLOS DOS SANTOS NEVES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Outubro – 2013

PRÁTICAS ALTERNATIVAS PARA DETECÇÃO E CONTROLE DO BICUDO-DO-
ALGODOEIRO *Anthonomus grandis* BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

por

ROBÉRIO CARLOS DOS SANTOS NEVES

Comitê de Orientação:

Jorge Braz Torres – UFRPE

Lúcia Madalena Vivan – Fundação MT

PRÁTICAS ALTERNATIVAS PARA DETECÇÃO E CONTROLE DO BICUDO-DO-
ALGODOEIRO *Anthonomus grandis* BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

por

ROBÉRIO CARLOS DOS SANTOS NEVES

Orientador: _____
Jorge Braz Torres - UFRPE

Examinadores: _____
Lúcia Madalena Vivan - Fundação MT

Miguel Ferreira Soria - IMAmt

Fábio A. de Albuquerque - Embrapa Algodão

Christian S. A. da Silva-Torres - PNPd/CAPES

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais José Petrônio e Severina Zélia, que sempre me apoiaram, incentivaram e acreditaram nesta conquista. E à minha avó Rosinete de Oliveira Santos que ensinou muito com seus conselhos e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por permitir concluir mais uma etapa de minha vida.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de Doutorado.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola pela realização deste curso.

À FINEP pelo apoio financeiro ao projeto REDALGO e ao Banco do Nordeste (BNB) pelo apoio financeiro ao projeto de algodoeiro colorido no Semiárido.

Aos proprietários das áreas experimentais em Surubim, os senhores João da Silva Reis e Hermógenes Timóteo por conceder o local para realização dos estudos.

À coordenação das Fazendas São José, Sonho Dourado, em Primavera do Leste - MT, e as Fazendas Dallas II, Cavalca e Sementes Maggi II em Rondonópolis - MT, por conceder as áreas e passar informações técnicas sobre seus campos de produção de algodão para realização dos estudos.

À coordenação da Fundação MT por conceder apoio técnico e logístico no transporte entre as áreas para realização dos experimentos no Cerrado mato-grossense.

À minha esposa Lissandra, aos meus pais Petrônio Neves e Zélia Neves, e minhas irmãs Rosinete Karla e Roberta Neves pelo amor e incentivo nas minhas conquistas.

Aos familiares: tios, primos, sogra, cunhados, entre outros que sempre me apoiaram e incentivaram.

Ao orientador Jorge Braz Torres pelo respeito, consideração, amizade, apoio, aprendizagem e ensinamentos transmitidos.

À co-orientadora Lúcia M. Vivan pelo apoio, amizade, ensinamentos transmitidos durante os dois períodos de safra no Cerrado brasileiro.

Aos professores Manoel Guedes C. Gondim Jr., Edmilson J. Marques, Valéria Wanderley Teixeira, Reginaldo Barros e José Vargas de Oliveira pela consideração e ensinamentos compartilhados durante o curso.

A todos os colegas de turma e aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola pelas experiências vividas ao longo do curso.

Aos amigos e colegas que eu fiz durante os cursos realizados na UFRPE, pela experiência compartilhada e bons momentos no decorrer dos últimos dez anos.

Aos funcionários da área de Fitossanidade Ariella, Darcy, Romildo e Luiz pelas contribuições.

Aos meus amigos e colegas do laboratório e equipe do campo da Fundação MT, Patrícia, Elias Félix, Marcio Barreira, José Carlos e Josué pela colaboração e parceria de convivência.

Aos meus amigos e colegas do laboratório de Controle Biológico e Ecologia de Insetos Christian, Agna, Sibebe, Martin e Maurício pelo auxílio e companhia de convivência. Em especial aos colegas: Adelmo Santana, Ézio Pinto Jr., Eduardo Barros, Felipe Colares, Guilherme, Juliana e Roberta Leme por terem participado dos trabalhos realizados em campo.

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA.....	viii
AGRADECIMENTOS.....	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	1
Bicudo-do-algodoeiro: aspectos biológicos e comportamentais.....	3
Controle do bicudo-do-algodoeiro	6
Monitoramento do bicudo-do-algodoeiro	12
População do bicudo-do-algodoeiro na entressafra	15
LITERATURA CITADA	19
2 APLICAÇÃO DE CAULIM E COLETA DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS ATACADAS SOBRE A COLONIZAÇÃO DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO	
<i>Anthonomus grandis</i> BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDADE)	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS.....	39
DISCUSSÃO	43
AGRADECIMENTOS.....	48
LITERATURA CITADA	48

3	DETECÇÃO E CAPTURA MASSAL DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO	
	<i>Anthonomus grandis</i> BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)	57
	RESUMO	58
	ABSTRACT	59
	INTRODUÇÃO	60
	MATERIAL E MÉTODOS	63
	RESULTADOS	68
	DISCUSSÃO	72
	AGRADECIMENTOS	77
	LITERATURA CITADA	78

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de algodão do mundo participando ativamente no mercado internacional com exportação e importação desta fibra. Apesar da produção nacional não atender a demanda interna da indústria têxtil, a relação de exportação e importação depende da variação de preço do produto em cada ano/safra e das épocas de produção em cada região do mundo. O Brasil ocupa atualmente a quinta posição entre os países produtores de algodão, situando-se após China, Índia, EUA e Paquistão (Statista 2012). A safra 2012/13 compreendeu aproximadamente 895 mil hectares plantados, apresentando redução de área plantada em relação à safra 2011/12 que foi de 1.393.400 hectares (CONAB 2013). Essa redução significativa de área plantada ocorreu devido à regularização dos estoques das últimas duas safras recordes (2010/11 e 2011/12) e, conseqüentemente, retração dos preços nos mercados interno e externo, aos altos custos de produção, e aos atraentes preços do milho e da soja, concorrendo por área de plantio (CONAB 2013). Mesmo com a redução de área total, a produção em 2012/13 será de aproximadamente 3,4 milhões de toneladas de algodão em caroço (IBGE 2013).

O Centro-Oeste é a principal região produtora de algodão no país, sendo o Mato Grosso o maior estado produtor. Neste estado, em 2012/13, foram plantados cerca de 452.645 ha de algodão, correspondendo a mais de 50% da produção nacional e um rendimento médio de 3.780 kg/ha, maior que a média nacional, estimada em 3.644 kg/ha. Todo o Nordeste assume a segunda posição no cenário nacional, com ~ 301 mil hectares de algodão plantados na safra 2012/13,

sendo a maior parte cultivada em áreas do Cerrado da Bahia, além do Cerrado do Piauí e Maranhão (CONAB 2013).

O Nordeste do Brasil divide-se basicamente em duas grandes regiões que ocupam cerca de 80% da área, são elas: Cerrado e Semiárido. As duas subdivisões possuem clima, vegetação e regimes pluviométricos diferentes, tanto na regularidade das chuvas, quanto na época de sua ocorrência. O cultivo do algodão no Semiárido não corresponde a 10% do que é produzido no país, porém é de grande importância para a manutenção da agricultura familiar. É notória a influência negativa da seca para a cultura, afetando severamente a produção e acarretando grandes reduções de área plantada, assim como pela ocorrência de pragas, especificamente o bicudo-do-algodoeiro, em Pernambuco (CONDEPE 2002).

Atualmente, Pernambuco é o 12^o estado produtor de algodão no Brasil, com apenas ~800 ha de área plantada na safra 2012/13, porém apenas 587 ha foram colhidos, obtendo uma produção de ~ 300 toneladas de algodão em caroço e um rendimento médio de 511 kg/ha (CONAB 2013). Esta diferença entre área plantada e colhida foi causada principalmente pela seca, que atingiu a região em dois anos consecutivos. Mesmo apresentando baixa produtividade, o cultivo do algodão no Semiárido é considerado complemento importante na renda do pequeno produtor, o qual é colhido após as culturas alimentares (Barros & Torres 2010).

O cultivo do algodoeiro na região Semiárida de Pernambuco pode ser caracterizado como de baixo uso de insumos agrícolas, sendo realizado por pequenos e médios produtores. Em levantamentos realizados na região, as principais dificuldades destacadas pelos produtores de algodão foram: o baixo preço do produto, a ocorrência de pragas, principalmente o bicudo-do-algodoeiro, e a falta de apoio governamental, tanto em relação à assistência técnica, quanto em

relação aos recursos para produção e na comercialização (Freire *et al.* 1999). Atualmente, as mesmas dificuldades encontradas pelos produtores na década de 90, ainda permanecem.

Entre as necessidades apontadas pelos produtores, a realização do manejo integrado de pragas destacou-se em primeiro lugar. Isto porque após a chegada do bicudo-do-algodoeiro em Pernambuco na década de 80, ocorreu redução da área plantada de 44.595 ha, em 1980 (FIDEPE 1981) para 18.325 ha, em 1990 (CONDEPE 1994). Já, em 2000, a área cultivada com o algodoeiro herbáceo em Pernambuco foi de apenas 10.930 ha (CONDEPE 2002), e há uma estimativa de apenas 1.200 ha em 2013 (IBGE 2013).

Bicudo-do-algodoeiro: aspectos biológicos e comportamentais

O bicudo-do-algodoeiro é uma praga que ocasiona perda direta na produção de algodão por se alimentar e se reproduzir nas suas estruturas reprodutivas. Este é um inseto-praga que foi constatado pela primeira vez no Brasil em meados da década de 80 (Barbosa *et al.* 1983), e até hoje vem causando enormes prejuízos a pequenos e grandes produtores de algodão do país.

O bicudo completa as fases de ovo, larva e pupa em aproximadamente 20-22 dias em condições de laboratório (Greenberg *et al.* 2003). Os ovos são pequenos, possuindo aproximadamente 0,8mm de comprimento e 0,5mm de largura, com a superfície lisa e cor que varia do hialino ao brilhante (Degrande 1991). O período de incubação dos ovos é de três a quatro dias. Após esse período, ocorre a eclosão das larvas, que são ápodas, possuem coloração branco-leitosa e a cabeça marrom clara (Degrande 1998). As larvas passam por três instares, e cada um dura geralmente de três a quatro dias até se tornarem pupa (Lloyd 1986, Degrande 1991). A pupa possui forma exarada, mostrando alguns apêndices como o rostro, característica dos curculionídeos, e tem coloração branca. A fase de pupa dura de quatro a seis dias (Lloyd

1986). Os adultos do bicudo possuem comprimento variável de 4 a 9 mm (em média, 7 mm), com largura sendo a metade do comprimento do corpo, e possuem coloração variada, marrom avermelhada, quando recém-emergidos, e coloração marrom acinzentado quando mais velhos. Porém, suas principais características são: a cabeça prolongada, formando um rostro longo com o aparelho bucal na sua extremidade, e a presença de um par de espinhos no fêmur das pernas anteriores, esta característica diferencia os bicudos adultos de outros exemplares de Curculionidae (Degrande 1998).

Os adultos do bicudo logo após a emergência iniciam as atividades de alimentação, período no qual têm preferência por botões florais do algodoeiro. Também, os adultos podem se alimentar de outras estruturas da planta como flores, maçãs e ponteiros. Depois de quatro a cinco dias de idade, os adultos do bicudo iniciam a reprodução, com a oviposição predominando nas horas mais quentes do dia, entre 09 e 17 h (Degrande 1991). A fêmea realiza um orifício na estrutura reprodutiva do algodoeiro, botão floral ou maçã, com preferência para a base do botão floral, em seguida, vira-se e deposita seu ovo (Showler 2004). Logo após depositar um ovo, o orifício é coberto com substância gelatinosa translúcida para tampar o orifício e proteger o ovo depositado. Após a eclosão, a larva completa o desenvolvimento dentro de estrutura reprodutiva atacada (Coakley *et al.* 1969). Os botões florais com oviposição abortam após cinco a sete dias, e a pupa e o adulto completam o desenvolvimento no interior dos botões florais caídos no solo (Showler & Cantú 2005, Showler 2008). Assim, a larva pode terminar o seu desenvolvimento no interior de botões florais caídos ao solo (Lloyd 1986). Entretanto, quando a oviposição é realizada nas maçãs > 10mm de diâmetro, estas permanecem na planta e todo o desenvolvimento do bicudo, de ovo até adulto, ocorre na estrutura reprodutiva retida à planta (Neves *et al.* 2013a).

Os machos e as fêmeas do bicudo 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. Assim, o bicudo pode completar de cinco a sete gerações durante uma safra de algodão, dependendo da época de colonização da lavoura e das condições climáticas. A capacidade reprodutiva do bicudo é considerada alta, visto que as fêmeas do bicudo depositam cerca de 2,7 ovos/dia em botões florais de 5,5 a 8,0mm de diâmetro e, aproximadamente, 1,0 ovo/dia em maçãs jovens. Portanto, ocorre 2,7 vezes mais oviposição em botões florais que em maçãs (Showler 2004), e ao multiplicar a longevidade média das fêmeas pela capacidade reprodutiva em botões florais, tem-se como resultado um número elevado a exponencial do número de gerações. Assim, observa-se que o bicudo possui um crescimento populacional rápido durante a safra de algodão e que, apenas, uma fêmea fértil colonizando a lavoura pode produzir grandes quantidades de bicudos durante a safra. Conseqüentemente, este número pode indicar a quantidade de botões florais ou lóculos de maçãs perdidos no algodoeiro atacado, visto que cada inseto se desenvolve dentro da estrutura reprodutiva.

O bicudo-do-algodoeiro utiliza feromônio para comunicação e, conseqüentemente, atração entre os adultos. Os feromônios são substâncias químicas secretadas no ambiente por um indivíduo que permite a comunicação com outro indivíduo da mesma espécie (Vilela & Della Lucia 2001). Os odores são muito importantes na localização de presas, na defesa e agressividade, na seleção de plantas hospedeiras, na escolha de locais de oviposição, na corte e acasalamento, na organização das atividades sociais e em diversos outros tipos de comportamento dos insetos (Vilela & Della Lucia 2001). Esses odores fazem parte de um universo amplo das substâncias, denominadas semioquímicos (sinais químicos) e são

classificados de acordo com suas funções. No caso do bicudo, os machos utilizam o feromônio sexual, odor sexual liberado no ambiente, para atrair a parceira para a cópula e preservar a espécie através da reprodução (Cross & Mitchell 1966). Estudos realizados por Cross & Hardee (1968) demonstraram pela primeira vez que o feromônio do bicudo não atraía somente as fêmeas, mas também agia como um feromônio de agregação para ambos os sexos. O feromônio de agregação é empregado quando os insetos encontram uma fonte de alimento ou um novo hospedeiro, assim atraem os outros insetos da espécie.

Controle do bicudo-do-algodoeiro

Atualmente no Brasil, a cultura do algodão está distribuída em sua maior parte na região do Cerrado brasileiro. Nessa região de cultivo, de acordo com Richetti *et al.* (2004), são realizadas de cinco a sete pulverizações direcionadas ao bicudo para que se possa obter alta produtividade. Porém, este número pode elevar-se para 12 a 14 pulverizações durante a safra (Miranda 2013, observações pessoais nas safras 2011/12 e 1012/13). Isso depende da infestação inicial na área e do histórico de ocorrência da praga. Em torno de 50% dos custos com inseticidas utilizados na cultura do algodoeiro é direcionado para o controle do bicudo, principalmente, durante a fase reprodutiva da planta. As pulverizações são voltadas para o controle dos adultos do bicudo, pois as larvas e pupas desenvolvem-se dentro das estruturas reprodutivas, o que dificulta o contato com o produto; isto reduz a eficiência e aumenta o número de aplicações. O algodoeiro inicia a produção de botões florais após 45 dias do plantio e produz estruturas reprodutivas que irão abrir capulhos comerciais até os 100 dias de idade. Deste modo, a planta é susceptível à perda de estruturas reprodutivas pelo ataque do bicudo por um longo período, requerendo intenso monitoramento e ação de controle. A proporção de pulverizações durante a safra deverá ser

alterada em virtude da recente detecção da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) no Brasil (Specht *et al.* 2013).

Os inseticidas mais comuns registrados no Ministério da Agricultura e Reforma Agrária que são utilizados para o controle do bicudo pertencem aos grupos dos organofosforados e piretroides; os organofosforados são indicados para utilização no início da safra, já os piretroides do meio para o final da safra (Santos 1991, AGROFIT 2012, Vivan *et al.* 2012). A necessidade da utilização de inseticidas de amplo espectro, que na sua maioria não são seletivos, dificulta o manejo integrado de pragas do algodoeiro devido ao grande impacto sobre os inimigos naturais. Dos 13 produtos comerciais registrados para pulverização contra o bicudo-do-algodoeiro no ano de 2006, todos os produtos foram considerados não seletivos aos inimigos naturais (Bastos & Torres 2006).

Além do controle químico, outros tipos de controle são utilizados para o manejo do bicudo, como o controle legislativo, que impede o cultivo de algodoeiro nos períodos de entressafra (setembro a outubro), funcionando com um período de vazio sanitário em regiões do Cerrado e os controles mecânico e cultural, que promovem a destruição dos restos culturais ao final da safra, evitando assim a permanência do bicudo em áreas que já foram colhidas. Mesmo com a utilização destes controles, altas populações do bicudo ainda são encontradas em algodoeiros (Vivan *et al.* 2012, Miranda 2013, Lima Junior *et al.* 2013).

As dificuldades no manejo do bicudo-do-algodoeiro exige um elevado número de aplicações com inseticidas, que torna o custo com o controle de pragas um dos mais elevados dentre as variáveis do custo de produção chegando a ser superior aos gastos individuais com a aquisição de sementes e adubos (Richetti 2004, Miranda 2013), dos quais se espera um retorno em termos de aumento de produtividade, com o emprego de sementes de qualidade e com

adubação adequada. Desta forma, o problema causado pelo ataque de pragas, especificamente pelo bicudo é um fator limitante ao cultivo do algodão no Brasil (Lima Junior *et al.* 2013).

Um exemplo claro desta problemática ocorreu nos Estados Unidos da América, que fizeram investimentos na ordem de 85 milhões de dólares para se tornarem livres do bicudo pela prática da erradicação, embora a praga ainda esteja presente em áreas restritas do Texas, Arkansas e Oklahoma (NCCA 2010). Por outro lado, estima-se um retorno de cerca de 1,2 bilhões de dólares com esta ação de redução das populações do bicudo devido ao aumento da área plantada com menor custo de produção, aumentando conseqüentemente as exportações, a geração de empregos diretos e indiretos e a valorização das áreas livres da praga (Brazel *et al.* 1996, Williams 2008).

No Brasil, os estudos devem buscar medidas de controle para o bicudo-do-algodoeiro que possam ser enquadradas dentro de um plano de manejo integrado de pragas, onde práticas adequadas favoreçam a redução dos custos de produção, principalmente pela redução do uso excessivo de inseticidas sintéticos, e assim maximizar a lucratividade da cultura (Lima Junior *et al.* 2013). Diversas práticas para o controle do bicudo já foram estudadas no Brasil e em outros países ao longo dos anos. Algumas dessas práticas permitem o convívio com o bicudo, independente do sistema de cultivo utilizado pelo produtor, podendo ser utilizado do agroecológico, com baixo uso de insumos externos, ao convencional, com uso de produtos químicos no sistema de produção.

As práticas de manejo com baixo custo ou que não interferem diretamente no custo de produção são aceitas mais facilmente pelos produtores de algodão, como a recomendação de uniformidade do período de plantio, o plantio de variedades adaptadas e recomendadas para a região, a escolha de área com rotação de cultura e o manejo da densidade de plantas na área

semeada. Além disso, as práticas voltadas a produção em pequenas áreas temos: a aplicação de produtos inertes não químicos, a catação das estruturas reprodutivas caídas ao solo, a poda apical dos ponteiros e a destruição de restos culturais ao final da safra (Torres *et al.* 2009, Neves *et al.* 2010). No entanto, estas práticas devem ser testadas antes de serem aplicadas em cada região e sistema de cultivo visando obter sucesso no manejo do bicudo-do-algodoeiro. Um exemplo de prática de baixo custo que deve ser estudada e aplicada, como forma de tornar a lavoura menos preferida pelo bicudo, seria a pulverização com o caulim.

O caulim é uma argila do grupo dos alumino-silicatos, de cor branca, porosa, não expansiva, de granulometria fina, pouco abrasiva, facilmente dispersa em água e quimicamente inerte a uma ampla faixa de pH (Glenn & Puterka 2005). Assim, quando uma suspensão com caulim é aplicada sobre uma planta, forma um filme uniforme, poroso que não interfere na troca gasosa das folhas e na fotossíntese das plantas; contudo, filtra alguns graus de radiação ultravioleta e infravermelha (Glenn & Puterka 2005). Além disso, torna-se uma barreira física que dificulta a aceitação da planta por insetos herbívoros, deixando a planta esbranquiçada e podendo torná-la menos atrativa visualmente ao inseto (Showler 2002). Isto é devido à propriedade refletiva da partícula, pois o caulim diluído em água possui 85% de brilho (Glenn & Puterka 2005).

As pulverizações com o caulim é uma prática alternativa que pode ser usada de forma preventiva e que pode ser adotada no manejo de outras pragas do algodoeiro (Glenn *et al.* 1999). Em geral, o uso do caulim na agricultura para o controle de pragas traz como consequência a repelência, a deterrência alimentar e oviposição, a camuflagem das plantas e a mortalidade por sufocamento com a obstrução dos espiráculos (Puterka *et al.* 2005).

No algodoeiro, o caulim tem sido estudado como forma de reduzir as infestações do bicudo e de outras pragas (Showler 2002, Silva *et al.* 2013). Em testes de preferência com chance de escolha, fêmeas do bicudo preferiram ovipositar em botões florais não tratados com o caulim (Showler 2001). Já em outro estudo, resultados sugeriram que o bicudo distingue estruturas reprodutivas das plantas de algodão tratadas e não tratadas com o caulim, baseado na diferença de cor causada pelo mineral (Showler 2002). Em ambos os estudos, o autor indica que o inseto faz a escolha baseado em pistas visuais. Assim, a aplicação do caulim no algodoeiro pode retardar a localização da planta pelo bicudo, constatando-se isso pelo fato das fêmeas apresentarem preferência por estruturas não tratadas com o caulim. Os resultados podem ser explicados pelo efeito de reflectância gerado pelos raios ultravioleta, que para alguns insetos provocam alterações na visualização de cores no ambiente (Lemoyne *et al.* 2008).

Estudos realizados em campo indicam que aplicações semanais do caulim mantiveram a população do bicudo abaixo do nível de controle, em áreas experimentais de algodão (Showler 2002). Assim, pulverizações com o caulim devem ser estudadas de modo que camuflem as plantas de algodão e evite a colonização precoce da lavoura, pois não se sabe ao certo qual a eficácia da cobertura no campo e como proceder com as pulverizações durante a safra de algodão, principalmente durante períodos com chuva.

Além do bicudo, o caulim causa efeitos negativos sobre outras pragas do algodoeiro, a exemplo da lagarta rosada, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), que foi estudada em laboratório e casa-de-vegetação. A oviposição das mariposas foi sete vezes maior em maçãs de plantas sem tratamento com o caulim, resultando diretamente na quantidade de minas causadas pelas lagartas nas maçãs (Sisterson *et al.* 2003). Outro exemplo é a lagarta das maçãs, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), que apresentou menor

oviposição em plantas de algodoeiro, em campo, após pulverizações semanais com o caulim (Alavo *et al.* 2010). Também, foi encontrada menor população da lagarta desfolhadora, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), em algodoeiro pulverizado com o caulim (Showler 2003).

Além de provocar efeitos negativos sobre pragas do algodoeiro, o caulim pouco afeta a ocorrência dos inimigos naturais (Showler & Sétamou 2004, Santos *et al.* 2013). Deste modo, o efeito de toxicidade do caulim aos artrópodes benéficos tem sido estabelecido como baixo, sendo portanto uma opção compatível para o controle de uma praga de grande restrição para o manejo integrado, como citado anteriormente.

Estudos realizados em várias culturas demonstram que o caulim não deve ser utilizado objetivando-se primordialmente a morte da praga alvo, e sim a deterrência às pragas e a preservação dos inimigos naturais (Lapointe 2000). Recentemente, investigações realizadas no Semiárido de Pernambuco, focando os principais parasitoides do bicudo, *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolacus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) e predadores presentes no algodoeiro (larvas e adultos ápteros), mostraram que o caulim não altera a abundância dos inimigos naturais do bicudo (Santos *et al.* 2013). Esses mesmos autores, em laboratório, demonstraram que o comportamento de escolha do *B. vulgaris* por botões florais com larvas do bicudo foi similar entre botões florais tratados e não tratados com o caulim. A localização de larvas por parasitoides pode ocorrer pela percepção das pistas químicas, visto que eles são guiados pelos odores das larvas e pela vibração ocasionada pelas larvas do bicudo no interior dos botões florais do algodão (Bragg 1974, Ryan & Rudinsky 1962).

Ao se comparar o uso do caulim com a utilização de inseticidas sintéticos, estudos demonstram que o caulim é um método de controle de pragas com resultados promissores. O

caulim é um produto que apresenta baixo risco de ser tóxico, comparado aos inseticidas sintéticos, de acordo com a classificação da *Environmental Protection Agency* (EPA 2013). Este mineral possui características de baixa toxicidade para os seres humanos e para os organismos não-alvo, incluindo outros animais (Garcia *et al.* 2003); assim, pode ser utilizado para pragas que atacam as estruturas reprodutivas, como os frutos.

O uso do caulim para a proteção das estruturas reprodutivas de culturas frutíferas apresentou resultado de eficiência semelhante quando comparado às aplicações feitas com inseticidas sintéticos. Braham *et al.* (2007) obtiveram melhor controle da mosca das frutas *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em citros após aplicação do caulim, quando comparado com o inseticida malathion. Aplicações de caulim em campo resultaram na supressão da infestação de pragas como *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) em maçã e pera (Unruh *et al.* 2000) e *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) em oliva (Saour & Makee 2003). Também buscando a proteção de maçãs do algodoeiro do ataque da lagarta rosada, Sisterson *et al.* (2003) encontraram resultados superiores com a aplicação do caulim mais o inseticida lambda-cialotrina, em relação ao inseticida aplicado isoladamente. Diante desses resultados, a aplicação do caulim nas estruturas reprodutivas contra o ataque do bicudo deve ser estudada detalhadamente nas condições brasileiras.

Monitoramento do bicudo-do-algodoeiro

O manejo integrado de pragas (MIP) do algodoeiro preconiza que nem todos os herbívoros pragas atingem nível de controle, até mesmo, para as pragas-chave como o bicudo-do-algodoeiro, somente é econômico a adoção de controle curativo com pulverizações após certo nível de infestação. Essa densidade populacional do bicudo requerendo controle curativo

(representada através da porcentagem de botões florais atacados) ocorrerá na lavoura dependendo da época da entrada do bicudo na área. Desse modo, os inseticidas não devem ser aplicados preventivamente e a pulverização é, apenas, justificada quando a população da praga for igual ou superior aos níveis de ação recomendados pelas pesquisas (Higley & Pedigo 1996).

A tomada de decisão de determinado controle é um dos pilares de qualquer programa de manejo integrado de pragas (MIP). No MIP, a tomada de decisão é feita através da determinação da real necessidade de adoção de medidas de controle e da escolha do método a ser utilizado. No caso do bicudo-do-algodoeiro o controle químico, com inseticidas sintéticos, é o mais utilizado no manejo da praga. Inicialmente, são realizadas aplicações na bordadura do talhão e depois, dependendo da infestação, em toda a área. Porém, precisa-se definir com mais exatidão qual será o nível de controle e qual o método de monitoramento mais eficaz, para que os produtores de algodão tenham segurança na decisão pelo uso de um método de controle curativo, o qual agrega custo à produção, mas que seja realmente necessário (Soria *et. al.* 2013).

A determinação de um nível de controle baseado na densidade populacional da praga pode ajudar a retardar o desenvolvimento da resistência aos inseticidas e manter as populações de inimigos naturais na lavoura (Gannaway 1994, Pedigo *et. al.* 1996). Na prática, para se determinar o nível de ação para uma determinada praga deve-se obter resultados em limites nominais e empíricos, com base em diferentes estudos de monitoramento de campo. O conhecimento sobre o comportamento e história de vida das pragas são ferramentas valiosas para implementação de um determinado nível de controle no MIP (Davidson & Norgaard 1973). No caso do bicudo-do-algodoeiro, estes limites são definidos em 3 a 5% de botões florais atacados até os 55 dias e 10% de botões florais atacados após esse período (Santos 1991, Degrande 1998),

mas poucos estudos fornecem mais informações com garantia da utilização devido à alta capacidade destrutiva da praga.

Um dos principais métodos de monitoramento do bicudo que auxilia na tomada de decisão do controle é a inspeção regular da lavoura, na qual é feita uma avaliação visual das plantas. Nesta inspeção observa-se a presença de insetos-praga em partes específicas da planta onde ocorre o ataque. No caso do bicudo-do-algodoeiro, a inspeção visual é realizada nos botões florais e nas maçãs, avaliando-se as estruturas reprodutivas atacadas, com sinais de oviposição ou alimentação do bicudo, ou até mesmo, detectando-se a presença do adulto sobre as plantas (Degrande 1998, Neves *et al.* 2013a). O algodoeiro começa a produzir botões florais geralmente após 45 dias do plantio, iniciando o período de susceptibilidade das plantas ao bicudo. O início da colonização ou a chegada dos insetos adultos na lavoura se intensifica a partir desta fase de desenvolvimento. Geralmente, sete dias após a colonização com subsequente oviposição inicia-se a queda de botões florais, dando início a um novo ciclo da praga na lavoura (Showler 2004). O monitoramento através da inspeção visual em grandes áreas é um método eficaz, porém de difícil realização devido ao tempo necessário na amostragem para a contagem de estruturas na lavoura e obtenção da porcentagem de infestação. Além disso, necessita de técnicos treinados para correta identificação da praga.

Outro método de monitoramento do bicudo pode ser pela utilização de armadilhas com o feromônio sexual e agregação da praga. As principais ferramentas que são utilizadas para atração e detecção de bicudos nas grandes áreas produtoras de algodão dependem basicamente do feromônio sexual sintético Grandlure. Este método captura os insetos adultos que são atraídos pelo odor sexual liberado durante o dia. O feromônio Grandlure possui quatro componentes majoritários que atraem fêmeas adultas do bicudo e, também, age como feromônio de agregação

atraindo ambos os sexos (Tumlinson *et al.* 1969, 1971). A utilização de armadilhas com o feromônio pode estimar o número de adultos do bicudo em longas distâncias em áreas com ou sem algodão. A partir deste indicativo de captura pode-se determinar a possibilidade de utilização de controle da praga (Westbrook 2011).

No método de armadilha com feromônio, a contagem é menos trabalhosa quando comparado com a inspeção visual das plantas, visto que as armadilhas permitem que o inseto-praga seja atraído e capturado. No entanto, em estudo de monitoramento com armadilha em campo realizado por Armstrong *et al.* (2006) foi evidenciado a interferência na captura por teia de aranha e predadores que se associam as armadilhas. Armstrong *et al.* (2006) relata a presença de teias de aranha no cone de captura da armadilha obstruindo a passagem dos bicudos e, também, observou-se predação dos bicudos capturados por formigas. Assim, os dados de captura podem ser subestimados. Em outro estudo, Suh *et al.* (2003) tentaram aumentar a eficiência de captura da armadilha por adição de pequenos bastões impregnados com inseticida no copo de captura. Além disso, outros estudos revelam que as capturas do bicudo pelas armadilhas com feromônio não se correlacionam com a contagem de adultos em campo, principalmente durante a safra, quando os bicudos são atraídos pela planta e a resposta encontrada com a armadilha não está relacionada com a população da praga em campo (Guerra & Garcia 1982, Segers *et al.* 1987).

Assim, baseado nos requisitos ecológicos do MIP para a cultura do algodão e pela necessidade de um monitoramento eficiente da população do bicudo, estudos mais detalhados sobre a entrada do bicudo e a sua densidade populacional nas regiões produtoras de algodão do Brasil devem ser realizados.

População do bicudo-do-algodoeiro na entressafra

No Brasil, acredita-se que os adultos do bicudo remanescentes da última geração da safra sobrevivem alimentando-se de plantas espontâneas de algodão em meio a outras culturas (tigueras), plantas crescidas em beiras de estradas, ou de outras espécies de plantas nativas. Este comportamento é facilitado devido às condições tropicais de temperatura e a diversidade de plantas nativas, que são utilizadas como alimento pela praga (Greenberg *et al.* 2007, Ribeiro *et al.* 2010). Adultos do bicudo conseguem sobreviver sem reproduzir por mais de 120 dias, alimentando-se de brotações de algodão ou fontes alternativas, como partes de outras plantas: botões florais de hibiscos, endocarpo da laranja, bagaço de cana-de-açúcar, ou, até mesmo, frutos de cactos, e assim, permanecer vivos durante toda a entressafra (Gabriel 2002, Greenberg *et al.* 2007, Showler & Abrigo 2007).

A não destruição, no final da safra, das soqueiras de algodão facilita a manutenção do bicudo na entressafra e, conseqüentemente, a recolonização da lavoura na safra subsequente. Assim, o crescimento populacional do bicudo após a colonização é mais rápido durante a safra, com condições favoráveis devido a grande disponibilidade de alimento e sítio de reprodução (botões florais e maçãs). Portanto, a destruição dos restos culturais é de fundamental importância para reduzir a chance de sobrevivência dos adultos e impedir sua reprodução na entressafra. Além da destruição, outra alternativa para reduzir a quantidade de bicudos ao final da safra é a captura massal de bicudos, através da técnica atrai e mata (McKibben *et al.* 1990, Villavaso *et al.* 2003).

Uma das primeiras ferramentas que utilizou a técnica atrai e mata para o controle do bicudo foi desenvolvida por McKibben *et al.* (1990). Esta ferramenta foi constituída por uma vara-isca de madeira, revestida com uma formulação, cujos principais ingredientes são:

Grandlure (feromônio sintético sexual e de agregação) (Tumlinson *et al.* 1969), óleo de algodão (utilizado como estimulante de alimentação), e inseticida químico sintético ciflutrina. Porém, após alguns anos, a indústria Plato (Houston, TX) aprimorou a ferramenta e começou a produzir esta tecnologia em escala comercial. Dessa forma, a vara-isca passou a ser comercializada como o Tubo de Atração e Controle do Bicudo (BWACT), popularmente conhecido como tubo mata bicudo. O BWACT é semelhante à original vara-isca, com exceção que é oco e constituído de papelão impregnado com o inseticida malathion (Villavaso *et al.* 2003). Os bicudos adultos são atraídos pelo feromônio sintético Grandlure para um tubo de papelão impregnado com o malathion e ao entrarem em contato, são mortos pela ação do produto. A nossa proposta neste estudo é desenvolver um tubo de captura, porém, confeccionado da forma mais ecológica, e que some o efeito de atração do feromônio ao efeito de cores atrativas ao bicudo e sua captura pela cola entomológica.

O tubo de captura é uma ferramenta reutilizável, que é confeccionada com um tubo de PVC de 1,50m de comprimento e pintado com cores atrativas ao bicudo. Na parte superior do tubo é fixado o feromônio sexual do bicudo e em sua lateral existem orifícios, que facilitam a liberação da pluma de feromônio. A superfície de captura de 1,20m do cano é impregnada com uma fina camada de cola entomológica, a qual retém os insetos atraídos. Assim, o tubo pode ser utilizado para monitorar a colonização inicial da lavoura pelo bicudo e, conseqüentemente, facilitar a tomada de decisão no momento de utilização de um controle curativo e, também, realizar captura massal de bicudos que saem da lavoura no final da safra.

Os tubos que foram testados podem ser fabricados pelo próprio produtor de algodão, é reutilizável, devido ao material que é confeccionado, e não possui inseticida sintético na sua fabricação. Portanto, podendo ser utilizado em qualquer sistema de cultivo do convencional ao

agroecológico. Por ser confeccionado com tubo de PVC, pode ser utilizado por várias vezes como forma de monitoramento e captura massal da praga durante toda a fenologia da cultura e em várias safras. A sua confecção, instalação e avaliação encontra-se descrita com detalhes em Neves *et al.* (2013b) e mais detalhes da preparação e os resultados serão apresentados neste trabalho de tese.

A utilização dos tubos de captura ao final da safra tem o objetivo de reduzir ao máximo a quantidade de adultos que dispersam para áreas de algodão vizinhas ou outros habitats adjacentes que possam mantê-los vivos durante o período de entressafra do algodão. Nas condições de cultivo do algodão no Semiárido, observações têm mostrado que o bicudo se mantém vivo durante a entressafra em restos de cultura não destruídos e pode ser capturado durante todo o ano (Neves *et al.* 2013b, e Capítulo 3). Na maioria das propriedades no Semiárido, a destruição dos restos culturais, que é de fundamental importância na redução populacional do bicudo na entressafra (Walker & Smith 1996, Torres *et al.* 2009), é pouco comum entre os pequenos produtores, os quais utilizam os restos de cultura para alimentação de bovinos no campo.

O emprego de práticas iniciais contra a população do bicudo que colonizam a lavoura como a catação de estruturas caídas ao solo (Neves *et al.* 2013a) e a aplicação do caulim durante a frutificação da planta, e práticas finais como a poda apical e a destruição dos restos de cultura são de fundamental importância para a convivência com o bicudo-do-algodeiro nos moldes da agricultura familiar no Semiárido. Assim, simultâneo a destruição dos restos de cultura existe a expectativa de que a instalação dos tubos de captura na fase de colheita e destruição do algodão possa reduzir a quantidade de bicudos que abandonam a lavoura nesta fase e que poderão retornar a lavoura na safra subsequente, bem como monitorar a chegada do bicudo na lavoura.

Assim, os objetivos deste trabalho foram: verificar o efeito prática da pulverização do caulim na colonização e crescimento populacional do bicudo somado a catação de estruturas reprodutivas caídas ao solo, determinar a eficácia de tubos de captura com diferentes cores em detectar a presença e a densidade populacional do bicudo em períodos de safra e entressafra no Semiárido, e avaliar o monitoramento e a captura massal do bicudo por tubos de captura em relação à armadilha Accountrap BW, em lavouras de algodoeiro no Semiárido e no Cerrado brasileiro.

Literatura Citada

- AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários). 2012.** Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.>, acessado em 03/12/2012.
- Alavo, T.B.C., B.B. Yarou & P. Atachi. 2010.** Field effects of kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. *Int. J. Pest. Manage.* 56: 287-290.
- Alvarez, G.A. 1990.** Bases técnicas para el cultivo del algodonoero em Colômbia. Guadalupe, Bogotá, 46p.
- Armstrong, J.S., D.W. Spurgeon & C.P.C. Suh. 2006.** Comparisons of standard and extended-life boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) pheromone lures. *J. Econ. Entomol.* 99: 323-330.
- Barbosa, S., R. Braga Sobrinho, M.J. Lukefahr & O.G. Bengola. 1983.** Relatório sobre ocorrência do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, “Boll Weevil” no Brasil e recomendações para sua erradicação. Campina Grande, PB, Embrapa - CNPA, 12p. (Documento no. 21).
- Barros, E.M. & J.B. Torres. 2010.** Diagnóstico parcial do cultivo do algodão em Pernambuco. Recife, PE, UFRPE, 6p. (Informativo REDALGO no. 004).
- Bastos, C.S. & J.B. Torres. 2006.** Controle biológico e o manejo integrado de pragas do algodoeiro. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 63p. (Circular Técnica no. 72).
- Bragg, D. 1974.** Ecological and behavioral studies of *Phaeogenes cynarae*: ecology; hostspecificity; search and oviposition; and avoidance of super-parasitism. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 67: 931-936.

- Braham, M., E. Pasqualini & N. Ncira. 2007.** Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in citrus orchards. Bull. Insectol. 60: 39-47.
- Brazel, J.R., J.W. Smith & E.F. Knipling. 1996.** Boll weevil eradication, p. 625-652. In E.G. King, J.R. Phillips & R.J. Coleman (eds.), Cotton insects and mites: characterization and management. Memphis, TN, The Cotton Foundation, 1008p.
- Coakley, J.M., F.G. Maxwell & J.N. Jenkins. 1969.** Influence of feeding, oviposition and egg and larval development of the boll weevil on abscission of cotton squares. J. Econ. Entomol. 62: 244-248.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), 2013.** Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2012-2013, décimo levantamento, julho 2013, 28p. Disponível on line: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho_2013.pdf> acessado em 26/06/13.
- CONDEPE (Instituto de Planejamento de Pernambuco). 1994.** Anuário Estatístico de Pernambuco, 39:1-303.
- CONDEPE (Instituto de Planejamento de Pernambuco). 2002.** Anuário Estatístico de Pernambuco, 42:1-609.
- Cross, W.H. & H.C. Mitchell. 1966.** Mating behavior of the female boll weevil. J. Econ. Entomol. 59: 1503-1505.
- Cross, W.H. & D.D. Hardee. 1968.** Traps for survey of overwintered boll weevil populations. Coop. Econ. Ins. Rpt. 18: 430.
- Davidson, A. & R.B. Norgaard. 1973.** Economic aspects of pest control. Eur. Pl. Prot. Org. Bul. 3: 63-75.
- Degrande, P.E. 1991.** Aspectos biológicos do bicudo, p. 11-27. In P.E. Degrande (ed.), Bicudo do algodoeiro: manejo integrado. Dourados, UFMS/EMBRAPA – UEPAE, 141p.
- Degrande, P.E. 1998.** Guia prático de controle das pragas do algodoeiro. Dourados, UFMS, 60p.
- EPA (Environmental Protection Agency) 2013.** Kaolin. Disponível on line: <http://iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=chemicalsearch:3:0::no:21,3,31,7,12,25:p3_xchem_i_cal_id:2655> último acesso em 27/07/13.
- FIDEPE (Fundação de Informações para o Desenvolvimento de Pernambuco). 1981.** Anuário Estatístico de Pernambuco, 29: 1-384.

- Freire, E.C., L.P. Carvalho & M.B. Pedrosa. 1999.** Diagnóstico da atuação da Embrapa algodão perante sua clientela. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 98p. (Documento no. 58).
- Gabriel, D. 2002.** Longevidade do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. criado em hospedeiro alternativo no laboratório. Arq. Inst. Biol. 69: 123-126.
- 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.
- Garcia, M.E., L.P. Berkett & T. Bradshaw. 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.
- Guerra, A.A. & R.D. Garcia. 1982.** Seasonal patterns of boll weevil response to grandlure-baited traps in the subtropical Rio Grande Valley of Texas. Southwest. Entomol. 7: 216-220.
- Glenn, D. M., G. J. Puterka, T. Vanderzwet, R. E. Byers & C. Feldman. 1999.** Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. J. Econ. Entomol. 92: 759-771.
- Glenn, D.M. & G. Puterka. 2005.** Particle films: a new technology for agriculture. In: Horticultural Reviews. Volume 31. Edited by Jules Janick. 44p. Disponível on line: <http://media.wiley.com/product_data/excerpt/47/04716669/0471666947.pdf> acessado em 29/06/13.
- Greenberg, S.M., G.D. Jones, F. Eischen, R.J. Coleman, J.J. Adamczyk, T.X. Liu & M. Setamu. 2007.** Survival of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults after feeding on pollens from various sources. Insect Sci. 14: 503-510.
- Greenberg, S.M., T.W. Sappington, M. Setamou & R.J. Coleman. 2003.** Influence of different cotton fruit sizes on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) oviposition and survival to adulthood. Environ. Entomol. 33: 443-449.
- Higley, L.G. & R.K.D. Peterson. 1996.** The biological basis of the EIL, p. 22-40. In L.G. Higley & L.P. Pedigo (eds.), Economic thresholds for integrated pest management. Lincoln, University of Nebraska Press, 284p.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2013.** Disponível on line: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201306comentarios.pdf> acessado em 20/07/13.
- Lapointe, S.L. 2000.** Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 93: 1459-1463.

- Lemoyne, P.C., G.S. Vincent & K. MacKenzie. 2008.** Kaolin affects blueberry maggot behavior on fruit. *J. Econ. Entomol.* 101: 118-125.
- Lima Junior, I.S., P.E. Degrande, J.E. Miranda & W.J. Santos. 2013.** Evaluation of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) suppression program in the state of Goiás, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 42: 82-88.
- Lloyd, E.P. 1986.** Ecologia do bicudo do algodoeiro, p. 134-144. In S. Barbosa, M.J. Lukefahr & R. Braga Sobrinho (eds.), *O bicudo do algodoeiro*. EMBRAPA-DDT, Brasília, DF, 314p. (Documentos no. 04)
- McKibben, G.H., J.W. Smith & W.L. McGovern. 1990.** Design of an attract-and-kill device for the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Sci.* 25: 581-586.
- Miranda, J.E. 2013.** Perdas por pragas e impacto sobre o custo de produção do algodão brasileiro nas safras 2011/12 e 2012/13. In IX Congresso Brasileiro de Algodão, Brasília, DF. CD-Room.
- NCCA (National Cotton Council of America). 2010.** Disponível on line: <<http://www.cotton.org/tech/pest/bollweevil/index.cfm>> acessado em 12/05/12.
- Neves, R.C.S., J.B. Torres & M.N.B. Silva. 2010.** Época apropriada para a poda apical do algodoeiro para o controle de pragas. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 45: 1342-1350.
- Neves, R.C.S., A.T. Showler, E.S. Pinto, C.S. Bastos & J.B. Torres. 2013a.** Reducing boll weevil populations by clipping terminal buds and removing abscised fruiting bodies. *Entomol. Exp. Appl.* 146: 276-285.
- Neves, R.C.S., L.M. Vivan & J.B. Torres. 2013b.** Opção ecológica para o monitoramento e coleta massal do bicudo-do-algodoeiro. Recife, PE, UFRPE, 6p. (Informativo REDALGO no 006).
- Pedigo, L.P., S.H. Hutchins & L.G. Higley. 1996.** Economic injury levels in theory and practice. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 341-358.
- Puterka, R.J., D.M. Gleen & R.C. Pluta. 2005.** Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.* 98: 2079-2088.
- Ribeiro, P.A., E.R. Sujii, I.R. Diniz, M.A. Medeiros, M.L. Salgado-Laboriau, M.C. Branco, C.S.S. Pires & E.M.G. Fontes. 2010.** Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of Central Brazil. *Neotrop. Entomol.* 39: 28-34.
- Richetti, A., G.A. Melo Filho, F.M. Lamas, L.A. Staut & A.C. Fabrício. 2004.** Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Embrapa Pecuária Oeste, Dourados, MS. 16p. (Comunicado Técnico no. 91).

- Ryan, R.E & J.A. Rudinsk. 1962.** Biology and habitats of the Douglas-fir beetle parasite, *Coeloides brunneri* Viereck. Can. Entomol. 94: 748-763.
- Santos, R.L., R.C.S. Neves, F. Colares & J.B. Torres, 2013.** Parasitoides do bicudo *Anthonomus grandis* e predadores residentes em algodoeiro pulverizado com caulim. Semina 34: 3463-3474.
- Santos, W.J. 1991.** Estratégia para o combate do bicudo do algodoeiro no estado do Paraná, p. 53-58. In P.E. Degrande (ed.), Bicudo do algodoeiro: manejo integrado. Dourados, UFMS/EMBRAPA – UEPAE, 141p.
- Saour, G. & H. Makee. 2003.** A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) in olive groves. J. Appl. Entomol. 127: 1-4.
- Segers, J.C., T.C. Urban, D.M. George, J.H. Benedict, M.H. Walmsley & E.P. Pieters. 1987.** Seasonal numbers, sex and diapause states of boll weevils captured in pheromone traps in the lower gulf coast of Texas. Southwest. Entomol. 12: 311-316.
- Showler, A.T. & M. Sétamou. 2004.** Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the lower Rio Grande Valley of Texas. Southwest. Entomol. 29: 137-146.
- Showler, A.T. & R.V. Cantú. 2005.** Intervals between boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) oviposition and square abscission, and development to adulthood in Lower Rio Grande Valley, Texas, field conditions. Southwest. Entomol. 30: 161-164.
- Showler, A.T. & V. Abrigo. 2007.** Common subtropical and tropical nonpollen food sources of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). Environ. Entomol. 36: 99-104.
- Showler, A.T. 2001.** Effect of kaolin particle film on boll weevil feeding and oviposition on cotton squares, p. 942-947. In Proceedings, Beltwide Cotton Conference National Cotton Council, Memphis, TN. 1330p.
- Showler, A.T. 2002.** Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. J. Econ. Entomol. 95: 754-762.
- Showler, A.T. 2003.** Effects of kaolin particle film on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition and larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. Agric. Ecosyst. Environ. 95: 265-271.
- Showler, A.T. 2004.** Influence of cotton fruit stages as food source on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) fecundity and oviposition. J. Econ. Entomol. 97: 1330-1334.
- Showler, A.T. 2008.** Relationships of abscised cotton fruit to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding, oviposition, and development. J. Econ. Entomol. 101: 68-73.

- Silva, C.A.D. & F.S. Ramalho. 2013.** Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *J. Pest Sci.* 86: 563-569.
- Sisterson, M.S., Y.B. Liu, D.L. Kerns & B.E. Tabashnik. 2003.** Effects of kaolin particle film on oviposition, larval mining, and infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Econ. Entomol.* 96: 805-810.
- Soria, M.F., D. Thomazoni, R. Tachinardi & P.E. Degrande. 2013.** Alerta para o bicudo-do-algodoeiro: breve panorama pré-safra 2012/13 e ações para o combate da praga. Primavera do leste, MT, IMAmt, 4p. (Circular técnica IMAmt no 003).
- Specht, A., D.R. Soza-Gómez, S.V. Paula-Moraes & S.A. Yano. 2013.** Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. *Pesq. Agropecu. Bras.* 48: 689-692.
- Statista 2012.** Cotton production in World's 10 leading cotton producing countries in 2011/2012. Disponível on line: <<http://www.statista.com/statistics/235685/cotton-production-in-2010-and-2011-by-country>> acessado em 21/07/13.
- Suh, C.P.C., D.W. Spurgeon & S. Hagood. 2003.** Evaluation of kill strips on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) mortality in pheromone traps and impact on weevil escape. *J. Econ. Entomol.* 96: 348-351.
- Torres, J.B., E.M. Barros & R.C.S. Neves. 2009.** Práticas direcionadas ao manejo de pragas do algodoeiro no Semi-Árido de Pernambuco. Recife, PE, UFRPE, 4p. (Informativo REDALGO no 001).
- Tumlinson, J.H., R.C. Gueldner, D.D. Hardee, A.C. Thompson, P.A. Hedin & J.P. Minyard. 1971.** Identification and synthesis of the four compounds comprising the boll weevil sex attractant. *J. Organic. Chem.* 36: 2616-1621.
- Tumlinson, J.H., D.D. Hardee, R.C. Gueldner, A.C. Thompson, P.A. Hedin & J.P. Minyard. 1969.** Sex pheromones produced by male boll weevils: isolation, identification, and synthesis. *Science* 166: 1010-1012.
- Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2000.** Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* 93: 737-743.
- Villavaso, E.J., J.E. Mulrooney & W.L. Mcgovern. 2003.** Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) bait sticks: toxicity and malathion content. *J. Econ. Entomol.* 96: 311-321.

- Vilela, E.F. & T.M.C. Della Lucia. 2001.** Introdução aos semioquímicos e terminologia, p. 9-12. In E.F. Vilela & T.M.C Della Lucia (eds.), *Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. Ribeirão Preto, SP, Holos, 206p.
- Vivan, L.M., Neves, R.C.S. & J.B. Torres. 2012.** A praga mais devastadora. *A Granja* 4: 64-66.
- Walker, J.K. & C.W. Smith. 1996.** Cultural control, p. 471-509. In E.G. King, J.R. Phillips & R.J. Coleman (eds.), *Cotton insects and mites: characterization and management*. Memphis, TN, The Cotton Foundation, 1008p.
- Westbrook, J.K., R.S. Eyster & C.T. Allen. 2011.** A model for long-distance dispersal of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae). *Int. J. Biometeorol.* 55: 585-593.
- Williams, M.R. 2008.** Cotton insect losses. Disponível on line: <<http://www.entomology.msstate.edu/resources/tips/cottonlosses/data/2008/2008loss.html>> acessado em 10/07/13.

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DE CAULIM E COLETA DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS ATACADAS
SOBRE A COLONIZAÇÃO DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO *Anthonomus grandis* BOH.

(COLEOPTERA: CURCULIONIDADE)¹

ROBÉRIO C. S. NEVES²

²Departamento de Agronomia-Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua
Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

¹Neves, R.C.S. Aplicação de caulim e coleta de botões atacados sobre a colonização do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* BOH. (Coleoptera: Curculionidae). A ser submetido.

RESUMO – O bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) coloniza a planta de algodão, alimenta-se e oviposita em estruturas reprodutivas, ocasionando a sua abscisão. Este estudo investigou o efeito da pulverização de caulim e da catação de estruturas reprodutivas caídas no solo sobre a colonização e crescimento populacional do bicudo. Em casa telada e em microparcela, plantas confinadas com e sem caulim foram infestadas com bicudos e realizados os testes com e sem chance de escolha. Em campo, nas safras 2010 e 2011, pulverizações semanais de áreas com caulim foram comparadas às áreas sem caulim e sem inseticidas, além da realização da catação das estruturas caídas ao solo. Os testes com chance de escolha resultaram em 2,2x; 4,4x e 8,6x mais bicudos, oviposição e alimentação nas plantas sem caulim, respectivamente, após 24h da liberação. No teste sem escolha, não houve influência do caulim na colonização e crescimento populacional do bicudo. Em campo, também não houve interferência do caulim na colonização do bicudo em 2010, quando as primeiras pulverizações coincidiram com maior período de precipitação e foram coletadas das parcelas sem caulim 1,7x mais estruturas atacadas pelo bicudo. Por outro lado, em 2011, o tratamento com caulim foi semelhante às aplicações com inseticidas retardando a colonização do bicudo e reduzindo as estruturas atacadas em oito das doze avaliações e foram coletadas 2,7x e 2,0x mais estruturas nas parcelas sem caulim *versus* com caulim e inseticida, respectivamente. Assim, o caulim e a catação demonstram potencial na redução da colonização populacional do bicudo-do-algodoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo integrado de pragas, controle físico, controle cultural, Semiárido

APPLICATION OF KAOLIN AND ABCISED FRUITING STRUCTURES REMOVING ON
THE COLONIZATION OF BOLL WEEVIL *Anthonomus grandis* BOH. (COLEOPTERA:
CURCULIONIDADE)

ABSTRACT – The boll weevil *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) colonizes cotton plants, feeds and lays eggs inside fruiting structures inducing their abscission. This study evaluated the impact of kaolin sprayings and removing abscised fruiting structures on colonization and population growth of boll weevil. In greenhouse and microplots, free- and non-choice tests were conducted with plants infested with weevils comparing unsprayed and sprayed plants with kaolin. In the field, plants were sprayed weekly with kaolin in 2010 and 2011 seasons and compared to unsprayed plots and insecticide applications. Furthermore, the abscised fruiting structures were also collected. In the free-choice test was found 2.2x, 4.4x, and 8.6x more weevils, egg laying and feeding punctures on unsprayed plants 24h after weevil's releasing, respectively. In the non-choice test, there was no influence of kaolin sprays on boll weevil's population growth. In the field, kaolin sprayings did not restrain boll weevil colonization in 2010 season when the sprayings coincided with high rainfall. Despite that, 1.7x lower number of damaged structures were collected from kaolin-sprayed plots. In 2011 season, kaolin and insecticide sprayings resulted in significant reduction on number of damaged structures during 8 out of 12 evaluations. Plots conducted under kaolin and insecticide sprayings resulted in 2.7x and 2.0x lower damaged structures by boll weevil compared to plots without sprayings, respectively. Thus, weekly kaolin sprayings and removing abscised fruiting structures show potential to reduce the colonization and population growth of boll weevil.

KEY WORDS: Integrated pest management, physical control, cultural control, Semiarid

Introdução

A ocorrência de pragas na cultura do algodoeiro resulta em redução de produtividade a níveis que podem limitar o cultivo. Entre as pragas-chave destaca-se o bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), que ocorre em todas as regiões produtoras de algodão das Américas. As infestações do bicudo-do-algodoeiro são um problema de difícil manejo na cultura, independente do sistema de produção e da tecnologia empregada (Torres *et al.* 2009). O método de controle mais utilizado para a redução das infestações do bicudo é o controle químico usualmente conduzido com inseticidas de contato e de amplo espectro (Haney *et al.* 1996, Lima Junior *et al.* 2013). Desta forma, o bicudo vem sendo responsável pela maioria das pulverizações com inseticidas na lavoura de algodão, especificamente, durante a fase reprodutiva, da emissão dos botões florais à abertura das maçãs (Lima Junior *et al.* 2013).

Adultos do bicudo-do-algodoeiro colonizam as lavouras de algodão predominantemente quando as plantas emitem os primeiros botões florais, que são as estruturas preferenciais para alimentação e oviposição desse inseto (Neff & Vanderzant 1963, Smith *et al.* 1965). A oviposição nos botões florais do algodoeiro induz a abscisão acentuada destas estruturas após cinco a sete dias, sendo uma causa direta da redução da produção (White & Rummel 1978, Showler 2008). Os botões florais atacados caem ao solo e as larvas em desenvolvimento completam o ciclo no seu interior, o que resulta em aumento populacional do bicudo na lavoura e, conseqüente ataque de maçãs em desenvolvimento e de novos botões florais, que são continuamente produzidos pela planta (Summy *et al.* 1993, Neves *et al.* 2013a). A oviposição nas maçãs em desenvolvimento, maiores que 2 cm de diâmetro não resulta na sua queda precoce, mas acarreta em formação irregular dos capulhos, pois os lóculos que contem a larva do bicudo

não se desenvolvem (maçãs carimãs). Assim, a coleta de botões florais e maçãs pequenas atacadas caídas ao solo pode minimizar o crescimento populacional da praga em até 60% em relação a não adoção desta prática em condições de experimentação (Neves *et al.* 2013a).

Como o desenvolvimento das fases de ovo, larva e pupa do bicudo ocorre no interior dos botões florais e maçãs, tanto o controle com inseticidas quanto o controle biológico natural são limitados por acarretarem baixa mortalidade da praga nas fases imaturas (Ramalho & Wanderley 1995, Neves *et al.* 2010, Santos *et al.* 2013). Devido à dificuldade de controle após o estabelecimento do bicudo na lavoura, uma forma de minimizar as perdas ocasionadas pela praga é evitar ou retardar a colonização das plantas. Assim, a pulverização das plantas com o caulim tem surgido como uma prática alternativa que visa reduzir a colonização da área tratada e a infestação da lavoura pelo bicudo-do-algodoeiro (Showler 2002, Silva & Ramalho 2013).

O caulim é um mineral composto por alumino e silicato $[Al_4Si_4O_{10}(OH)_8]$, de coloração branca, poroso, não expansivo, que se dispersa em água e é quimicamente inerte sobre uma larga gama de pH (Glenn & Puterka 2005). Além disso, é um produto não tóxico aos animais e aos seres humanos, com impacto sobre a fauna benéfica variando de baixo impacto em poucos grupos de inimigos naturais a efeito nulo (Showler & Sétamou 2004, Santos *et al.* 2013). Aplicações do caulim não provocaram interferência sobre os principais parasitoides do bicudo-do-algodoeiro no Semiárido de Pernambuco, *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolaccus grandis* Burks (Hymenoptera: Pteromalidae), bem como sobre o comportamento de parasitismo (Santos *et al.* 2013).

O grau de revestimento do caulim puro é maior que 90% e tem uma qualidade de brilho acima de 85% (Harben 1995). Portanto, além de ser uma barreira física, que pode dificultar a aceitação da planta por insetos herbívoros, o caulim deixa a planta com coloração branca

brilhosa, podendo torná-la menos preferida pelo bicudo (Showler & Sétamou 2004). Diante disso, o caulim vem sendo testado como forma de reduzir a colonização das plantas pelas pragas (Garcia *et al.* 2003). Aplicações de caulim em campo resultaram na supressão da infestação de pragas como *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) em maçã e pera (Unruh *et al.* 2000), *Bactrocera oleae* (Gmelin.) (Diptera: Tephritidae) em oliva (Saour & Makee 2003), *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) em citros (Braham *et al.* 2007), *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) em cebola, (Larentzaki *et al.* 2008) e *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) em melão (Liang & Liu 2002).

Na cultura do algodão, aplicações do caulim foram testadas isoladamente para o controle de *Spodoptera exigua* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae) (Showler 2003), da lagarta rosada *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Sisterson *et al.* 2003), e da *Helicoverpa armigera* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae), bem como para o bicudo *A. grandis* (Showler 2002, Silva & Ramalho 2013). Os resultados obtidos nos estudos mostram efeitos de proteção das estruturas das plantas cobertas com o caulim contra oviposição das mariposas e do bicudo.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da pulverização do caulim sobre a colonização e crescimento populacional do bicudo-do-algodoeiro sobre plantas de algodão em condições de casa-de-vegetação e campo, associada à prática cultural da catação de estruturas reprodutivas, botões florais e maçãs, caídas ao solo.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Dois Irmãos, Recife, PE, entre os

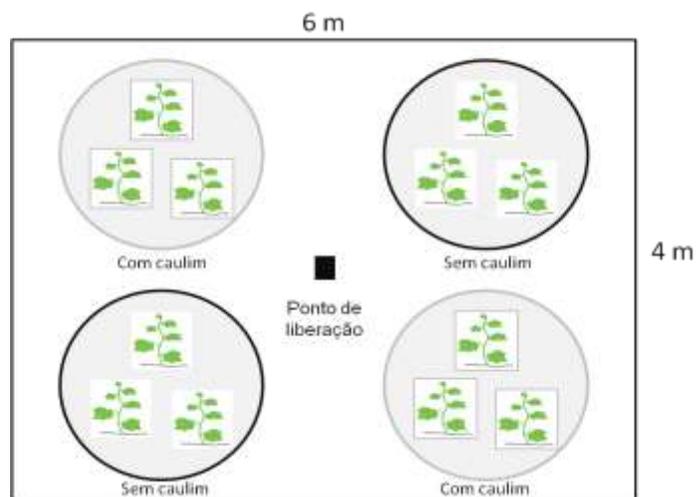
meses de dezembro/2010 e março/2011, e em propriedade particular, localizada na comunidade de Furnas, Surubim, PE (coordenadas 07°53'48,9" S e 35°49'19,2" O) durante as safras 2010 e 2011. Portanto, o estudo foi realizado em duas etapas: na primeira etapa foi estudada a colonização de *A. grandis* sobre plantas tratadas com o caulim em casa-de-vegetação e em microparcels; e na segunda etapa foi avaliada a colonização inicial do bicudo, em parcelas pulverizadas com caulim e catação de estruturas reprodutivas caídas ao solo.

Obtenção dos Bicudo-do-Algodoeiro. Os insetos adultos utilizados nos experimentos foram oriundos de estruturas reprodutivas coletadas da área experimenta em Surubim, PE. Os adultos recém-emergidos foram individualizados e alimentados com folhas cotiledonares das plântulas de algodão por até cinco dias, quando então foram agrupados em placas de Petri até o início da cópula. Os casais formados foram então mantidos em potes plástico de 50mL por 48h, até a liberação.

Preferência do Bicudo-do-Algodoeiro entre Plantas Pulverizadas ou não com o Caulim. O experimento com chance de escolha foi realizado em casa telada possuindo as dimensões de 6 x 4 x 3m (comprimento x largura x altura) construídas com tela antiafídica e cobertas com filme agrícola. Cada telado foi composto por quatro microparcels, anéis de cimento de 1 x 0,5m (diâmetro x altura) contendo solo, onde foram cultivadas as plantas de algodão. Em cada microparcels foram cultivadas três plantas de algodão da variedade BRS Rubi equidistantes 50cm entre si (esquema 1).

O experimento foi conduzido empregando dois tratamentos por telado: plantas pulverizadas com o caulim e plantas sem pulverização com o caulim. Os tratamentos foram sorteados para serem aplicados nas microparcels e nas plantas em duas microparcels alternadas. Assim, duas microparcels por telado foram consideradas como uma repetição de

cada tratamento. Ao todo foram conduzidas oito repetições no estudo com 16 microparcelsas em cada tratamento. As plantas foram pulverizadas com o caulim aos 65 dias após a sementeira, momento em que apresentavam pico de produção de botões florais e pequenas maçãs. A calda do caulim (Caulisa, Indústria de Caulim S.A., Campina Grande, PB) foi preparada com 60g de caulim/L de água, a qual foi adicionada o espalhante adesivo Will Fix (Charmon Destyl Indústria Química Ltda., Campinas, SP) a 0,025%. A aplicação foi realizada em toda a planta até o ponto de escorrimento empregando um pulverizador costal Jacto® de 20L de capacidade com bico do tipo cone vazio. Durante o período do experimento, a temperatura no interior do telado foi, em média, $28,3 \pm 6,48^{\circ}\text{C}$ (média \pm desvio padrão), enquanto a umidade relativa foi de $54,2 \pm 5,81\%$.



Esquema 1 – Distribuição das plantas do algodoeiro pulverizado com caulim e sem caulim no experimento com chance de escola em casa telada.

Após ~16h da pulverização, entre 7:00 e 8:00h da manhã do dia seguinte, 24 casais do bicudo foram liberados em cada telado contendo quatro microparcelsas cada, sendo as plantas de duas microparcelsas pulverizadas com caulim e duas sem caulim (tratamento controle). A avaliação iniciou-se 24h após a liberação dos casais, pelo método de inspeção visual de todas as

plantas e suas estruturas reprodutivas determinando-se sinais de alimentação ou oviposição do bicudo e, também, a presença dos adultos do bicudo. Esta mesma avaliação foi repetida com 48h após a liberação dos casais.

A preferência do bicudo entre plantas com ou sem caulim foi comparado pelo número total de bicudos recapturados por tratamento e estruturas com sinais de ataque após 24 e 48h da liberação no teste com chance de escolha. Para a análise, os dados foram transformados em raiz quadrada ($x+0,5$) e em seguida, os dados foram comparadas pelo teste de t pareado ao nível de 5% de probabilidade, empregando o PROC TTEST do SAS (SAS Institute 2001).

Colonização do Bicudo em Algodoeiro Pulverizado com Caulim. O experimento sem chance de escolha foi realizado em microparcels similares aquelas utilizadas no experimento anterior, porém em ambiente externo. Em cada microparcela foram cultivadas três plantas de algodão da variedade BRS Rubi equidistantes 50cm. O estudo foi conduzido em 22 microparcels, sendo 11 microparcels empregadas para o tratamento pulverização com o caulim e 11 microparcels para o tratamento sem o caulim. Cada microparcela (repetição) com três plantas foi confinada com gaiolas de tela antiafídica.

As plantas do tratamento com o caulim foram submetidas à pulverização aos 68 dias após a sementeira, momento em que as plantas apresentavam pico de produção de botões florais e pequenas maçãs. A pulverização com o caulim procedeu de forma similar ao experimento com chance de escolha descrito anteriormente. Após a pulverização das plantas, essas foram confinadas, empregando-se gaiolas cilíndricas de 1m de diâmetro e 1,20m de altura, confeccionadas com tela antiafídica sustentadas por estrutura de ferro. A lateral da gaiola possui uma abertura longitudinal em toda a sua altura e fechada em Velcro® de 4cm de largura, permitindo a avaliação das plantas no seu interior.

Duas horas após a pulverização, com o caulim seco sobre as plantas, dois casais do bicudo foram liberados no interior das gaiolas. A avaliação da infestação foi realizada com 10 e 20 dias após a liberação dos casais, através da inspeção das estruturas reprodutivas nas três plantas e no solo. Foi quantificado o número de estruturas com sinais de oviposição e alimentação e o número de bicudos dentro das gaiolas após o período de confinamento. Assim, o efeito na colonização do bicudo em plantas pulverizadas ou não com o caulim foi comparado pela quantidade de estruturas atacadas e pelo número de bicudos presentes, aos 10 e 20 dias após a liberação. Para a análise, os dados do número de bicudos, botões e maçãs atacadas foram transformados em raiz quadrada ($x+0,5$) e em seguida, os dados foram comparadas pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade, empregando o PROC TTEST do SAS (SAS Institute 2001).

Colonização do Algodoeiro pelo Bicudo quando Pulverizado com Caulim, em Campo. Na safra 2010, a área cultivada foi preparada com aplicação de calcário (~ 500Kg/ha) 60 dias antes do plantio, sendo então arada e gradeada para o plantio, enquanto que na safra de 2011 o preparo do solo constou apenas de gradagem. Os plantios foram realizados nos dias 10 de abril de 2010 e 30 de maio de 2011, ambos com a densidade de oito a nove sementes por metro linear, empregando-se a variedade BRS Rubi. O desbaste das plantas foi realizado aos 20 dias após o plantio (DAP), deixando de cinco a seis plantas por metro linear. O espaçamento adotado foi de 1,0m entre as linhas, o qual é adotado na região, para permitir o controle de plantas daninhas com uso de cultivador de tração animal. A adubação de fundação foi feita com ~100g da formulação 04-14-08 (N-P-K) por metro de sulco de plantio e a adubação de cobertura com 90g de sulfato de amônia por metro linear, em duas aplicações, 40 e 80 DAP. O controle de plantas daninhas foi realizado com cultivador de tração animal e retoques feitos com enxada na linha de plantio aos 30 e 60 DAP. A precipitação foi monitorada semanalmente com pluviômetro

instalado no local, enquanto que a temperatura e a umidade relativa foram registradas em intervalos de 30 minutos empregando-se o Datalogger Hobo[®] (Onset Computer Corp., Bourne, MA, EUA).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições (blocos) por tratamento. Cada bloco foi composto por parcelas contendo 10 fileiras com 12m de comprimento. Entre os blocos e os tratamentos foram cultivadas duas fileiras de milho híbrido AG122.

Na safra 2010, o estudo foi conduzido com dois tratamentos: pulverizações com caulim (+caulim) e sem caulim (-caulim). As aplicações com o caulim foram iniciadas aos 47 dias após o plantio. O caulim foi aplicado na diluição de 60g/L, com espalhante adesivo Will Fix a 0,025%, até a abertura dos primeiros capulhos, totalizando 10 pulverizações. O volume da calda por aplicação variou de 20 a 40L/480m² de parcela, da primeira até a última pulverização, respectivamente, em função do desenvolvimento das plantas. As aplicações foram realizadas utilizando pulverizador costal manual Jacto[®] PJH com 20L de capacidade, com bico do tipo cone vazio.

Na safra 2011, o estudo foi conduzido de forma similar a 2010, porém com três tratamentos: aplicações com o caulim (+caulim), sem aplicações do caulim (-caulim), e com controle químico como padrão de comparação (+inseticida). As aplicações com o caulim foram iniciadas aos 47 DAP, e feitas conforme descrito anteriormente. Em 2011, no entanto, foram realizadas 11 pulverizações com o caulim. O tratamento controle químico consistiu-se de cinco aplicações, sendo três aplicações com o organofosforado Suprathion 400 EC (Milenia Agrociência S.A.), na dose recomendada pelo fabricante de 1L/ha, e duas aplicações com o piretroide Karate Zeon 50 CS (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.), na dose recomendada pelo

fabricante de 0,3L/ha. As aplicações dos inseticidas foram realizadas de acordo com o índice de infestação do bicudo no tratamento. O nível de controle adotado no início (até 55 dias) foi de 5% de botões florais atacados e, após os 55 dias do plantio, 10% de botões atacados (Degrande 1998).

As avaliações em ambas as safras foram realizadas com amostragem semanal no momento antes da aplicação através da inspeção das plantas e coleta das estruturas atacadas caídas ao solo. A amostragem na planta consistiu-se da inspeção visual ao acaso de 10 plantas por repetição, observando as estruturas reprodutivas. Em cada planta foram observados três botões florais e três maçãs (quando presentes), visando quantificar o número de bicudos e os sinais de oviposição ou de alimentação nestas estruturas, totalizando 60 estruturas por amostragem e repetição.

A coleta das estruturas caídas ao solo foi iniciada aos 62 DAP em 2010 (11 de junho) e aos 53 DAP em 2011 (22 de julho) nas parcelas dos tratamentos com caulim, sem caulim e com inseticida; no momento que foi constatada a presença dos primeiros botões florais caídos. A avaliação das estruturas coletadas foi realizada quantificando-se os sinais de ataque do bicudo nos botões florais e nas maçãs < 10mm de diâmetro. As estruturas coletadas foram acondicionadas em sacos de algodão de 30L, identificadas quanto ao tratamento, repetição e data de coleta. Ao todo, foram realizadas oito coletas em 2010 e dez coletas em 2011. Em laboratório, as estruturas coletadas foram quantificadas e separadas entre botões florais e maçãs, com sinal de ataque do bicudo (orifícios de alimentação e oviposição) ou não atacadas (abscisão natural).

Após a avaliação de todas as estruturas coletadas, amostras de cada tratamento foram retiradas (aproximadamente 200 botões florais) e acondicionadas em gaiolas de emergência confeccionadas de garrafas tipo PET. As gaiolas apresentavam aberturas na lateral (6mm), fechadas com tela de aço (1mm) e uma abertura na parte superior, fechada com tecido organza

preso com fita adesiva. Deste modo, permitiu-se a redução do excesso de umidade presente nas estruturas reprodutivas. Na safra 2011, menos estruturas foram coletadas, assim, os botões florais e as maçãs coletadas foram acondicionadas separadamente empregando potes plásticos de polipropileno transparente de 500mL de volume (Prafesta[®], Mairiporã, SP), com tampa contendo abertura circular de 6cm de diâmetro e fechada com tela de náilon. Além disso, também visando reduzir o excesso de umidade das estruturas no interior dos potes, o fundo dos recipientes foi forrado com uma folha de papel toalha, que foi trocada quando necessário. Tanto em 2010 como em 2011, o material foi mantido a 25 ± 2 °C, fotoperíodo de 12h e umidade relativa de ~60%. O total de bicudos adultos emergidos das estruturas coletadas foi quantificado aos 5, 10 e 15 dias após o acondicionamento do material nos recipientes.

A produção de algodão nos tratamentos foi obtida através da colheita de amostras de todos os capulhos produzidos em 1,0m de fileira, empregando-se duas amostras como média da repetição. Os capulhos foram colhidos aos 142 e 145 DAP nas safras 2010 e 2011, respectivamente. Em ambas as safras, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, identificados quanto ao tratamento e levados ao laboratório para pesagem. O peso da amostra em 1m de fileira foi multiplicado por um hectare em metro linear (espaçamento 0,9m) para obtenção da produção estimada em cada tratamento.

Antes da análise, os dados dos botões florais, maçãs avaliadas e bicudos adultos quantificados em cada repetição foram transformados em porcentagem. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolgomorov-Smirnov) e homogeneidade de variância (Bartlett) e, quando necessário, foram transformados em raiz quadrada ($x + 0,5$) para atender os pré-requisitos da análise de variância (ANOVA). Na comparação dos tratamentos entre si e ao longo do tempo (datas de amostragem) foi realizada ANOVA, considerando-se o

procedimento com medidas repetidas no tempo (repetidas amostragens na mesma repetição), através PROC GLM do SAS. A separação das médias entre tratamentos em cada data de avaliação foi realizada pelo teste de Tukey HSD ($P = 0,05$). Os dados do número de estruturas coletadas com ataque, do número de bicudos emergidos e da produção estimada foram transformados em raiz quadrada ($x + 0,5$) quando necessário e, posteriormente, submetidos à ANOVA pelo PROC ANOVA do SAS. Quando significativo, para efeito de tratamento, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey HSD ao nível de 5% de probabilidade (SAS Institute 2001).

Resultados

Preferência do Bicudo-do-Algodoeiro entre Plantas Pulverizadas ou não com o Caulim. A colonização das plantas de algodão pulverizadas com caulim foi menor quando comparada a plantas não pulverizadas após 24h ($t_{GL=14} = -2,84$; $P = 0,0131$) e 48h ($t_{GL=14} = -4,22$; $P = 0,0009$) da liberação dos adultos. Em média, 2,2x e 2,7x mais bicudos foram encontrados nas plantas sem caulim 24h (5,25 vs 2,37 bicudos) e 48h (11,8 vs 4,37 bicudos) (Fig. 1 - 24h e 48h).

A quantidade de estruturas com sinais de oviposição do bicudo foi, em média, 4,4x e 1,5x maior em plantas não pulverizadas após 24 e 48h a liberação dos bicudos, respectivamente, porém sem diferença estatística (Fig. 1). Da mesma forma, não foi detectada diferença entre os tratamentos, embora sendo encontradas 8,6x e 2,4x mais estruturas com sinais de alimentação do bicudo nas plantas não pulverizadas com caulim após 24h e 48h da liberação do adulto (Fig. 1).

Colonização do Bicudo em Algodoeiro Pulverizado com Caulim. A pulverização da planta com caulim e sua exposição ao bicudo sem chance de escolha não demonstrou diferença no número de estruturas com oviposição e alimentação após 10 dias ($t_{GL=20} = -1,03$; $P = 0,3174$) e

aos 20 dias ($t_{GL=20} = 0,21$; $P = 0,8340$) do confinamento. O número médio de ataques (oviposição e alimentação) aos 10 e 20 dias após a infestação foi de 9,1 e 36,8 estruturas em plantas sem pulverização com o caulim e 10,9 e 38,7 estruturas em plantas pulverizadas com o caulim, respectivamente. Do mesmo modo, o número médio de bicudos presentes nas plantas pulverizadas ou não com caulim não foram diferentes após 10 ($P = 0,6657$) e 20 dias ($P = 0,5725$) do confinamento. Aos 10 dias após a liberação foram encontrados, em média, 0,27 e 0,37 bicudos em plantas com caulim e sem caulim, respectivamente. Aos 20 dias após a liberação, quando já havia ocorrido a emergência de bicudos da primeira geração após a liberação, foram encontrados 18,5 e 23,2 bicudos nas plantas pulverizadas ou não com o caulim, respectivamente, demonstrando um crescimento populacional de 10,4 vezes em ambos os tratamentos.

Colonização do Algodoeiro pelo Bicudo quando Pulverizado com Caulim, em Campo. No período do plantio a colheita em 2010 (abril - agosto), a temperatura média registrada foi de $23,1 \pm 4,7^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $49 \pm 25,9\%$ e precipitação acumulada de 491mm. Do plantio a colheita em 2011 (maio - outubro), a temperatura média foi de $22,8 \pm 4,5^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa do ar de $74,5 \pm 8,4\%$ e precipitação acumulada de 808mm. Com relação à precipitação acumulada no período de aplicação, a maior quantidade de chuva foi registrada no período entre a terceira e a quarta aplicação em 2010, que correspondeu a 280mm em 11 dias. Já em 2011 a quantidade de chuva acumulada foi de apenas 17mm em seis dias após a primeira aplicação (Tabela 1).

A partir da constatação dos primeiros botões florais atacados, ocorreu aumento progressivo, na porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas na safra 2010 (botões, $F_{10, 30} = 110,79$; $P < 0,0001$; maçãs, $F_{10, 30} = 127,48$; $P < 0,0001$), e na safra 2011 (botões, $F_{11, 33} = 28,79$;

$P < 0,0001$; maçãs, $F_{11, 33} = 34,43$; $P < 0,0001$) (Fig. 2A-D). Em 2010, não foi observada diferença na porcentagem de botões atacados entre os tratamentos em sete das onze avaliações, a partir da quarta avaliação quando ocorreram os primeiros botões atacados. Porém, no tratamento +caulim foi observado menor ataque na última avaliação ($F_{1, 10} = 3,33$; $P = 0,0145$) (Fig. 2A). Nesta última avaliação foi observado 58,3% de estruturas atacadas no tratamento +caulim comparado a 83,3% de estruturas atacadas no tratamento -caulim. Em relação à porcentagem de maçãs atacadas, não houve diferença significativa entre os tratamentos em todas as avaliações.

Em 2011, os primeiros botões florais atacados foram constatados na terceira avaliação, na qual foi observada maior porcentagem de botões atacados pelo bicudo no tratamento -caulim (8,3% em 31 de julho), em relação ao tratamento com caulim (1,7%) e com inseticidas (0%) ($F_{2, 119} = 3,98$; $P = 0,0214$) (Fig. 2B). Nas demais avaliações (15, 22 e 28 de agosto e 05, 12 e 24 de setembro e 02 de outubro) foram observadas maiores porcentagens de botões atacados no tratamento -caulim em relação aos tratamentos +caulim e +inseticida (Fig. 2B). Com relação à porcentagem de maçãs atacadas foi detectada diferença entre os tratamentos na última avaliação, em 02 de outubro ($F_{2, 119} = 10,42$; $P < 0,0001$) (Fig. 2D). A porcentagem de maçãs atacadas foi superior no tratamento -caulim (33,3%) quando comparada aos tratamentos +caulim (12,6%) e +inseticida (11,6%).

O número de bicudos encontrados nas plantas variou ao longo do tempo em 2010 (ANOVAR; $F_{10, 30} = 11,79$; $P < 0,0001$), mas não durante a safra de 2011 (ANOVAR; $F_{11, 33} = 1,54$; $P = 0,1096$). Embora apresentando diferença no crescimento populacional ao longo do desenvolvimento das plantas em 2010, a população foi similar entre os tratamentos +caulim e -caulim ($F_{1, 21} = 0,02$; $P = 0,8904$), com média de 0,8 e 0,9 bicudos nos tratamentos +caulim e -caulim, respectivamente. Na safra 2011, a média de bicudos nas plantas foi três vezes maior no

tratamento sem pulverizações com o caulim (média de 0,25), porém não diferindo estatisticamente do tratamento +caulim (média de 0,08) em 60 estruturas avaliadas ($F_{2, 35} = 1,19$; $P = 0,3495$).

A coleta das primeiras estruturas reprodutivas caídas no solo apresentando sinais de ataque do bicudo ocorreu na segunda catação, aos 73 e 62 DAP, em 2010 e 2011, respectivamente. Nestas avaliações tanto as estruturas atacadas quanto o número de bicudos emergidos não diferiram entre os tratamentos +caulim e -caulim em 2010, e tratamentos +caulim, -caulim e +inseticida em 2011 (Tabela 2). Na segunda catação em 2010 foram retiradas da área, em média, 35 e 37 estruturas atacadas por parcela, que originaram dez bicudos no tratamento -caulim e cinco bicudos no tratamento +caulim indicando 50% de redução na população. No entanto, na segunda catação da safra 2011, resultou em baixa quantidade de botões florais atacados e bicudos emergidos (Tabela 2). Na sétima catação em 2010, aos 111 DAP, foi verificada diferença entre os tratamentos +caulim e -caulim para quantidade de estruturas atacadas no solo ($F_{1, 7} = 16,04$; $P = 0,0071$) e bicudos emergidos ($F_{1, 7} = 13,31$; $P = 0,0107$). Em média, 1.350 estruturas foram coletadas no tratamento -caulim, com 830 bicudos emergidos, comparado a 483 estruturas no tratamento +caulim e 319 bicudos emergidos (Tabela 2).

Em 2011, somente na sétima catação, aos 98 DAP, houve diferença entre os tratamentos +caulim, -caulim e +inseticida na quantidade de estruturas atacadas caídas e coletadas ($F_{2, 11} = 11,49$; $P = 0,0089$) e bicudos emergidos ($F_{2, 11} = 5,31$; $P = 0,0330$), respectivamente. Em média, foram encontradas 12 e 19 estruturas atacadas, com 9 e 10 bicudos, nos tratamentos +caulim e +inseticida em comparação as 70 estruturas atacadas, com 36 bicudos emergidos no tratamento -caulim. Além disso, também foi observada diferença entre os tratamentos na nona ($F_{2, 11} = 5,78$; $P = 0,0399$; $F_{2, 11} = 36,84$; $P = 0,0004$) e na décima ($F_{2, 11} = 5,73$; $P = 0,0406$; $F_{2, 11} = 13,40$; $P =$

0,0061) coleta quanto ao número de estruturas atacadas e bicudos emergidos, respectivamente (Tabela 2).

A aplicação do caulim, durante a safra de 2010 resultou em redução de aproximadamente 50% de estruturas atacadas e coletadas do solo (1.731 *versus* 3.334) e de bicudos emergidos (878 *versus* 1.930), comparada ao tratamento sem caulim (Tabela 2). Esta diferença de 50% também foi mantida na safra 2011 entre os tratamentos –caulim e +caulim ou +inseticida (Tabela 2).

Baseado na produção de pluma e sementes, a aplicação do caulim não resultou em maior produção em 2010 ($F_{1, 7} = 0,05$; $P = 0,8316$; Fig. 3). Por outro lado, na safra de 2011 foi observada diferença entre os tratamentos ($F_{2,11} = 4,27$; $P = 0,0496$), com maior produção nos tratamentos +caulim e +inseticida e superiores em relação ao tratamento –caulim (Fig. 3).

Discussão

A aplicação do caulim interfere na escolha da planta pelo bicudo, como demonstrado nos testes com chance de escolha, em que maior número de adultos do bicudo permaneceram sobre as plantas sem caulim em relação às plantas pulverizadas com o caulim. A maior escolha por plantas sem caulim indica que a modificação do espectro de cor do algodoeiro dificulta a escolha do bicudo. Essa preferência também foi evidenciada no estudo de Showler (2002) quando ofertou botões florais sem brácteas e pulverizados com o caulim em placas de Petri. A mudança do espectro de cor parece ser um fator que desvia a colonização do bicudo, como acontece com genótipos de algodoeiro de folhas avermelhadas que são menos preferidos pelo bicudo para oviposição (Weaver Junior & Reddy 1977, Vidal Neto *et al.* 2005). A mudança no espectro de cor como a pigmentação vermelha e o branco do caulim dificulta a detecção da planta pelo

bicudo, porém, uma vez colonizada a planta esta é atacada similarmente a uma planta verde ou sem caulim (Hunter *et al.* 1965, dados sem chance de escolha).

A cobertura da planta com o caulim realizada apenas uma vez, no entanto, não interferiu no crescimento populacional do bicudo na condição de confinamento sem chance de escolha, bem como com aplicações sucessivas no campo em 2010 (Fig. A e C). Ao longo do tempo os bicudos conseguem colonizar, alimentar e ovipositar sobre as estruturas, apesar da presença do caulim mesmo quando as pulverizações foram feitas semanalmente. Esses resultados de baixa proteção das plantas em 2010 sobre a colonização pelo bicudo concordam com Showler (2002) quando o excesso de chuva também removeu a proteção feita pelo caulim.

Vale ressaltar, no entanto, que em 2010 ocorreu uma concentração da precipitação simultânea a colonização da área pelo bicudo ocorrido na terceira e quarta pulverização com o caulim (Tabela 1). Como a manutenção do caulim sobre a planta sofre ação de fortes chuvas, a camuflagem da planta foi reduzida durante o período entre as pulverizações em 2010, quando o alto índice pluviométrico concentrado durante as pulverizações resultou em um período de 11 dias sem a proteção do caulim após a segunda avaliação. Assim, neste período quando se esperava maior efeito do caulim reduzindo a colonização da lavoura pelo bicudo as chuvas contínuas possivelmente reduziram a eficácia de cobertura das plantas pelo caulim. Na avaliação posterior ao período de 11 dias sem aplicação foram encontrados os primeiros adultos e estruturas atacadas. Portanto, o sucesso ou não do caulim contra a colonização do bicudo no algodão está associado à época de ocorrência da precipitação e sua intensidade. Quando a colonização coincidiu com períodos de menor precipitação, o caulim exerceu a sua função de camuflar as plantas de algodão e retardar ao máximo a colonização pelo bicudo.

A entrada precoce dos primeiros adultos do bicudo, devido à falta de cobertura do caulim ocasionada pela precipitação concentrada nas avaliações iniciais em 2010 gerou uma maior abundância de adultos na lavoura, que permitiu inclusive a sua constatação. Encontrar adultos do bicudo é algo menos comum no monitoramento por inspeção visual das plantas, isso só ocorre quando as lavouras já estão apresentando certo nível de infestação (Neves *et al.* 2013a). Fato que a maneira mais correta para se determinar o início da colonização do bicudo na lavoura é pela detecção dos primeiros botões florais atacados e não pela presença dos adultos (Degrande 1998).

A catação das estruturas reprodutivas em 2010 foi responsável pela remoção de grande quantidade de bicudos da lavoura, sendo este resultado confirmado com a emergência de bicudos das estruturas coletadas. As coletas das estruturas realizadas ao mesmo tempo das aplicações de caulim reduziram os botões florais atacados ao final da safra 2010, mesmo após ter ocorrido a colonização precoce do bicudo. Dentre as estruturas coletadas, a maioria foi de botões florais que apresentava sinais de oviposição. De acordo com Showler & Cantu (2005), a postura do bicudo causa a queda dos botões florais, embora possa ocorrer abscisão de botões florais e maçãs pequenas (<0,5cm) devido ao estresse fisiológico, relacionado às temperaturas elevadas, à deficiência de nutrientes e ao déficit hídrico (Ritchie *et al.* 2007).

Na safra 2011, as plantas pulverizadas semanalmente com o caulim sofreram menor infestação do bicudo. Os resultados mostraram que desde o início das avaliações, as aplicações com o caulim resultaram em menor colonização das plantas pelo bicudo, fazendo com que as plantas apresentassem menores perdas de estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, alcançassem maior produção (Fig. 3). Os resultados das pulverizações com o caulim foram semelhantes aos encontrados com as pulverizações de inseticidas. A ocorrência do bicudo em 2011 foi menor, se comparado aos resultados encontrados em 2010, safra em que as aplicações

com o caulim não surtiram controle desejado, devido à atípica concentração da chuva no período, o que permitiu a colonização precoce da lavoura pelo bicudo.

As coletas das estruturas reprodutivas caídas no solo na safra 2011, somadas ao efeito das aplicações com o caulim retardaram o crescimento populacional do bicudo comparando-se às áreas sem pulverizações com o caulim. A coleta das primeiras estruturas caídas no solo que ocorreu somente aos 77 dias após o plantio, e a menor quantidade dessas estruturas no solo demonstrou que houve maior eficiência da prática nas áreas com pulverizações com o caulim. A realização da prática de catação visando coletar as primeiras estruturas caídas no solo é de fundamental importância para o seu sucesso, pois evita que os bicudos completem a primeira geração dentro da lavoura (Burt *et al.* 1969, Neves *et al.* 2013a). A catação remove um número substancial de bicudos imaturos que podem produzir novos adultos, infestando o algodão circundante.

A produção de algodão da safra 2011 foi superior à produção em 2010. Um dos motivos para essa diferença foi à irregularidade na precipitação durante a safra 2010, que só ocorreu 15 dias após o plantio. O déficit hídrico retardou o crescimento das plantas e o desenvolvimento das estruturas reprodutivas. Além disso, quando as chuvas retornaram houve coincidência com o período que era necessário uma contínua cobertura das plantas pelo caulim, o que acabou reduzindo a sua eficácia contra o bicudo, e resultou na elevada taxa de queda de estruturas atacadas (Tabela 2). Em 2011, o efeito de não preferência do caulim foi mais evidente, pois reduziu a colonização inicial da população de bicudo, somado ao efeito da catação, em que foram retirados cerca de 100 bicudos por parcela (Fig. 2B). Assim, foi obtida produção similar às áreas pulverizadas com inseticidas e superior às áreas sem caulim.

O uso do caulim provoca efeito de não preferência também em outras pragas do algodão, especialmente sobre aquelas que atacam as estruturas reprodutivas e as folhas cobertas pelo caulim. As pulverizações com caulim reduziram a população de larvas de *S. exigua* no algodoeiro (Showler 2003), e também causaram redução no número de oviposições da *H. armigera* em campo (Alavo *et al.* 2010). A combinação do caulim e o piretróide lambda-cialotrina proporcionaram melhor controle da lagarta rosada *P. gossypiella*, praga chave do algodoeiro, onde o caulim aplicado isoladamente exerceu proteção superior ao tratamento apenas com o piretróide (Sisterson *et al.* 2003). O caulim também foi testado para o controle do pulgão do algodoeiro por Showler & Armstrong (2007) e Alavo *et al.* (2011), com efeitos contraditórios entre os autores quanto à eficiência sobre o pulgão, possivelmente devido ao seu comportamento de dispersão. O caulim também mostrou ser eficaz na redução de danos causados por percevejos pragas do algodoeiro (Khan & Quade 2006).

As altas temperaturas do Semiárido resultam na mortalidade significativa das larvas e pupas presentes nas estruturas caídas no solo por dessecação (Ramalho & Wanderley, 1995). Porém, a mortalidade dos imaturos causada por dessecação das estruturas não garante redução populacional significativa do bicudo (Curry *et al.* 1982, Summy *et al.* 1993). Assim, a catação de botões florais caídos no solo, principalmente no início da colonização, elimina quase toda atividade de bicudo de primeira geração. Ainda assim, esta prática necessita de complementação com outras práticas, pois podem existir estruturas atacadas nas plantas que não caem, como as maçãs em desenvolvimento. Adicionalmente, as estruturas reprodutivas, botões florais e pequenas maçãs do ponteiro podem ser removidas pela prática da poda apical após 115 DAP, pois não aumentam a produção e servem com substrato de alimentação e oviposição do bicudo (Neves *et al.* 2013a). A catação confere redução de até 63% no crescimento populacional do

bicudo e quando somado a poda apical esta redução sobe para 79% em relação à testemunha sem catação e poda apical (Neves *et al.* 2013a).

Assim, além do caulim aplicado semanalmente na fase inicial da colonização e da catação dos botões atacados e caídos no solo, outros métodos de controle devem ser aplicados para restringir o crescimento populacional do bicudo, como: adotar calendário de plantio homogêneo, plantar variedades precoces, monitorar as áreas de refúgio com histórico de infestações do bicudo, realizar poda apical, promover a destruição dos restos culturais após a colheita e realizar a captura massal ao final da safra empregando a técnica de tubos com cola entomológica e feromônio (Neves *et al.* 2013b).

Agradecimentos

A Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de Doutorado a R.C.S.N. e apoio a pesquisa através do projeto APQ 5.08-5.01/10, bem como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro. Ao Adelmo A. Santana pelo auxílio na coleta de dados na safra 2010. Ao produtor João da Silva pela concessão de área para plantio.

Literatura Citada

- Alavo, T.B.C., A.Z. Abagli, K.J.C. Tégbéssou & G.B. Dunphy. 2011.** Kaolin potential for the integrated management of *Aphis gossypii* Glov. (Homoptera: Aphididae) on cotton. *Int. Arch. Phytopathol. Pl. Prot.* 44: 764-770.
- Alavo, T.B.C., B.B. Yarou & P. Atachi. 2010.** Field effects of kaolin particle film formulation against major cotton lepidopteran pests in North Benin, West Africa. *Int. J. Pest Manage.* 56: 287-290.

- Braham, M., E. Pasqualini & N. Neziha. 2007.** Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitidis capitata* in citrus orchards. Bull. Insectol. 60: 39-47.
- Burt, E.C., E. Lloyd & D.B. Smith. 1969.** Control of the boll weevil mechanically destroying fallen infested cotton squares. J. Econ. Entomol. 62: 862-865.
- Curry, G.L., J.R. Cate & P.J.H. Sharpe. 1982.** Cotton bud drying: contributions to boll weevil mortality. Environ. Entomol. 11: 344-350.
- Degrande, P.E. 1998.** Guia prático de controle das pragas do algodoeiro. Dourados, UFMS, 60p.
- Garcia, M.E., L.P. Berkett & T. Bradshaw. 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. & G. Puterka. 2005.** Particle films: a new technology for agriculture. In: Horticultural Reviews. Volume 31. Edited by Jules Janick. 44p. Disponível on line: <http://media.wiley.com/product_data/excerpt/47/04716669/0471666947.pdf> acessado em 29/06/13.
- Harben, P.W. 1995.** The industrial minerals handbook II: A guide to markets, specifications, and prices. Arty Industrial Minerals Division Metal Bulletin. PLC, London, 16p.
- Haney, P.B., W.J. Lewis & W.R. Lambert. 1996.** Cotton production and the boll weevil in Georgia: History, cost of control, and benefits of eradication. The Georgia Agricultural Experiment Stations, Research Bulletin no 428, 34p.
- Hunter, R.C., T.F. Leigh, C. Lincoln, B.A. Wadole & L.P. Bariola. 1965.** Evaluation of a selected cross-section of cottons for resistance to boll weevil. Fayetteville: University of Arkansas, 38p. Agricultural Experiment Station Bulletin, 700p.
- Khan, M. & A. Quade. 2006.** Kaolin cons cotton suckers. The Australian Cotton grower, QDPI&F, Plant Science, Kingaroy, 4p.
- Larentzaki, E., A.M. Shelton & J. Plate. 2008.** Effect of kaolin particle film on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: A lab and field case study. Crop Prot. 27: 727-734.
- Liang, G. & T.X. Liu. 2002.** Repellency of a kaolin particle film, Surround, and a mineral oil, sunspray oil, to silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. J. Econ. Entomol. 95: 317-324.
- Lima Junior, I.S., P.E. Degrande, J.E. Miranda & W.J. Santos. 2013.** Evaluation of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) suppression program in the state of Goiás, Brazil. Neotrop. Entomol. 42: 82-88.

- Neff, D.L. & E.S. Vanderzant. 1963.** Methods of evaluating the chemotropic response of boll weevils to extracts of the cotton plant and various other substances. *J. Econ. Entomol.* 56: 761-766.
- Neves, R.C.S., J.B. Torres & M.N.B. Silva. 2010.** Época apropriada para a poda apical do algodoeiro para o controle de pragas. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 45: 1342-1350.
- Neves, R.C.S., A.T. Showler, E.S. Pinto, C.S. Bastos & J.B. Torres. 2013a.** Reducing boll weevil populations by clipping terminal buds and removing abscised fruiting bodies. *Entomol. Exp. Appl.* 146: 276-285.
- Neves, R.C.S., L.M. Vivan & J.B. Torres. 2013b.** Opção ecológica para o monitoramento e coleta massal do bicudo-do-algodoeiro. Recife, PE, UFRPE, 6p. (Informativo REDALGO no 006).
- Ramalho, F.S. & P.A. Wanderley. 1995.** Ecology and management of the boll weevil in South American cotton. *Am. Entomol.* 42: 41-47.
- Ritchie, G.L., C.W. Berdnaz, P.H. Jost & S.W. Brown. 2007.** Cotton growth and development. The University of Georgia Cooperative Extension Bulletin 1252, 14p.
- Santos, R.L., R.C.S. Neves, F. Colares & J.B. Torres, 2013.** Parasitóides do bicudo *Anthonomus grandis* e predadores residentes em algodoeiro pulverizado com caulim. Semina (aceito em 26/06/13).
- Saour, G. & H. Makee. 2003.** A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *J. Appl. Entomol.* 127: 1-4.
- SAS Institute. 2001.** SAS/STAT User's Guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Showler, A.T. 2002.** Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. *J. Econ. Entomol.* 95: 754-762.
- Showler, A.T. 2003.** Effects of kaolin particle film on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition, larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95: 265-271.
- Showler, A.T. 2008.** Relationships of abscised cotton fruit to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding, oviposition, and development. *J. Econ. Entomol.* 101: 68-73.
- Showler, A.T. & M. Sétamou. 2004.** Effects of kaolin particle film on selected arthropod populations in cotton in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Southwest. Entomol.* 29: 137-146.

- Showler, A.T. & R.V. Cantú. 2005.** Intervals between boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) oviposition and square abscission, and development to adulthood in Lower Rio Grande Valley, Texas, field conditions. *Southwest. Entomol.* 30: 161-164.
- Showler, A.T. & J.S. Armstrong. 2007.** Kaolin particle film associated with increased cotton aphid infestations in cotton. *Entomol. Exp. Appl.* 124: 55-60.
- Silva, C.A.D. & F.S. Ramalho. 2013.** Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *J. Pest Sci.* 86: 563-569.
- Sisterson, M.S., Y.B. Liu, D.L. Kerns & B.E. Tabashnik. 2003.** Effects of kaolin particle film on oviposition, larval mining, and infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Econ. Entomol.* 96: 805-810.
- Smith, G.L., T.C. Cleveland & J.C. Clark. 1965.** Boll weevil movement hibernation sites to fruiting cotton. *J. Econ. Entomol.* 58: 357-358.
- Summy, K.R., J.R. Cate & D. Bar. 1993.** Overwinter survival of boll weevil in South Texas: entrapment in desiccated bolls. *J. Econ. Entomol.* 86: 421-426.
- Torres, J.B., J.R. Ruberson & M. Whitehouse. 2009.** Transgenic cotton for sustainable pest management, p. 45-82. In E. Lichtfouse (ed.), *Sustainable agriculture reviews: organic farming, pest control and remediation of soil pollutants*. New York, Springer, 418p.
- Unruh, T.R., Knight, A.L., Upton, J., Glenn, D.M., Puterka, G.J., 2000.** Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *J. Econ. Entomol.* 93: 737-743.
- Weaver Junior, J.B. & M.S. Reddy. 1977.** Boll weevil non-preference, antibiosis and hatchability studies utilizing cotton lines with multiple non-preferred characters. *J. Econ. Entomol.* 70: 283-285.
- White, J.R. & D.R. Rummel. 1978.** Emergence profile of overwintered boll weevils and entry into cotton. *Environ. Entomol.* 7: 7-14.
- Vidal Neto, F.C., F.P. Silva, E. Bleicher & F.I.O. Melo. 2005.** Mutantes morfológicos de algodoeiro herbáceo como fonte de resistência ao bicudo. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 40: 123-128.

Tabela 1. Temperatura média (Tm), umidade relativa (UR) e precipitação durante o período de pulverizações e avaliações nas safras 2010 e 2011, Surubim, PE.

Pulverizações com caulim	Safra 2010 (27/maio a 14/agosto)				Safra 2011 (16/junho a 02/outubro)			
	DAP ¹	Tm (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)	DAP	Tm (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)
1 ^a	47	-	-	-	47	-	-	-
2 ^a	54	26,3	73,6	0	53	21,8	74,5	117
3 ^a	62	24,9	77,8	48	62	21,5	68,5	101
4 ^a	73	22,8	62,2	280	70	22,8	64,0	27
5 ^a	81	22,6	60,1	28	77	22,2	66,2	0
6 ^a	89	22,4	54,6	5	84	21,9	67,6	2
7 ^a	97	23,1	78,2	10	90	22,0	64,4	60
8 ^a	104	22,0	86,0	4	98	22,8	64,7	3
9 ^a	111	21,9	83,7	5	105	22,4	78,2	0
10 ^a	118	21,4	85,2	10	111	22,6	79,0	2
11 ^a	-	-	-	6	117	23,3	73,9	3
-	-	-	-	-	-	24,8	70,0	0

¹DAP, dias após o plantio.

Tabela 2. Número médio de estruturas reprodutivas coletadas no solo com sinais de ataque do bicudo (número médio de bicudos emergidos dessas estruturas) nos tratamentos +caulim e -caulim na safra 2010 e, -caulim, +caulim e +inseticidas na safra 2011, Surubim, PE.

Catação	Safra 2010			Safra 2011			
	DAP ¹	-caulim	+caulim	DAP	-caulim	+caulim	+inseticida
1 ^a	62	0 (0) ²	0 (0)	53	0 (0)	0 (0)	0 (0)
2 ^a	73	35 (10)	37 (05)	62	07 (03)	01 (00)	01 (00)
3 ^a	81	85 (20)	154 (40)	70	04 (02)	01 (00)	02 (02)
4 ^a	89	258 (96)	241 (87)	77	15 (06)	02 (01)	08 (04)
5 ^a	97	191 (112)	202 (135)	84	09 (05)	02 (01)	02 (01)
6 ^a	104	671 (341)	624 (247)	90	30 (10)	06 (03)	08 (02)
7 ^a	111	1.350 (830) a ³	483 (319) b	98	70 (36) a	12 (09) b	19 (10) b
8 ^a	118	744 (322) a	199 (45) b	105	82 (37)	20 (13)	54 (30)
9 ^a	-	-	-	111	55 (25) a	18 (08) b	38 (23) ab
10 ^a	-	-	-	117	114 (38) a	79 (15) ab	55 (22) b
Total (bicudo)	-	3.334 (1.731)	1.930 (878)	-	386 (162)	141(50)	187 (94)

¹DAP = Dias após o plantio.

²Houve coleta, porém sem ataque e emergência do bicudo.

³Médias seguidas de diferentes letras, na linha, diferem pelo teste de Tukey HSD ($P < 0,05$) em cada safra.

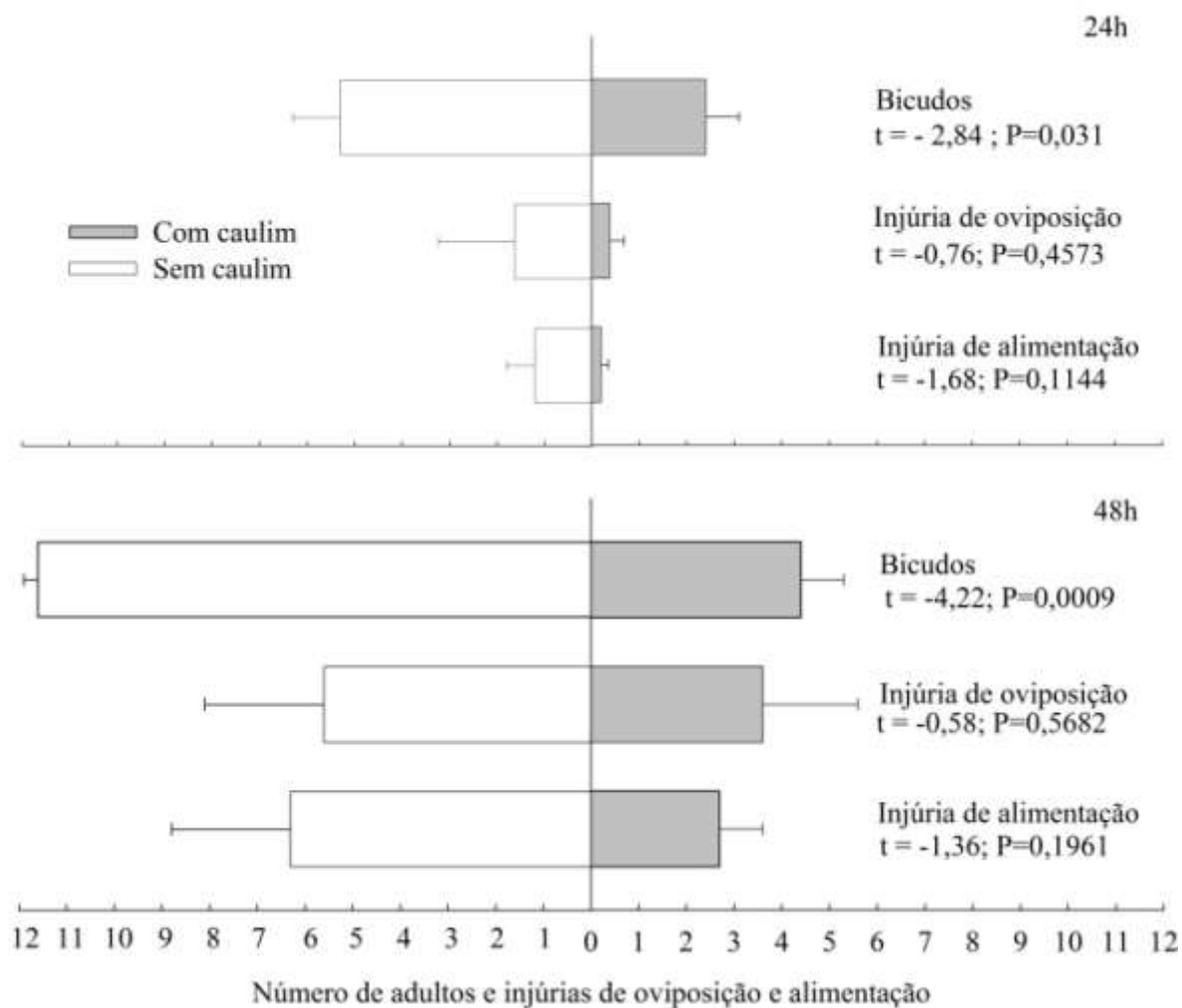


Figura 1. Número de bicudos *Anthonomus grandis* recapturados, número de estruturas com injúria de oviposição e alimentação do bicudo após 24 e 48h da liberação de adultos em casa telada contendo seis plantas pulverizadas com caulim e seis plantas não pulverizadas.

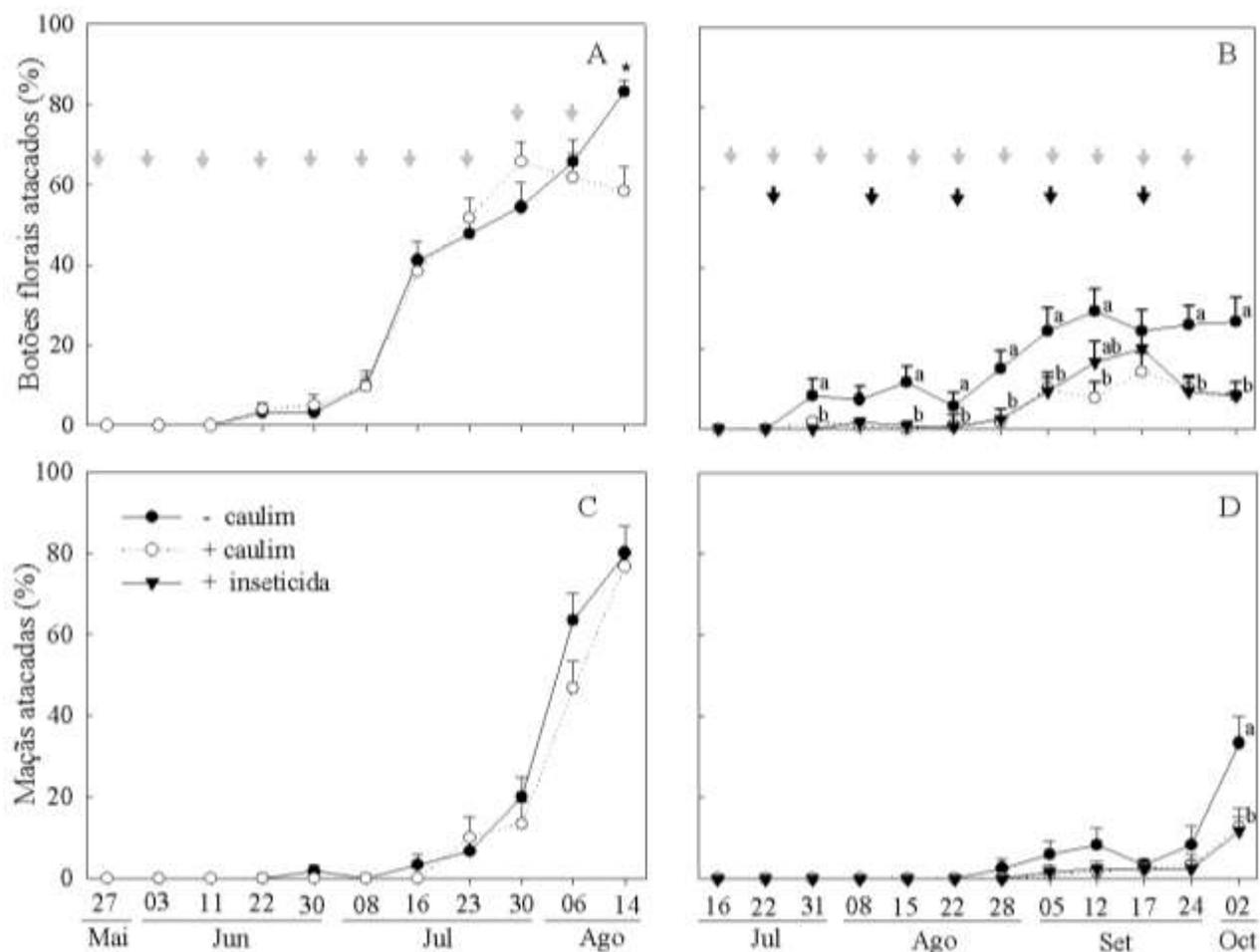


Figura 2. Média (+ EP) de botões florais e maçãs atacadas pelo bicudo nas inspeções visuais das plantas na safra 2010 (A e C) e pulverizações com caulim (+caulim), sem caulim (-caulim) e inseticidas (+inseticida) na safra 2011 (B e D), Surubim, PE. Nota: Setas cinzas indicam pulverizações com o caulim e setas pretas, pulverizações com inseticidas. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos nas respectivas datas de avaliação a 5% de probabilidade (teste F da ANOVA).

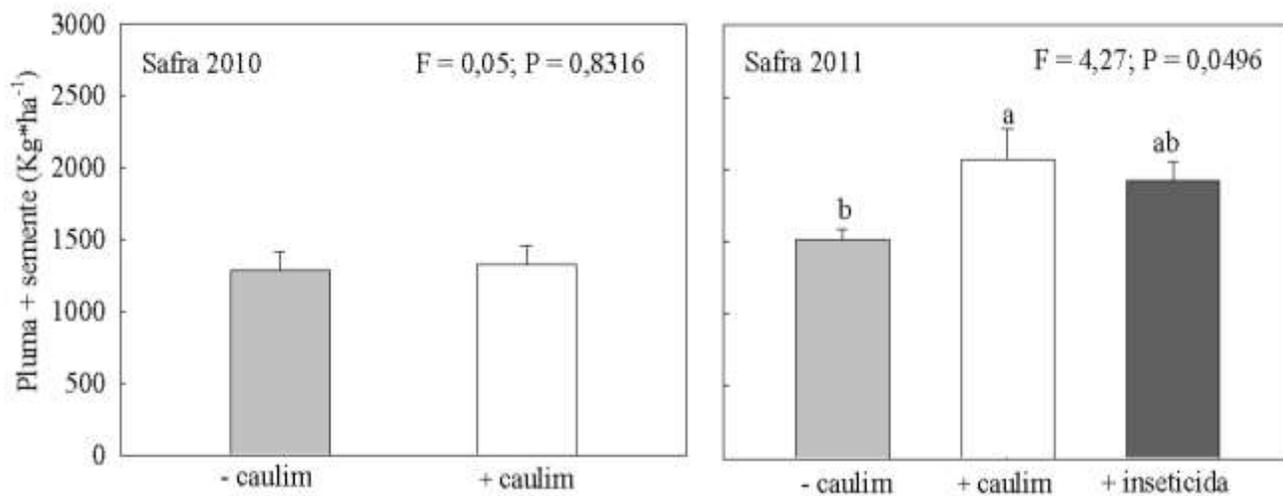


Figura 3. Produção média (+EP) de algodão em rama (pluma + sementes) estimada por hectare, dos tratamentos sem caulim e com caulim em 2010, e sem caulim (-caulim), com caulim (+caulim) e controle químico (+inseticida) em 2011. Barras (+EP), em 2011, seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey HSD ($P > 0,05$).

CAPÍTULO 3

DETECÇÃO E CAPTURA MASSAL DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO *Anthonomus grandis*
BOH. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)¹

ROBÉRIO C. S. NEVES²

²Departamento de Agronomia-Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua
Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

¹Neves, R.C.S. Detecção e captura massal do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae). A ser submetido.

RESUMO – O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) usualmente coloniza as lavouras de algodão no início da safra e pode gerar altas populações durante a safra. Assim, este estudo avaliou o emprego de um tubo de PVC impregnado com cola entomológica e instalado com o feromônio Grandlure visando à detecção, monitoramento e captura massal do bicudo em comparação à armadilha Accountrap BW[®] em áreas no Semiárido e no Cerrado. O bicudo foi capturado em todos os meses de monitoramento da safra 2009 até a entressafra 2012 no Semiárido. A densidade de bicudos capturados pelos tubos nas entressafras 2009/10 e 2011/12 foi ~10,5x maior que nas safras 2009 e 2011 comparado a armadilha Accountrap BW[®]. O emprego do tubo de cor amarela apresentou desempenho superior em detectar o bicudo durante a safra no Semiárido e no Cerrado comparado à armadilha Accountrap BW[®] sendo capturados 1,5x mais bicudos na época dos botões florais (Semiárido 2011), 4x mais bicudos no florescimento (Cerrado 2012/13) e 4,8x mais bicudos na época de formação de maçãs (Cerrado 2011/12). Na fase final da safra, o tubo coletou 34x, 16,8x e 7,5x mais bicudos na época da destruição da cultura no Semiárido 2011 e Cerrado 2012/13 e na época da colheita no Cerrado 2011/12, respectivamente. Assim, durante o estudo foram coletados 4.864 bicudos, sendo 4.352 pelo tubo amarelo e 512 pela armadilha com uma estimativa de 68 a 70% de fêmeas. Desta maneira, os tubos testados nesta pesquisa mostrou ser uma ferramenta eficaz na detecção do bicudo no início da safra e captura massal no final da safra.

PALAVRAS-CHAVE: Amostragem, feromônio sexual, grandlure, captura massal

DETECTION AND MASS TRAPPING OF THE BOLL WEEVIL *Anthonomus grandis* BOH.

(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

ABSTRACT – The boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), colonizes cotton fields at early season and may reach high densities during the season. A PVC tube smeared with insect glue and lured with the boll weevil pheromone to detect early field colonization, survey and mass trapping of boll weevil was compared to the commercial Accountrap BW[®] in fields conducted in the Semiarid and Cerrado. Adults of the boll weevil were collected during all months in the Semiarid from 2009 to 2012. However, the number of boll weevils collected in the tube between cropping seasons 2009/10 and 2011/12 was ~10.5x higher compared to the trap. Among the tested color of the PVC tube, the yellow one performed better in detecting early arrival of boll weevil in the field and collecting weevils during the growing season in the Semiárido and Cerrado compared to the Accountrap BW[®]. The boll weevil collection was 1.5x, 4.0x, and 4.8x higher in the PVC tube compared to the Accountrap[®] during cotton squaring (Semiarid season 2011), flowering (Cerrado season 2012/13), and boll formation (Cerrado season 2011/12), respectively. Further, the mass capture of weevils at the end of the season was 34x, 16.8x, and 7.5x higher in the PVC tube compared to the Accountrap[®] during stalk destruction in the Semiarid 2011 and Cerrado 2012/13 and during the harvesting period in the Cerrado 2011/12, respectively. Numerically, the PVC tube collected about 4,352 weevils compared to 512 weevils in the Accountrap[®] at the end of the season with 68 to 70% of females. Therefore, the PVC tube is a toll to detect boll weevil arrival at early crop season and mass capture at the end of the season when weevils are leaving the field.

KEY WORDS: Survey, sex pheromone, grandlure, mass trapping

Introdução

O monitoramento do agroecossistema é componente fundamental do manejo integrado de pragas. As informações das áreas monitoradas indicam quando a praga chega à lavoura e qual a sua densidade populacional ao longo da fenologia da cultura, podendo com isso subsidiar a tomada de decisão de controlar ou não a praga. Apesar de sua importância, o monitoramento de pragas em lavouras comerciais pode se tornar oneroso e, assim, metodologias simples e eficazes são desejadas. No agroecossistema do algodoeiro, as inspeções visuais são empregadas no monitoramento tradicional, porém, o emprego de substâncias atrativas como os feromônios sexuais tem sua contribuição por não necessitar da constante presença do técnico na área e por agilizar a determinação da presença da praga e seu nível populacional. Entre os feromônios empregados no monitoramento de pragas do algodoeiro, o Grandlure é amplamente utilizado para detecção do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae).

O bicudo é uma das principais pragas do algodão que pode chegar a causar 70% de perdas na produção em condições de altas infestações (Degrande 1998). Esta praga foi encontrada pela primeira vez no Brasil em 1983 e, atualmente, está presente em todas as regiões produtoras de algodão do país causando diversos prejuízos a produção (Barbosa *et al.* 1983, Ramalho 1994, Miranda 2013). Portanto, a população do bicudo deve ser sempre monitorada para levar à tomada de decisão adequada sobre de algum método de controle.

Os estudos de Cross & Mitchell (1966) confirmaram que os machos do bicudo produzem uma substância sexualmente atrativa as fêmeas. Em seguida, Cross & Hardee (1968) demonstraram que este feromônio masculino atraía fêmeas e machos, atuando também como um feromônio de agregação. Após estes estudos foi possível isolar e identificar o composto químico que resultou no feromônio sexual sintético Grandlure. O feromônio Grandlure possui quatro

componentes químicos que atraem fêmeas e machos adultos do bicudo [(+)-*cis*-2-isopropenil-1-metilciclobutanoetanol (1), *Z*-3,3-dimetil- Δ^1 -ciclohexanoetanol (2), *Z*-3,3-dimetil- $\Delta^{1,\alpha}$ -ciclohexanoacetaldeído (3) e *E*-3,3-dimetil- $\Delta^{1,\alpha}$ -ciclohexanoacetaldeído (4)] (Tumlinson *et al.* 1969, 1971).

Os primeiros estudos que utilizaram armadilhas com o feromônio para a captura do bicudo foram feitos por Cross *et al.* (1967). Estes autores usaram um tipo de armadilha contendo cola adesiva e machos para atrair as fêmeas do bicudo. A partir dessa primeira armadilha, e com a síntese do Grandlure, foram desenvolvidos diversos outros tipos de armadilhas e sucessivas modificações, porém a armadilha que mais se assemelha com a do modelo atual é a do tipo "Leggett" (Cross *et al.* 1969, Leggett & Cross 1971, 1976a).

Atualmente, a armadilha do tipo Accountrap BW[®] instaladas com o feromônio sexual sintético é a principal ferramenta para o monitoramento do bicudo. As armadilhas são utilizadas para um monitoramento contínuo em áreas de programas de erradicação e supressão do bicudo nos EUA (Brazel *et al.* 1996, Sappington & Spurgeon 2000), bem como para estudos do comportamento da praga em regiões produtoras de algodão, além do monitoramento de áreas adjacentes (Showler 2003, 2006, Ribeiro *et al.* 2010).

Alguns programas de monitoramento indicam que as avaliações devem ser realizadas durante o período de entressafra, antes do plantio e quando os adultos do bicudo estão nas áreas de refúgio (Greenberg *et al.* 2007, Soria *et al.* 2013). Esse monitoramento antes da safra tem o objetivo de indicar o número de pulverizações a serem realizadas durante a safra. De acordo com a quantidade de bicudos capturados, a partir do aparecimento dos primeiros botões florais (Lima Junior *et al.* 2013). No entanto, quando o monitoramento é feito no período de entressafra, não indica qual o exato momento da entrada do bicudo na lavoura, nem qual a densidade do bicudo

na lavoura. Durante a safra, a eficiência de captura da armadilha Accountrap BW[®] é reduzida devido à competição com as plantas de algodão na fase reprodutiva (Guerra & Garcia 1982). Assim, a armadilha não consegue detectar e representar a real população que esta no agroecossistema durante a safra (Lloyd *et al.* 1981, Segers *et al.* 1987).

A população do bicudo, que se refugia em áreas vizinhas ao algodoeiro no final da safra, pode ser reduzida com a utilização de uma ferramenta denominada de tubo atrai e controla bicudo (BWACT) fabricado pelas indústrias Plato[®], Houston, TX, que é conhecido como tubo mata bicudo (TMB) no Brasil. No TMB, os bicudos adultos são atraídos pelo feromônio sintético dispersado do septo fixado em um tubo de papelão impregnado com o inseticida malathion. Os bicudos ao entrarem em contato com o tubo são mortos pela ação do produto (Villavaso *et al.* 2003).

A proposta deste estudo foi desenvolver um tubo reutilizável e sem inseticida que atrai e captura os adultos do bicudo realizando a função de demonstrar a presença de adultos na safra e, também, realizar a captura massal no final da safra. Desta maneira, o tubo une à função da armadilha BW[®] a do TMB em uma única ferramenta, que possa ser usada simultaneamente em qualquer sistema de cultivo, do convencional ao agroecológico. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar a eficácia de tubos em detectar a presença e a densidade populacional do bicudo-do-algodoeiro em períodos de safra e entressafra no Semiárido, avaliar o monitoramento por tubos em relação à armadilha Accountrap BW[®] e a captura massal do bicudo em lavouras de algodão conduzidas no Semiárido e no Cerrado.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em lavouras localizadas no Semiárido e no Cerrado. No Semiárido, o estudo foi realizado nas localidades de Furnas (Surubim, PE: 07°53'48,9" S e 35°49'19,2" O) e Algodão do Manso (Frei Miguelinho, PE: 07° 55'09,3" S e 35° 51'45,6" O) durante os anos de 2009 a 2012. Já no Cerrado do Mato Grosso, os estudos foram realizados durante as safras 2011/12 e 2012/13 nas fazendas: São José (15° 24'51,6" S e 54° 26'24,1" O) e Sonho Dourado (15° 48'44,3" S e 53° 48'09,3" O) em Primavera do Leste; na fazenda Dallas II, em duas áreas, área I (16° 59'34,6" S e 54° 49'22,5" O) e área II (16° 58'28,4" S e 54° 50'13,9" O) em Itiquira MT; e nas fazendas Cavalca (18° 55'04,3" S e 54° 44'26,5" O) e Sementes Maggi II, campo experimental da Fundação MT, (16° 41'20,3" S e 54° 40'38,2" O), em Rondonópolis. A altitude entre as localidades variou de 463 a 605m em relação ao nível do mar.

Flutuação Populacional do Bicudo-do-Algodoeiro Determinada pelo Tubo PVC no Semiárido. O monitoramento foi realizado na localidade de Furnas nos períodos de safra (abril-setembro) e de entressafra (outubro-março) no Semiárido. Os tubos utilizados foram confeccionados com tubos de PVC com 25mm de diâmetro e 1,5m de altura pintados com tinta esmalte sintético nas cores: amarelo e verde [Tintas Eucatex esmalte Premium Eucalux[®], amarelo 2027-E e verde 2595-E, Eucatex Ltda., SP (<http://www.eucatex.com.br/pt/Tintas/TintasEucatex/Produto.aspx?id=49>)], e verde luminescente [Tintas Renner Spray Color Jet luminescente[®], Renner Ltda., SP (<http://www.tintasrenner-deco.com.br/pt-BR/produto/color-jet-luminescente>)]. Após a secagem da tinta, foram feitos 10 orifícios de 4mm de diâmetro com auxílio de uma furadeira elétrica ao longo de 1,0m de comprimento do tubo. Um desses orifícios foi feito na extremidade superior do tubo para a passagem de um arame inoxidável de 15cm para a fixação do septo de feromônio.

Na área experimental foram instalados nove tubos, sendo três tubos de cada cor: amarelo, verde e verde luminescente. Os tubos foram instalados e monitorados mensalmente de abril de 2009 a março de 2012, compreendendo três períodos de safra e três períodos de entressafra. A área monitorada variou de 2 a 8 hectares por ano e foi cultivada com as variedades BRS Rubi, BRS 201 ou Acala 90. Os tubos foram instalados em sequência alternada entre as cores e com distância de 60m entre eles e a 2m da linha de plantio da borda. Na parte superior do tubo foi fixado um septo de feromônio Iscalure[®] BW/10 (Grandlure 2,1% + Borracha 97,9%) (Isca tecnologia Ltda., RS) e espalhado uma fina camada de ~23g de cola entomológica Biostop[®] (Biocontrole Ltda., SP) ao longo de 1,0m do tubo.

Os tubos foram instalados mensalmente na segunda semana de cada mês e permaneceram no campo por um período de 13 a 15 dias para captura dos bicudos. Após este período, os tubos foram envolvidos com filme PVC Royalpack[®], removidos e conduzidos para o laboratório para a contagem do número de bicudos capturados. Após a contagem, os tubos foram limpos com auxílio de barbante e utilizados na avaliação subsequente (Neves *et al.* 2013b).

Os dados do número de bicudos capturados por tubo foram submetidos ao teste de normalidade (Kolgomorov-Smirnov) e homogeneidade (Bartlett) da variância pelo PROC UNIVARIATE do SAS (SAS Institute 2001) e, quando necessário, foram transformados em raiz ($x + 0,5$) para atender as exigências da ANOVA. Na comparação dos tubos (cores) e ao longo do tempo (datas de instalação) foi realizada a ANOVA, considerando-se o procedimento com medidas repetidas no tempo (avaliações mensais) através do PROC GLM do SAS. Os resultados de captura em cada data de avaliação entre as três cores de tubos foram submetidos ao teste de Tukey HSD ao nível de 5% de probabilidade para separação das médias. Os resultados do total de captura dos períodos de safra e entressafra foram transformados em raiz ($x+0,5$) e comparados

pelo teste de t não pareado ao nível de 5% de probabilidade, empregando o PROC TTEST do SAS (SAS Institute 2001).

Captura do Bicudo-do-Algodoeiro pelo Tubo em Diferentes Épocas do Desenvolvimento da Cultura no Semiárido. O estudo foi conduzido em duas localidades Furnas e Algodão do Manso, em PE, em áreas de ~6 ha, respectivamente, durante a safra 2011. Os tubos foram confeccionados nas cores descritas anteriormente e comparados com a armadilha comercial Accountrap BW[®] (Biocontrole Ltda., SP).

Os tubos e as armadilhas foram instalados durante sete épocas ao longo do desenvolvimento da cultura: Pós-plantio (< 35 dias) (i); predominância da formação de botões florais (ii); florescimento (iii); predominância da formação de maçãs (iv); abertura de capulhos (v); realização da colheita (vi); e destruição dos restos culturais (> 150 d) (vii). Três tubos de cada cor e três armadilhas Accountrap BW[®] foram instalados em cada uma das duas áreas, totalizando 18 tubos e seis armadilhas em cada época de instalação. A instalação dos tubos e das armadilhas foi feita na borda da lavoura (2m da linha de borda) e de forma alternada entre tubos de diferentes cores e armadilha respeitando uma distância de aproximadamente 60m.

Os tubos e as armadilhas foram instalados nas duas áreas, uma vez por mês, sempre acompanhando a época de desenvolvimento da cultura, e mantidos instalados com um septo de Iscalure[®] BW/10 (Grandlure 2,1% + Borracha 97,9%) por um período de 13 a 15 dias em cada época. Na instalação dos tubos foi passada uma fina camada de 23g de cola entomológica. Já a armadilha foi encaixada na extremidade superior de um cano de PVC (1,5m) fixado ao solo a ~1,0m de altura. Os tubos e as armadilhas foram sempre reinstalados no mesmo local, e após o período de captura foi feita avaliação dos bicudos capturados. Os bicudos capturados nos tubos e nas armadilhas foram quantificados e removidos.

Captura do Bicudo-do-Algodoeiro pelo Tubo em Diferentes Épocas do Desenvolvimento da Cultura no Cerrado. Este estudo foi realizado nas safras 2011/12 e 2012/13 empregando quatro e três áreas (repetições), respectivamente em cada safra. As áreas foram localizadas em cinco fazendas: Fazenda São José, Fazenda Sonho Dourado, Fazenda Dallas II, Fazenda Sementes Maggi II e Fazenda Cavalca, todas localizadas em Mato Grosso. As áreas de instalação dos tubos variaram de 6 a 300 hectares e o manejo de pragas foi realizado especificamente por cada fazenda, onde foram feitas aplicações com produtos registrados pelo Ministério de Agricultura dos grupos: carbamato, endossulfan e malathion com 2 a 5 aplicações; e piretroides: zeta-cipermetrina, beta-cipermetrina ou lambda-cialotrina com 6 a 10 aplicações.

A confecção e a instalação dos tubos seguiram os mesmos procedimentos descritos anteriormente, com exceção da ausência da cor verde luminescente, a qual foi substituída pela cor marrom (natural de mercado). Assim, o experimento foi conduzido com quatro tratamentos, compostos pelas três cores dos tubos: amarelo Eucatex 2027-E (i), verde Eucatex 2595-E (ii) e marrom natural (iii), e a pela armadilha Accountrap BW[®] (iv), com quatro repetições (fazendas) na safra 2011/12, sendo que em cada fazenda foram instalados três tubos de cada cor e três armadilhas. Na safra 2012/13, o estudo foi realizado empregando apenas dois tratamentos: tubo amarelo Eucatex 2027-E (i) e armadilha Accountrap BW[®] (ii), com três tubos e três armadilhas em cada uma das fazendas (repetições).

Em ambas as safras os tubos e as armadilhas foram instalados com 80 a 100m de distância entre eles e com uma distância que variou de 2 a 6 metros da bordadura da lavoura. O estudo foi conduzido em oito épocas de acordo com o desenvolvimento fenológico da planta de algodão: Após o plantio (< 35 dias) (i); predominância da formação de botões florais (ii); florescimento (iii); predominância da formação de maçãs I (75 - 100 dias) (iv); predominância de formação de

maçãs II (100 - 125 dias) (v); abertura de capulhos (vi); realização da colheita (vii); e destruição dos restos culturais (> 150 d) (viii). As três últimas avaliações foram feitas com o objetivo de mostrar a eficiência da captura no momento em que o bicudo abandona a lavoura para áreas de refúgio.

Os tubos e armadilhas foram instalados em sequência alternada entre as cores, sempre repetindo a mesma ordem e local, após a primeira instalação. Os tubos foram encaixados em um cano de PVC de menor diâmetro enterrado a profundidade de 15cm no solo e as armadilhas foram fixadas em estacas de madeira a 1,20m de altura. Após a fixação dos tubos e das armadilhas foi instalado um septo do feromônio Iscalure[®] BW/10 (Grandlure 2,1% + Borracha 97,9%). Os tubos receberam uma fina camada de ~23g de cola entomológica Biostop[®] (Biocontrole Ltda., SP) ao longo de 1,0m de superfície.

O período permitido para a captura variou de 13 a 16 dias em cada data de instalação. Na avaliação foi contabilizado o número de bicudos capturados nos tubos e nas armadilhas durante o período. Nos dois últimos períodos de captura da safra 2012/13 foram retiradas amostras dos bicudos capturados pelo tubo amarelo e armadilha BW[®]. Essas amostras foram armazenadas, identificadas e, posteriormente, determinado o sexo dos adultos capturados. Logo em seguida, os tubos foram limpos e reinstalados na época seguinte.

Simultaneamente as instalações dos tubos e das armadilhas foram realizadas amostragens do bicudo através da inspeção visual de 10 plantas, em cada ponto de instalação. Em cada amostragem visual foi avaliada a quantidade de estruturas reprodutivas atacadas por oviposição e alimentação do bicudo empregando-se três botões florais e três maçãs por planta (n = 30 estruturas por ponto), bem como o número de adultos do bicudo presentes nessas estruturas. A partir desses dados foi determinada qual a melhor cor para a confecção dos tubos, a eficácia de

captura do bicudo durante a safra e no final da safra, comparando com a armadilha convencional, e feita correlações com a quantidade de estruturas atacadas presentes na área e número de bicudos capturados.

Análise estatística. Na análise dos dados de eficiência de captura no Semiárido e no Cerrado, o número médio de bicudos capturados por tubo e armadilha (média dos tubos ou armadilhas compondo uma repetição), nas determinadas épocas, foram submetidos ao teste de normalidade (Kolgomorov-Smirnov) e homogeneidade (Bartlett) de variância através PROC UNIVARIATE e PROC ANOVA do SAS (SAS Institute 2001) e, quando necessário, transformados em raiz ($x + 0,5$). Na comparação dos tratamentos entre si e ao longo do tempo (fenologia da cultura) foi realizada ANOVA, considerando-se o procedimento com medidas repetidas no tempo, através PROC GLM do SAS. Também, foi realizado teste Tukey HSD ao nível de 5% de probabilidade para a comparação das médias dos resultados (entre diferentes cores dos tubos e armadilha BW) na safra do Semiárido e nas safras do Cerrado em cada data de avaliação (SAS Institute 2001).

Os dados das estruturas atacadas nas duas safras do Cerrado, em diferentes épocas de amostragem, foram transformados em porcentagem de ataque para análise. A relação entre a porcentagem de ataque e o número de bicudos capturados por tubos e armadilha, bem como, o número de bicudos quantificados na planta foram analisados mediante análise de correlação através do método de correlação de Pearson (r) e interpretada a 5% de probabilidade usando o PROC CORR do SAS (SAS Institute 2001).

Resultados

Flutuação Populacional do Bicudo-do-Algodoeiro Determinada pelo Tubo no Semiárido. O bicudo foi coletado durante todos os períodos de amostragem, da safra 2009 até a entressafra

2012. Porém, a densidade de bicudos capturados nos anos 2009/10 e 2011/12 variou entre os períodos de safra e entressafra nos três tubos: amarelo (2009/10, $P = 0,0234$; 2011/12, $P < 0,0001$); verde (2009/10, $P = 0,0013$; 2011/12, $P = 0,0137$) e verde luminescente (2009/10, $P = 0,0384$; 2011/12, $P = 0,0183$) (Tabela 1). Em média, 10,6x mais bicudos foram capturados durante a entressafra em 2010 ($1,7 \pm 0,85$ e $18,0 \pm 6,03$ bicudos), e 10,5x mais bicudos na entressafra em 2012 ($1,0 \pm 0,52$ e $10,5 \pm 0,63$ bicudos). Já em 2010/11 não houve diferença significativa nas médias de bicudos capturados durante a safra e entressafra ($P > 0,05$), sendo consistente a captura nos tubos das três cores (Tabela 1).

As médias de bicudos capturados pelos tubos amarelo, verde e verde luminescente não apresentaram diferença significativa, quando instalados nos períodos de safra: 2009 ($F_{gl = 2, 8} = 0,68$; $P = 0,5575$), 2010 ($F_{2, 8} = 0,55$; $P = 0,6169$) e 2011 ($F_{2, 8} = 0,09$; $P = 0,9803$). A captura de bicudos variou, em média, de 1,0 a 2,6; 9,6 a 13,6 e 1 a 2 bicudos, em 2009, 2010 e 2011, respectivamente. Nos períodos de entressafra, também não houve diferença entre os tubos amarelo, verde e verde luminescente em relação ao número de bicudos capturados: 2010 ($F_{2, 8} = 0,24$; $P = 0,9048$), 2011 ($F_{2, 8} = 0,30$; $P = 0,7582$) e 2012 ($F_{2, 8} = 1,18$; $P = 0,3944$).

Captura do Bicudo-do-Algodoeiro pelo Tubo em Diferentes Épocas do Desenvolvimento da Cultura no Semiárido. A captura de bicudos pelos tubos de diferentes cores não diferenciou estatisticamente da quantidade capturada pela armadilha no período após o plantio (< 35 dias) ($P = 0,1542$) e no florescimento ($P = 0,3251$). Contudo, somente os tubos foram capazes de detectar a entrada do bicudo na lavoura com médias de 0,3 a 0,8 bicudos capturados nos tubos enquanto nenhum bicudo foi capturado nas armadilhas (Tabela 2). No período subsequente, correspondente à formação de botões florais, o tubo amarelo capturou 15x mais bicudos que a armadilha ($F_{3, 23} = 12,50$; $P = 0,0002$). Durante a fase de formação de maçãs, correspondente ao período de 75 a 100

dias após o plantio, não ocorreu captura de bicudos pelos tubos nem pela armadilha Accountrap BW[®]. A partir desta fase da lavoura, a captura somente foi verificada novamente na fase de abertura dos capulhos, quando a captura de bicudos foi similar entre os tubos e a armadilha ($P = 0,2737$) (Tabela 2). Por outro lado, houve diferença no número de bicudos capturados pelos tubos e armadilha na fase de colheita ($F_{3, 23} = 6,68$; $P = 0,0044$) e na destruição dos restos culturais ($F_{3, 23} = 11,26$; $P = 0,0004$). Na fase de destruição, o número de bicudos capturados pelos tubos amarelo, verde e verde luminescente foi, em média, 34x, 25x e 8,3x maior que a capturada feita pela armadilha (Tabela 2).

O total de bicudos capturados ao longo da safra 2011, no Semiárido, nos seis tubos de cada cor e nas seis armadilhas resultou em 499, 370, 128 e 25 bicudos capturados no tubo amarelo, verde, verde luminescente e na armadilha, respectivamente.

Captura do Bicudo-do-Algodoeiro pelo Tubo em Diferentes Épocas do Desenvolvimento da Cultura no Cerrado. A média de bicudos capturados pelos tubos de cores amarelo, verde e marrom testados no Cerrado não diferiu da captura da armadilha nos períodos de pós-plantio (< 35 dias) ($P = 0,4478$), de formação de botões florais ($P = 0,3857$) e de florescimento ($P = 0,6868$) na safra 2011/12. Contudo, no período de florescimento, o tubo foi capaz de detectar a presença do bicudo com média de 0,1 bicudos/tubo, enquanto nenhuma captura foi registrada pela armadilha (Tabela 3). Na fase subsequente correspondente a formação das maçãs I (75 - 100 dias do plantio) foi observado maior média de captura de bicudos pelos tubos amarelo e verde comparado à armadilha e ao tubo marrom ($F_{3, 47} = 4,21$; $P = 0,0126$). Em média, 3,8x mais bicudos foram capturados pelos tubos amarelo e verde (Tabela 3).

Nas avaliações realizadas após os 100 DAP, fase final de formação de maçãs (maçã II) e abertura dos capulhos, não houve diferença entre a captura pelos tubos e armadilha ($P > 0,05$).

No entanto, nos dois últimos períodos de avaliação, o número de bicudos capturados pelos tubos amarelo, verde e marrom foi maior que a captura na armadilha, na fase de colheita ($F_{3,47} = 5,77$; $P = 0,0028$) e na fase de destruição dos restos culturais ($F_{3,47} = 16,89$ $P < 0,0001$). Em média, na fase de colheita e de destruição dos restos culturais foram capturados 7,5x; 2,4x; 4,8x e 6,5x; 6,1x; 3,8x mais bicudos nos tubos amarelo, verde e marrom comparado à armadilha, respectivamente (Tabela 3). O total de bicudos capturados ao longo da safra 2011/12 nos 12 tubos e nas 12 armadilhas foi 2.409, 1.499, 1.248 e 381 bicudos nos tubos amarelo, verde, marrom e armadilha Accountrap BW[®], respectivamente.

Na safra 2012/13, a média de bicudos capturados pelo tubo amarelo, único testado nesta safra devido ao melhor resultado na safra anterior, não diferiu estatisticamente da captura feita pela armadilha no período após o plantio ($P = 0,0805$), na época de formação de botões florais ($P = 0,3466$) e na fase de formação de maçãs (maçã I) ($P = 0,0935$), embora o tubo tenha capturado bicudos nestas duas últimas fases, com média de 0,2 e 0,4 bicudos por tubo e nenhuma captura foi registrada na armadilha (Tabela 4). Já durante a fase de predominância do florescimento houve diferença significativa na média de bicudos capturados entre o tubo e a armadilha ($F_{1,17} = 8,00$; $P = 0,0222$), com o tubo coletando 4x mais bicudos que a armadilha (Tabela 4).

Nas últimas quatro fases de avaliação, maçã II, abertura de capulho, colheita e destruição dos restos culturais, a média de bicudos capturados no tubo amarelo foi superior à armadilha ($P < 0,05$). Em especial, para as épocas de colheita e destruição dos restos culturais com o tubo amarelo capturando 5,7x e 16,8x mais bicudos que a armadilha, respectivamente (Tabela 4). O total de bicudos capturados ao longo da safra 2012/13, nos nove tubos amarelo e nove armadilhas foi de 1.444 e 106 bicudos, respectivamente, resultando em 13,6x mais bicudos

capturados pelo tubo. Nas amostras de bicudos retiradas dos tubos e armadilhas foi constatado que 68% e 70% eram fêmeas, respectivamente.

A relação entre a porcentagem de estruturas atacadas e o número de bicudos capturados pelo tubo amarelo, a partir dos dados da safra 2011/12 no Cerrado, revelou-se significativa e positiva durante as fases de formação de botões florais e formação de maçãs I e II. Também, a relação entre os bicudos encontrados nas plantas e bicudos capturados pelo tubo foi significativa e positiva durante a fase de formação de maçãs I (Tabela 5). Por outro lado, as relações da porcentagem de estruturas atacadas e o número de bicudos capturados nas armadilhas foi negativa na fase dos botões florais e positiva nas fases de maçãs, porém não significativas (Tabela 5).

Na safra 2012/13, a relação entre a porcentagem de estruturas atacadas e o número de bicudos capturados pelo tubo foi significativa e positiva durante as fases de florescimento e maçã I. As avaliações nas demais fases não foram significativas (Tabela 6). A razão entre bicudos capturados no tubo e os capturados na armadilha variou de 1,0 (fase pós-plantio) a 4,6 (maçãs I), na safra 2011/12 (Tabela 5), enquanto que na safra 2012/13, a mesma razão variou de 0,2 a 4,7 (Tabela 6).

Discussão

Embora o bicudo seja uma espécie que tem uma dinâmica populacional associada à fenologia reprodutiva do algodoeiro, ele foi capturado pelos tubos em todos os meses do ano, durante os três anos consecutivos de estudo no Semiárido. A captura de bicudos nos períodos de entressafra demonstra sua atividade neste período na região e a potencial dificuldade de manejo

na safra subsequente. De fato, a quantidade acumulada de bicudos capturados pelos tubos durante a entressafra foi maior que na safra em dois dos três anos de avaliação.

Algumas hipóteses têm sido propostas sobre a manutenção do bicudo no período de entressafra, isso nas regiões subtropicais de clima temperado, América do Norte, e nas regiões tropicais, América do Sul; entre elas estão, a alimentação em plantas não hospedeiras ‘alternativas’ (Showler 2006) e a dormência reprodutiva (Paula *et al.* 2013). Ao final da safra, os bicudos podem se refugiar em áreas alternativas, vizinhas à lavoura do algodão, outras culturas perenes ou fruteiras (Showler 2006, Ribeiro *et al.* 2010). Estudos já comprovaram que o bicudo consegue sobreviver por até 120 dias alimentando-se de estruturas reprodutivas de outras plantas (Gabriel 2002, Showler & Abrigo 2007). No Cerrado brasileiro, avaliações de campo mostraram que o bicudo usa diferentes plantas para manter-se vivo na entressafra (Ribeiro *et al.* 2010). Bem como, são capazes de apresentar dormência reprodutiva acusada pelo acúmulo de lipídios nos tecidos e conseqüente aumento das chances de sobrevivência na entressafra (Paula *et al.* 2013). Nas condições do Semiárido, onde a alimentação em outras culturas seria um fator limitante devido ao prolongado período de estiagem e, conseqüentemente, escassez de alimento, acreditamos que a razão para a manutenção da população do bicudo na entressafra seja principalmente pela não destruição dos restos culturais, como verificado nas entressafras 2009/10 e 2011/12. Isso porque, apesar da falta de precipitação e das altas temperaturas no período de outubro a março na região, os restos culturais do algodão são usados para a alimentação do gado na forma de pastejo, pois ainda apresentam brotações com botões florais e pequenas maçãs remanescentes nos ponteiros das plantas (Neves *et al.* 2013a).

A metodologia de capturar bicudos por tubos atendeu o objetivo de detectar a presença da praga no início do cultivo. A utilização dos tubos apresentou desempenho superior em detectar a

infestação da lavoura pelo bicudo ao ser comparado à armadilha Accountrap BW[®] comercializada no Brasil. Os tubos impregnados com a cola entomológica e instalados com o feromônio Grandlure capturaram mais bicudos no início da safra contendo o mesmo tipo e quantidade de feromônio que a armadilha (Tabelas 2 a 4). Além disso, dentre os tubos testados, o tubo amarelo se destacou sobre as demais cores e a armadilha (Tabelas 2 e 3). Assim, com base nos resultados a cor amarela utilizada em nossos estudos ou a mesma tonalidade de amarelo de outras indústrias devem ser preferidas para a confecção dos tubos. A cor tem importância fundamental na confecção da armadilha do bicudo conforme demonstrado por Leggett (1980). Em campo, este autor testou diferentes modelos e cores de armadilhas e encontrou que a armadilha de cor amarela foi mais eficiente em capturar bicudos que a cor vermelha (Leggett & Cross 1976b). A cor do substrato parece ser o fator que influencia a atratividade do bicudo. Isto pode ser verificado nos estudos com genótipos de algodão com folhas avermelhadas ou quando as plantas são pulverizadas com o caulim tornando-se branca e, portanto, sendo menos preferidos pelo bicudo para a colonização (Showler 2002, Vidal Neto *et al.* 2005, Capítulo 1).

A eficiência de captura da armadilha Accountrap BW[®] fica reduzida após a produção de estruturas reprodutivas (White & Rummel 1978, Tumlinson *et al.* 1969, Leggett 1988). Fato também observado com os tubos testados (Tabela 2). Entretanto, os tubos foram capazes de detectar a presença dos bicudos na lavoura mesmo na fase reprodutiva do algodoeiro. Esta diferença entre tubos e armadilha pode estar relacionada ao escape dos bicudos do funil de coleta das armadilhas, que pode necessitar o uso de bastões impregnados com inseticidas para matá-los ao serem capturados (Suh *et al.* 2003) ao contrário dos tubos. Também, a diferença pode estar associada ao impedimento da passagem dos bicudos pelo funil de captura por teias de aranhas e predadores que se associam as armadilhas (Armstrong *et al.* 2006).

Com base nos resultados, o uso dos tubos para a detecção da chegada do bicudo na lavoura demonstrou maior eficácia que a armadilha Accountrap BW[®]. A instalação de tubos nas áreas de bordadura em épocas iniciais facilita à determinação dos locais onde o bicudo inicia a colonização da lavoura, e onde as plantas devem ser vistoriadas visando o controle da primeira geração do bicudo na área através das aplicações de bordadura. A colonização do bicudo usualmente ocorre em determinados locais no entorno das lavouras provenientes de áreas adjacentes ou áreas de refúgio onde passou o período de entressafra (Reardon & Spurgeon 2003). Assim, a prática de pulverização das bordaduras minimiza os custos e o impacto ambiental comparado à pulverização em área total e sendo essas aplicações importantes para evitar o rápido crescimento da população do bicudo na lavoura.

A quantidade de estruturas atacadas observadas nas plantas, na respectiva área de instalação de cada tubo, apresentou uma relação significativa e positiva à quantidade de bicudos capturados (Tabelas 6 e 7). Isso indica que os tubos podem ser utilizados para o monitoramento com diferentes objetivos: detecção dos locais de entrada da praga na lavoura, avaliação do crescimento populacional e definição do momento de pulverização. Entretanto, a definição exata da relação bicudos capturados nos tubos e pulverização exige experimentação mais detalhada, bem como a consideração de outras variáveis como a idade das plantas. Vale salientar que, neste e em outros estudos, a quantidade de estruturas atacadas pelo bicudo na lavoura e o número de bicudos capturados pela armadilha Accountrap BW[®] não apresentaram uma relação significativa satisfatória para a indicação de controle com base no número de bicudos capturados (Guerra & Garcia 1982, Segers *et al.* 1987). Isso pelo fato dos bicudos preferirem as plantas com estruturas reprodutivas em relação à armadilha.

O local de instalação dos tubos ou armadilhas na bordadura e as correntes de vento na área podem influenciar diretamente na capacidade de captura de bicudos per estas ferramentas (Sappington & Spurgeon 2000). Outro fator associado à captura é a quantidade do feromônio Grandlure colocada por área e a concentração do feromônio, bem como a durabilidade da atratividade do septo. Estes fatores vêm sendo estudados com o objetivo de aumentar o período de atratividade empregando-se septos com maior concentração do Grandlure, bem como com a adição de Eugenol (Armstrong *et al.* 2006, 2010). O Eugenol é um composto fenólico volátil, principal componente do óleo extraído do cravo-da-índia, que provoca uma resposta atrativa do bicudo e poderia aumentar a captura dos insetos nos tubos e armadilhas pela ação sinergista com o feromônio Grandlure.

A quantidade de bicudos capturados pelos tubos nas épocas de colheita e destruição dos restos culturais foi superior a da armadilha nas duas regiões de estudo. De fato, o tubo amarelo retirou do campo aproximadamente 4.350 bicudos nas duas regiões de estudo comparado a ~500 bicudos capturados pela armadilha. Isso demonstra que o tubo foi, em média, ~8,7x mais eficiente na captura de bicudos. Resultado quase três vezes maior que aquele encontrado comparando a armadilha Accountrap BW[®] (programa de erradicação do bicudo nos EUA) e o tubo atrai e mata bicudo BWACT da Industria Plato[®] (Houston, TX) (Villavaso *et al.* 1998, Spurgeon *et al.* 1999). Ainda, os adultos capturados ao final da safra no tubo de PVC apresentaram maior proporção de fêmeas, contribuindo para a redução de fêmeas que potencialmente retornaria a lavoura na safra subsequente.

A captura massal do bicudo utilizando o tubo de PVC amarelo contribui para o manejo desta praga chave da cultura. Além disso, apresenta maior apelo ecológico devido à ausência do uso de inseticidas na sua confecção por ser tratar de uma tecnologia que atrai e captura além de

ser reutilizável. Na tecnologia de atrai e mata, os tubos foram testados com a ciflutrina e, atualmente, esses são comercializados impregnados com o malathion (McKibben 1990, Villavaso *et al.* 2003). A superfície de captura do tubo também é um diferencial importante visando aumentar a quantidade de bicudos a serem capturados ao final da safra. A superfície dos tubos possui uma área com capacidade de captura estimada em 15.700 bicudos, calculada pela relação entre a área do tubo e tamanho médio de um bicudo adulto.

Portanto, podemos concluir que todas as cores testadas apresentaram capturas de bicudo, porém a cor amarela apresentou numericamente maior captura de bicudos e, assim, sendo recomendada para confecção do tubo de PVC. Entre os tubos de PVC e as armadilhas convencionais, os tubos apresentaram melhor desempenho na detecção inicial da chegada do bicudo na lavoura, além da captura massal, em especial, na fase final da lavoura. Além disso, os resultados de captura nos tubos durante o desenvolvimento da cultura foram significativos e apresentaram correlação positiva com o ataque do bicudo em botões florais dentro da lavoura. No entanto, estudos mais detalhados poderão ajustar uma relação de captura de adultos no tubo e a porcentagem de ataque definindo um nível de controle curativo para a praga com base na captura de adultos do bicudo no tubo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de Doutorado R.C.S.N. e apoio financeiro através dos editais AMD e APQ da FACEPE e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ao produtor João da Silva Reis e Hermógenes Timóteo pela cessão de áreas para o plantio no Semiárido, bem como as Fazendas São José, Sonho Dourado, Sementes Maggi II, Dallas II e

Cavalca pela cessão de áreas para plantio no Cerrado. À Fundação MT, pelo apoio durante a execução dos estudos no Cerrado.

Literatura Citada

- Armstrong, J.S., D.W. Spurgeon & C.P.C. Suh. 2006.** Comparisons of standard and extended-life boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) pheromone lures, J. Econ. Entomol. 99: 323-330.
- Armstrong, J.S. 2010.** Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) response to and volatilization rates of Grandlure when combined with varying doses of Eugenol in the extended-life pheromone lure. J. Econ. Entom. 103: 356-359.
- Barbosa, S., Braga Sobrinho, R., Lukefahr, M.J & O.G. Bengola. 1983.** Relatório sobre ocorrência do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, “Boll Weevil” no Brasil e recomendações para sua erradicação. Campina Grande, Embrapa - CNPA, 12p. (Documento 21).
- Brazel, J.R., J.W. Smith & E.F. Knipling. 1996.** Boll weevil eradication, p. 625-652. In E.G. King, J.R. Phillips & R.J. Coleman (eds.), Cotton insects and mites: characterization and management. Memphis TN, The Cotton Foundation, 1008p.
- Cross, W.H., D.D. Hardee, F. Nichols, H.C. Mitchell, E.B. Mitchell, P.M. Huddleston & J.G. Tumlinson. 1969.** Attraction of female boll weevil to traps baited with males or extracts of males. J. Econ. Entomol. 62: 154-161.
- Cross, W.H., D.D. Hardee & F. Nichols. 1967.** Punch cards in attraction and population studies of boll weevil. J. Econ. Entomol. 60: 1484-1485.
- Cross, W.H. & D.D. Hardee. 1968.** Traps for survey of overwintered boll weevil populations. Coop. Econ. Ins. Rpt. 18: 430.
- Cross, W.H. & H.C. Mitchell. 1966.** Mating behavior of the female boll weevil. J. Econ. Entomol. 59: 1503-1505.
- Degrande, P.E. Guia prático de controle das pragas do algodoeiro.** Dourados: UFMS, 1998. 60p.
- Gabriel, D. 2002.** Longevidade do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. criado em hospedeiro alternativo no laboratório. Arq. Inst. Biol. 69: 123-126.
- Greenberg, S.M., G.D. Jones, F. Eischen, R.J. Coleman, J.J. Adamczyk, T.X. Liu & M. Setamou. 2007.** Survival of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults after feeding on pollens from various sources. Insect Sci. 14: 503-510.

- Guerra, A.A. & R.D. Garcia. 1982.** Seasonal patterns of boll weevil response to grandlure-baited traps in the subtropical Rio Grande Valley of Texas. *Southwest. Entomol.* 7: 216-220.
- Leggett, J.E. 1980.** Boll weevil: competitive and non-competitive evaluation of factors affecting pheromone trap efficiency. *Environ. Entomol.* 9: 416-419.
- Leggett, J.E. & W.H. Cross. 1976a.** Response of boll weevils and other insects to grandlure exposed in two basic type of traps. *J. Econ. Entomol.* 60: 6-8.
- Leggett, J.E. & W.H. Cross. 1976b.** The relative importance of color and pheromone in orientation of traps. *Environ. Entomol.* 7: 4-6.
- Leggett, J.E. & W.H. Cross. 1971.** A new trap for capturing boll weevils. *USDA Coop. Econ. Ins. Rep.* 21: 773-774.
- Leggett, J.E., W.A. Dickerson & E.P. Lloyd. 1988.** Suppressing low level boll weevil populations with traps: influence of trap placement, grandlure concentration and population level. *Southwest. Entomol.* 13: 205-216.
- Lima Junior, I.S., P.E. Degrande, J.E. Miranda & W.J. Santos. 2013.** Evaluation of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) suppression program in the state of Goiás, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 42: 82-88.
- Lloyd, E.P., E.F. Knipling, G.H. McKibben, J.A. Witz, W.A. Hartstack, J.E. Leggett & D.F. Lockwood. 1981.** Mass trapping for detection, suppression, and integration with other suppression measures against the boll weevil, p. 191-203. In E.R. Mitchell (ed.), *Management of insect pests with semiochemicals*. New York, NY, concepts and practices. Plenum, 514p.
- McKibben, G.H., J.W. Smith & W.L. McGovern. 1990.** Design of an attract-and-kill device for the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Entomol. Sci.* 25: 581-586.
- Miranda, J.E. 2013.** Perdas por pragas e impacto sobre o custo de produção do algodão brasileiro nas safras 2011/12 e 2012/13. In IX Congresso Brasileiro de Algodão, Brasília, DF. CD-Room.
- Neves, R.C.S., J.B. Torres & M.N.B. Silva. 2010.** Época apropriada para a poda apical do algodoeiro para o controle de pragas. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 45: 1342-1350.
- Neves, R.C.S., A.T. Showler, E.S. Pinto, C.S. Bastos & J.B. Torres. 2013a.** Reducing boll weevil populations by clipping terminal buds and removing abscised fruiting bodies. *Entomol. Exp. Appl.* 146: 276-285.
- Neves, R.C.S., L.M. Vivian & J.B. Torres. 2013b.** Opção ecológica para o monitoramento e coleta massal do bicudo-do-algodoeiro. Recife, PE, UFRPE, 6p. (Informativo REDALGO no 006).

- Paula, D.P., D. Claudino, R.V. Timbó, J.E. Miranda, M.P. Bemquerer, A.C.J. Ribeiro, E.R. Sujii, E.M.G. Fontes & C.S.S. Pires. 2013.** Reproductive dormancy in boll-weevil from populations of the Midwest of Brazil. *J. Econ. Entomol.* 106: 86-96.
- Ramalho, F.S. 1994.** Cotton pest management: Part 4. A Brazilian perspective. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 563-578.
- Reardon, B.J. & D.W. Spurgeon. 2003.** Early-season colonization patterns of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Central Texas cotton. *J. Econ. Entomol.* 96: 328-333.
- Ribeiro, P.A., E.R. Sujii, I.R. Diniz, M.A. Medeiros, M.L. Salgado-Laboriau, M.C. Branco, C.S.S. Pires & E.M.G. Fontes. 2010.** Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of Central Brazil. *Neotrop. Entomol.* 39: 28-34.
- SAS Institute. 2001.** SAS/STAT User's Guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sappington, T.W. & D.W. Spurgeon. 2000.** Variation in boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) captures in pheromone traps arising from wind speed moderation by brush lines. *Environ. Entomol.* 29: 807-814.
- Segers, J.C., T.C. Urban, D.M. George, J.H. Benedict, M.H. Walmsley & E.P. Pieters. 1987.** Seasonal numbers, sex and diapause states of boll weevils captured in pheromone traps in the lower gulf coast of Texas. *Southwest. Entomol.* 12: 311-316.
- Showler, A.T. & V. Abrigo. 2007.** Common subtropical and tropical nonpollen food sources of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Environ. Entomol.* 36: 99-104.
- Showler, A.T. 2006.** Short-range dispersal and overwintering habitats of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) during and after harvest in the Subtropics. *J. Econ. Entomol.* 99: 1152-1160.
- Showler, A.T. 2003.** Effects of routine late-season field operations on numbers of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) captured in large-capacity pheromone traps. *J. Econ. Entomol.* 96: 680-689.
- Showler, A.T. 2002.** Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (coleoptera: curculionidae) injury to cotton. *J. Econ. Entomol.* 95: 754-762
- Spurgeon, D.W., J.R. Coppedge, J.R. Raulston & H. Marshall. 1999.** Mechanisms of boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) bait stick activity relative to pheromone traps. *J. Econ. Entomol.* 92: 960-966.

- Soria, M.F., D. Thomazoni, R. Tachinardi & P.E. Degrande. 2013.** Alerta para o bicudo-do-algodoeiro: breve panorama pré-safra 2012/13 e ações para o combate da praga. Primavera do leste, MT, IMAmt, 4p. (Circular técnica IMAmt no 003).
- Suh, C.P.C., D.W. Spurgeon & S. Hagood. 2003.** Evaluation of kill strips on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) mortality in pheromone traps and impact on weevil escape. *J. Econ. Entomol.* 96: 348-351.
- Tumlinson, J.H., R.C. Gueldner, D.D. Hardee, A.C. Thompson, P.A. Hedin & J.P. Minyard. 1971.** Identification and synthesis of the four compounds comprising the boll weevil sex attractant. *J. Organic. Chem.* 36: 2616-1621.
- Tumlinson, J.H., D.D. Hardee, R.C. Gueldner, A.C. Thompson, P.A. Hedin & J.P. Minyard. 1969.** Sex pheromones produced by male boll weevils: isolation, identification, and synthesis. *Science* 166: 1010-1012.
- White, J.R. & D.R. Rummel. 1978.** Emergence profile of overwintered boll weevils and entry into cotton. *Environ. Entomol.* 7: 7-14.
- Walker, J.K. & C.W. Smith. 1996.** Cultural control, p. 471-509. In E.G. King, J.R. Phillips & R.J. Coleman (eds.), *Cotton insects and mites: characterization and management*. Memphis, TN, The Cotton Foundation, 1008p.
- Vidal Neto, F.C., F.P. Silva, E. Bleicher & F.I.O. Melo. 2005.** Mutantes morfológicos de algodoeiro herbáceo como fonte de resistência ao bicudo. *Pesqu. Agropecu. Bras.* 40: 123-128.
- Villavaso, E.J., J.E. Mulrooney & W.L. MCGovern. 2003.** Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) bait sticks: toxicity and malathion content. *J. Econ. Entomol.* 96: 311-321.
- Villavaso, E.J., W.L. MCGovern & T.L. Wagner. 1998.** Efficacy of bait sticks versus pheromone traps for removing boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) from released populations. *J. Econ. Entomol.* 91: 637-640.

Tabela 1. Média (\pm EP) de bicudos capturados em seis meses de safra e seis meses de entressafra durante três anos consecutivos no Semiárido empregando tubos de PVC com diferentes cores, impregnado com cola entomológica e instalado com feromônio Grandlure.

Anos	Tubos	Média de bicudos capturados		Estatística Teste <i>t</i> (G.L. = 4)
		Safra (Abril - Setembro)	Entressafra (Outubro - Março)	
2009 -2010	Amarelo	1,0 \pm 0,57	17,6 \pm 8,83	t = 3,57; P = 0,0234
	Verde	1,6 \pm 0,33	18,3 \pm 3,73	t = 8,03; P = 0,0013
	Verde luminescente	2,6 \pm 1,66	18,3 \pm 5,66	t = 3,04; P = 0,0384
2010 -2011	Amarelo	12,3 \pm 2,60	8,0 \pm 3,60	t = 1,00; P = 0,3752
	Verde	9,6 \pm 1,66	6,3 \pm 2,90	t = 1,05; P = 0,3514
	Verde luminescente	13,6 \pm 6,69	7,3 \pm 3,75	t = 0,73; P = 0,5061
2011 -2012	Amarelo	1,0 \pm 0,00	12,0 \pm 1,52	t = 16,1; P < 0,0001
	Verde	1,0 \pm 0,57	12,3 \pm 3,17	t = 4,20; P = 0,0137
	Verde luminescente	1,0 \pm 1,00	7,6 \pm 0,88	t = 3,85; P = 0,0183

Tabela 2. Média (\pm EP) do número de bicudos capturados por armadilha Accountrap BW[®] e tubos de PVC confeccionados em diferentes cores, impregnados com cola entomológica e instalado com feromônio Grandlure, instalados em diferentes épocas do agroecossistema do algodão, safra 2011, Semiárido.

Épocas (Dias após o plantio)	Accountrap BW [®]	Tubos		
		Amarelo	Verde	Verde luminescente
Após o plantio ¹ (< 35)	0,0 \pm 0,00 a	0,3 \pm 0,21 a	0,5 \pm 0,34 a	0,3 \pm 0,21 a
Botões florais (35-55)	0,0 \pm 0,00 b	1,5 \pm 0,22 a	1,0 \pm 0,44 ab	0,5 \pm 0,22 ab
Florescimento (55-75)	0,0 \pm 0,00 a	0,7 \pm 0,21 a	0,8 \pm 0,54 a	0,3 \pm 0,21 a
Maçãs (75-100)	0,0 \pm 0,00 a	0,0 \pm 0,00 a	0,0 \pm 0,00 a	0,8 \pm 0,00 a
Capulhos (100-125)	0,3 \pm 0,21 a	0,5 \pm 0,23 a	0,8 \pm 0,30 a	0,3 \pm 0,21 a
Colheita (125-150)	1,7 \pm 0,61 b	5,2 \pm 1,16 a	3,5 \pm 1,43 ab	1,5 \pm 0,85 ab
Destruição (> 150)	2,2 \pm 0,40 b	75,0 \pm 36,72 a	55,0 \pm 21,96 a	18,3 \pm 3,48 a

¹Médias (\pm EP) seguida de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD

($P < 0,05$).

Tabela 3. Média (\pm EP) do número de bicudos capturados por armadilha Accountrap BW[®] e tubos de PVC confeccionados em diferentes cores, impregnados com cola entomológica e instalados com feromônio Grandlure, instalados em diferentes épocas do agroecossistema do algodão, safra 2011/12, Cerrado.

Épocas (Dias após o plantio)	Accountrap BW [®]	Tubos		
		Amarelo	Verde	Marrom
Após o plantio ¹ (< 35)	0,1 \pm 0,11 a	0,1 \pm 0,16 a	0,5 \pm 0,28 a	0,2 \pm 0,25 a
Botões florais (35-55)	0,1 \pm 0,08 a	0,3 \pm 0,25 a	0,4 \pm 0,25 a	0,1 \pm 0,08 a
Florescimento (55-75)	0,0 \pm 0,00 a	0,1 \pm 0,08 a	0,1 \pm 0,08 a	0,1 \pm 0,08 a
Maçãs I (75-100)	0,5 \pm 0,20 b	2,2 \pm 1,02 a	2,7 \pm 0,97 a	0,8 \pm 0,66 b
Maçãs II (100-125)	1,8 \pm 0,88 a	7,5 \pm 4,97 a	10,2 \pm 7,85 a	7,8 \pm 5,16 a
Capulhos (125-150)	4,4 \pm 3,00 a	12,5 \pm 6,35 a	5,6 \pm 2,99 a	4,5 \pm 2,41 a
Colheita (150-175)	17,7 \pm 11,79 b	133,1 \pm 47,07 a	42,0 \pm 18,75 a	85,0 \pm 34,0 a
Destruição (> 175)	6,9 \pm 4,91 b	44,9 \pm 27,40 a	42,5 \pm 21,00 a	26,6 \pm 12,09 b

¹Médias (\pm EP) seguida de letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey HSD (P < 0,05).

Tabela 4. Média (\pm EP) do número de bicudos capturados por armadilha Accountrap BW[®] e tubo amarelo instalados em diferentes épocas do agroecossistema do algodão, safra 2012/13, Cerrado.

Épocas (Dias após o plantio)	Accountrap BW [®]	Tubo amarelo	Estatística Teste <i>F</i> (G.L.= 1, 17)
Pós-plantio ¹ (< 35)	0,3 \pm 0,23	0,6 \pm 0,28	F = 4,00; P = 0,0805
Botões florais (35 - 55)	0,0 \pm 0,00	0,2 \pm 0,22	F = 1,00; P = 0,3466
Florescimento (55 - 75)	0,2 \pm 0,14	0,8 \pm 0,20	F = 8,00; P = 0,0222
Maçãs I (75 - 100)	0,0 \pm 0,00	0,4 \pm 0,24	F = 3,62; P = 0,0935
Maçãs II (100 - 125)	0,4 \pm 0,24	2,1 \pm 0,45	F = 7,69; P = 0,0242
Capulhos (125 - 150)	0,5 \pm 0,29	5,8 \pm 1,30	F = 16,2; P = 0,0038
Colheita (150 - 175)	1,8 \pm 0,91	10,3 \pm 3,39	F = 5,84; P = 0,0421
Destruição (> 175)	8,3 \pm 4,21	139,8 \pm 36,88	F = 14,5; P = 0,0051

¹Médias (\pm EP) comparadas pelo teste F da ANOVA e interpretado ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Porcentagem de estruturas (botões florais e maçãs) atacadas pelo bicudo, número de bicudos em 120 plantas, número de bicudos capturados em armadilha Accountrap BW[®] (BW) e no tubo amarelo (TCB) e razão de captura entre BW e TCB, bem como coeficientes de correlação entre estes parâmetros obtidos durante a safra 2011-2012 em lavouras do Cerrado.

Parâmetros	Fenologia da planta de algodão				
	Pós-plantio (< 35 DAP)	Botões florais (35 - 55 DAP)	Florescimento (55 - 75 DAP)	Maçãs I (75 - 100 DAP)	Maçãs II (100 - 125 DAP)
Estruturas atacadas (EA) (%)	0,00 ± 0,00	3,33 ± 1,44	21,58 ± 10,25	26,75 ± 10,42	29,08 ± 7,84
Bicudos em 120 plantas (BIC)	0,00 ± 0,00	0,08 ± 0,08	1,16 ± 0,71	4,33 ± 1,75	2,66 ± 0,95
Captura na armadilha BW	0,16 ± 0,11	0,08 ± 0,08	0,0 ± 0,00	0,50 ± 0,23	1,83 ± 0,88
Captura no tubo TCB	0,16 ± 0,16	0,33 ± 0,25	0,0 ± 0,00	2,33 ± 1,01	7,50 ± 4,97
Razão TCB/BW	1,00	4,12	-	4,66	4,09
Correlações EA*BW ¹	-	0,16 ^{0,6029}	-	0,46 ^{0,7842}	0,31 ^{0,3182}
Correlações EA*TCB	-	0,83 ^{0,0008}	-	0,64 ^{0,0252}	0,55 ^{0,0625}
Correlações BIC*BW	-	-0,09 ^{0,7787}	-	0,33 ^{0,2842}	0,28 ^{0,3778}
Correlações BIC*TCB	-	-0,12 ^{0,7147}	-	0,86 ^{0,0003}	0,08 ^{0,8017}

¹Coefficientes de correlação de Pearson (*r*) e valor de *P*-estatístico sobrescrito.

Tabela 6. Porcentagem de estruturas (botões florais e maçãs) atacadas pelo bicudo, número de bicudos em 180 plantas, número de bicudos capturados em armadilha Accountrap BW[®] (BW) e no tubo amarelo (TCB) e razão de captura entre BW e TCB, bem como coeficientes de correlação entre estes parâmetros obtidos durante a safra 2012/2013. Cerrado.

Parâmetros	Fenologia da planta de algodão				
	Pós-plantio (< 35 DAP)	Botões florais (35 - 55 DAP)	Florescimento (55 - 75 DAP)	Maçãs I (75 - 100 DAP)	Maçãs II (100 - 125 DAP)
Estruturas atacadas (EA) (%)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	2,20 ± 0,55	4,43 ± 0,56	7,77 ± 2,00
Bicudos em 180 plantas (BIC)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,33 ± 0,23
Captura na armadilha BW	0,33 ± 0,11	0,00 ± 0,00	0,22 ± 0,22	0,00 ± 0,00	0,44 ± 0,24
Captura no tubo TCB	0,66 ± 0,16	0,22 ± 0,22	0,88 ± 0,20	0,44 ± 0,24	2,11 ± 0,45
Razão TCB/BW	2,00	0,22	4,00	0,44	4,79
Correlações EA*BW ¹	-	-	-0,18 ^{0,6263}	-	-0,03 ^{0,9552}
Correlações EA*TCB	-	-	0,85 ^{0,0035}	0,79 ^{0,0112}	0,59 ^{0,0910}
Correlações BIC*BW	-	-	-	-	-0,32 ^{0,3944}
Correlações BIC*TCB	-	-	-	-	0,21 ^{0,5768}

¹Coefficientes de correlação de Pearson (*r*) e valor de *P*-estatístico sobrescrito.