

**O Quiabeiro: Possível Planta-
armadilha para o Manejo do
Bicudo-do-algodoeiro**

Foto: Lucas Machado de Souza



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa 291 e Desenvolvimento

O Quiabeiro: Possível Planta- armadilha para o Manejo do Bicudo-do-algodoeiro

Renata Alves da Mata
Mayra Pimenta
Madelaine Venzon
Eliana Maria Gouveia Fontes
Edison Ryoiti Sujii
Joseane Padilha da Silva
Carmen Silvia Soares Pires

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Endereço: Parque Estação Biológica - PqEB – Av. W5 Norte (final)

Caixa Postal: 02372 - Brasília, DF - Brasil – CEP: 70770-917

Fone: (61) 3448-4700

Fax: (61) 3340-3624

Home Page: <http://www.cenargen.embrapa.br>

E-mail (sac): sac@cenargen.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *João Batista Teixeira*

Secretário-Executivo: *Thales Lima Rocha*

Membros: *Jonny Everson Scherwinski Pereira*

Lucília Helena Marcelino

Lígia Sardinha Fortes

Márcio Martinelli Sanches

Samuel Rezende Paiva

Vânia Cristina Rennó Azevedo

Suplentes: *João Batista Tavares da Silva*

Daniela Aguiar de Souza Kols

Supervisor editorial: Lígia Sardinha Fortes

Revisor de texto: José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica: Ana Flávia do Nascimento Dias

Editoração eletrônica: José Cesamildo Cruz Magalhães

Foto da capa: Lucas Machado de Souza

1ª edição (online)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

O quiabeiro: possível planta-armadilha para o manejo do bicudo-do-algodoeiro.

/Renata Alves da Mata [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011.

21 p.: il. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 291).

1. Controle biológico. 2. Bicudo-do-algodoeiro. 3. Quiabeiro. I. Pimenta, Mayra. II. Venzon, Madelaine. III. Fontes, Eliana Maria Gouveia. IV. Sujii, Edison Ryoiti. V. Silva, Joseane Padilha da. VI. Pires, Carmen Silvia Soares. VII. Série.

632.768 – CDD 21

Sumário

Resumo	05
Abstract	07
Introdução	08
Material e métodos	10
Insetos e plantas	10
Testes de preferência de alimentação	10
Análises estatísticas	12
Resultados e discussão	12
Comparações entre resposta <i>versus</i> não resposta	12
Respostas: preferência por uma das espécies em todas as combinações de estados fenológicos	15
Respostas: preferência por um dos estados fenológicos	16
Respostas: preferência por uma das plantas quando ambas eram da mesma espécie e do mesmo estado fenológico	16
Conclusões	18
Referências	19

O Quiabeiro: Possível Planta-armadilha para o Manejo do Bicudo-do-algodoeiro

Renata Alves da Mata

Mayra Pimenta

Madelaine Venzon

Eliana Maria Gouveia Fontes

Edison Ryoiti Sujii

Joseane Padilha da Silva

Carmen Silvia Soares Pires

Resumo

O bicudo (*Anthonomus grandis*) provoca queda de botões florais e flores no algodoeiro, causando perdas de até 70% da produção de fibra. O controle dessa praga é feito exclusivamente com agrotóxicos, e existe grande demanda para o estabelecimento de técnicas alternativas de controle, como, por exemplo, a utilização de culturas-armadilha. A maioria das plantas hospedeiras do bicudo pertence à tribo Gossypiae (*Malvaceae*); porém, há registros de adultos se alimentando de plantas de outras tribos e famílias. A polifagia dos adultos abre a possibilidade do uso de plantas alternativas ao algodoeiro no manejo da praga como culturas-armadilha. Neste estudo, a capacidade do quiabeiro e do algodoeiro de atrair o bicudo foi investigada em arenas de dupla escolha. Bicudos adultos obtidos de botões de algodoeiro oriundos do campo e de colônias de laboratório foram utilizados nos testes. Os adultos foram mantidos durante 24 horas em jejum após a emergência e antes do início do experimento. Foram realizados onze contrastes, combinando espécie de planta e estágios fenológicos (vegetativo e reprodutivo), com até 20 repetições cada. A arena de dupla escolha consistiu em uma gaiola de acrílico transparente (90cmx80cmx45cm), na qual foram colocados, em extremidades opostas, vasos com plantas de algodoeiro ou quiabeiro. Cinco casais foram liberados na base das arenas equidistantes das plantas. A resposta foi quantificada ao final de 24 horas. Os dados foram analisados por meio do modelo linear generalizado binomial. A resposta dos adultos a uma das duas plantas oferecidas variou em relação a não resposta, de acordo com o tipo de recurso oferecido. O número de indivíduos que responderam foi menor nas combinações entre quiabeiro e algodoeiro em estágio vegetativo, e maior nas combinações entre quiabeiro e algodoeiro em estágio reprodutivo. Considerando apenas os casos em que os indivíduos responderam, os bicudos preferiram 18 vezes mais o algodoeiro com botões ao quiabeiro vegetativo e três vezes mais o algodoeiro flor ao quiabeiro flor. Entretanto, os bicudos preferiram o quiabeiro com flor ao algodoeiro vegetativo em 77% das vezes. Os bicudos preferiram, ainda, as plantas em estágio reprodutivo ao vegetativo, dentro da mesma espécie. Em conclusão, o quiabeiro na fase reprodutiva, especialmente com flor, pode ser utilizado para atrair o bicudo enquanto o algodoeiro ainda estiver no estágio vegetativo (primeiros 30-45 dias). As informações produzidas no presente trabalho são de extrema importância para a elaboração do sistema-armadilha em campo, pois permitem a determinação, por exemplo, da quantidade de plantas e bicudos adultos necessários para a execução de um

experimento de campo com número estatístico ideal de respostas de bicudos, bem como a programação do estágio fenológico da espécie-armadilha para coincidir com a fase migratória dos bicudos que saem dos abrigos onde passaram a estação seca.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus*, *Anthonomus grandis*, cultura-armadilha, Curculionidae, Malvaceae, manejo sustentável de pragas.

Okra: a possible trap-crop for the management of the boll weevil on cotton plant

Abstract

The boll weevil *Anthonomus grandis* causes a reduction of squares and flowers on cotton plantation causing the loss up to 70% of fiber production. The control of this important cotton pest is done exclusively with pesticides and there is a large demand for establishing alternative control techniques, such as the use of trap crop systems. Despite of the most of boll weevil hosts belong to the Gossypiae tribe (Malvaceae), there are records of adults feeding on plants from other tribes and families. The adult poliphagy then opens the possibility of using alternatives host plants beyond cotton in pest management as a trap crop. At the present study both okra and cotton potential for attracting boll weevil was investigated by performing dual-choice experiments. Adults of boll weevil obtained from squares of an experimental cotton plantation and of a laboratory colony were used in the tests. They were kept without feeding 24 hours after emergence and before the beginning of the test. Eleven contrasts combining plant species and plant phenological stages (reproductive and vegetative) were performed with up to 20 repetitions each. The dual-choice arena consisted of a transparent acrylic cage (90cmx80cmx45cm), where a pot with an okra or cotton plant was placed at opposite sides. Five couples were released at the arena's base equidistant from the plants. The weevils' responses were measured 24 hours after the experiment beginning. Data were analyzed using the binomial generalized linear model. Adults' responses to one of the two plants significantly changed regarding the non-response as a function of the resource type that was offered. The numbers of individuals who responded was lower at combinations with okra and cotton in vegetative stage, while they were higher at the majority of the combinations with okra and cotton in reproductive stage. Considering only the cases in which the individuals responded, the boll weevils preferred 18 times more cotton with squares than the okra in vegetative stage, and three times more the flowering cotton than the flowering okra. However, they preferred the flowering okra 77% of the time when compared to the cotton at vegetative stage. Still, within the same species, the boll weevils preferred plants at reproductive stage than at vegetative stage. In conclusion okra at reproductive stage, especially with flower, can be used to attract the boll weevil while cotton is at the beginning of the cotton cycle (vegetative stage, firsts 30-45 days). The information produced in the present work are extremely important to the development of the trap crop systems in the field, allowing to determine for instance, the exact amount of insects and plants to perform a field experiment with a ideal statistic amount of the weevils' responses, as well as to program the exact phenological stage for which the trap crop would match the migratory phase of the weevils that leave the shelters where they may stay at the dry season.

Key words: *Abelmoschus esculentus*, *Anthonomus grandis*, trap crop, Curculionidae, Malvaceae, sustainable pest management.

Introdução

Anthonomus grandis Boheman 1843 (Coleoptera: Curculionidae), popularmente conhecido como Bicudo-do-algodoeiro, é considerado a praga mais importante do algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), devido à severidade dos danos que causa à produção, ao rápido crescimento das suas populações e à dificuldade de controle por meio dos métodos convencionais (DEGRANDE, 1991; GALLO et al., 2002; FONTES et al., 2006). Os adultos da praga têm preferência pelas estruturas reprodutivas da planta, onde se alimentam e colocam seus ovos. As larvas desenvolvem-se dentro dos botões florais e das maçãs do algodoeiro. Em função do ataque, tais estruturas caem (no caso dos botões florais) e são destruídas internamente, inviabilizando a produção da fibra (DEGRANDE, 1996). O hábito endófago das larvas dificulta a aplicação de medidas de controle, pois o inseto fica protegido dos inimigos naturais generalistas, das condições adversas do meio e das aplicações de inseticidas (FONTES et al., 2006). Além disso, essa espécie apresenta alta capacidade reprodutiva, já que uma pequena porcentagem da população que consegue sobreviver ao longo período de entressafra é capaz de infestar e prejudicar a próxima safra (RIBEIRO, 2007). O bicudo apresenta, ainda, uma grande variabilidade genética e plasticidade fenotípica, sendo capaz de se adaptar a uma ampla faixa de condições ambientais.

A principal estratégia de controle disponível é o controle químico. O gasto com inseticidas representa o maior custo de produção da cultura do algodoeiro. Dados da região Centro-Oeste, a maior região produtora do Brasil, que corresponde a cerca de 60 % da área plantada no país e onde são efetuadas, em média, 18 aplicações de inseticidas por ciclo da cultura, confirmam esta afirmação. O gasto com inseticidas nessa lavoura varia de 18% a 30% do custo de produção (CONAB 2012). Tal fato constitui uma ameaça aos produtores, que chegam a ter enormes prejuízos em anos em que a infestação do bicudo é muito alta. Embora o aumento significativo da produção agrícola na segunda metade do século 20 tenha ocorrido em grande parte devido ao uso dos pesticidas químicos (KROPFF; BOUMA; JONES, 2001), esse modelo utilizado pela agricultura intensiva mostrou-se socialmente desigual. Além disso, o desenvolvimento de resistência pelas pragas, os impactos ambientais negativos e a ameaça à saúde humana são alguns dos graves problemas causados pelo uso excessivo de pesticidas (DEGUINE et al., 2008). Atualmente já existem outras abordagens alternativas ao uso intensivo de inseticidas para o controle de pragas agrícolas, como, por exemplo, o modelo seguido pelo manejo integrado de pragas e outros modelos mais atuais de produção integrada (OULD-SIDI; LESCOURRET, 2011). Em termos gerais, tais modelos visam utilizar diversas técnicas, recursos e processos naturais combinados, para substituir o máximo possível insumos poluentes, assegurando uma agricultura mais sustentável (OULD-SIDI; LESCOURRET, 2011). Assim, o grande desafio de toda a cadeia produtiva do algodoeiro é produzir algodão com maior equilíbrio econômico, social e ambiental. Uma estratégia de controle eficiente para diminuir a população da praga, e que ao mesmo tempo seja sustentável, necessita ser desenvolvida.

A associação do Bicudo-do-algodoeiro com diversas espécies de plantas hospedeiras possibilitou a expansão da sua distribuição geográfica para além do seu centro de origem (América Central), bem como permitiu que esse inseto atingisse o *status* de praga agrícola do algodoeiro (SHOWLER, 2009). Evidências sugerem que o gênero ancestral hospedeiro desta praga não foi o *Gossypium*, e sim um gênero aparentado, *Hampea* (FRYXELL; LUKEFAHR, 1967; CLARK; BURKE, 1986; JONES, 2001). Dentro do gênero *Anthonomus* existe um grupo de cinco espécies irmãs ao qual pertence o bicudo-do-algodoeiro (JONES, 2001). Dentre estas cinco espécies, quatro são restritas a espécies do gênero *Hampea* e ocorrem apenas no sudeste do México e na América Central. Apenas o Bicudo-do-

algodoeiro expandiu o seu nicho por meio da associação com outras plantas além daquelas de *Hampea* (JONES, 2001). Aparentemente, o bicudo mudou de *Hampea* para o *Gossypium* bem recentemente, considerando o tempo geológico, possivelmente no início do processo de domesticação do algodoeiro (CLARK; BURKE, 1986; JONES, 2001).

Embora a larva do bicudo tenha hábito mais especialista, alimentando-se quase que exclusivamente de plantas da tribo Gossypiae (veja exceção em ARZALUZ; JONES, 2001), os adultos possuem hábito mais generalista. Ainda que a maioria das plantas utilizadas pelo adulto do bicudo também pertençam à tribo Gossypiae (Malvaceae), há vários registros de adultos se alimentando de plantas de outras tribos e famílias em todos os novos locais para onde a espécie expandiu a sua distribuição (HARDEE et al., 1999; JONES; COPPEDGE 1999; CUADRADO; GARRALLA, 2000; CUADRADO, 2002; GABRIEL, 2002; SHOWLER; ABRIGO, 2007; GREENBERG et al., 2007; RIBEIRO et al., 2010). Não apenas a associação do adulto com diversas espécies de plantas hospedeiras explica a expansão na distribuição geográfica do *A. grandis*, como também a polifagia dos adultos abre a possibilidade do uso de plantas alternativas ao algodoeiro no manejo da praga como culturas-armadilha.

O conceito de cultura-armadilha está embutido nos princípios ecológicos de manipulação de *habitats* em agroecossistemas para fins de manejo de pragas (HOKKANEN, 1991). A definição de uma cultura-armadilha para o manejo de um determinado inseto-praga demanda a associação de características inerentes à planta a ser utilizada como cultura-armadilha e das estratégias associadas ao uso da técnica. Características da cultura-armadilha podem incluir não apenas a atratividade diferencial natural da planta para postura ou alimentação da praga-alvo, mas também outros atributos que lhe permitam atuar como um “sorvedouro” de populações do inseto-praga, isto é, um lugar em que eles chegam, mas não saem (SHELTON; BADENES-PEREZ, 2006). O sucesso da aplicação de culturas-armadilha em uma determinada paisagem dominada por áreas cultivadas depende das características da cultura-armadilha e da cultura principal, das características espaciais e temporais de cada uma, dos padrões de comportamento e movimento do inseto-praga e dos requerimentos agrônômicos e econômicos do sistema de produção (HOKKANEN, 1991). A escolha da espécie certa de planta é então uma etapa fundamental, que garantirá ou não a eficiência da cultura-armadilha.

Nesse contexto, este trabalho visou explorar o potencial do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* L., (Malvaceae), como cultura-armadilha para adultos do Bicudo-do-algodoeiro durante a entressafra. Especificamente, este trabalho comparou o poder de atratividade do algodoeiro com o do quiabeiro, a fim de avaliar seu potencial como cultura-armadilha. O quiabeiro foi escolhido a partir de uma lista inicial de espécies potenciais que foram avaliadas seguindo critérios pré-estabelecidos. Além de pertencer à mesma família do algodoeiro (Malvaceae), a espécie atendeu a cinco critérios estabelecidos *a priori*, desenvolvidos a partir de Shelton; Badenes-Perez (2006): plantas com potencial de uso agrícola, plantas de fácil trato agrônômico, relevância nos sistemas agrícolas do Centro-Sul e Nordeste do Brasil, sincronismo fenológico da floração com o período de movimentação de populações infestantes do bicudo no início da safra do algodoeiro e aceitação pelo bicudo determinada em testes preliminares realizados no Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (dados não publicados).

Material e métodos

Insetos e plantas

As plantas do quiabeiro (*A. esculentus*) e do algodoeiro (*G. hirsutum*) foram produzidas em vasos em casa de vegetação e áreas experimentais ao ar livre na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. Quinzenalmente, 30 mudas de cada espécie eram produzidas e monitoradas diariamente para a necessidade de irrigação e combate ao ataque de pragas. As plantas em estágio vegetativo foram utilizadas quando apresentavam de três a quatro folhas verdadeiras (idade aproximada após a germinação). O algodoeiro em estágio reprodutivo foi utilizado assim que apresentava os primeiros botões florais e até o aparecimento da flor (idade aproximada após a germinação). Os quiabeiros em estágio reprodutivo foram utilizados quando apresentavam botões, frutos e flores (idade aproximada após a germinação). Apenas plantas inteiras e sem sintomas de doenças e ataque de pragas foram utilizadas nos experimentos. A maior parte das plantas foi utilizada apenas uma vez. Similarmente, apenas plantas igualmente obtidas em casa de vegetação ou em campo foram contrastadas dentro da mesma gaiola.

Bicudos adultos de idade conhecida (1 a 4 dias após a emergência) foram obtidos de botões atacados no campo e de larvas alimentadas em dieta artificial provenientes da criação do Laboratório de Ecologia e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Resultados de experimentos-piloto demonstraram que não houve diferença na resposta entre bicudos provenientes do campo criados na planta e de criação em dieta artificial em laboratório. Os adultos que emergiram foram mantidos 24 horas sem alimento antes do início do experimento.

Testes de preferência de alimentação

Foram realizados 11 testes, um para cada combinação entre as espécies e os estágios fenológicos das plantas (Tabela 1). O botão do algodoeiro é muito atrativo ao bicudo para alimentação; por isso, plantas de algodoeiro com botões apenas (sem flores e frutos) foram utilizadas para representar o estágio reprodutivo do algodoeiro (rotuladas como **Ab**). Como ainda não há registro de preferência do bicudo por alguma estrutura reprodutiva do quiabeiro, foram utilizadas plantas com flores, frutos e botões para representar o estágio reprodutivo do quiabeiro (rotuladas como **Qf**).

Tabela 1. Testes de dupla escolha conduzidos para medir a atratividade do quiabeiro em relação ao algodoeiro em diferentes estágios fenológicos.

Tratamento	Rótulos	N
Algodoeiro vegetativo x Algodoeiro vegetativo	Av x Av	20
Algodoeiro vegetativo x Algodoeiro botão	Av x Ab	20
Algodoeiro vegetativo x Quiabeiro vegetativo	Av x Qv	20
Algodoeiro vegetativo x Quiabeiro flor	Av x Qf	20
Algodoeiro botão x Algodoeiro botão	AbxAb	20
Algodoeiro botão x Quiabeiro vegetativo	Ab x Qv	20
Algodoeiro botão x Quiabeiro flor	Ab x Qf	20
Quiabeiro vegetativo x Quiabeiro vegetativo	Qv x Qv	20
Quiabeiro flor x Quiabeiro vegetativo	Qf x Qv	19
Quiabeiro flor x Quiabeiro flor	Qf x Qf	12
Algodoeiro flor x Quiabeiro flor	Af x Qf	10

N = número de repetições realizadas em cada tratamento.

Cada repetição consistiu de uma gaiola de acrílico (90x80x45cm; Figura 1). Dentro de cada uma foram colocadas duas plantas posicionadas em diagonal nas extremidades opostas da gaiola, distantes 45 cm uma da outra (Figura 1).



Foto: Lucas Machado de Souza

Figura 1. Gaiolas de acrílico (90x80x45cm) utilizadas nos testes de dupla escolha.

Cinco casais de bicudos adultos foram liberados no centro das gaiolas entre as duas espécies de plantas e observados ao longo de 24 horas. Em cada repetição, avaliou-se a quantidade de bicudos em cada planta ao final de 24 horas, tempo estabelecido por meio de experimentos-piloto. Foi considerado como não resposta quando o adulto não escolheu nenhuma das plantas, ou nos raros casos em que houve escape da gaiola. Os insetos que morreram foram desconsiderados nas análises do experimento.

Análises estatísticas

Para comparar o poder de atratividade do algodoeiro com o do quiabeiro, os dados foram analisados em diferentes contextos a fim de verificar se a escolha por alguma planta oferecida (resposta em relação a não resposta) diferiu em cada uma das onze combinações realizadas. Dentre os indivíduos que apresentaram resposta, foram testadas três possibilidades: 1) se houve preferência por uma das espécies em todas as combinações possíveis de estados fenológicos; 2) se houve preferência por um dos estágios fenológicos; e 3) se houve preferência por uma das plantas quando ambas eram da mesma espécie e do mesmo estado fenológico. Em todos os casos, a proporção de bicudos encontrados em cada planta foi analisada com o emprego do modelo linear generalizado binomial, por meio do qual a razão entre a chance do bicudo escolher entre dois tipos de tratamento (razão de chances) foi estimada. Dessa forma, a razão de chances igual a 1 indica que a escolha do inseto é igualmente provável entre os dois tratamentos oferecidos. Como os dados apresentaram grande variabilidade, foi necessário corrigir a superdispersão por meio do método da quase-verossimilhança (MCCULLAGH; NELDER, 1989). As análises foram desenvolvidas com a utilização do programa de linguagem estatística R, em que se adotou um nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Comparações entre resposta *versus* não resposta

Uma porcentagem variável entre 30 e 80% dos adultos de bicudo liberados respondeu procurando ativamente uma das plantas oferecidas. A porcentagem de resposta variou em função da combinação de plantas e respectivos estágios fenológicos (Figura 2). Houve um aumento na proporção de indivíduos que procuravam ativamente as plantas à medida que estas se encontravam em estágios fenológicos mais avançados com botões e flores.

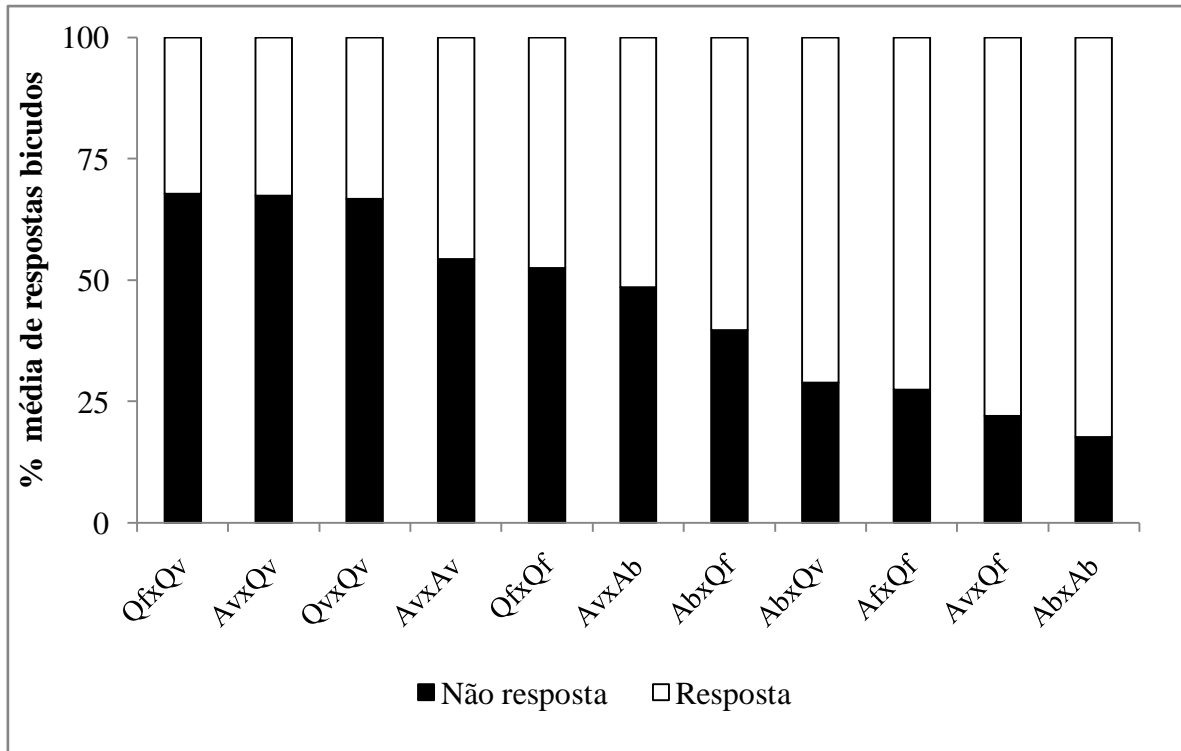


Figura 2. Adultos de Bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*, que responderam à combinação de tipos de recurso oferecido. Ab = Algodoeiro botão; Af = Algodoeiro flor; Av = Algodoeiro vegetativo; Qf = Quiabeiro flor; Qv = Quiabeiro vegetativo.

O modelo binomial mostrou que o padrão de resposta foi significativamente menor quando a combinação oferecida era quiabeiro flor *versus* quiabeiro vegetativo ($p=0.0068$), e também na combinação entre algodoeiro vegetativo e quiabeiro vegetativo ($p=0.0065$). A chance de respostas foi duas vezes maior do que a de não respostas quando o recurso oferecido era quiabeiro flor *versus* algodoeiro botão ($p=0.0613$). Esse valor triplicou entre algodoeiro flor e quiabeiro flor ($p=0.0017$), quadruplicou entre algodoeiro botão e quiabeiro vegetativo ($p<0.001$) e aumentou em cinco vezes entre algodoeiro vegetativo e quiabeiro flor ($p<0.001$). Finalmente, a chance de resposta foi máxima entre plantas de algodoeiro na fase reprodutiva (algodoeiro botão *versus* algodoeiro botão) ($p<0.001$). A razão de chance para cada combinação é mostrada na Figura 3.

Considerando o tratamento algodoeiro vegetativo e algodoeiro botão, o inseto não demonstrou diferenças significativas entre a escolha e a não escolha ($p=0.1470$). O padrão de resposta não diferiu do de não resposta quando as duas plantas eram da mesma espécie no mesmo estado fenológico: para o quiabeiro, o valor de p foi de 0.5691; e para o algodoeiro foi de 0.9141 (Figura 3).

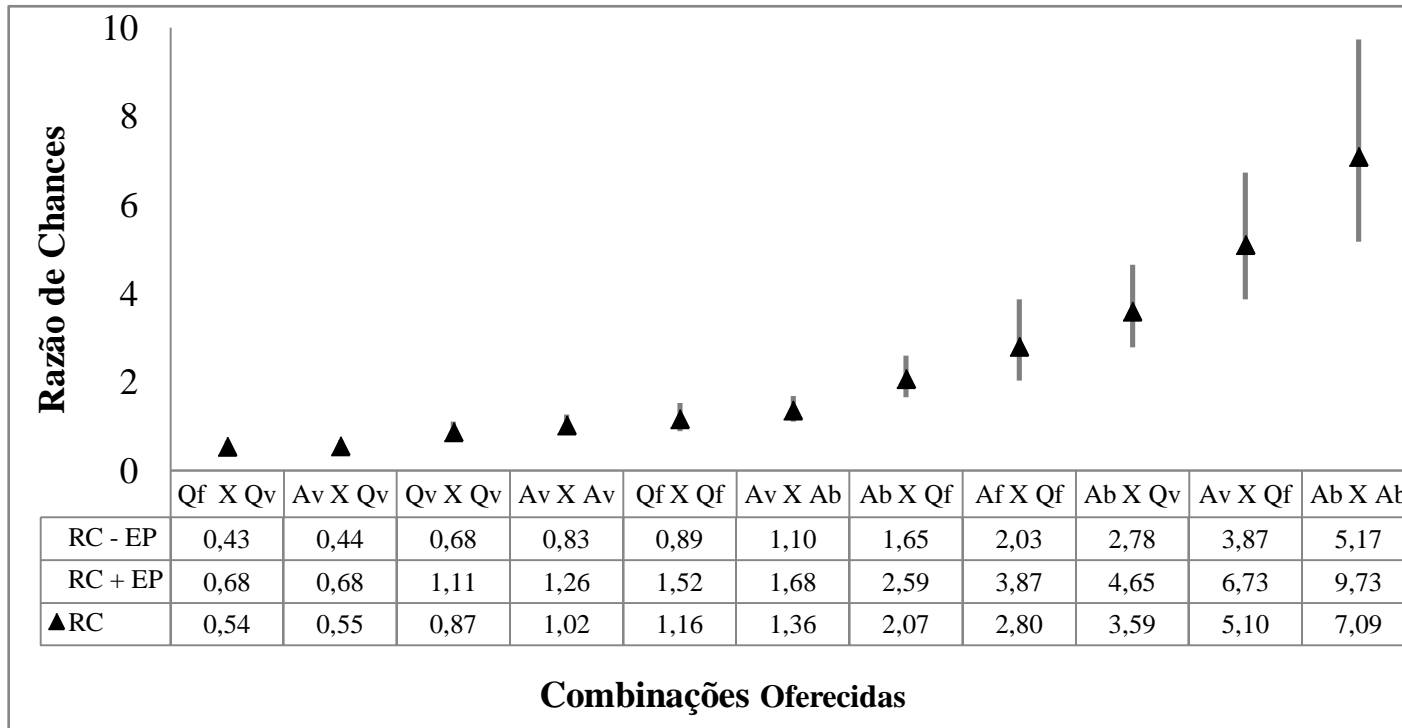


Figura 3. Chance dos insetos apresentarem resposta à combinação oferecida em relação a não resposta, segundo o modelo binomial com correção da superdispersão por meio do método de quase-verossimilhança. RC = Razão de Chances (a razão entre a chance de o bicudo escolher e não escolher uma das duas plantas oferecidas em cada tratamento; RC=1 indica que a chance de o inseto escolher foi igualmente provável a chance de ele não escolher; RC>1 indica que a chance do inseto escolher foi maior do que a de não escolher; RC<1 indica que a chance do inseto escolher foi menor do que a de não escolher) EP = Erro Padrão. Ab = Algodoeiro botão; Af = Algodoeiro flor; Av = Algodoeiro vegetativo; Qf = Quiabeiro flor; Qv = Quiabeiro vegetativo.

A determinação de tais medidas de porcentagem da resposta e não resposta em função dos diferentes tratamentos entre o quiabeiro e algodoeiro no estado vegetativo e reprodutivo é muito importante dentro do contexto da elaboração da cultura-armadilha. A quantificação desse parâmetro possibilitará um delineamento mais acurado dos experimentos que testarão a atratividade do bicudo pelo quiabeiro em campo, bem como para a posterior modelagem que simulará as populações de bicudo que serão atraídas para a cultura-armadilha. Será possível determinar, por exemplo, a quantidade de plantas e bicudos adultos necessários para a execução de um experimento de campo com número estatístico ideal de respostas de bicudos. Tais etapas têm importância fundamental para qualquer investigação cujo objetivo final é encontrar plantas que funcionem como cultura-armadilha.

Respostas: preferência por uma das espécies em todas as combinações de estados fenológicos

Nas comparações entre algodoeiro e quiabeiro, os bicudos preferiram 18 vezes mais o algodoeiro botão ao quiabeiro vegetativo ($p < 0.001$). Quando foi oferecido o algodoeiro flor *versus* quiabeiro flor, os bicudos escolheram três vezes mais o algodoeiro flor ($p = 0.0131$). Entretanto, quando a combinação oferecida foi algodoeiro vegetativo e quiabeiro flor, os bicudos preferiram em 77% das vezes o quiabeiro flor ($p < 0.001$). Os bicudos não demonstram preferência quando o recurso oferecido foi algodoeiro botão *versus* quiabeiro flor ($p = 0.4678$). Para a combinação entre algodoeiro vegetativo e quiabeiro vegetativo, os bicudos parecem preferir o algodoeiro vegetativo ($p = 0.0593$) (Figura 4).

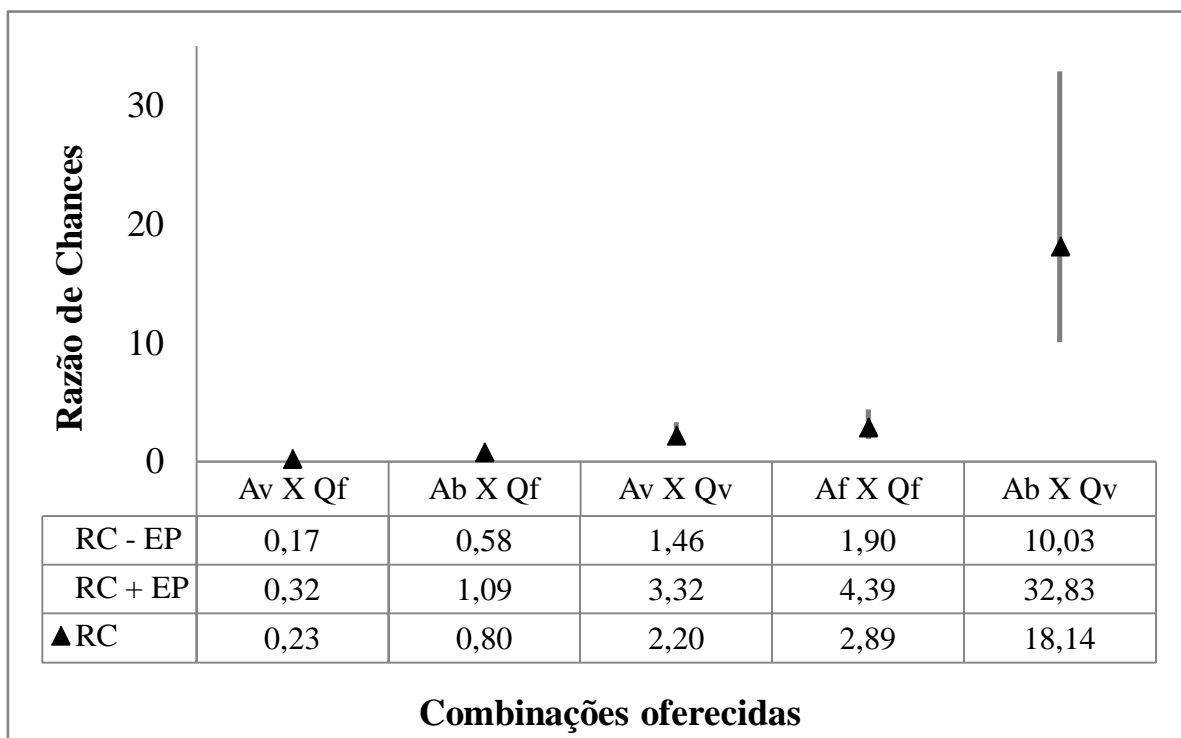


Figura 4. Chance dos insetos escolherem a planta 1 (rótulo esquerdo) em relação à planta 2 (rótulo direito), segundo o modelo binomial com correção da superdispersão por meio do método de quase-verossimilhança. RC = Razão de Chances (a razão entre a chance do bicudo escolher entre as duas plantas oferecidas; RC = 1 indica que a escolha do inseto foi igualmente provável entre ambas; RC > 1 indica que a chance do inseto escolher a planta 1 foi maior do que a de escolher a planta 2; RC < 1 indica que a chance do inseto escolher a planta 1 foi menor do que a de escolher a planta 2); EP = Erro Padrão. Ab = Algodoeiro botão; Af = Algodoeiro flor; Av = Algodoeiro vegetativo; Qf = Quiabeiro flor; Qv = Quiabeiro vegetativo.

O quiabeiro no estágio reprodutivo, principalmente quando apresenta flores, pode ser utilizado para atrair o bicudo quando o algodoeiro ainda estiver no estágio vegetativo. Além disso, as flores de ambas as espécies parecem ser muito atraentes para os bicudos, seja devido aos semioquímicos ou ao estímulo visual envolvido, ambos podendo desempenhar um importante papel na orientação do bicudo para a escolha do recurso (Figura 5). Essa informação é de extrema importância para a elaboração do sistema-armadilha em campo, pois permite a programação do estágio fenológico da espécie-armadilha para coincidir com a fase migratória dos bicudos que saem dos abrigos onde passaram a estação seca.



Figura 5. Fotos dos bicudos adultos nas flores de quiabeiro.

Respostas: preferência por um dos estágios fenológicos

Tanto no algodoeiro quanto no quiabeiro, os bicudos preferiram as plantas em estágio reprodutivo. A chance de escolha variou de cinco a oito vezes do algodoeiro vegetativo para o algodoeiro botão ($p < 0.0001$), e de quatro a sete do quiabeiro vegetativo para o quiabeiro flor ($p = 0.002$). Mais uma vez, esse resultado indica que as estruturas reprodutivas de ambas as espécies desempenham papel importante na atratividade do Bicudo-do-algodoeiro.

Respostas: preferência por uma das plantas quando ambas eram da mesma espécie e do mesmo estado fenológico

Quando foram oferecidas na gaiola duas plantas de algodoeiro no mesmo estágio fenológico (algodoeiro reprodutivo *versus* algodoeiro reprodutivo e algodoeiro vegetativo *versus* algodoeiro vegetativo), os bicudos não demonstram preferência. Nesse caso, os valores de p obtidos foram 0.2519 e 0.3367, respectivamente. Quando foi oferecido somente quiabeiro flor, os bicudos escolheram três vezes mais a planta escolhida nos

primeiros 15 minutos ($p=0.0133$), fato que provavelmente refletiu a atração dos demais bicudos pelo feromônio de agregação que o adulto que escolhe primeiro libera.

Quando o algodoeiro vegetativo foi contrastado com outra planta no estado vegetativo, observou-se que, após algumas horas, os bicudos alimentaram-se da folha do algodoeiro, deixando-a, em alguns casos, bastante perfurada. Por outro lado, os bicudos não se alimentaram da folha do quiabeiro quando esta foi contrastada com outra planta no mesmo estado fenológico.

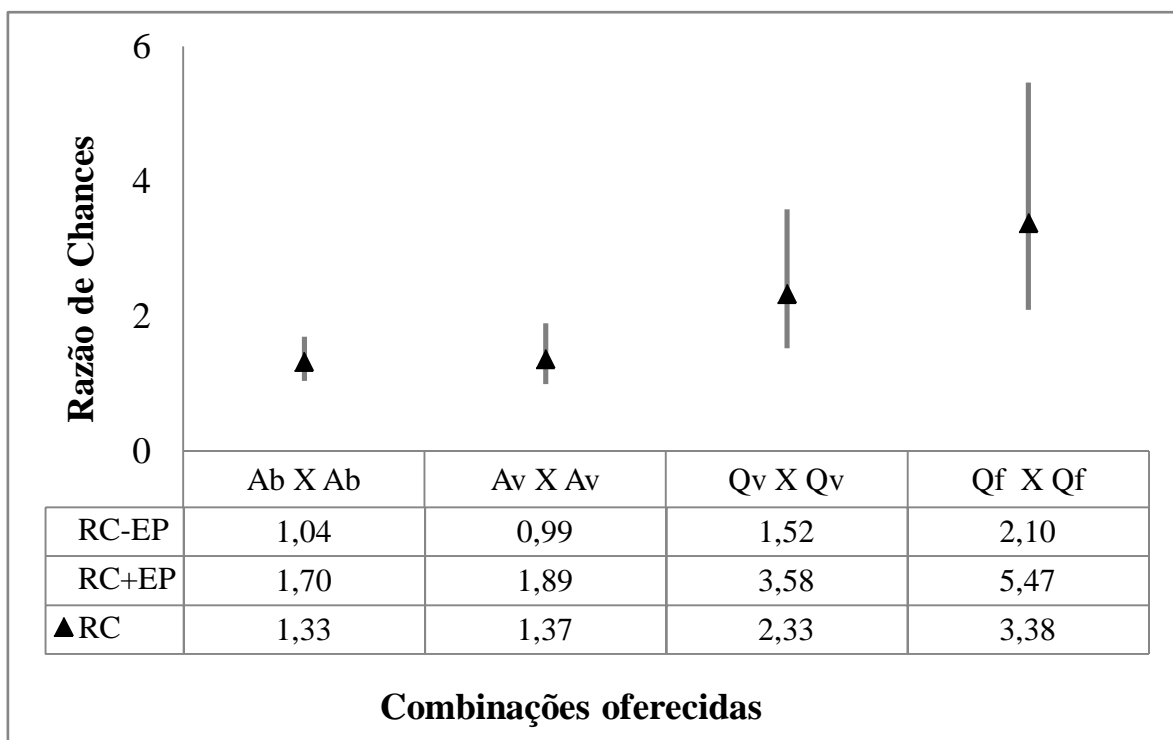


Figura 6. Chance do bicudo escolher a planta 1 (rótulo esquerdo) em relação à planta 2 (rótulo direito), segundo o modelo binomial com correção da superdispersão por meio do método de quase-verossimilhança. RC = Razão de Chances (a razão entre a chance do bicudo escolher entre as duas plantas oferecidas; $RC=1$ indica que a escolha do inseto foi igualmente provável entre ambas; $RC>1$ indica que a chance do inseto escolher a planta 1 foi maior do que a de escolher a planta 2; $RC<1$ indica que a chance do inseto escolher a planta 1 foi menor do que a de escolher a planta 2); EP = Erro Padrão. Ab = Algodoeiro botão; Af = Algodoeiro flor; Av = algodoeiro vegetativo; Qf = Quiabeiro flor; Qv = Quiabeiro vegetativo.

Conclusões

- A atração dos bicudos variou de acordo com o tipo de recurso oferecido, sendo menor nas combinações entre quiabeiro e algodoeiro em estágio vegetativo e maior nas combinações entre quiabeiro e algodoeiro em estágio reprodutivo.
- Os bicudos preferiram o algodoeiro com botões ao quiabeiro vegetativo, e o algodoeiro flor ao quiabeiro flor.
- Os bicudos preferiram o quiabeiro com flor ao algodoeiro vegetativo.
- Os bicudos preferiram as plantas em estágio reprodutivo ao vegetativo, dentro da mesma espécie.
- O quiabeiro na fase reprodutiva, especialmente com flor, pode ser utilizado para atrair o bicudo enquanto o algodoeiro ainda estiver no estágio vegetativo (primeiros 30-45 dias), com 77% de chance do inseto preferir o quiabeiro.

Referências

- ARZALUZ, I. O.; JONES, R. W. Ecology and phenology of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) on an unusual wild host, *Hibiscus pernambucensis*, in southeastern Mexico. **Journal of Economic Entomology**, n. 94, p. 1405-1412, 2001.
- CLARK, W. E.; BURKE, H. R. A new neotropical species of *Anthonomus* (Coleoptera: Curculionidae) associated with *Bombacopsis-quinata* (bombacaceae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 88, p. 320-327, 1986.
- CONAB. Consolidação do plantio safra agrícola 20011/2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2012.
- CUADRADO, G. *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la zona central y suroeste de Misiones, Argentina: polen como fuente alimenticia y su relación con el estado fisiológico en insectos adultos. **Neotropical Entomology**, n. 31, p. 121-132, 2002.
- CUADRADO, G.; GARRALLA, S. Plantas alimenticias alternativas del picudo de algodoeiro (*Anthonomus grandis* B. Coleoptera: Curculionidae) em la Provincia de Formosa, Argentina. Análisis del tracto digestivo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n. 29, p. 245-255, 2000.
- DEGRANDE, P. Aspectos biológicos do bicudo. In: DEGRANDE, P. **Bicudo-do-algodoeiro: manejo integrado**. Campo Grande, MS: UFMS, 1991. 141 p.
- DEGRANDE, P. **Guia prático de controle das pragas do algodoeiro**. Dourados, MS: UFMS, 1996.
- DEGUINE, J. P.; FERRON, P.; RUSSELL, D. Sustainable pest management for cotton production: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, n. 28, p. 113-137, 2008.
- FONTES, E.; RAMALHO, F.; BARROSO, P.; UNDERWOOD, E.; SUJII, E.; PIRES, C.; SIMON, M.; BELTRÃO, N.; LUCENA, W.; FREIRE, E. The cotton agricultural context in Brazil. In: HILLBECK, A.; ANDOW, D.; FONTES, E. M. G. (Ed.). **Environmental risk assessment of genetically modified organisms: methodologies for assessing Bt cotton in Brazil**. v. 2, p. 21-66. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2006.
- FRYXELL, P. A.; LUKEFAHR, M. J. *Hampea schlecht*: possible primary host of cotton boll weevil. **Science**, v. 155, n. 3769, p. 1568-1569, 1967.
- GABRIEL, D. Longevidade do Bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. criado em hospedeiras alternativas no laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 3, p. 123-126, 2002.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.;

MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. il.

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

HARDEE, D. D.; JONES, G. D.; ADAMS, L. C. Emergence, movement, and host plants of boll weevils (Coleoptera :Curculionidae) in the Delta of Mississippi. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 1, p. 130-139, 1999.

HOKKANEN, H. Trap cropping in pest management. **Annual Review of Entomology**, v.36, p. 119-138, 1991.

JONES, G. D.; COPPEDGE, J. R. Foraging resources of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 860-869, 1999.

JONES, R. W. Evolution of the host plant associations of the *Anthonomus grandis* species group (Coleoptera: Curculionidae): Phylogenetic tests of various hypotheses. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94, p. 51-58, 2001.

JONES, R. W.; CATE, J. R.; HERNANDEZ, E. M.; NAVARRO, R. T. Hosts and seasonal activity of the boll-weevil (Coleoptera: Curculionidae) in tropical and subtropical habitats of northeastern Mexico. **Journal of Economic Entomology**, n. 85, p.74-82, 1992.

KROPFF, M.; BOUMA, J.; JONES, J. Systems approaches for the design of sustainable agro-ecosystems. **Agricultural Systems**, v. 70, p. 369-363, 2001.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. **Generalized Linear Models**. 2º Ed. New York: Chapman & Hall, 1989.

OULD-SIDI, M. M.; LESCOURRET, F. Model-based design of integrated production systems: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, n. 31, p. 571-588, 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2009.

RIBEIRO, P. A. Ecologia do Bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) no Cerrado do Brasil Central. **Universidade de Brasília**, Brasília, 133 p. 2007. (Tese de Doutorado).

RIBEIRO, P. A.; SUJII, E. R.; DINIZ, I. R.; DE MEDEIROS, M. A.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; BRANCO, M. C.; PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G. Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of central Brazil. **Neotropical Entomology**, vol. 39, n. 1, p. 28-34, 2010.

SHELTON, A. M.; BADENES-PEREZ, E. Concepts and applications of trap cropping in pest management. **Annual Review of Entomology**, n. 51, p. 285-308, 2006.

SHOWLER, A. T.; ABRIGO, V. Common subtropical and tropical nonpollen food sources of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Environmental Entomology**, n. 36, p. 99-104, 2007.

SHOWLER, A. T. Roles of host plants in boll weevil range expansion beyond tropical mesoamerica. **American Entomologist**, n. 55, p. 234-242, 2009.



***Recursos Genéticos e
Biotecnologia***