



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Departamento de Difusão de Tecnologia - DDT
Brasília, DF

ISSN 0101-1413

O BICUDO DO ALGODOEIRO



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Departamento de Difusão de Tecnologia - DDT
Brasília, DF

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: José Sarney

Ministro da Agricultura: Iris Rezende Machado

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Francisco Ferrer Bezerra



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Departamento de Difusão de Tecnologia - DDT
Brasília, DF



O BICUDO DO ALGODOEIRO

EMBRAPA
DDT - Área de Vendas
SCS Q. 8 Bl. B-60
Supercenter Venâncio 2000 - 4º andar
Telefone: (061) 216-5215/216-5278
Telex: (061) 1620
Caixa Postal 04.0315
70333 Brasília, DF

Editores:
Sebastião Barbosa
Maurice J. Lukefahr
Raimundo Braga Sobrinho

EMBRAPA-DDT. Documentos, 4

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à

EMBRAPA-DDT

SCS, Quadra 8, Bloco B, n.º 60

Supercenter Venâncio 2000, 4.º andar - sala 440

Telefones: (061) 216.5215

(061) 216.5278

Telex: (061) 1620 ou (061) 1524

Caixa Postal 04-0315

70312 Brasília, DF

Tiragem: 5.000 exemplares

Embrapa	
Unidade:	AI - SEDE
Valor aquisição:	
Data aquisição:	29/09/04
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	OMB
N.º Registro:	817/04

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Difusão de Tecnologia, Brasília, DF.

O bicudo do algodoeiro / editores Sebastião Barbosa, Maurice J. Lukefahr, Raimundo Braga Sobrinho. — Brasília, 1986.

314p. — (EMBRAPA-DDT. Documentos ; 4)

1. *Anthonomus grandis*. 2. *Anthonomus grandis*-Controle. I. Barbosa, Sebastião. II. Lukefahr, Maurice J. III. Braga Sobrinho, Raimundo. IV. Título. V. Série.

CDD 595.76

APRESENTAÇÃO

O Bicudo do algodoeiro é conhecido como a mais destrutiva praga da agricultura em todo o mundo.

Quando esse inseto foi descoberto em São Paulo, em fevereiro de 1983, e se encontrava restrito a uma pequena área apenas, a EMBRAPA não poupou esforços e desenvolveu planos imediatos para erradicá-lo.

No entanto, o rápido desenvolvimento da praga tornou a sua erradicação impossível. Desde então, a EMBRAPA vem conduzindo programas para diminuir os graves impactos causados pelo bicudo.

Este livro trata dos diferentes aspectos da diminuição da população do inseto e constitui-se num documento de grande utilidade para pesquisadores do Brasil e de outros países da América do Sul.

ORMUZ FREITAS RIVALDO
Presidente da EMBRAPA

SUMÁRIO

O Bicudo do algodoeiro no Brasil: ocorrência, distribuição geográfica e medidas de erradicação propostas. <i>S. Barbosa, R.B. Sobrinho & C. Campanhola</i>	7
Tecnologia disponível para erradicação ou manejo do bicudo do algodoeiro. <i>E.F. Knipling</i>	31
Programas de controle de diapausa e de erradicação do bicudo nos Estados Unidos. <i>D.F. Martin</i>	65
Situação taxonômica do bicudo do algodoeiro no Brasil e em outras áreas da América do Norte e do Sul. <i>H.R. Burke</i>	89
Ecologia do bicudo do algodoeiro. <i>E.P. Lloyd</i>	135
Uso de armadilhas de feromônio para levantamento, detecção e controle do bicudo. <i>J.E. Leggett</i>	145
Controle cultural do bicudo. <i>J.K. Walker</i>	159
Controle químico do bicudo. <i>C.R. Parencia</i>	185
Dinâmica populacional e níveis de dano econômico. <i>D.R. Rummel & G.L. Curry</i>	201
Plantas resistentes ao bicudo. <i>J.E. Jones, J.B. Weaver & M.F. Shuster</i>	221
Sistemas de produção de algodões de ciclo curto para áreas infestadas pelo bicudo. <i>M.D. Heilman, L.N. Namken & K.R. Summy</i>	253
Plantas hospedeiras do bicudo com referência especial à flora brasileira. <i>M.J. Lukefahr, S. Barbosa & R.B. Sobrinho</i>	275
Reguladores de crescimento de insetos e seu uso em programas de controle do bicudo do algodoeiro. <i>D.L. Bull</i>	287

O BICUDO DO ALGODOEIRO NO BRASIL: OCORRÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E MEDIDAS DE ERRADICAÇÃO PROPOSTAS

EMBRAPA
Caixa Postal 04.0315
70312 Brasília, DF

EMBRAPA-CNPDA
Caixa Postal 69
13820 Jaguariúna, SP

EMBRAPA-CNPA
Caixa Postal 174
58100 Campina Grande, PB

RESUMO

O bicudo do algodoeiro é considerado a praga mais séria da agricultura, pelos danos que causa e pelas dificuldades de seu controle. Sua detecção no Brasil deu-se, pela primeira vez, em fevereiro de 1983, na região de Campinas, Estado de São Paulo. Daí, a praga disseminou-se por outras regiões do Estado de São Paulo e, supõe-se, tenha sido transportada para os estados da Paraíba e de Pernambuco, em caroços de algodão levados de São Paulo para plantio naqueles estados do Nordeste, sendo aí detectada em julho de 1983. Em março de 1985, o bicudo já se achava espalhado por cerca de 350 mil hectares de algodão, nos estados de São Paulo, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Desde a sua primeira constatação no Estado de São Paulo, foram sugeridas medidas urgentes e enérgicas de erradicação. Por uma série de razões, principalmente de ordem política, as medidas sugeridas não foram adotadas. Seguiram-se dois anos de reformulação das medidas de erradicação necessárias, sem que nada de concreto fosse realizado nesse sentido. As medidas de erradicação sugeridas baseavam-se em cinco tecnologias básicas: eliminação temporária do hospedeiro (através da destruição completa dos restos culturais e substituição do cultivo por dois anos), quarentena, armadilhamento intensivo com armadilhas de feromônio, cultivos-armadilhas e uso restrito de inseticidas. A cada dia que passa e as medidas não são tomadas, diminuem as chances de sucesso do programa de erradicação pelo aumento da área infestada e pela melhor adaptação da praga aos nossos agroecossistemas. Entretanto, a erradicação ainda é o caminho mais viável a seguir, devido à impossibilidade de se conviver com a praga na quase totalidade da área algodoeira do Brasil, e em face do elevado custo das pulverizações com inseticidas envolvidos em seu controle, pois métodos alternativos eficientes ainda não foram desenvolvidos.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o sexto lugar na produção mundial de algodão. Anualmente, cultiva mais de três milhões de hectares, proporcionando riquezas e milhões de empregos no campo e na cidade. No ano de 1983, a renda produzida, a nível de agricultor, chegou a 290 bilhões de cruzeiros, mais de 30 bilhões de cruzeiros entre óleo e torta (Maia et al. 1985).

O setor algodoeiro tem efetiva participação na geração de divisas para o País, uma vez que, em 1982, exportou manufaturados no valor montante de 829 milhões de dólares (Maia et al. 1985).

Sob o ponto de vista social, é a atividade agrícola que mais consome mão-de-obra no campo, desde o plantio até a colheita e destruição das soqueiras. Estima-se que, apenas na região Nordeste, a cotonicultura gera mais de 3 milhões de empregos diretos. Mesmo no Centro-sul, a colheita manual do algodão movimentava centenas de milhares de "bóias-frias" entre os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná, sendo, em muitos casos, a única atividade rentável desse contingente populacional ao longo do ano.

A detecção de bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, em fevereiro de 1983, na região de Campinas, SP, veio adicionar uma praga, da maior importância, à enorme lista de pragas exóticas introduzidas no Brasil desde o seu descobrimento. Além dos danos de natureza econômica que esta praga tem causado nos países do Continente Americano e que, por certo, também causará à cotonicultura nacional, há que se considerar o aspecto social da lavoura algodoeira no Brasil, que emprega volumoso contingente de mão-de-obra desqualificada, mormente no Nordeste, onde se acha a maior área cultivada.

Nos Estados Unidos, somente no ano de 1950, os prejuízos causados por esta praga ultrapassaram 740 milhões de dólares. Atualmente, apesar do desenvolvimento dos inseticidas modernos e de tecnologia específica de controle, aquele País ainda emprega 30% do inseticida gasto na agricultura, direta ou indiretamente, contra o bicudo, que, mesmo assim, representa um prejuízo anual de 300 milhões de dólares (Parencia Junior et al. 1983).

Toda a tecnologia de manejo do bicudo do algodoeiro nos Estados Unidos fundamenta-se no uso de cultivares de ciclo curto, na observância de datas limites de plantio, na destruição de restos culturais imediatamente após a colheita e na aplicação de inseticidas organofosforados durante grande parte do ciclo de cultivo. Além disso, a ocorrência de invernos rigorosos contribui para a diminuição das populações. É evidente que parte dessa tecnologia pode ser imediatamente adaptada para

algumas zonas cotonícolas brasileiras. Entretanto, pela natureza do cultivo e dos baixos rendimentos obtidos, a grande maioria da área plantada no Brasil ficará à margem da tecnologia de controle disponível.

No Nordeste cultivam-se 1,5 milhões de hectares de algodoeiro arbóreo ou mocó com rendimentos anuais médios inferiores a 300 kg/ha de algodão em caroço. Esse índice de produtividade inviabiliza economicamente o controle químico das pragas, mormente de uma praga como o bicudo que requer pulverizações semanais durante meses consecutivos. Por outro lado, o consórcio do algodão com lavouras alimentícias não permite a utilização de inseticidas ao nível necessário em face dos riscos que traria ao consumidor.

No nordeste e, mesmo, nas regiões de tecnologia mais desenvolvida onde poderia se justificar, economicamente, a adoção do controle químico, o desequilíbrio que a aplicação continuada de inseticidas organofosforados não seletivos acarretaria ao complexo de outras pragas não compensaria o investimento.

Portanto, sob os pontos de vista econômico, social e ecológico baseando-se em tecnologias de erradicação disponível, é que se propôs, e ainda se defende, um programa de erradicação do bicudo do algodoeiro no Brasil.

O presente capítulo não se enquadra no espírito dos demais que abordam os diferentes aspectos da biologia, do comportamento, do controle e da erradicação do bicudo, sob um prisma puramente científico. Seu objetivo principal é relatar situações e ações que se desenvolveram ao longo de dois anos da presença do bicudo no Brasil.

OCORRÊNCIA

Lepage & Gonçalves (1939) e Barbosa (1977, 1981) alertaram sobre os riscos da introdução do bicudo do algodoeiro no Brasil, sem que nenhuma medida fosse tomada pelo Governo para impedir ou adiar sua introdução.

O primeiro registro da presença do bicudo do algodoeiro no Brasil foi feito pelo Prof. Octávio Nakano, da ESALQ-USP, em fevereiro de 1983, de insetos coletados na região de Campinas, SP. Alguns exemplares enviados ao Museu Britânico foram identificados como *Anthonomus grandis* Boheman.

Após esse registro, em março de 1983, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através de seu Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), deslocou, para Campinas, uma equipe de entomologistas, constituída por Maurice J. Lukefahr, Oscar G. Bengo-

léa, Raimundo Braga Sobrinho e Sebastião Barbosa, com a finalidade de avaliar a situação da praga recém-constatada e sugerir as medidas que achasse conveniente. Naquela oportunidade, foi elaborado o:

“Relatório sobre a Ocorrência do Bicudo do Algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, “Boll Weevil”, no Brasil, e Recomendações para sua Erradicação” (Barbosa et al. 1983b), transcrito em seu todo a seguir.

01. Introdução

A cotonicultura no Brasil ocupa uma área superior a 3 milhões de hectares, estando o algodão entre os cinco produtos de maior importância econômica para o País. Essa cultura é atacada por um grande número de pragas e é a que consome mais inseticida no Brasil.

Acaba de ser localizado o primeiro foco de ocorrência de uma das mais sérias pragas desse cultivo — o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*). A praga foi constatada em botões florais e maçãs do algodoeiro, nos municípios paulistas de Campinas, Jaguariúna, Santo Antonio da Boa Vista, Americana, Piracicaba, Tietê e Tatuí, abrangendo uma área cultivada superior a 15.000 ha.

O Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), ao tomar conhecimento da ocorrência do bicudo nas regiões algodoeiras do Estado de São Paulo, mobilizou uma equipe formada por consultores e pesquisadores, a fim de constatar “in loco” a extensão do problema e sugerir medidas necessárias à erradicação desta praga evitando sua disseminação nas demais regiões algodoeiras do Brasil.

02. Implicações na Cotonicultura Brasileira

a) Aumento do Custo de Produção

O estabelecimento em definitivo do bicudo do algodoeiro no Brasil trará, seguramente, um grande aumento no custo de produção. Os conceitos de Manejo Integrado de Pragas permitiram reduzir o número de aplicações de inseticidas na cultura do algodoeiro de mais de 20 aplicações para apenas cinco. Pode-se supor que, com a nova praga, este número subirá para, no mínimo, doze aplicações, aumentando substancialmente o custo de produção e trazendo uma série de conseqüências malélicas pelo uso intensivo de inseticidas. A preços atuais de 50 mil cruzeiros por hectare, passaremos a 120 mil cruzeiros, apenas na parte relativa ao controle de pragas, sem computar os custos sociais da utilização maciça de inseticidas.

b) Redução da Produtividade

Considerando que nenhuma medida de controle atinge 100% de eficiência, por diversas razões, mesmo com o aumento do número de aplicações de inseticidas e conseqüente elevação dos custos, espera-se grande redução na produtividade. É necessário levar em conta, também, que grande parcela da área cultivada com o algodoeiro no Brasil não dispõe de tecnologia de controle de pragas. O bicudo do algodoeiro é a praga mais séria desse cultivo, pois causa a queda de botões florais e a destruição das maçãs, comprometendo toda a produção. Pode-se, pois, esperar perda total das safras, caso a referida praga não seja controlada.

No Nordeste brasileiro, onde o algodoeiro arbóreo ocupa maior área, os problemas causados pela praga serão maiores. Pelas próprias fenologias da praga e do cultivo e pela redução da produtividade, as medidas de controle não se justificariam economicamente.

c) Efeitos sobre a Economia Algodoeira

A atividade algodoeira já não é tão atrativa como no passado. O elevado custo de produção, decorrente de vários fatores, principalmente da escassez de mão-de-obra e custo dos tratamentos fitossanitários, tem provocado o nomadismo do cultivo no Centro-sul do País, porque muitos cotonicultores passaram a optar por cultivos menos onerosos e com maiores índices de mecanização. A disseminação do bicudo do algodoeiro nas regiões de cultivo desestimulará novos plantios, acarretando índices de desemprego no meio rural. Grandes contingentes populacionais nas regiões algodoeiras têm, na colheita e nos tratos culturais do algodão, a sua atividade mais rentável durante o ano. Além disso, é de fundamental importância considerar o parque industrial instalado nas áreas algodoeiras que, sem matéria-prima, será obrigado a fechar suas portas e demitir empregados ou importar matéria-prima a custos elevados, inviabilizando sua atividade.

d) Áreas que Poderão ser Afetadas

A cultura algodoeira abrange quase todo o território brasileiro. A ocorrência do foco inicial da nova praga no centro do Estado de São Paulo facilita muito sua disseminação em direção ao Sul (Paraná), ao Oeste (Mato Grosso do Sul e Goiás) e ao Norte (Minas Gerais). Dependendo da velocidade da disseminação, em pouco tempo chegará à Bahia e aos demais estados do Nordeste, cuja economia depende, em grande parte, do algodão.

Observações efetuadas nos Estados Unidos indicam que a dispersão pode ocorrer em ritmo superior a 300 km por ano, não sendo, portanto, utópico imaginar que, em menos de dez anos, todas as zonas algodoeiras do Brasil estarão infestadas. Em termos continentais, temos também que nos preocupar com outros países sul-americanos, pois até agora a espécie *Anthonomus grandis* apenas havia sido detectada na Venezuela e na Colômbia.

O Governo brasileiro tem a responsabilidade de evitar que a praga se dissemine para outras regiões produtoras de São Paulo, para outros estados e para os países vizinhos.

03. Implicações nos Programas de Manejo de Pragas do Algodão

Por muito tempo, o Centro-sul do Brasil foi considerado uma das áreas do mundo em que mais se utilizavam inseticidas na cultura do algodão. Com enormes esforços da pesquisa e da extensão rural, recentemente vêm sendo implantados programas de manejo integrado de pragas. Foi possível reduzir drasticamente a utilização de inseticidas, caindo de mais de 20 para apenas cinco aplicações, em lavouras localizadas nos Estados de Goiás, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais.

A aplicação maciça de inseticida por um longo período, para combater a nova praga, poderá reverter o processo, fazendo aquela região retornar a uma completa dependência do uso de inseticidas.

04. Fenologia do Bicudo do Algodoeiro

De cada 50 adultos que entram em diapausa, espera-se uma população de 500.000 adultos ao fim da próxima safra. Estes adultos que entram em diapausa têm vida muito longa e, contando com adequado suprimento alimentar e temperaturas amenas, sobrevivem ao período de entressafra e iniciam uma nova infestação na próxima época de plantio. Caso os restos de cultivo não sejam destruídos, o número de sobreviventes para a próxima estação pode mais que duplicar. Mesmo que somente 0,05% (250 adultos) sobrevivam e atinjam novos campos, eles serão suficientes para criar infestações pesadas, ao tempo em que os primeiros botões florais aparecem. Entretanto, até 10% dos adultos que entram em diapausa podem sobreviver. Desta maneira, é realista imaginar que 3.000 adultos ataquem os botões florais, nas áreas infestadas. Nesse caso, 3.250 adultos por hectare poderiam sobreviver de uma estação para outra, o que é uma estimativa conservadora. Muitos resultados de pesquisa têm demonstrado que a sobrevivência de apenas 50 adultos/ha é suficiente para causar danos consideráveis na segunda geração. Entretanto, com os altos números que teremos, o dano econômico já poderá ocorrer logo na primeira geração. Situações como estas ocorrem quando uma geração não é controlada ao final do ciclo de um cultivo, exatamente como está ocorrendo na área em que a praga já foi detectada (Fig. 1).

Por estas razões, urgentes medidas fitossanitárias são necessárias para conter as altíssimas populações que estão se desenvolvendo. Como foi constatado pela equipe de pesquisadores da EMBRAPA que se deslocou até o local infestado, já se iniciou o processo de migração e, adultos em diapausa já estão presentes.

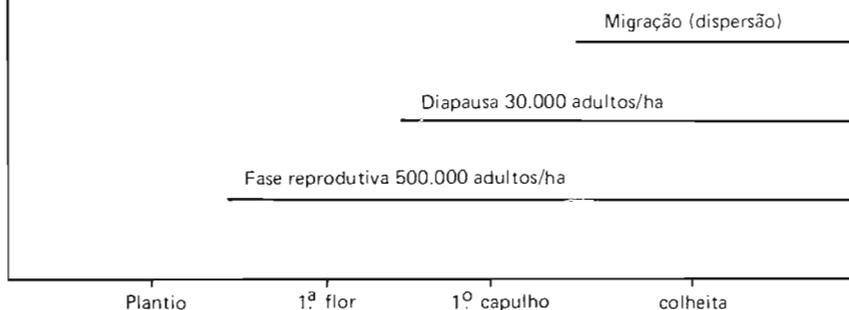


FIG. 1. Fenologia do bicudo do algodoeiro.

05. Fatores que Influenciam a Sobrevivência do Bicudo

Os bicudos em diapausa procuram áreas protegidas com cobertura morta. Estas áreas específicas são uma constante em toda zona algodoeira do Estado de São Paulo. Os insetos em diapausa voltam aos campos nos dias quentes para se alimentar, acumulando mais reservas e assegurando uma diapausa prolongada até que os novos plantios da estação seguinte estejam disponíveis. É exatamente aí que a destruição de restos culturais teria um grande impacto, não deixando alimento disponível para os insetos em diapausa. Apesar de o Estado de São Paulo contar com o Decreto estadual n.º 19.594 de 27.07.1950 que obriga a destruição de restos culturais do algodoeiro até o dia 15 de julho de cada ano, a verdade é que, pequeníssima parcela dos cotonicultores obedece à legislação. Para que essa legislação seja eficaz no combate ao bicudo, é preciso alterá-la antecipando a data limite de destruição para 15 de abril e fiscalizar sua obediência, de modo que todos os produtores a cumpram.

06. Opções Disponíveis

Uma das razões pelas quais o bicudo tem sido uma praga tão bem sucedida é a ausência quase que completa de inimigos naturais. Raramente, foram coletados bicudos doentes em campos infestados, sendo os agentes bióticos completamente ineficazes em sua supressão. Por outro lado, estudos intensos de resistência ainda não deram resultados satisfatórios. Os únicos caracteres que reconhecidamente têm algum impacto sobre o bicudo são os de não-preferência, cujo valor de supressão é muito limitado. Os quase 100 anos de experiência que os Estados Unidos têm com o bicudo indicam que as únicas medidas que têm valor real de supressão contra a praga são as de ordem química e cultural.

Vários inseticidas disponíveis no mercado têm demonstrado eficiência na supressão de populações da praga. "Azinphós Etílico" é um produto altamente eficiente, razoavelmente barato, usado extensivamente nos Estados Unidos por muitos anos, sem causar maiores desequilíbrios no meio ambiente. Na dosagem de 500 g i.a./ha, este produto tem-se mostrado muito eficiente, não havendo até o momento nenhuma evidência de que a praga tenha desenvolvido resistência. Diflubenzuron, um inibidor de quitina, também tem sido usado em programas de controle. Este produto, entretanto, não afeta os adultos, mas inibe o desenvolvimento de formas imaturas. Seu uso deve ser limitado a situações especiais, mas nunca em larga escala, para reduzir altas populações.

07. Plano de Ação Sugerido para a Safra de 1982/1983

Assim que a área infestada estiver completamente levantada, passará a receber as primeiras medidas visando a erradicação da praga, especificamente pulverizações com "Azinphós Etílico" a cada dez dias, de maneira a prevenir migração para áreas ainda não infestadas. Há grande evidência de que a migração já se iniciou, daí a necessidade de ação imediata. As pulverizações, espaçadas de dez dias, devem continuar até a destruição completa dos restos culturais, após a colheita que deve estar completada até 15 de abril, impreterivelmente.

Uma primeira zona de segurança, de 20 km em torno da área infestada, deve ser estabelecida, com destruição de todas as plantas antes do dia 15 de abril, conforme mostra a Fig. 2.

Uma segunda zona de segurança, de 20 km em torno da primeira, também deve ser estabelecida, onde as plantas igualmente deverão ser destruídas até 15 de abril.

Tanto a área infestada, como as duas zonas de segurança devem ser cuidadosamente monitoradas para eliminar qualquer brotação ou germinação voluntária de algodão.

Armadilhas com feromônio deverão ser colocadas: a) na zona infestada, na proporção de uma armadilha para 2 ha; b) na primeira zona de segurança, na proporção de uma armadilha para 5 ha; e c) na segunda zona de segurança, na proporção de uma armadilha para 10 ha. Estas armadilhas deverão ser colocadas próximas dos pontos prováveis de hibernação do bicudo e visitadas semanalmente.

As áreas que acusarem presença de adultos nas armadilhas devem ser demarcadas para receber atenções especiais durante o ano agrícola de 1983/84.

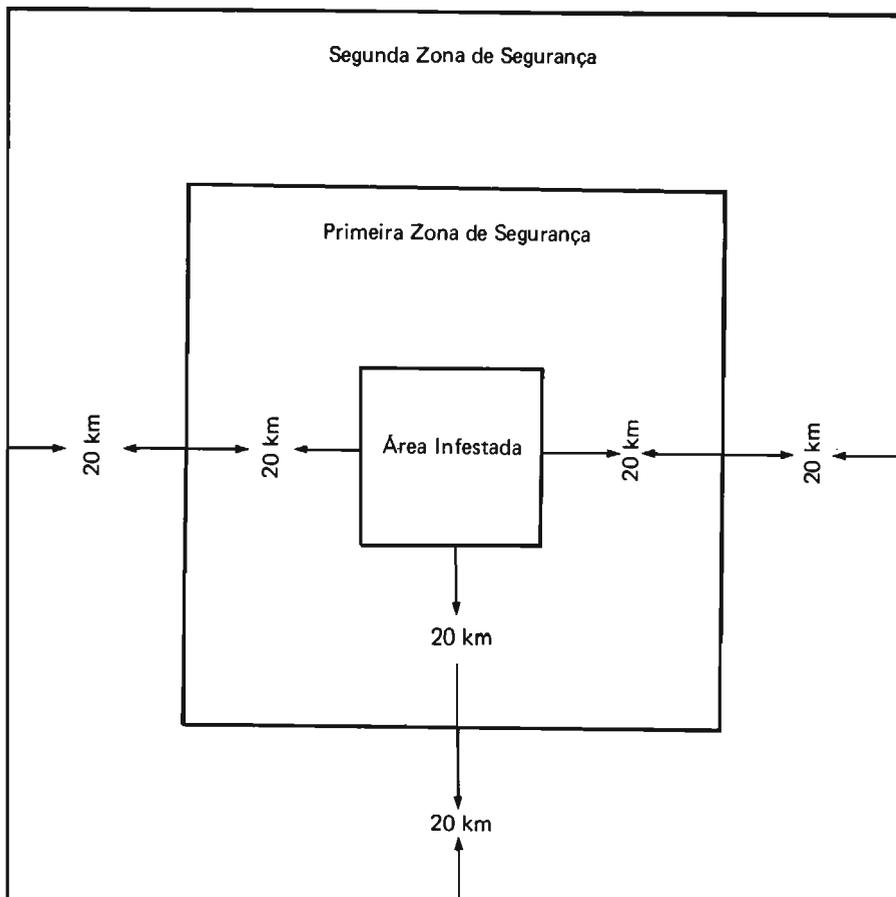


FIG. 2. Diagrama das zonas de controle para erradicação do bicudo no Estado de São Paulo.

08. Plano de ação sugerido para a safra de 1983/1984

a) Área infestada

- Proibir o plantio de algodão na área infestada.
- Nenhum algodão em caroço deve sair da área infestada, nem mesmo para processamento.
- Sob estrita observação, estabelecer pequenos plantios de 30 m² em toda a área atacada, até o dia 30 de setembro, para funcionarem como armadilhas. Estes plantios deverão ser pulverizados com Azinphós Etílico, a intervalos de cinco dias, a partir do aparecimento dos primeiros sinais de botões florais. Todos os botões florais que forem encontrados no chão

deverão ser sumariamente coletados e queimados. Todos estes plantios-armadilhas deverão ser destruídos até 15 de novembro. Sua localização será nos pontos em que as armadilhas de feromônio indicarem a presença de adultos.

- As armadilhas de feromônio devem estar constantemente no campo, na proporção de uma para cada dois hectares.

b) Primeira zona de segurança

- Permitir o plantio de algodão nesta zona, em 1983, mas o período de plantio não se deve estender por mais de 20 dias. Quando as plantas apresentarem os primeiros sinais de botões florais, devem ser tratadas semanalmente com Azinphós Etílico, até que os restos culturais sejam destruídos, sendo 15 de abril de 1984 a data limite para a destruição. Esta operação pode exigir mais de 35 pulverizações, mas deverá ser feita a todo o custo, mesmo que não se detectem adultos. Apesar do custo elevado, estas pulverizações devem ser feitas por helicópteros, de maneira a atingir campos pequenos localizados próximos de matos, onde aviões não teriam condições de atingir.

- Nenhum algodão deve sair dessa zona mesmo para processamento.
- As armadilhas de feromônio devem estar constantemente no campo, na proporção de uma para cada cinco hectares.

c) Segunda zona de segurança

- Permitir o plantio de algodão nesta zona em 1983, mas, como na primeira zona, o período de plantio não se deve estender por mais de 20 dias. Ao primeiro sinal de botões florais, fazer três aplicações semanais com Azinphós Etílico. Se as armadilhas colocadas nesta zona apresentarem adultos, as pulverizações semanais devem-se estender até a destruição completa das plantas, até 15 de abril de 1984.

- As armadilhas de feromônio devem estar constantemente no campo, na proporção de uma para cada dez hectares.

09. Sumário do plano de ação para as safras de 1982/83 e 1983/84 em cada zona de controle

a) Área infestada

Safra de 1982/83

- Fazer imediatamente três aplicações de Azinphós Etílico, espaçadas de dez dias.

- Medidas quarentenárias para proibir o movimento de algodão em caroço e sementes, obrigando-se a queima de resíduos no local do beneficiamento.

- Destruição completa dos restos até 15 de abril de 1983.
- Inspeções de campos para eliminação de plantas remanescentes, na entressafra.
- Instalação de uma armadilha de feromônio para cada dois hectares.

Safra de 1983/84

- Proibição do plantio de algodão em toda a área infestada.
- Instalação de armadilhas de feromônio na entressafra.
- Medidas quarentenárias para proibir movimento de algodão em caroço e sementes, obrigando-se a queima de resíduos no local de beneficiamento.
- Pequenos plantios de algodão para serem utilizados como armadilhas, com pulverizações constantes e sua destruição antes de 1^o de dezembro de 1983.

b) Primeira zona de segurança

Safra de 1982/83

- Destruição dos restos culturais até o dia 15 de abril.
- Instalação de uma armadilha de feromônio para cada cinco hectares.
- Inspeção de campo para eliminação de plantas remanescentes, na entressafra.
- Medidas quarentenárias para proibir o movimento de algodão em caroço e sementes, obrigando-se a queima de resíduos no local de beneficiamento.

Safra de 1983/84

- A duração do período de plantio deve ser inferior a 20 dias.
- Instalação de uma armadilha de feromônio para cada cinco hectares.
- Tratamento de Azinphós Etílico em intervalos de cinco dias, durante toda a estação, totalizando 30 a 35 aplicações.
- Destruição imediata dos restos culturais, antes do dia 15 de abril.
- Estabelecimento de uma zona de quarentena, onde será proibida a movimentação de algodão em caroço e sementes, obrigando-se a queima de resíduos no local de beneficiamento.

c) Segunda zona de segurança

Safra de 1982/83

- Destruição completa dos restos culturais até o dia 15 de abril.
- Estabelecimento de uma zona de quarentena onde será proibida a movimentação de algodão em caroço e sementes, obrigando-se a queima de resíduos no local de beneficiamento.
- Instalação de uma armadilha de feromônio para cada dez hectares.

Safra de 1983/84

- Instalação de uma armadilha de feromônio para cada dez hectares.
- Três aplicações de Azinphós Etílico espaçadas de cinco dias.
- Estabelecimento de uma zona de quarentena onde serão inspecionadas as sementes, obrigando-se a queima de resíduos no local de beneficiamento.
 - Destruição completa dos restos de cultura até o dia 15 de abril.
 - Plantio limitado a um período de 20 dias.

10. Coordenação do programa

A coordenação deverá ser entregue a um entomologista com grande experiência com a praga e que já tenha trabalhado em programas de supressão de pragas em grande escala, para organizar e executar o programa de erradicação no Brasil. Este entomologista deve contar com grande flexibilidade, tanto administrativa quanto financeira.

11. Evolução do programa

Sem dúvida alguma, se todas as recomendações químicas, culturais e quarentenárias forem tomadas, as populações poderão ser reduzidas a níveis muito baixos. A dificuldade maior será atingir completa erradicação. Durante esta fase, será necessária assistência especializada em técnicas de amostragem e de avaliação. Mesmo após a redução drástica dos níveis de infestação, em razão das medidas preconizadas, a monitoração rigorosa deve continuar por mais dois anos, a fim de evitar a ressurgência da praga.

12. Medidas quarentenárias

A serem implantadas imediatamente:

- Nenhum algodão em caroço deve sair da área infestada e da primeira zona de segurança, nem mesmo para processamento;
- Todo o resto de processamento do algodão em caroço deve ser imediatamente queimado;
- As imediações das usinas de processamento de algodão em caroço e de extração de óleo devem ser pulverizadas com Azinphós Etílico.

13. Programa Nacional de Detecção e Monitoramento do Bicudo do Algodoeiro

Há necessidade do estabelecimento de um programa nacional de alerta para evitar a introdução do bicudo em outras regiões brasileiras.

Armadilhas de feromônio deverão ser colocadas em áreas próximas a aeroportos, portos marítimos e fluviais e outros pontos de entrada de mercadorias do País.

O programa de detecção deverá ser mantido em todas as áreas algodoeiras do Brasil. Todos os insetos capturados nas armadilhas deverão ser enviados ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão.

14. Advertência especial

O colapso total de todos os segmentos da cotonicultura brasileira, como já foi exposto, é a conseqüência mais lógica que se pode prever, caso medidas imediatas e eficazes não sejam tomadas para erradicar a presente população da praga, que ainda se encontra restrita à área relativamente pequena.

Mesmo que o setor se organizasse e se modernizasse para enfrentar a nova realidade, os custos seriam astronômicamente altos em relação ao que se gastaria hoje, na tentativa de erradicar, suprimir ou conter as disseminações da praga.

Através de levantamento efetuado, estima-se que uma área inferior a 15.000 ha esteja atacada no momento. A estimativa do custo do tratamento dessa área e das medidas complementares é de 800 milhões de cruzeiros, com grandes possibilidades de sucesso.

Por outro lado, o custo anual de tratamento de toda a área plantada no Brasil, a preços atuais, não ficaria por menos de 360 bilhões de cruzeiros, pois seriam necessárias doze aplicações anuais, no mínimo, na área de 3 milhões de hectares ocupada pelos algodoeiros brasileiros”.

Depois de o referido relatório ter sido submetido à Diretoria da EMBRAPA, promoveu-se uma reunião em Brasília, da qual participaram representantes do Ministério da Agricultura, da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo (CATI, Instituto Biológico e Instituto Agrônômico), da EMBRATER e da EMBRAPA. Após discussão das medidas de erradicação sugeridas no relatório, chegou-se a um consenso sobre a validade das mesmas e sobre a necessidade de sua implementação imediata.

A medida mais importante naquela época, fim de março e início de abril, era a pulverização aérea com Azinphós Etílico, a cada dez dias. Por sugestão do Prof. Santin Gravena, da UNESP-Jaboticabal, substituiu-se o Azinphós Etílico pelo Malation, ganhando-se em segurança, mas perdendo-se em eficiência.

Por uma série de razões, impediram as pulverizações e todas as demais medidas preconizadas no programa.

De qualquer forma, passaram os meses de março, abril e maio sem que nenhuma medida de erradicação fosse tomada, possibilitando a expansão da área infestada pela praga.

Em julho de 1983, após a colheita do algodão em São Paulo, uma nova proposta foi submetida pela EMBRAPA ao Ministério da Agricultura (Barbosa et al. 1983a), apresentada na íntegra a seguir.

01. Introdução

A recente constatação da presença do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) no Estado de São Paulo representa uma séria ameaça não só à economia algodoeira daquele estado, mas à de todos os produtores do Brasil e, mesmo, à economia algodoeira dos países vizinhos. Logo após a constatação da ocorrência da praga em fevereiro de 1983, estimou-se que menos de 10.000 ha estivessem infestados. Entretanto, com sua contínua procriação e redistribuição desde a data de sua detecção, avalia-se que a área infestada já ultrapasse 40.000 ha. O perfeito conhecimento e delimitação da área infestada somente serão possíveis após a instalação e operacionalização de uma rede de armadilhas com o feromônio "grandlure".

As poucas armadilhas que foram instaladas revelaram o grande número de insetos que estavam infestando os algodoads. Em meados de abril, a primeira armadilha, colocada próximo a um campo de algodão em Campinas, SP, coletou 1.300 bicudos em apenas dois dias. Mais recentemente, já no mês de junho, após um longo período de chuvas e temperaturas baixas, as armadilhas ainda estavam capturando grandes quantidades de adultos.

Alguns bicudos coletados no início de maio foram congelados vivos e enviados ao Boll Weevil Research Laboratory nos Estados Unidos. Ao examiná-los, o especialista Dr. William Cross constatou que mais de 60% estavam parcial ou totalmente em diapausa. O Dr. Cross não encontrou nenhuma diferença entre os bicudos enviados do Brasil e outros espécimes procedentes do Sudeste dos Estados Unidos, do Haiti, da Colômbia e da Venezuela. Pode-se, então, concluir que grande número de adultos deverá sobreviver ao período da entressafra, porque na região onde se encontram há ótimas condições de hibernação.

Se o bicudo estabelecer-se em toda a área algodoeira de São Paulo, apenas os custos para seu controle ultrapassarão Cr\$ 120.000,00 por ha, perfazendo um total de Cr\$ 36.000.000,00 anuais, apenas no Estado de São Paulo.

Sugere-se três opções para um programa de erradicação do bicudo. Qualquer uma delas requererá firme decisão e uma estratégia bem organizada com pessoal, viaturas, equipamentos e suprimentos específicos para o programa. As opções aparecem listadas no texto, em ordem decrescente de eficiência esperada, economicidade e segurança para as populações e o meio ambiente.

Alguns problemas de natureza sócio-econômica certamente ocorrerão no primeiro ano, nas opções 1 e 2, entretanto, serão muito menores se

comparados com os que ocorrerão se o bicudo atingir outras regiões algodoeiras do Brasil. Além disso, essas duas opções dão ao agricultor a alternativa de explorar outros cultivos, minimizando o impacto que poderão trazer.

As opções sugeridas e os orçamentos apresentados prevêm uma duração de dois anos para o programa de erradicação do bicudo. Entretanto, dependendo da eficiência das ações desenvolvidas ao longo dos dois anos, poderão ser necessários recursos extras para eliminar focos ainda remanescentes no terceiro ano.

02. Opções para a erradicação

a) Opção 1

Primeiro ano (1983 - 1984)

- Não plantar algodão na área infestada (aprox. 40.000 ha).
- Não plantar algodão na primeira zona de segurança (aprox. 40.000 ha).
- Plantar algodão na segunda zona de segurança (aprox. 30.000 ha).

Segundo ano

- Plantar algodão na área infestada.
- Plantar algodão na primeira zona de segurança.
- Plantar algodão na segunda zona de segurança.

Programa para o primeiro ano (1983 - 1984)

Área infestada

- Estabelecer plantios-armadilhas em aproximadamente 2% da área que foi plantada em 1982 - 1983.
- Nesses plantios-armadilhas, aplicar 1,2 kg/ha de Aldicarb, no sulco de plantio.
- Nesses plantios-armadilhas, fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, em intervalos de cinco dias, iniciando-se ao primeiro sinal de aparecimento de botões florais.
- Esses cultivos-armadilhas serão destruídos três dias após a última aplicação de inseticida prevista no item anterior.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 2 ha.
- Supervisão constante da área e destruição completa de todo algodão que for encontrado vegetando, inclusive os de fundos de quintal.

Primeira zona de segurança

- Não estabelecer plantios-armadilhas.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 5 ha.
- Supervisão constante da área de destruição completa de todo algodão que for encontrado vegetando, inclusive os de fundos de quintal.

Segunda zona de segurança

- Plantar algodão, desde que o período de plantio não se estenda por mais de 20 dias.
- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, em intervalos de cinco dias, iniciando-se ao primeiro sinal de aparecimento de botões florais.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 10 ha.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.84.

Programa para o segundo ano (1984 - 1985).

Área infestada

- Plantar algodão, não se estendendo o período de plantio por mais de 20 dias.
- Estabelecer plantios-armadilhas, três semanas antes do início do plantio normal.
- Nesses plantios-armadilhas, aplicar 1,2 kg/ha de Aldicarb no sulco da planta.
- Nesses plantios-armadilhas, fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, em intervalos de cinco dias, seguindo-se os mesmos procedimentos já recomendados para os cultivos – armadilhas, inclusive sua destruição três dias após a última aplicação de inseticida.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 2 ha.
- Nas áreas de cultivo comercial, fazer também três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, em intervalos de cinco dias, iniciando-se ao primeiro sinal de aparecimento de botões florais.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.84.

Primeira zona de segurança

- Plantar algodão, não se estendendo o período de plantio por mais de 20 dias.
- Não estabelecer cultivos-armadilhas.
- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, à maneira da zona infestada, em caso de as armadilhas detectarem a presença de bicudos.

- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 5 ha.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.85.

Segunda zona de segurança

Seguir as mesmas recomendações previstas para o ano anterior, entretanto, as três pulverizações somente serão feitas se as armadilhas detectarem a presença de bicudos.

b) Opção 2

Primeiro ano (1983 - 1984)

- Não plantar algodão na área infestada.
- Plantar algodão na primeira zona de segurança.
- Plantar algodão na segunda zona de segurança.

Segundo ano (1984 - 1985)

- Plantar algodão na área infestada.
- Plantar algodão na primeira zona de segurança.
- Plantar algodão na segunda zona de segurança.

Programa para o primeiro ano (1983 - 1984)

Área infestada

Seguir as mesmas recomendações previstas para a área infestada, na Opção 1, para o primeiro ano.

Primeira zona de segurança

- Plantar algodão, não se estendendo o período de plantio por mais de 20 dias.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 5 ha.
- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, no cultivo comercial, a intervalos de cinco dias, iniciando-se ao primeiro sinal de aparecimento de botões florais.
- Fazer quatro pulverizações com Malation/Azinphós Etílico após o início da florada.
- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico em intervalos de cinco dias, com início na época do aparecimento das primeiras maçãs.
- Fazer quatro pulverizações com Malation/Azinphós Etílico após o início da florada, com cinco dias de intervalo.

- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico para prevenir o aparecimento de formas em diapausa, no final do ciclo da cultura, com intervalo de dez dias.

- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.84.

Segunda zona de segurança

Seguir as mesmas recomendações para a referida zona, no primeiro ano do programa, na Opção 1.

Programa para o segundo ano (1984 - 1985)

Área infestada

Seguir as mesmas recomendações previstas para a área infestada, no segundo ano da Opção 1.

Primeira zona de segurança

Seguir as mesmas recomendações previstas para a referida zona, no segundo ano da Opção 1.

Segunda zona de segurança

Seguir as mesmas recomendações previstas para a referida zona, no segundo ano da Opção 1.

c) Opção 3

Primeiro ano (1983 - 1984)

- Plantar algodão na área infestada.
- Plantar algodão na primeira zona de segurança.
- Plantar algodão na segunda zona de segurança.

Segundo ano (1984 - 1985)

- Plantar algodão na área infestada.
- Plantar algodão na primeira zona de segurança.
- Plantar algodão na segunda zona de segurança.

Programa para o primeiro ano (1983 - 1984)

Área infestada

- O período de plantio não deverá ultrapassar 20 dias.
- Estabelecer cultivos-armadilhas em aproximadamente 2% da área que foi plantada em 1982 - 1983, com antecedência de três semanas em relação ao plantio comercial.
- Nesses cultivos-armadilhas, aplicar 1,2 kg/ha de Aldicarb no sulco de plantio.

- Nesses cultivos-armadilhas, fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, em intervalos de cinco dias.
- Esses cultivos-armadilhas serão destruídos antes que os botões florais sejam grandes o suficiente para permitir reprodução do bicudo.
- Nos plantios comerciais, fazer doze pulverizações de acordo com o seguinte esquema:
 - Três pulverizações espaçadas de cinco dias, iniciando-se ao sinal dos primeiros botões florais.
 - Seis pulverizações durante o período de formação de flores e maçãs, espaçadas de cinco dias.
 - Três pulverizações para controle preventivo de diapausa no final do ciclo do algodoeiro, espaçadas de dez dias.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 2 ha.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.85.

Primeira zona de segurança

Seguir as mesmas recomendações para a área infestada nesta Opção 3. Apenas, as armadilhas de feromônio serão colocadas na razão de uma armadilha por 5 ha.

Segunda zona de segurança

- O período de plantio não deverá ultrapassar 20 dias.
- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etílico, em intervalos de cinco dias.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 10 ha.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.84.

Programa para o segundo ano (1984 - 1985)

Área infestada

Seguir as mesmas recomendações para o primeiro ano, para a Área infestada, nesta Opção 3.

Primeira zona de segurança

- O período de plantio não deverá ultrapassar 20 dias.
- Fazer as doze pulverizações, como recomendadas no primeiro ano.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 5 ha.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.85.

Segunda zona de segurança

- O período de plantio não deverá ultrapassar 20 dias.

- Fazer três pulverizações com Malation/Azinphós Etfílico, em intervalos de cinco dias.
- Constante presença de armadilhas de feromônio, durante o ano todo, na razão de uma armadilha por 10 ha.
- Destruição completa dos restos culturais até 15.04.84.

03. Recomendações de ordem geral

Devido à necessidade de os tratamentos serem uniformes e simultâneos, todas as pulverizações deverão se processar por via aérea. Por isso, os plantios deverão ser feitos de acordo com a legislação em vigor, para permitir as pulverizações.

04. Considerações biológicas

- O bicudo do algodoeiro existente no Brasil é a mesma forma que ocorre em grande parte dos Estados Unidos, Cuba, Haiti, Colômbia e Venezuela.
- O seu comportamento não tem sido diferente, em nenhum aspecto, daquele apresentado pelo inseto em outros países onde tem recebido grande dedicação de pesquisadores.
- Sessenta por cento dos bicudos coletados em Campinas, SP, em 10.05.83, apresentavam-se em condições de intermediária ou de completa diapausa.
- Até a primeira quinzena de junho, as armadilhas de feromônio ainda indicavam a presença de grande número de adultos nas proximidades de Campinas, SP.
- Uma vez que muitos daqueles adultos presentes na área estão em diapausa, espera-se que grande número sobreviva até o início do próximo período de plantio.
- Esta alta taxa de sobrevivência, facilitada pelas temperaturas amenas de inverno em São Paulo, garantirá número suficiente de bicudos para destruírem a maioria dos botões florais na safra de 1983 - 1984.
- Esta será a última oportunidade para se conseguir erradicação do bicudo. Se medidas urgentes e eficazes não forem tomadas antes da próxima safra, o bicudo se disseminará para uma área muito maior e tornará quase impossível que qualquer tentativa de erradicação atinja seus objetivos.

05. Considerações para implementar a erradicação

- Um programa de erradicação do bicudo requer pessoal especializado e demanda que as estratégias de ação sejam bem planejadas e organizadas.
- O planejamento e organização das ações requerem tempo suficiente para a contratação e treinamento de pessoal nos diversos níveis.

- Veículos, equipamentos e outros materiais têm que ser adquiridos com antecedência e estarem disponíveis antes do início da campanha.
- Informações básicas são necessárias sobre as áreas de maior concentração de bicudos, sobre campos onde os restos culturais não foram destruídos e sobre o exato perímetro da área infestada, antes do início do próximo ano agrícola (1983 - 1984).
- Há que se estabelecer autoridade para se cumprirem as medidas quarentenárias, para se permitir a aplicação aérea de inseticidas, para se exigir o cumprimento das datas limites do período de plantio e de destruição dos restos culturais, sempre com a devida antecedência.

06. Recursos Disponíveis

- Os organismos de defesa existentes carecem de recursos e meios para implementar um programa de erradicação do bicudo.
- Nem mesmo as armadilhas, que foram importadas e colocadas à disposição pela EMBRAPA, puderam ser distribuídas, porque pessoal e recursos existentes estavam dedicados a outros programas de trabalho.
- Até o momento, não existem pessoal e veículos destinados ao programa de erradicação, ficando este na total dependência de recursos humanos e materiais que têm outras prioridades.

Ao contrário da primeira proposta e, principalmente, pelo fato de se estar, àquela época, na entressafra, enfatizaram-se as medidas culturais como completa destruição dos restos culturais da safra anterior, seguindo-se de dois anos de proibição do plantio do algodoeiro.

A proposta do mês de junho/83 trazia três opções, acompanhadas de considerações de natureza técnico-econômica e ambiental. Não restam dúvidas de que a primeira opção era a melhor, por ser a de maior chance de sucesso, de menor custo e que traria menor impacto ao meio ambiente. Entretanto, não houve força e decisão política para que o programa fosse implementado.

Em julho de 1983, constataram-se infestações do bicudo em algodoads dos estados da Paraíba e de Pernambuco. O Dr. Horace Burke, taxonomista da Texas A & M University, após examinar bicudos coletados em São Paulo e no Nordeste, diz tratarem-se, provavelmente, de insetos de mesma origem. A hipótese mais provável, até hoje irrefutada, admite que os insetos do Nordeste foram transportados para lá em caroços produzidos em São Paulo e, no Nordeste, utilizados para plantio.

Uma proposta para erradicar o surto detectado no Nordeste foi, então, sugerida, cujos teores foram basicamente os mesmos das propostas para São Paulo, obedecendo-se as peculiaridades regionais. Também, nesse caso, nada se fez de concreto. Como resultado, a praga se disseminou com grande velocidade naquele estado e passou a infestar as zonas contíguas do Estado do Rio Grande do Norte.

Qualquer programa de erradicação traz transtornos para as áreas envolvidas, inclusive por exigir medidas drásticas como proibição de plantio e de trânsito de algodão e seus derivados. Tais medidas, embora representem sacrifícios para alguns, são necessárias, pois a praga prejudica a todos, principalmente as pessoas e os segmentos ligados à cotonicultura.

É importante considerar que a erradicação do bicudo não só traria benefícios para as regiões e estados onde a praga já se encontra, mas também para outras regiões, estados e países vizinhos, onde a cotonicultura é também importante e que ainda se encontram indenens.

A presença do bicudo nos algodoads comprometerá todo o esforço até então desenvolvido para melhor manejar as pragas, como já aconteceu em outros países. Para seu controle, serão necessárias, a curto prazo, aplicações precoces, intensas e contínuas de inseticidas organofosforados de largo espectro, causando grande impacto à entomofauna benéfica e efeitos colaterais como resistência, ressurgência, poluição ambiental e resíduos nos produtos finais”.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A evolução aproximada da infestação do bicudo do algodoeiro no Brasil encontra-se na Tabela 1.

Devido às dificuldades de se conduzir um levantamento preciso, quando uma lavoura de um certo município está infestada, todo o município é dado como infestado. Entretanto, com a dispersão dentro da própria área infestada, em pouco tempo, a quase totalidade das lavouras apresenta populações de bicudo.

Pela Tabela 1, pode-se constatar que, sob condições brasileiras, a situação não tem sido diferente da observada em outros países quanto à capacidade de dispersão e adaptação da praga. A expansão da área infestada tem sido mais rápida no Nordeste que no Estado de São Paulo devido à continuidade de pequenas lavouras de algodão na região. Em São Paulo, a inexistência de algodoads em certas regiões e o estabelecimento de uma faixa de segurança livre de algodão, com 40 km a 60 km de extensão, têm contribuído para uma expansão menos acentuada da área infestada pelo bicudo. Porém, tem-se observado capturas de adultos em armadilhas com feromônio na faixa de segurança e, em alguns casos, fora da mesma, em regiões até então indenens.

Muitas regiões brasileiras onde o algodão tem grande expressão econômica e social — como a Alta Mogiana, Alta Araraquarense e Alta Sorocabana em São Paulo, triângulo mineiro e norte de Minas Gerais, sul de Goiás, Mato Grosso do Sul, norte do Paraná, sul da Bahia e Esta-

do do Ceará — ainda não estão infestadas, mas, com o potencial de vôo do bicudo e com a chance de veículos que trafegam entre a área infestada e a indene transportarem o inseto, não restam dúvidas de que, se a atual situação persistir, em pouco tempo todos os algodoeiros brasileiros estarão infestados.

TABELA 1. Progressão da área infestada pelo bicudo do algodoeiro no Brasil, desde sua primeira constatação em fevereiro de 1983.

U.F.	Março/1983		Julho/1983		Dezembro/1983		Julho/1984		Dezembro/1984	
	Nº de Municípios	Área (ha)								
São Paulo	06	3.600	43	40.000	43	40.000	81	100.000	81	100.000
Paraíba	-	-	05	10.000	39	40.000	49	100.000	58	150.000
Pernambuco	-	-	08	10.000	12	17.400	20	20.000	23	30.000
Rio Grande do Norte	-	-	-	-	-	-	07	13.000	24	70.000
Totais	06	3.600	56	60.000	94	97.400	157	233.000	186	350.000

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, S. "Boll weevil"; iminente ameaça à cotonicultura brasileira (Coleoptera: Curculionidae). Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1981. 15p.
- BARBOSA, S. Quarentena; antes prevenir que remediar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 4. Conferências... Goiânia, Soc. Entomol. H. Brasil, 1977. p.45-52.
- BARBOSA, S.; BRAGA SOBRINHO, R.; CARVALHO, R.P.L.; MARTIN, D.F. & LUKEFAHR, M.J. O bicudo do algodoeiro no Brasil; opções sugeridas para um programa de erradicação. Brasília, EMBRAPA-CNPA, 1983a. 15p.
- BARBOSA, S.; BRAGA SOBRINHO, R.; LUKEFAHR, M.J. & BEINGOLEA, G.O. Relatório sobre a ocorrência do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, "Boll weevil", no Brasil, e recomendações para sua erradicação. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1983b. 12p.
- LEPAGE, H.S. & GONÇALVES, L.I. O "Boll weevil" (*Anthonomus grandis* Boheman). Notas phytossanitárias, São Paulo, 1939. p.21-41.
- MAIA, A.S.; LIBERATO, A.J. & FERREIRA, M.C. Banco de dados de algodão. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1985. 126p.
- PARENCIA JUNIOR, C.R.; PFRIMMER, T.R. & HOPKINS, A.R. Insecticides for control of cotton insects. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.237-61. (US Dep. Agric. Handb., 589).

TECNOLOGIA DISPONÍVEL PARA ERRADICAÇÃO OU MANEJO DO BICUDO DO ALGODOEIRO

E.F. Knipling
National Program Staff
Agricultural Research Service
U.S. Department of Agriculture
Beltsville, MD 20705
USA

INTRODUÇÃO

A erradicação de pragas de áreas onde estejam bem estabelecidas é uma necessidade crescente no mundo atual. Há quatro pré-requisitos básicos, que dão relativa segurança de sucesso nas medidas de erradicação à serem tomadas, se forem obedecidos com a devida cautela: (I) deve-se ter uma tecnologia básica de erradicação disponível, a qual deverá alcançar alto nível de controle, sob condições distintas; (II) precisa-se contar com equipamento apropriado e infra-estrutura operacional, juntamente com pessoal bem treinado e com experiência para dirigir a aplicação da tecnologia disponível, com alto grau de precisão; (III) a população total de uma praga em uma área isolada deve ser submetida a medidas de supressão que eliminem a praga de uma área maior que aquela que poderá ser reinfestada na safra seguinte; e (IV) existência de métodos eficientes de detecção de níveis populacionais baixos da praga para acusar possíveis reinfestações na área erradicada, possibilitando sua pronta eliminação. A não ser que estes pré-requisitos básicos sejam satisfeitos, não se deve nem mesmo tentar erradicar uma praga. Baseados em experiências acumuladas nos Estados Unidos, acreditamos que podemos erradicar o bicudo.

Erradicação de pragas é um assunto muito controvertido. Na maioria das vezes, assume um caráter emocional entre aqueles que são a favor e aqueles que são contra. Entretanto, a erradicação de uma praga não pode basear-se em generalidades ou em exemplos malsucedidos, tem que ater-se à análise de todos os aspectos de uma praga específica em questão. Três perguntas precisam ser bem analisadas e respondidas antes de se optar por erradicação: (I) A erradicação de determinada praga é biológica e tecnicamente viável? (II) A erradicação justifica-se sob o ponto de vista econômico? (III) Quais são as consequências ecológicas, pelo uso intensivo, durante um período limitado de tempo, das me-

TECNOLOGIA DISPONÍVEL PARA ERRADICAÇÃO OU MANEJO DO BICUDO DO ALGODOEIRO

E.F. Knipling
National Program Staff
Agricultural Research Service
U.S. Department of Agriculture
Beltsville, MD 20705
USA

INTRODUÇÃO

A erradicação de pragas de áreas onde estejam bem estabelecidas é uma necessidade crescente no mundo atual. Há quatro pré-requisitos básicos, que dão relativa segurança de sucesso nas medidas de erradicação a serem tomadas, se forem obedecidos com a devida cautela: (I) deve-se ter uma tecnologia básica de erradicação disponível, a qual deverá alcançar alto nível de controle, sob condições distintas; (II) precisa-se contar com equipamento apropriado e infra-estrutura operacional, juntamente com pessoal bem treinado e com experiência para dirigir a aplicação da tecnologia disponível, com alto grau de precisão; (III) a população total de uma praga em uma área isolada deve ser submetida a medidas de supressão que eliminem a praga de uma área maior que aquela que poderá ser reinfestada na safra seguinte; e (IV) existência de métodos eficientes de detecção de níveis populacionais baixos da praga para acusar possíveis reinfestações na área erradicada, possibilitando sua pronta eliminação. A não ser que estes pré-requisitos básicos sejam satisfeitos, não se deve nem mesmo tentar erradicar uma praga. Baseados em experiências acumuladas nos Estados Unidos, acreditamos que possamos erradicar o bicudo.

Erradicação de pragas é um assunto muito controvertido. Na maioria das vezes, assume um caráter emocional entre aqueles que são a favor e aqueles que são contra. Entretanto, a erradicação de uma praga não pode basear-se em generalidades ou em exemplos malsucedidos, tem que ater-se à análise de todos os aspectos de uma praga específica em questão. Três perguntas precisam ser bem analisadas e respondidas antes de se optar por erradicação: (I) A erradicação de determinada praga é biológica e tecnicamente viável? (II) A erradicação justifica-se sob o ponto de vista econômico? (III) Quais são as conseqüências ecológicas, pelo uso intensivo, durante um período limitado de tempo, das me-

didadas de erradicação, se comparadas às conseqüências do uso contínuo, indefinidamente, da tecnologia prescrita para a convivência com a praga?

Este capítulo trata, principalmente, da tecnologia hoje disponível para erradicação e manejo das populações de bicudo. Enfatiza, também, a necessidade de considerações ecológicas sérias no manejo desta praga. É também, feita uma análise custo-benefício que, muitas vezes, torna-se complexo e difícil de ser medido. Pode ser dito, sem medo de errar, que o bicudo, direta ou indiretamente, é a praga que mais prejuízos tem trazido à agricultura americana, por muitas décadas (Coker 1976).

No caso do bicudo do algodoeiro, nos Estados Unidos, somos da opinião de que o aspecto que mais justifica uma campanha de erradicação é a tentativa de se eliminarem os riscos a que o meio ambiente fica submetido pela contínua aplicação de inseticidas, ano após ano. Uma alternativa de erradicação seria um programa bem organizado e bem executado de manejo das populações de bicudo a cada ano, baseado na integração de técnicas de controle que evitassem ou diminuíssem os danos ecológicos. Questiona-se, entretanto, se um programa eficiente e confiável pode manter-se indefinidamente como tal. No início, é até provável que exista entusiasmo e excelente aceitação por parte dos agricultores para um programa de manejo e convivência com a praga, mas, ao longo do tempo, os agricultores e as autoridades relaxam os controles e diminuem os orçamentos, retornando o problema a seu estágio inicial, quando não, ainda mais complicado.

O bicudo é uma das pragas mais dinâmicas de que se tem conhecimento. Apresenta um grande número de inimigos naturais (Pierce 1912, Chestnut & Cross 1971, Cross & Chestnut 1971a) cuja soma de efeitos, entretanto, não garante um controle natural da praga ao nível desejável, pelo menos sob as condições atuais da produção comercial de algodão. É possível uma população incipiente da praga atingir níveis de dano, em apenas uma ou duas gerações. Nessas condições, é suficiente que 10% a 20% dos cotonicultores de uma região não cooperem com um programa voluntário de manejo, para que o inseto torne-se danoso a toda comunidade local.

Esta é a experiência que os Estados Unidos têm tido nas últimas décadas. Há avanços tecnológicos que permitem um manejo eficiente do bicudo, com uma utilização mínima de inseticidas. Entretanto, não há consenso entre pesquisadores e extensionistas no sentido de apoiar um programa compulsório de manejo para prevenir o aparecimento de populações da praga. Não há dúvidas de que tecnologias como o uso estratégico de inseticidas, práticas culturais, uso de variedades resistentes

tes, uso do feromônio "grandlure", utilização de bicudos estéreis e aumento dos agentes bióticos de controle possam se integrar apropriadamente para manter as populações abaixo do nível de dano econômico, possibilitando um uso mínimo de inseticidas. Entretanto, com exceção das aplicações de inseticidas, as técnicas mencionadas têm pouco ou nenhum valor para os agricultores, após a praga ter atingido ou aproximado-se do seu nível de dano. Conseqüentemente, o único recurso que resta ao agricultor é o inseticida, ocasionando desequilíbrio ecológico.

São bastante conhecidos, hoje, os problemas ambientais que o controle efetuado, individualmente, por cada cotonicultor, tem trazido aos agroecossistemas algodoeiros. Na verdade, seus efeitos podem sentir-se mesmo em outros ecossistemas contíguos, sendo, entretanto, muito difícil avaliá-los. O efeito ecológico adverso mais concreto tem sido a elevação de pragas secundárias ou esporádicas à categoria de pragas-chave. Esse fenômeno já se verificou para o complexo *Heliothis* (*H. zea* e *H. virescens*), que se tornou mais destrutivo para o algodão e para outros cultivos, requerendo maior uso de inseticidas que anteriormente. A ligação entre os problemas bicudo e *Heliothis* está tão arraigada nos Estados Unidos, que a tecnologia desenvolvida para criação e colonização de inimigos naturais de *Heliothis* não poderá ser usada extensivamente, enquanto houver necessidade de aplicação rotineira de inseticidas de largo espectro para o controle do bicudo.

Esta breve descrição das limitações de tecnologias passadas e presentes de controle do bicudo — aqui não se justifica o termo manejo — deve ser levada em consideração e criticamente avaliada por cientistas, técnicos, professores, organizações de agricultores, administradores, ambientalistas e comitês especiais que estarão, de uma ou de outra forma, envolvidos no estabelecimento de normas, ou oferecendo recomendações sobre as ações a seguir no enfrentamento do problema "bicudo do algodoeiro".

O bicudo continua a espalhar-se por novas áreas, como foi sua recente chegada ao Brasil, já infestando quatro estados produtores de algodão. Nas situações em que apresente grande perigo sob o ponto de vista econômico, os cientistas e técnicos responsáveis para implementar soluções para o problema podem beneficiar-se muito das informações já existentes sobre métodos de controle. Entretanto, os benefícios do uso de uma tecnologia nova só se tornarão claras pelo profundo conhecimento das informações disponíveis.



DINÂMICA POPULACIONAL DO BICUDO, NA AUSÊNCIA DE CONTROLES

Já dissemos quão importante é conhecer a dinâmica populacional de uma praga, sob o ponto de vista quantitativo, antes de se considerarem algumas estratégias para seu manejo ou erradicação. São muitos os fatores que influenciam o número e a taxa de crescimento de uma população de insetos. A importância desses fatores varia de local para local, de geração para geração e de ano para ano. Por estas variações se verificarem ao longo do espaço e do tempo, é muito difícil obter informações precisas sobre o número absoluto que seja representativo da dinâmica populacional. Muitos ecologistas de populações desenvolvem modelos bastante complicados baseados em taxa de crescimento diários, taxa de mortalidade, perfil de emergência e outras variáveis, todos, dados estimativos. Nós, particularmente, preferimos um modelo mais simplificado, baseado numa taxa média de crescimento representativa, por geração, partindo de um nível baixo para níveis altos de densidade populacional Knippling (1955). Uma taxa média de crescimento de cinco vezes por geração parece representar, razoavelmente, a dinâmica populacional da maioria das pragas mais comuns até a população atingir um ponto de estabilidade. Estes modelos simplificados são também muito úteis para estimar o impacto de diferentes métodos de controle sobre a taxa de crescimento de uma praga. Uma vez que a taxa de crescimento é quase sempre influenciada pela densidade populacional, a taxa de aumento deverá ser maior que os sobreviventes quando a população estiver sobre pressão supressiva. Certamente, isto é o que ocorre quando inseticidas de espectro amplo destroem muitos dos inimigos naturais. Na verdade, uma população de pragas, na ausência de controle, pode quintuplicar a cada geração, o que é o caso típico do bicudo, de *Heliothis* e de outras pragas comuns, entretanto, se são feitas aplicações de inseticidas, os sobreviventes poderão ter sua população aumentada de até dez vezes por geração. Esta taxa elevada de crescimento poderá ocorrer, no mínimo, numa geração após o término do tratamento inseticida.

Para indicar a dinâmica populacional do bicudo e o volume de dano que poderá causar, desenvolvemos o modelo hipotético apresentado na Tabela 1, o qual baseia-se em um aumento de cinco vezes por geração, que é considerado modesto em relação à realidade. É claro que, sendo esse modelo hipotético, existirão grandes variações dependendo de condições ecológicas. O modelo descreve a natureza da praga, uma vez que populações baixas no início da primavera não causam grandes prejuízos, porque, normalmente, o algodoeiro produz um número

excessivo de botões florais, podendo suportar perdas sem comprometer a produção futura. Entretanto, com o declínio do número de botões florais, à medida que a planta se desenvolve, e o crescimento simultâneo do número de bicudos, pode haver uma infestação em quase 100% dos botões florais e maçãs. Virtualmente, todos os botões e maçãs formados durante a terceira geração serão destruídos, além das maçãs formadas anteriormente, mas que ainda estejam tenras e susceptíveis ao ataque. É provável que esse quadro leve a uma redução de rendimento de até 50%, só nesta fase. O modelo mostra, com muita precisão, a quantidade de dano que ocorre em lavouras atacadas por bicudo e que não receberam tratamentos, de acordo com dados de Parencia Junior & Cowan (1972). Algodões de ciclo mais longo, especialmente sob irrigação, podem estar sujeitos a danos ainda maiores, por permitirem uma quarta geração durante o período de frutificação.

TABELA 1. Um modelo conceitual, mostrando a taxa de crescimento de uma população de bicudos por ha e níveis de infestação esperados em algodão de rendimento moderado.

Geração	Adultos fêmeas unid.	Botões florais e maçãs presentes unid.	Botões florais e maçãs infestados ¹		Sobrevivência ao estágio adulto	
			unid.	%	unid.	%
1	250	250.000	12.500	5,0	2.500	20
2	1.250	400.000	62.500	15,6	12.500	20
3	6.250	300.000	300.000	100,0 ²	60.000	20
4 ³	30.000	100.000				

¹ Pressupõe-se que cada fêmea infeste uma média de 50 botões florais e/ou maçãs durante sua existência. Se 20% dos botões florais e/ou maçãs infestados derem origem a adultos, teremos uma taxa de crescimento de cinco vezes.

² Difícilmente teremos 100% de infestação, devido a chances de escape, mas poderemos esperar infestações que se aproximem de 100%.

³ Se o algodão cessa a frutificação, pode-se esperar que grande parte da progênia de terceira geração se disperse para outros campos. Nessa situação, qualquer frutificação tardia (botões florais e maçãs) estará sujeita a, aproximadamente, 100% de infestação.

Apesar de o modelo ser hipotético, ele mostra, de uma maneira simples e realista, o problema que todos os cotonicultores de uma comunidade podem enfrentar, a não ser que as populações de bicudos sejam rigidamente manejadas. Se apenas 10% a 20% dos agricultores de

determinada comunidade não controlarem os bicudos de suas plantações, ou fizerem mal feito, eles garantirão a produção suficiente de bicudos, nas 3.^a e 4.^a gerações, para danificar os demais 80% ou 90% da área plantada, a não ser que aí se faça seu controle intensivo. Além disso, quantidades suficientes de bicudos entrarão em diapausa, garantindo altas infestações na primavera seguinte.

Na maioria das áreas produtoras de algodão nos Estados Unidos, são mantidos programas eficientes de monitoramento da praga, como guia para um manejo mais eficiente durante a safra. Isto fez diminuir os danos e, em alguns casos, reduziu os custos de controle, mas não foi suficiente para manter as populações de bicudos sob controle, a nível de comunidade.

É possível minimizar o número de aplicações de inseticidas requeridas durante a safra, através do uso de variedades de ciclo curto, através do atraso do início do plantio, escapando-se de uma porção dos insetos que estão saindo de diapausa, e através da destruição dos restos culturais, imediatamente após a colheita, reduzindo-se a população que irá entrar em diapausa (Frisbie et al. 1983). Aplicações de inseticidas no fim da safra, para matar os insetos que irão deixar os campos para entrar em diapausa, são maneiras eficientes de minimizar a necessidade de tratamento da safra seguinte (Brazzel et al. 1961). Apesar de tudo, a dinâmica do bicudo é tal que, mesmo uma baixa população da praga, se descuidada, poderá trazer problemas sérios no futuro. Deve ficar bem claro que, se o problema bicudo tem persistido nos Estados Unidos, não é por falta de tecnologia, mas, sim, porque não se tem feito uso da tecnologia disponível de maneira organizada e coordenada. O Ministério da Agricultura, as secretarias de agricultura e os produtores de algodão dos Estados da Carolina do Norte e da Carolina do Sul iniciaram em 1983 um programa de erradicação do bicudo do algodoeiro que, espero, mostre-se eficiente.

TECNOLOGIA DE ERRADICAÇÃO E MANEJO DO BICUDO

Já tivemos oportunidades de analisar métodos de controle que podem ser utilizados, tanto em programas de erradicação como em programas de manejo de populações de bicudo (Knipling 1983). Três técnicas distintas foram utilizadas no Teste de Erradicação que se conduziu na Carolina do Norte, de 1978 a 1980 (Estados Unidos. Department of Agriculture 1983), quais sejam: (I) aplicação de inseticidas ao longo da safra e após a maturação da lavoura, para reduzir a um mínimo a população que entraria em diapausa. As aplicações tardias compunham-se,

também, de desfolhantes para inibir a vegetação da planta e conseqüente produção de botões florais); (II) armadilhas de feromônio, colocadas nas bordas dos campos e nos próprios campos, na primavera, para detectar e também reduzir a população que saísse de diapausa (Lloyd et al. 1983); e (III) bicudos estéreis foram soltos em todos os campos para prevenir a reprodução dos poucos sobreviventes (Wright & Villavaso 1983). Um regulador de crescimento, Diflubenzuron, que apresenta efeito adverso reduzido sobre populações de inimigos naturais, foi também aplicado onde as armadilhas denotassem a presença de adultos (Bull et al. 1983).

Cada um dos componentes de supressão pode ter uma importância vital na erradicação de populações de bicudo. A eficiência das armadilhas e dos insetos estéreis depende da densidade populacional da praga. Dessa maneira, quando convenientemente bem integrados, sua ação supressiva pode complementar os efeitos dos controles químicos e culturais que têm, essencialmente, a mesma eficiência, independentemente da densidade populacional da praga. Entretanto, quaisquer que sejam os métodos empregados, se suficiente força de supressão for exercida sobre uma população total de bicudos, de maneira a eliminar mais indivíduos que a taxa normal de crescimento, esta população poderá ser eliminada. Este princípio é fundamental e deve ser seguido para se obter erradicação ou mesmo uma forte supressão de uma praga. Mas, no caso do bicudo, como já foi discutido anteriormente, há que se considerar sua estupenda capacidade reprodutiva. Por isso, um programa para sua erradicação requererá totalidade de ação e grande precisão nas estratégias utilizadas, de maneira a superar sua capacidade de reprodução no tempo e no espaço.

OS INSETICIDAS COMO MEDIDA DE SUPRESSÃO

Vários inseticidas, das composições mais diversas, têm sido utilizados para o controle do bicudo (Parencia Junior et al. 1983), em que o desafio maior é a maneira de tirar melhor proveito de sua aplicação. Os inseticidas têm a característica de obter, essencialmente, os mesmos níveis de controle, com níveis populacionais altos ou baixos. Por exemplo, se um tratamento é necessário para matar 95% de uma população de 1.000 indivíduos por ha, o mesmo tratamento será necessário para matar 95% de uma população de 100 indivíduos por ha. O impacto que tal nível de controle terá na dinâmica populacional da praga dependerá da taxa de aumento da população sobrevivente. Para efeito dessa análise, vamos assumir que a taxa de crescimento da população de bicudos

sobrevivente à aplicação de inseticida seja de dez vezes, a cada geração. Então, níveis de controle de 90% a 95% por geração, durante a safra, através só do uso de inseticidas, poderão manter a população sob controle mas nunca erradicar a praga. Para erradicação, apenas pelo uso de inseticidas, necessitaríamos de níveis mais altos de controle.

Pode ser demonstrado, através de modelos simulados de supressão, qual o impacto que diferentes níveis de controle terão sobre a dinâmica populacional do bicudo, sob condições ideais de reprodução e sobrevivência (Tabela 2). Os modelos são bastantes elementares, mas dão uma idéia realista das dificuldades que um programa de erradicação do bicudo, baseado apenas em inseticidas, poderá encontrar, mesmo partindo-se de populações relativamente baixas. Entretanto, se as aplicações forem o suficientemente intensivas para atingir níveis de controle iguais ou superiores a 98%, as populações poderão ser eliminadas da maioria dos campos, após um período de três gerações. Obviamente, seria fútil tentar erradicar uma população inicial alta durante uma safra, pelo uso intensivo de inseticidas, a não ser que todos os campos recebessem o mesmo tratamento, com as mesmas intensidade e precisão. Há que se considerar, também, o impacto ecológico que isso causaria.

No Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo que se conduziu no Estado do Mississippi entre 1971 e 1973 (Estados Unidos. Department of Agriculture 1976), os resultados do primeiro ano não foram muito encorajadores, por uma série de aspectos que foram corrigidos nos anos subseqüentes. Alguns desses aspectos estavam ligados a fileiras de algodão, ao longo de linhas de alta tensão e em beiras de florestas, que a aplicação aérea de inseticidas não cobria e que sempre deixavam uma população remanescente de bicudos a multiplicar-se.

TABELA 2. Tendência de populações de bicudos sujeitas a 95% ou 98% de controle a cada geração, partindo-se de uma população, que sobreviveu à entressafra, de 500 bicudos/ha, quando a taxa de crescimento dos sobreviventes é de dez vezes.

Geração	95% de controle a cada geração		98% de controle a cada geração	
	Antes do tratamento	Depois do tratamento	Antes do tratamento	Depois do tratamento
1	500,0	25,00 x 10	500	10 x 10
2	250,0	12,50 x 10	100	2 x 10
3	125,0	6,25 x 10	20	< 2
4	62,5	3,10 x 10	-	-
5	31,0	< 2	-	-

Hoje, os inseticidas constituem o componente mais importante do programa de erradicação em andamento, cujos méritos e limitações precisam ser reconhecidos. Como será discutido em seguida, os inseticidas podem ser uma arma decisiva na luta contra o bicudo, se forem utilizados de maneira estratégica para controlar os insetos que entram e os que virão a sair de diapausa na primavera seguinte. Nessas circunstâncias, sua eficiência é maior que quando usado durante a safra, no controle de gerações sucessivas.

USO ESTRATÉGICO DE INSETICIDAS PARA SUPRIMIR POPULAÇÕES HIBERNANTES

Nos Estados Unidos, o bicudo entra em diapausa a fim de passar o período de inverno, que é a entressafra (Brazzel & Newson 1959). Através do conhecimento desse fenômeno, desenvolveu-se um novo conceito de controle das populações de bicudo, que consiste na aplicação de inseticidas no final do ciclo da lavoura, para controlar os adultos que saíram em diapausa. As aplicações, quando assim feitas, têm um impacto máximo na dinâmica populacional da praga.

Já foi dito anteriormente que somente aplicações rotineiras de inseticidas durante a safra têm um efeito demorado para reduzir a população, a não ser que a eficiência dessas aplicações ultrapasse 95%. Entretanto, se uma taxa de mortalidade de 95% é conseguida contra os insetos que sairiam dos campos para entrarem em diapausa, as populações, mesmo altas, serão reduzidas a quase sua extinção. Uma vez que o inseto requer um período de diapausa para passar de uma safra à outra, a praga terá três períodos vulneráveis para ser atacada por inseticidas. Nós propusemos, há alguns anos, que o período mais apropriado de ataque seria no final da safra, contra a última geração reprodutiva que daria origem às formas hibernantes e contra as formas hibernantes, antes de deixarem o campo. Sob as condições normais de cultivo e de controle de pragas, os agricultores fazem a última aplicação quando a maioria das maçãs já estão maduras. Entretanto, daí para frente, ainda há tempo suficiente e quantidade de botões florais e maçãs verdes nos ponteiros para produzir uma alta população hibernante. Os insetos assim produzidos alimentam-se por 10-15 dias antes de saírem dos campos para locais protegidos, onde passarão o inverno. É aí que até quatro aplicações de inseticidas, espaçadas de dez dias, podem causar uma redução de até 90% da população que infestará os campos na safra seguinte. Se, complementando-se essas aplicações, faz-se o controle precoce da população remanescente na primavera, tem-se uma soma de resultados e quase

total eliminação da praga (Coker 1976). Se o objetivo for erradicação ou manejo rígido, os tratamentos devem ser dirigidos para se obter 95% de controle tanto das formas reprodutivas, como das formas hibernantes. O efeito cumulativo desse nível de controle, somado à mortalidade causada pelo inverno que, normalmente, está em torno de 90%, reduzirá a população da primavera a níveis tão baixos que as formas remanescentes poderão ser eliminadas pelos vários métodos que discutiremos a seguir, podendo-se chegar à erradicação total da praga.

O impacto cumulativo das medidas de supressão acima descritas, mais a mortalidade ocasionada pelo inverno são apresentados na Tabela 3, na qual a dinâmica estimada de uma população livre de controles é colocada para fins de comparação. Para se entender a Tabela, deve-se partir dos seguintes pressupostos: (I) todos os agricultores manterão supressão adequada das populações durante a safra até a lavoura chegar ao final de seu ciclo; (II) se as aplicações de inseticidas sofrerem descontinuidade, ocorrerá uma geração reprodutiva adicional, resultando na duplicação do número de insetos presentes; (III) os adultos oriundos da última geração reprodutiva são considerados formas em diapausa que, se não forem controlados, darão origem a altas populações na safra seguinte; (IV) por outro lado, se a reprodução da última geração reprodutiva é inibida 95% e a população sobrevivente para entrar em diapausa, também, reduzida 95%, poucos bicudos entrarão em diapausa; e (V) o inverno causa 90% de mortalidade das formas em diapausa, aliando-se aos controles para garantir uma população muitíssimo baixa na primavera seguinte.

TABELA 3. Número relativo de bicudos sobreviventes da safra anterior/ha quando não são usadas medidas de controle e quando a população é sujeita a um programa de controle de reprodução de diapausa.

Geração ou período	Número de bicudos por hectare	
	População não controlada	População sob controle
Última geração reprodutiva	500 x 10	500 25 x 10
Período de diapausa	5.000 x 0	250 12,5 x 0
Sobrevivência à entressafra (90% de mortalidade)	500	1,25

Os modelos indicam, com clareza, o efeito que terá um programa de supressão bem executado sobre a população da primavera seguinte. Um total de quatro a cinco aplicações bem feitas, a cada cinco dias, após a campanha normal de controle, mais quatro a cinco aplicações adicionais a intervalos de dez dias deverão apresentar os resultados previstos no modelo. O objetivo, de novo, será reduzir a população hibernante a níveis tão baixos que, na primavera seguinte, com uso de armadilhas e soltura de insetos estéreis, será quase desnecessária a utilização de inseticidas, o terceiro ponto de ataque.

O programa aqui descrito reduzirá tão dramaticamente o número de insetos que conseguem passar de uma safra para outra, que a erradicação total dos sobreviventes tornar-se-á possível. Mesmo que o objetivo não seja erradicação e sim um programa menos intensivo de manejo da população, as medidas aqui sugeridas são mais racionais de que a aplicação de inseticidas durante a safra, quando os insetos estão em fase reprodutiva e quando, inclusive, os efeitos colaterais dos inseticidas serão mais sérios. As populações muitíssimo baixas, remanescentes na primavera seguinte, dificilmente desenvolverão a níveis de dano, até o final da safra, podendo dispensar a aplicação de inseticidas durante o ciclo da cultura.

Deve ficar bem claro que, se as aplicações de inseticidas alcançarem 98% de redução da última geração reprodutiva e 98% da geração que entrará em diapausa, poderemos chegar ao inverno com apenas dois bicudos por ha. Se o inverno eliminar 90%, na primavera seguinte teremos apenas 0,2 bicudos por ha o que, convenhamos, já é quase total eliminação.

Os inseticidas, portanto, constituem armas muito possantes contra o bicudo, mas, para otimizar os resultados, precisamos conhecer bem o comportamento e a dinâmica populacional da praga.

O PAPEL DO FEROMÔNIO "GRANDLURE" PARA DETECÇÃO E CONTROLE DO BICUDO

O feromônio sexual produzido por machos do bicudo do algodoeiro foi identificado por Tumlinson et al. (1969). Além de propiciar que as fêmeas encontrem os machos para copular, esse feromônio também tem um efeito de atrair ambos os sexos para agregação, fenômeno que tem grande importância na colonização dos primeiros campos, na primavera, e, mesmo, para a movimentação de um campo para outro, durante a fase reprodutiva do inseto.

A síntese do "grandlure" e a sua disponibilidade representam, hoje, uma contribuição muito importante para a tecnologia de manejo e erradicação do bicudo. O seu uso em armadilhas é um método de detecção muito sensível e pode, inclusive, contribuir no controle do inseto, quando em populações muito baixas, porque cada inseto capturado é um inseto morto.

A falta de métodos eficientes para detectar "habitats" onde o inseto continua a existir na entressafra, tanto em programas de controle como em programas de erradicação, constituiu-se problema sério por muito tempo. Antes da síntese do "grandlure", a determinação da presença ou ausência do bicudo em uma área era extremamente difícil. Naquela época, o método mais comumente utilizado era o exame de botões florais e maçãs à procura de larvas. Como uma fêmea consegue infestar mais de 50 botões florais e/ou maçãs durante sua vida e, durante o período de oviposição, existem em torno de 500.000 botões florais e maçãs por hectare, sendo necessário examinar quase que 10.000 botões florais e/ou maçãs para se ter uma segurança razoável de detectar a presença de uma fêmea reprodutiva por hectare de algodão.

Considerando os milhares de hectares envolvidos em um programa de erradicação, é fácil ver que os métodos antigos de detecção seriam o gargalo do sistema. Felizmente, hoje, existe o "grandlure", o que torna as coisas muito mais fáceis, uma vez que já foi enfatizado o quão importante é a disponibilidade de um método eficiente de detectar populações incipientes de uma praga, quando se pretende erradicá-la.

No Experimento de Erradicação do Bicudo que se conduziu no Estado do Mississippi, de 1-71 e 1-73, (Estados Unidos. Department of Agriculture 1976), as populações foram reduzidas a níveis inferiores àqueles passíveis de detecção por meios convencionais de inspeção de campo, em todas as 170 lavouras envolvidas no experimento. Esses resultados foram considerados muito animadores para a tecnologia de erradicação então existente. Entretanto, a inexistência de um método altamente sensível de detecção, fez com que muitos questionassem se a erradicação havia, realmente, sido conseguida. Como já dissemos anteriormente, se dispuséssemos de "grandlure" àquela época, não teria havido motivo para dúvidas.

A EFICIÊNCIA DO "GRANDLURE" NA DETECÇÃO DE ADULTOS

Muitos pesquisadores contribuíram com suas observações para demonstrar que os bicudos machos produziam substâncias que exerciam forte atração sobre fêmeas e machos. As pesquisas que nos levaram a

contar, hoje, com o uso de feromônio para a detecção de adultos foram revisadas por Lloyd et al. (1983).

Apesar de todo o progresso feito, ainda não houve muito sucesso em se relacionar, quantitativamente, as capturas feitas nas armadilhas com a população real existente em determinada área. Por métodos indiretos, entretanto, é possível calcular a probabilidade de que uma população infestante seja detectada ou de que a praga não esteja presente em uma área, se a atratividade exercida pela armadilha e a exercida pelos próprios machos, que estão no campo produzindo feromônio, são conhecidas. Knipling (1976) calculou a probabilidade de detecção baseado no uso de 25 armadilhas por hectare, assumindo que as armadilhas e os machos existentes no campo fossem igualmente atraentes às fêmeas. Lloyd et al. (1983) concluíram que armadilhas colocadas no campo, ao acaso e espaçadas de aproximadamente 36 m entre si, dando uma média de dez armadilhas por hectare, exercem uma maior atração sobre fêmeas que os próprios machos existentes no campo, quando a população de bicudos é muito baixa em uma lavoura.

Uma armadilha eficiente, com a formulação correta de feromônio, é provavelmente mais eficaz que um macho para atrair uma fêmea em busca de acasalamento. Dessa maneira, se a relação armadilhas:macho:fêmeas é de 1:1:1 e se os insetos e armadilhas são distribuídos no campo ao acaso, mais da metade das fêmeas existentes no campo, teoricamente, deverão ser atraídas e capturadas pelas armadilhas. É claro que existem outras variáveis envolvidas no processo e que adicionam complexidade às nossas pressuposições. Talvez, não mais que 50% das fêmeas entrem nas armadilhas a cada resposta ao feromônio. Se insetos e armadilhas estão distribuídos ao acaso, mas a relação de armadilhas para machos é maior que 1, a distância média das fêmeas (ou de machos à procura de locais de agregação) para as armadilhas será menor que a distância média das fêmeas para os machos que competem com a armadilha. Isso, por outro lado, resultaria em maior atração pelas armadilhas que a relação armadilha:machos, normalmente, deveriam indicar.

Não seria razoável esperar que os pesquisadores pudessem determinar, com precisão, a atração relativa das armadilhas de feromônio e dos machos num ambiente natural, quando os insetos presentes variam em número e distribuição em relação ao número e distribuição das armadilhas.

A própria construção da armadilha, a quantidade e formulação do feromônio utilizado são outras variáveis importantes. É claro, também, que temperatura e outros fatores climáticos influenciam na resposta dos insetos ao feromônio.

Para se ter uma idéia de como o problema pode complicar-se, vamos considerar como é difícil determinar a atração relativa das armadilhas e machos existentes no campo, quando os insetos deixam os locais de hibernação e invadem as lavouras, no início da safra. Vamos pressupor que 100 armadilhas sejam distribuídas ao acaso em uma lavoura de 10 ha de algodão e que os bicudos estejam entrando nessa lavoura à taxa de 1 macho e 1 fêmea por dia. No primeiro dia, a proporção de armadilhas para machos é de 100: 1, ao passo que ao décimo dia a proporção cairá para 10: 1. Com o tempo, não será apenas essa proporção que diminui mas, também, a distância entre machos e fêmeas. No estágio atual das pesquisas sobre a eficiência das armadilhas de feromônio, não há dados que possam ser utilizados acuradamente para estimar qual a proporção de fêmeas que serão capturadas e qual a proporção que cruzará com os machos, dia após dia, sob tais circunstâncias. Fica claro, entretanto, que a captura é mais eficiente quando a população é mais baixa.

O padrão de distribuição de bicudos criados no campo durante a safra é diferente daquele de bicudos que chegam na primavera, após o período de hibernação. Na ausência de armadilhas, machos e fêmeas tenderão agregar-se após a saída dos locais de hibernação. Entretanto, na presença de uma grande densidade de armadilhas, é pouco provável que eles se agreguem. Dessa maneira, armadilhas de feromônio ou mesmo pontos com feromônio, mesmo sem armadilhas, podem constituir-se em fatores muito importantes para prevenir ou adiar a ocorrência normal de acasalamento entre os sexos, após o período de hibernação e no início da safra. Por outro lado, os bicudos criados durante a safra tenderão a agrupar-se, devido ao padrão restrito de distribuição das fêmeas que lhes deram origem. O grau de dispersão dos machos e fêmeas antes que eles se tornem sexualmente ativos não é conhecido. Lloyd et al. (1980) avaliaram a eficiência de armadilhas colocadas dentro das lavouras, através da distribuição em campo de botões florais infestados, de maneira a simular o padrão de distribuição que resulta de oviposição normal. Houve uma emergência média de quinze bicudos de cada infestação simulada. Números variáveis de armadilhas por hectare foram colocados ao acaso para determinar a eficiência das mesmas para detecção e controle do bicudo. Os resultados indicaram que as armadilhas foram muito eficientes na detecção de bicudos emergidos dos botões florais que simularam a infestação. Em 94% das vezes, apenas cinco armadilhas por ha foram suficientes para detectar a presença de bicudos oriundos dos botões florais infestados, colocados no campo. Leggett et al. (1981) conduziram testes similares e determinaram que

2,5 armadilhas por hectare detectaram a presença de bicudos em quatro, de sete repetições. Quando o número de armadilhas foi aumentado para dez, por hectare, detectou-se a presença do inseto nas sete repetições. O número de bicudos emergidos dos botões florais, de cada infestação simulada, seria comparável à prole esperada de uma fêmea reprodutiva. Então, podemos concluir que dez armadilhas por hectare têm 100% de probabilidade de detectar a presença de adultos originados de uma única fêmea, na mesma área.

As mesmas infestações, artificialmente criadas, desenvolveram-se até a segunda geração, ocasião em que se detectaram presenças de bicudos em armadilhas colocadas em todas as densidades, em todas as repetições.

A elevada capacidade de detecção das armadilhas de feromônio hoje existentes faz cair por terra o argumento das pessoas que questionaram a eficiência do experimento de erradicação, unicamente porque não era possível provar matematicamente que ela tivesse sido alcançada. Temos que admitir que é impossível provar, por $a + b$, a ausência total de um organismo de determinada área, mesmo com os dispositivos mais sofisticados de detecção. Entretanto, se não se detecta nenhum bicudo em um campo de algodão, qualquer que seja o seu tamanho, durante um período de tempo igual ao de uma geração, em que a densidade de armadilhas seja alta o suficiente para prover 99% de probabilidade de que nenhuma reprodução tenha ocorrido no período, esta probabilidade pode aumentar para 99,9999%, se nenhum bicudo for capturado em três gerações sucessivas.

Pelo que os resultados da pesquisa indicam, o uso de altas densidades de armadilhas (até dez por hectare) em programas de erradicação assegurará a detecção de formas reprodutivas já na primeira geração, e a adoção de densidades menores, como 2,5 armadilhas por hectare, permitirá a detecção de formas reprodutivas da segunda geração. Na minha maneira de pensar, devemos utilizar grande densidade de armadilhas em programas de erradicação, assim poderemos identificar pequenos focos e destruí-los, antes que cresçam e que se redistribuam. As armadilhas, quando bem utilizadas, são muito importantes para indicar o término de medidas de controle em vigor durante um programa de erradicação, além de prestar grande contribuição à eliminação dos últimos insetos.

O USO DE ARMADILHAS DE FEROMÔNIO PARA CONTROLE DO BICUDO

Como já foi dito, é muito difícil medir a eficiência das armadilhas de feromônio para controlar baixas populações de bicudos que deixa-

ram os locais de hibernação e chegaram a lavouras recém-instaladas, uma vez que os experimentos de campo são caros e envolvem uma série de variáveis que diminuem a acurácia dos resultados. Entretanto, baseado em modelos teóricos e nos poucos resultados experimentais disponíveis, não há dúvida de que as armadilhas de feromônio podem prestar importante contribuição de controle nos estágios finais de um programa de erradicação.

A teoria de que a atração exercida pelas armadilhas é maior do que pelos machos existentes no campo, em populações muito baixas, já foi discutida. A relevância de seu uso no controle de populações muito baixas aumenta até quando se torna prático ter no campo um número maior de armadilhas que o número de machos remanescentes.

Foi baseado em resultados de campo, através de simulação de infestações naturais, que Lloyd et al. (1980, 1983) estimaram 80% de controle de fêmeas, com dez armadilhas por hectare. De cada ponto da infestação simulada, saíram cerca de oito fêmeas e igual número de machos, o que dá uma relação de armadilhas: machos: fêmeas, de 1,25: 1:1. Há que se considerar o aspecto de as armadilhas serem distribuídas uniformemente no campo, ao contrário dos machos que têm uma distribuição desuniforme na área, dando à armadilha maior chance de atrair uma fêmea. Mas, para fins práticos, se considerarmos que as armadilhas e machos sejam igualmente eficientes para atrair as fêmeas, necessitaríamos de quatro armadilhas para cada macho, para conseguirmos 80% de redução na população de fêmeas. Após o período de hibernação, como os insetos infestam o campo de maneira bem distribuída, as armadilhas talvez pudessem ter sua eficiência aumentada, mas, infelizmente, não dispomos de dados quantitativos.

Já tivemos oportunidades de abordar que um programa bem executado de controle de reprodução antes da diapausa, através do uso de inseticidas no final da safra, pode reduzir as populações de bicudos hibernantes a um nível médio de 1,25 insetos por hectare. Normalmente, na maioria das regiões americanas infestadas pelo bicudo, pode-se esperar que 60% dos que sobrevivem ao inverno entrem nos campos quando os primeiros botões florais estiverem presentes (Lloyd, E.P. Comunicação pessoal). Nessas condições, as armadilhas são colocadas nas margens dos campos na densidade de 2,5 armadilhas por hectare, para reduzir as populações infestantes. Este uso dirigido das armadilhas e uma aplicação de inseticidas, imediatamente antes do aparecimento dos botões florais, devem eliminar, aproximadamente, 60% dos insetos que sobraram da safra anterior. Dessa maneira, os insetos restantes deverão ficar em uma densidade de 0,5 bicudo por hectare ou 5, em cada

10 ha de algodão. É claro que haverá alguns campos com mais e outros com menos bicudos.

Considerando-se o nível de sobrevivência discutido anteriormente, foram efetuados cálculos para estimar o grau de controle, quando a população estiver em torno de 2 bicudos por hectare ou um total de 20 bicudos em um campo de 10 ha, depois de as armadilhas serem colocadas na lavoura. Os cálculos basearam-se nos seguintes parâmetros: (I) as armadilhas são dispostas em 10 ha, na densidade de dez armadilhas por hectare; (II) a atração das armadilhas é duas vezes maior que a dos machos, em relação às fêmeas, o que vale dizer que 100 armadilhas atrairão tantas fêmeas, quanto atrairiam 200 machos; (III) pressupõe-se que 20 bicudos entrarão no campo de 10 ha, na razão de um macho e uma fêmea por dia, durante um período de emergência de dez dias. Assim, a relação de atração das armadilhas para a atração exercida pelos machos será de 200: 1, no primeiro dia, e baixará de 20: 1, no décimo dia. Os resultados estão na Tabela 4.

TABELA 4. Efeito teórico de armadilhas de feromônio colocadas em algodoais, a uma densidade de dez armadilhas por ha, em um campo de 10 ha, para o controle de baixas populações de sobreviventes da safra anterior.

Dia	Bicudos presentes		Razão de atratividade ¹		Probabilidade de	
	machos	fêmeas	Armadilha	machos	uma fêmea ser capturada	uma fêmea cruzar
1	1	1	200	1	0,995	0,005
2	2	1	100	1	0,990	0,010
3	3	1	67	1	0,985	0,015
4	4	1	50	1	0,980	0,020
5	5	1	40	1	0,975	0,025
6	6	1	33	1	0,970	0,030
7	7	1	29	1	0,967	0,033
8	8	1	25	1	0,060	0,040
9	9	1	22	1	0,955	0,045
10	10	1	20	1	0,950	0,050
Totais					0,927	0,273

¹ Pressupõe-se que uma armadilha tenha atração em relação às fêmeas equivalente a dois machos, por isso, 100 armadilhas em um campo de 10 ha, equivaleriam à atração de 200 machos.

Os cálculos sugerem que as armadilhas capturam uma proporção muito alta das dez fêmeas que entram nos 10 ha de algodão. A probabilidade de um acasalamento simples ocorrer seria de 0,273. Por isso, tem-se a expectativa de que cerca de 73% dos campos de algodão com média de 10 ha estejam livres do bicudo. Essa alta densidade de armadilhas também garantirá a detecção precoce de infestação, que normalmente ocorre. Há medidas complementares de supressão que podem ser adotadas para garantir a eliminação de infestações leves antes que cresçam e se espalhem para outros campos.

Já enfatizamos que o modelo discutido é teórico, entretanto, temos a evidência de que as armadilhas são mais eficientes contra insetos que saíram de diapausa e estejam entrando nos campos, do que contra insetos de gerações F_1 e F_2 , criados no próprio campo. Temos que considerar também que, na prática, os insetos continuam saindo dos locais de hibernação num período de várias semanas e, não, durante dez dias. Alguns machos poderão responder às armadilhas e serem capturados, e outros poderão desaparecer por uma série de fatores ambientais, o que reduziria a competição com as armadilhas e aumentaria o índice de captura de fêmeas. Por outro lado, entretanto, algumas fêmeas podem não responder às armadilhas. É sabido que uma grande proporção de fêmeas é fecundada na safra anterior, antes de entrarem em diapausa, e que podem produzir ovos férteis na primavera seguinte, mesmo que não se acasalem de novo. Estes são alguns dos numerosos fatores que poderão fazer o nosso modelo desviar-se um pouco da realidade.

A possibilidade de se eliminar uma população baixa, remanescente, de bicudos, através da soltura de insetos estéreis será discutida mais adiante. Devemos, entretanto, mencionar que aqui haveria alguma vantagem em depender, principalmente, das armadilhas, pelo fato de funcionarem como mecanismos de detecção e de controle. As armadilhas perdem parte de sua sensibilidade para detectar a presença de bicudos nativos, quando estão em competição com um alto número de insetos estéreis criados em laboratório.

Os inseticidas podem também ser usados para diminuir baixas populações de insetos na primavera, mas serão necessárias aplicações durante até duas gerações de bicudos. Partindo-se do pressuposto de que os inseticidas controlariam 95% da população de dez machos e dez fêmeas em uma lavoura de 10 ha, ainda teríamos a probabilidade de ocorrência de geração F_1 em 50% dos campos, uma vez que a sobrevivência média de fêmeas seria de 0,5.

USO INTEGRADO DE ARMADILHAS E APLICAÇÕES DE INSETICIDAS PARA ERRADICAÇÃO OU MANEJO DO BICUDO

Uma vez que a eficiência das armadilhas de feromônio é influenciada pela relação armadilhas: machos, pode-se deduzir que o uso combinado de pulverizações de inseticidas com armadilhas distribuídas no campo aumente a eficiência das armadilhas por reduzir o número de machos. Um dos princípios fundamentais de supressão de populações de pragas, anteriormente mencionado (Knipling 1966, s.d.), diz que a integração de certas medidas complementares de controle garante uma supressão maior que a resultante da soma de seus efeitos isolados. Infelizmente, esse princípio básico não tem sido levado em conta, na maioria dos programas de manejo de pragas existentes.

O uso simultâneo de inseticidas e armadilhas de feromônio é um ótimo exemplo da vantagem potencial de se integrarem duas técnicas complementares. Poderíamos referir-nos à Tabela 4, para verificar se o efeito de aplicações de inseticidas complementa o efeito de armadilhas para controlar as populações de bicudos que estão entrando no campo, na primavera. Como já foi verificado anteriormente, as armadilhas capturariam 9,73 das 10 fêmeas e a probabilidade de uma fêmea ser fecundada seria de 0,27. Isto permitiria reprodução em 27% dos campos de igual superfície. Também foi notado que as aplicações de inseticidas, por si só, permitiriam a sobrevivência de uma média de 0,5 fêmeas, baseando-se na premissa de que 95% das fêmeas, entrando no campo de 10 ha, seriam mortas.

Isto quer dizer que 50% dos campos de algodão de igual superfície manteriam-se infestados durante a emergência da geração F_1 . Entretanto, se as armadilhas são utilizadas dentro do previsto e se forem efetuadas aplicações de inseticidas no dia 5 e no dia 10, o efeito composto das duas medidas supressivas será bem grande. Uma mortalidade de 95% dos machos acumulados até o dia 5 reduzirá a sua competição com as armadilhas e, nesse dia, a probabilidade de uma fêmea cruzar com um macho será de 0,075. Esta probabilidade aumentará para 0,198, entre os dias 6 e 10, quando apenas as armadilhas estão em uso. Se 95% dos machos são mortos no dia 5, a probabilidade de uma fêmea cruzar nos dias 6 e 10 será de aproximadamente 0,08. Dessa maneira, a probabilidade de uma fêmea cruzar com um macho, ao fim da emergência da hibernação, será de, aproximadamente, 0,15. Assim as aplicações de inseticidas quase que dobram a eficiência das armadilhas de feromônio. O controle propiciado pelas armadilhas mais uma matança de 95% das fêmeas que não foram capturadas reduzirão a probabilidade de que uma fêmea cruze com um macho a 0,0075, ou seja, $0,15 \times 0,05$.

Em síntese, se apenas aplicações de inseticidas forem feitas contra populações de bicudos que atinjam média de dois bicudos por hectare e que se obtenham 95% de mortalidade, pode-se dizer que 50% dos campos de 10 ha continuarão infestados pela geração F_1 . Se, por outro lado, utilizarmos apenas as armadilhas, 27% dos campos de igual superfície continuarão infestados pela geração F_1 . Entretanto, pelo uso integrado de armadilhas e inseticidas, poderemos ter menos que 1% de campos infestados pela geração F_1 .

O uso de armadilhas no meio da lavoura pode, também trazer vantagens no manejo de populações de bicudos. Entretanto, pelos custos das armadilhas em si e de seu acompanhamento, não nos parece que seria prático usá-las em programas de manejo de populações existentes a níveis de densidade moderados. Mesmo assim, elas poderão ser utilizadas para manejar populações elevadas na primavera, em conjunto com aplicações precoces de inseticidas. Uma técnica, recomendada nos Estados Unidos para controlar o bicudo e que já foi aqui discutida, consiste em quatro aplicações de inseticidas no final de cada safra, antes que os insetos saiam em diapausa. Espera-se que esses tratamentos reduzam a população do início da safra seguinte a apenas 25 por hectare. Apesar de reduzirem as populações, com as variedades de ciclo longo (mais de 150 dias) ainda em uso, ainda será necessário fazer aplicações durante a safra, para evitar perdas na colheita.

Ao invés de uma dependência absoluta nas aplicações de inseticidas para controlar o bicudo, poderemos optar por um procedimento de manejo em que as armadilhas são colocadas nos campos no início das infestações, integrando-se com o uso de inseticidas. Não vamos perder muito tempo com cálculos, mas, baseado nos parâmetros anteriormente usados, estimamos que dez armadilhas suprimiriam 75% a descendência de 25 bicudos por hectare. Quatro aplicações de inseticidas, a intervalos de cinco dias, devem eliminar 95% dos bicudos então presentes, o que faz aumentar a eficiência das dez armadilhas a aproximadamente 85%. O efeito combinado das duas medidas de supressão, durante uma mesma geração, deverá aproximar-se de 99,25% ($95 + 0,85(5) = 99,25$). Esse alto grau de controle de uma população, já reduzida, que saiu de diapausa, não apenas poderá eliminar a necessidade de aplicações durante a fase de desenvolvimento da lavoura, como, inclusive, poderá tornar desnecessárias as aplicações de final de ciclo para controle de reprodução de diapausa.

Conclui-se, então, que a integração de armadilhas e quatro aplicações precoces de inseticidas possa operar um manejo contínuo da praga, mais eficiente e mais barato que o uso de oito a dez aplicações, durante

e no fim da safra. É claro que as aplicações precoces de inseticidas poderão trazer maior desequilíbrio ecológico nas demais populações de pragas do algodoeiro. De qualquer maneira, isto é apenas um exemplo de possibilidades das quais se poderá lançar mão, baseado na tecnologia de controle disponível e no conhecimento de alguns princípios básicos de supressão de populações de bicudo, para um melhor manejo da praga.

O USO DE INSETOS ESTÉREIS PARA A ERRADICAÇÃO DO BICUDO

Os requisitos básicos e o potencial de uso de insetos estéreis para supressão de pragas são discutidos em uma publicação específica de nossa autoria (Knippling s.d.). Muitas pesquisas têm-se desenvolvido nos últimos anos à procura de métodos de esterilização de bicudos e sua utilização em programas de erradicação (Davich 1976, Wright & Villavaso 1983). O método não será de utilidade prática contra populações altas de bicudo, mesmo após os ótimos resultados já alcançados em programas de criação em massa (Gast & Davich 1966, Lindig 1976, Griffin 1983). As populações de bicudos, mesmo no seu nível mais baixo, são suficientemente altas para inviabilizar técnica de esterilização isoladamente.

Baseando-se em princípios práticos de supressão de populações de pragas, entretanto, nenhum outro sistema oferece maior utilidade prática, que a técnica de esterilização, quando uma população é extremamente baixa.

Já dissemos, que a maioria dos métodos de controle mantém quase a mesma eficiência a quaisquer níveis populacionais de uma praga. Para exemplificar, podemos dizer que as mesmas dosagens e frequência de aplicações de um inseticida serão requeridas para matar determinada proporção de uma população de insetos, independentemente de essa população ser alta ou baixa. Por contraste, a eficiência do uso de insetos estéreis depende do nível populacional da praga, sendo maior, quanto menor for a referida população. Esta diferença pode ser enfatizada pelo exemplo que se segue.

Se existe, no início da safra, uma população de 500 bicudos por hectare, que é considerada baixa, quatro aplicações de inseticidas, a intervalos de cinco dias, poderão dar 95% de controle. Para se conseguir igual nível de eficiência pelo uso de insetos estéreis, seriam necessários 9.500 insetos estéreis por hectare. A soltura desse número tão elevado de insetos não só é inviável pelo seu custo proibitivo, mas também pelo dano que ocasionariam à lavoura. Entretanto, se a população no início

da safra tivesse sido reduzida a um nível médio de 1,25 bicudos por hectare, pelo uso de inseticidas como está no modelo da Tabela 3, seriam necessários apenas 25 bicudos estéreis por um fértil o que, teoricamente, resultaria em 95% de controle. Esse nível de controle somente se alcançaria com quatro aplicações de inseticidas a cada cinco dias, que custariam em torno de 40 dólares. Como, pelos preços atuais, produzem-se 1.000 bicudos por 4 dólares, a operação anterior custaria apenas 10 centavos de dólar ao invés de 40 dólares, se usados os inseticidas.

Infelizmente, os bicudos hoje produzidos em laboratório não têm a mesma competitividade que os bicudos selvagens, o que precisa ser considerado no raciocínio anterior. De acordo com Wright & Villavaso (1983), a competitividade dos bicudos estéreis usados no Teste de Erradicação da Carolina do Norte apresentavam uma competitividade de apenas 12% em relação aos bicudos silvestres. Se, para fins práticos, considerássemos que os bicudos estéreis têm 10% de competitividade, então teríamos que soltar 250 por hectare ao custo de 1 dólar por hectare.

O trabalho de soltura de bicudos estéreis no campo deveria ser feito a cada cinco dias, o que adicionaria custos ao processo. De qualquer maneira, o custo total não excederia a 10 dólares por hectare, evidenciando-se a vantagem do uso de insetos estéreis em relação a inseticidas, quando a população é muito baixa e o que, normalmente, ocorrerá em estágios finais de erradicação. Além das vantagens de ordem econômica, os insetos estéreis não trazem os inconvenientes do desequilíbrio ocasionado pelos inseticidas de espectro amplo.

A discussão que antecedeu indica claramente a viabilidade e praticabilidade de se eliminarem populações muito baixas de bicudos através da técnica de esterilização. Deve ficar bem claro, entretanto, que há uma série de fatores a serem considerados antes de se usar a referida técnica. Por exemplo, as instalações para criação e esterilização de bicudos têm um custo elevado, mesmo representando uma pequena parcela do custo total de um programa de erradicação em área extensa.

Os procedimentos para criação em massa e esterilização de bicudos, como foram descritos por Wright & Villavaso (1983), exigem pessoal muito bem treinado e equipamento especial e, infelizmente, ainda não se conseguiu medir com segurança a eficiência dos insetos estéreis, soltos no campo. No teste a que já nos referimos anteriormente, cerca de 11 milhões de insetos estéreis foram soltos. Entretanto, como as populações naturais de bicudos foram severamente reduzidas pela aplicação de inseticidas ao fim da safra anterior, pelo uso intensivo de armadilhas de feromônio e pelas aplicações precoces de inseticidas no inf-

cio da safra seguinte, não se pode medir o efeito isolado dos insetos estéreis nesse programa que foi muito bem sucedido. Sabe-se, entretanto, que a relação de insetos estéreis selvagens foi de vários milhares para um e a probabilidade de ocorrer um acasalamento fértil teria sido nula.

Apesar da dificuldade em se medir, com precisão, o valor da soltura de insetos estéreis em uma população natural, parece-nos que seria desejável apresentar os resultados de um modelo simulado, para prever os resultados de sua utilização a fim de eliminar populações muito baixas, no início de cada safra. Os efeitos estimados na Tabela 5 são baseados nas seguintes pressuposições: (I) a população de bicudos, na primavera, foi reduzida a dez machos e dez fêmeas em um campo de 10 ha; (II) um total de 20 mil bicudos de ambos os sexos, serão soltos, na razão de 5 mil por 10 ha, em cada uma das quatro solturas, espaçadas de cinco dias, o que dará uma razão de 1.000 insetos estéreis para um inseto fértil; (III) como os insetos estéreis têm uma competitividade em relação aos férteis de apenas 10%, a razão anterior reduzir-se-á a 100: 1; e (IV) com essa nova razão de 100: 1, a probabilidade de uma fêmea fértil cruzar em um campo de 10 ha ficaria reduzida a 0,1. Dessa maneira, em um programa envolvendo milhares de campos de algodão com superfície de 10 ha, evitar-se-á reprodução do bicudo em 90% dos campos. Em programas dessa natureza, será necessário o acompanhamento com armadilhas de feromônio, para detectar os pequenos focos remanescentes antes que aumentem e se redistribuam.

Populações muito baixas de bicudos podem também ser eliminadas na primavera, através da aplicação de inseticidas, mas os custos serão, normalmente, mais elevados, além dos efeitos maléficos sobre os inimigos naturais de outras pragas. Como já foi discutido anteriormente, as armadilhas de feromônio podem constituir-se em eficiente maneira de eliminar baixas populações no início da safra, não trazendo impacto ecológico.

TABELA 5. Efeito estimado de soltura de bicudos estéreis contra populações sobreviventes da safra anterior, reduzidas a dez machos e dez fêmeas em 10 ha.

Bicudos sobreviventes		Bicudos estéreis soltos no campo		Bicudos estéreis efetivos		Relação bicudos estéreis efetivos para bicudos férteis nativos	Probabilidade de uma fêmea ser fecundada
machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas		
10	10	10.000	10.000	1.000	1.000	100 : 1	0,1

O USO DE BICUDOS ESTÉREIS EM PROGRAMAS DE MANEJO

Não tem sido muito considerado a possibilidade de se usarem insetos estéreis em programas de manejo do bicudo, mas, a cada dia, novos resultados surgem, aumentando a competitividade dos bicudos estéreis e tornando sua utilização mais viável. Lloyd e Villavaso, em comunicação pessoal, são da opinião de que a competitividade dos bicudos estéreis soltos em campo pode ser de, no mínimo, 25%, se as solturas forem feitas a intervalos de cinco dias. Sem sombras de dúvida, um inseto com esse grau de competitividade poderá ser utilizada de forma vantajosa tanto em programas de erradicação, como em programas de manejo.

Para o estabelecimento de um programa contínuo de manejo do bicudo, partimos do pressuposto de que uma população normal de 500 insetos por hectare, no início de uma safra, poderá ser reduzida de 35%, isto é, a 25 insetos por hectare, se forem efetuadas aplicações de inseticidas ao final da safra anterior, para controle de reprodução de diá-pausa.

De novo, nosso modelo terá como base um campo de 10 ha e, assim, nossa população no início da safra será de 250 bicudos, ou 125 casais. Propõe-se que os insetos estéreis sejam soltos na base de 20.000 contra os sobreviventes da safra anterior, o que daria uma razão de 80 : 1, caindo para 20 : 1, se considerarmos que 25% são competitivos. Parte-se, também, do pressuposto de que as solturas continuam durante o período de emergência da geração F_1 , com 10.000 insetos estéreis de ambos os sexos. Entretanto, como a emergência da geração F_1 ocorre em bolsões, deveríamos voltar a assumir que a competitividade dos insetos soltos seja de apenas 10%. As populações de bicudos, na ausência de tratamentos inseticidas, têm um incremento de cinco vezes e cada fêmea produzirá dez bicudos, a cada geração. O efeito teórico de tal programa na dinâmica sazonal de uma população de bicudos é apresentado na Tabela 6.

De acordo com os parâmetros apresentados, as solturas de bicudos estéreis, durante a invasão dos campos no início da safra e durante a emergência da primeira geração, serão suficientes para evitar aplicações de inseticidas durante a safra e, mesmo, no seu final.

Achamos que as premissas utilizadas no modelo são razoáveis e os resultados teóricos são possíveis de se obterem na prática, se as solturas forem feitas corretamente e em todos os campos, de maneira plenamente organizada e bem coordenada.

Esses programas, como quaisquer outros, necessitam de levantamentos criteriosos e monitoramento cuidadoso da população da praga.

O número de insetos estéreis a se soltarem em determinada área dependerá dos dados de captura pelas armadilhas de feromônio. Os modelos indicam que, se as populações forem rigidamente manejadas durante o primeiro ano do programa, será possível mantê-las baixas, a cada ano, apenas pela soltura de insetos estéreis no início de cada safra, trazendo grandes benefícios de ordem econômica e ecológica.

É claro que o estabelecimento de uma fábrica para criação e esterilização de bicudos tem um investimento inicial muito elevado, mas que se amortizará ao longo do período, tomando o seu custo competitivo com o de manutenção de equipamentos e estoques de inseticidas. Já estimamos que o custo de criação e soltura de mil bicudos estéreis é de 10 dólares, assim sendo, gastaremos 30 dólares por hectare no primeiro ano e 20 dólares nos anos subsequentes. Por outro lado, se são feitas oito aplicações de inseticidas por safra para controlar o bicudo, já estaremos gastando 80 dólares por hectare. As vantagens de ordem econômica e ecológica que advirão do uso racional de insetos estéreis justificam uma consideração mais séria a esta tecnologia de manejo do bicudo do algodoeiro.

TABELA 6. Um modelo simulado mostrando o efeito teórico de solturas de bicudos estéreis em um algodão de 10 ha, para manejo de populações da praga.

Ano e geração	Bicudos nativos presentes em 10 ha		Bicudos estéreis soltos em 10 ha		Relação de estéreis para férteis		N. de fêmeas em reprodução	N. por progênie
	machos	fêmeas	machos	fêmeas	do total	apenas os efetivos		
Ano 1								
Geração 1	126	125	10.000	10.000	80 : 1	20 : 1	6,0	80
Geração 2	30	30	5.000	5.000	167 : 1	17 : 1	1,7	17
Geração 3	9	9	0	0	-	-	9,0	90
Geração 4	45	45	0	0	-	-	45,0	450
Geração 5	226	226			(população potencial para a próxima safra) ¹			
Ano 2								
Geração 1	23	23	10.000	10.000	435 : 1	109 : 1	0,2	2
Geração 2	1	1	0	0	-	-	1,0	10
Geração 3	5	5	0	0	-	-	5,0	50
Geração 4	25	26	0	0	-	-	25,0	250
Geração 5	125	125			(população potencial para a próxima safra)			

¹ Considera-se que a sobrevivência seja de 10%. Assim, a população sobrevivente para o Ano 2 será de 23 machos e 23 fêmeas, o que será bem menor que a população com a qual se iniciou o Ano 1.

LINHAS DE PESQUISA A SE DESENVOLVEREM

Poucos insetos já foram objeto de pesquisa tão intensa quanto o bicudo do algodoeiro, e, apesar disso, há grande necessidade de se continuar pesquisando vários aspectos de sua vida tão versátil e tão dinâmi-

ca. O bicudo tem a capacidade de sobreviver e tornar-se praga sob condições ecológicas e sistemas de produção de algodão os mais variados. Isso pode ser exemplificado pela recente constatação e distribuição da praga no Brasil, onde ameaça a lavoura algodoeira em suas diferentes regiões de cultivo (Lukefahr, M.J. & Martin, D.F. Comunicação pessoal). Quando a praga chega a áreas novas, é necessário desenvolver pesquisas sobre sua biologia, dinâmica populacional e comportamento, que são afetados por condições climáticas e sistemas de plantio vigentes.

O comportamento da praga, os sistemas de produção praticados e os rendimentos alcançados pela lavoura estão entre alguns fatores muito importantes a se considerarem, quando da opção por erradicação ou por manejo. É claro que existem alguns princípios fundamentais de supressão de populações de bicudo que prevalecerão, quaisquer que sejam as circunstâncias sob as quais a praga exista. Estamos firmemente convictos de que, para se manter a praga abaixo dos níveis de dano econômico, as medidas preventivas têm que ser dirigidas contra a população geral da praga, de maneira muito organizada e coordenada. Além disso, independentemente de a opção ser erradicação ou manejo, os programas de supressão devem ser supervisionados por especialistas que, não só conheçam muito bem a praga, mais, também, tenham um bom controle dos resultados para decidir, antecipadamente, se deve usar as tecnologias de maneira isolada ou integrada.

Por muitas décadas, a experiência de controle do bicudo nos Estados Unidos tem claramente demonstrado que a praga é capaz de manter-se em níveis populacionais altos, safra após safra, mesmo que os agricultores façam o seu controle intensivo. Poder-se-ia, então, perguntar, por que essa condição persiste por tanto tempo? A resposta poderia ser que, no esforço de conviver com o problema bicudo, um princípio fundamental da supressão de uma população de praga foi ignorado. O fato de 10% a 20% dos agricultores não usarem os métodos de controle disponíveis contra uma praga tão dinâmica, ou os usarem de maneira incorreta, permite a existência de populações ameaçadoras, ano após ano, nas comunidades que cultivam o algodoeiro.

Se os inseticidas são utilizados durante a safra e interrompidos antes da colheita, há tempo suficiente para uma ou duas gerações, antes do período de entressafra. Assim, mesmo que se faça um ótimo programa de controle do bicudo durante a safra, uma alta população pode ser esperada na safra seguinte. Esta praga continuará a trazer prejuízos econômicos e ecológicos, onde quer que ela esteja, até que pesquisadores, extensionistas e produtores reconheçam que o sistema de controle sem coordenação, feito por cada agricultor, individualmente, baseado em ní-

veis de dano ou em aplicação por calendário, nunca regulará, efetivamente, as populações de bicudos.

Apesar de todo sucesso já alcançado em vários métodos de controle, há grande necessidade de melhorá-los. Inseticidas novos terão que ser desenvolvidos, porque, a qualquer hora, poderemos ter um bicudo resistente àqueles que, hoje, ainda são eficientes. Por outro lado, há necessidade de se desenvolverem inseticidas mais específicos, que não causem efeito maléfico sobre os agentes de controle biológico. Apesar de os inimigos naturais do bicudo não garantirem um controle adequado da praga, assim mesmo eles são importantes para diminuir a taxa de crescimento das populações. A eliminação dos inimigos naturais, pelo uso de inseticidas de amplo espectro de ação, dá à praga mais oportunidade de se reconstituir, após as aplicações. Além do mais, outras pragas do algodoeiro podem aumentar pelo desequilíbrio ocasionado através do uso intensivo de inseticidas. Por todas as razões apresentadas, deve ser incentivada a busca de um inseticida mais específico para o bicudo.

Continuam as investigações sobre a possibilidade de se desenvolverem variedades de algodão que possam resistir ou escapar ao ataque do bicudo, sendo que muito sucesso já foi alcançado em relação a esse último aspecto (Namkem et al. 1983). A disponibilidade do feromônio sintético "grandlure" possibilitou o desenvolvimento de armadilhas muito sensíveis como suporte a programas de erradicação ou de manejo rígido da praga, entretanto, ainda não se explorou todo o potencial desse atraente para controlá-lo. Como já foi discutido anteriormente, as armadilhas podem ser eficientemente utilizadas, também, para reduzir a reprodução de populações muito baixas de bicudos. Deveria ser possível, entretanto, eliminar ou suprimir populações maiores da praga, se fosse prático usar um número maior de fontes de feromônio de custo mais baixo, para atrair e destruir tanto as fêmeas como os machos atraídos. Ficou bastante claro que o número e distribuição das fontes de atração, em relação ao número e distribuição de machos, emitindo feromônio, determinam a eficiência do "grandlure" como um método de supressão. Entendemos que seja de alta prioridade o desenvolvimento de métodos simples e baratos para o uso de feromônio.

Muito progresso já foi alcançado na criação em massa do bicudo, assim como no desenvolvimento de métodos de esterilização, possibilitando a utilização desta técnica para a eliminação de populações muito baixas. Entretanto, os procedimentos hoje utilizados reduzem o vigor dos insetos, sua longevidade e a competitividade dos machos. Deixamos patente que é muito importante o desenvolvimento de um método prático para criar, utilizar e soltar alguns milhares de bicudos estéreis por

hectare. Precisamos, entretanto, de um inseto que tenha pelo menos 25% de competitividade, quando solto no campo.

Apesar de acharmos que muito ainda precisa ser feito no desenvolvimento de novas técnicas de controle, entendemos que ênfase maior deva ser colocada na pesquisa que vise a ótimas utilizações das técnicas já disponíveis. Independentemente, se nosso objetivo é erradicação ou manejo, a integração apropriada de medidas complementares de controle oferece as maiores chances de solução do problema bicudo, de maneira eficiente e econômica, sem trazer reflexos ecológicos negativos. A nova tecnologia de controle disponível não é eficaz e nem prática, após as populações atingirem níveis de dano econômico. Ela deve ser usada para prevenir o desenvolvimento de altas populações, ao invés de ser para controlá-las após estarem causando danos.

Não é simples avaliar e demonstrar o valor de cada técnica, isolada ou em conjunto, a não ser que se conduzam experimentos contra populações totais, em áreas isoladas ou em escala suficientemente grande, para eliminar o fator de dispersão da praga, de fora para dentro da área em teste. Poder-se-ão requerer observações por várias gerações sucessivas e, mesmo, de uma safra para outra, para se avaliar os méritos relativos de cada técnica de manejo utilizado, isoladamente e de forma integrada.

Ao contrário das aplicações de inseticidas que apresentam resultados imediatos, a maioria das técnicas alternativas, que estão sendo desenvolvidas, têm resultado lento, tornando-se muito difícil medir seus resultados sob condições naturais, devido à interferência de uma série de variáveis. Por todas essas razões, os programas de pesquisa sobre o bicudo devem estar ajustados para simular modelos de supressão da praga, a fim de melhor avaliar o potencial de diferentes técnicas e estratégias de manejo. Simulações por computador são guias muito úteis para experimentos de campo e para programas operacionais.

Por muitos anos, temos nos utilizado de modelos de supressão muito simples, como aqueles descritos neste capítulo, para indicar o potencial de várias técnicas de supressão, quando aplicadas isoladas ou integradamente. Eles têm sido muito eficientes para prever os resultados que podem ser obtidos, mas os experimentos de campo para comprovação são essenciais. Novamente, os experimentos devem ser conduzidos em grandes áreas, para anular os efeitos da infiltração de bicudos, de fora para dentro da área experimental. É nossa opinião que a mobilidade dos insetos tem sido o maior obstáculo para um melhor entendimento das oportunidades que os recentes avanços em tecnologias de

controle de pragas oferecem, para tratar os problemas criados pelos insetos, de uma maneira mais racional.

Os avanços em métodos alternativos de controle de pragas, conseguidos nas últimas décadas por cientistas americanos, levarão ainda algum tempo para serem colocados em prática, alguns, mesmo, nunca o verão. Por isso, é necessário que os diversos segmentos envolvidos no setor agrícola dêem condições para que os referidos métodos sejam bem avaliados e colocados à disposição dos agricultores, para o benefício de toda a sociedade.

Uma área de pesquisa que precisa de maior atenção é a de estudos de agentes bióticos para controle do bicudo. Conhece-se uma grande variedade de organismos que atacam esse inseto, mas, baseado em uma série de informações disponíveis, nenhuma espécie ou complexo de espécies benéficas mostrou-se eficiente para controlar populações da praga abaixo dos níveis de dano. Apesar disso, a soma de todos os inimigos naturais do bicudo que coexistem no mesmo agroecossistema pode exercer um papel muito mais importante do que imaginamos. Enquanto não utilizarmos medidas de supressão inócuas aos inimigos naturais, não poderemos avaliar o papel real desses organismos na regulação dos níveis populacionais do bicudo. Já discutimos essas medidas alternativas, como o uso de variedades que resistem (ou escapam) ao ataque da praga, a soltura de insetos estéreis e o uso de armadilhas de feromônio, que não interferem com as populações de inimigos naturais. A criação em massa de inimigos naturais poderá transformar-se em método adicional de supressão do bicudo, apesar de algumas características próprias da praga terem desestimulado a pesquisa nesse setor.

A literatura cita uma série de parasitas (parasitóides) de larvas do bicudo (Chestnut & Cross 1971). Vários autores publicaram dados sobre a ocorrência de parasitismo causado por *Bracon mellitor* (Miller & Crisfield 1930, Folson 1936, Bottrell 1976, Adams et al. 1969), alcançando níveis de 30%. Outro parasita, *Heterolaccus grandis* Burks, tem alta especificidade pelo bicudo do algodoeiro. Adams et al. (1969), Cross & Chestnut (1971b) e Johnson et al. (1973) conduziram alguns experimentos de campo, soltando adultos de *B. mellitor*, *H. grandis* e *B. kirkpatricki*, que, imediatamente, passaram a parasitar larvas de bicudo. Entretanto, a eficiência de parasitóides de alto grau de mobilidade não pode ser avaliada em alguns poucos hectares de algodão.

A seguinte pergunta precisa ser colocada e respondida, apropriadamente, através de experimentos de campo: Que impacto os parasitóides citados terão sobre a dinâmica populacional do bicudo, se forem feitas solturas em um ecossistema total, onde ocorra a praga, em número

de cinco ou dez vezes maior que a própria população a ser controlada? Com base nas informações disponíveis, esta pergunta não poderá ser respondida, não só para o bicudo, mas também para qualquer outra praga, por falta de informações advindas de experimentos bem elaborados, usando número suficiente de insetos contra populações isoladas da praga que se quer controlar. Achamos que o futuro nos reserva muitas possibilidades de controle biológico que, infelizmente, não temos sabido explorar.

Fizemos um estudo preliminar da capacidade de *B. mellitor* localizar seu hospedeiro, seguindo um procedimento teórico usado para estimar a eficiência de outros parasitóides (Knipling 1977). Calculando por baixo, 250 fêmeas de *B. mellitor* por ha, por geração do hospedeiro, seriam suficientes para ocasionar 25% de parasitismo de larvas. Se essa figura aproximar-se da realidade, a soltura de 1.500 fêmeas de *B. mellitor* por ha, no início da safra, poderia manter um nível de parasitismo de 80% a 90%, durante toda a safra, se nenhum inseticida fosse aplicado.

Levando-se em consideração todo o progresso que já se alcançou na criação em massa do bicudo, pode-se imaginar que, no futuro, os parasitóides possam, também, ser criados em grande número e a custo reduzido. Além de o custo desse método de controle ser bem mais baixo que o do uso de inseticidas, não teremos os efeitos colaterais da presença de produtos químicos no meio ambiente. Por outro lado, as técnicas de controle biológico integram-se bem com as outras alternativas de controle que não usem inseticidas. É claro que, hoje, ainda estamos no campo das suposições, mas teremos que investir mais, se quisermos torná-las realidade.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, C.H.; CROSS, W.H. & MITCHELL, H.C. Biology of *Bracon mellitor*; a parasite of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **62**(4):889-95, 1969.
- BOTTRELL, D.G. Biological control agents of the boll weevil. In: BOLL weevil suppression, management and elimination technology. s.l., US Dep. Agric., 1976. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- BRAZZEL, J.R.; DAVICH, T.B. & HARRIS, L.D. A new approach to boll weevil control. *J. Econ. Entomol.*, **54**:723-30, 1961.
- BRAZZEL, J.R. & NEWSON, L.D. Diapause in *Anthonomus grandis*. *J. Econ. Entomol.*, **52**:603-11, 1959.

- BULL, D.L.; ABLES, J.R. & LLOYD, E.P. Insect growth regulators with emphasis of the use of Benzoylphenyl ureas. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.207-35. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- CHESTNUT, T.L. & CROSS, W.H. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 2. Comparison of their importance in the United States over a period of thirty-eight years. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **64**(3):549-57, 1971.
- COKER, R.R. Economic impact of the boll weevil. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1976.
- CROSS, W.H. & CHESTNUT, T.L. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 1. An Annotated list. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **62**:235-6, 1971a.
- CROSS, W.H. & CHESTNUT, T.L. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 1. An annotated list. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **64**(2):516-27, 1971b.
- DAVICH, T.B. Boll weevil sterility. In: BOLL weevil suppression, management and elimination technology. s.l., US Dep. Agric., 1976. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Boll weevil suppression, management and elimination technology.** s.l., 1976. 172p. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Cotton insect management with special reference to the boll weevil.** s.l., 1983. 591p. (Agric. Res. Serv. A.H., 589).
- FOLSON, J.W. Observations of *Microbracon mellitor* in relation to the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **29**(1):111-6, 1936.
- FRISBIE, R.E.; PHILLIPS, J.R.; LAMBERT, W.R.A. & JACKSON, H.B. Opportunities for improving cotton insect management programs and some constraints on beltwide implementation. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.521-57. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- GAST, R.T. & DAVICH, T.B. Boll weevil. In: SMITH, C.N., ed. **Insect colonization and mass rearing.** New York, Academic Press, 1966. p.406-18.
- GRIFFIN, J.G.; SIKOROWSKI, P.P. & LINDIG, O.H. Mass rearing boll weevils. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.265-301. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- JOHNSON, W.L.; CROSS, W.H.; MCGOVERN, W.L. & MITCHELL, H.C. Biology of *Heterolaccus grandis* (Burks) in a laboratory culture and its potential as an introduced parasite of the boll weevil in the United States. *Environ. Entomol.*, **2**(1):112-8, 1973.

- KNIPLING, E.F. Analysis of technology available for eradication of the boll weevil. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.409-35. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- KNIPLING, E.F. The basis principles of insect population suppression and management. s.l., US Dep. Agric., s.d. 659p. (US Dep. Agric. Handb., 512).
- KNIPLING, E.F. Biomathematical basis for suppression and elimination of boll weevil populations. In: BOLL weevil suppression, management and elimination technology. s.l., US Dep. Agric., 1976. p.130-48. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- KNIPLING, E.F. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. *J. Econ. Entomol.*, 48(4):459-62, 1955.
- KNIPLING, E.F. Some basis principles of insect population suppression. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 12(11):7-15, 1966.
- KNIPLING, E.F. The theoretical basis for augmentation of natural enemies. In: RIDWAY, R.L. & VINSON, S.B., ed. *Biological control by augmentation of natural enemies*. New York, Plenum Press, 1977. p.79-123.
- LEGGETT, J.E.; LLOYD, E.P. & WITZ, J.A. Efficiency of in-field traps in detecting and suppression low population levels of boll weevils. *Environ. Entomol.*, 10: 125-30, 1981.
- LINDIG, O.H. Mass rearing of boll weevils. In: BOLL weevil suppression, management and elimination technology. s.l., US Dep. Agric., 1976. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- LLOYD, E.P.; MCKIBBEN, G.H.; KNIPLING, E.F.; WITZ, J.A.; HARTSTACK, A. W.; LEGGETT, J.E. & LOCKWOOD, D.F. Mass trapping for detection, suppression and integration with other suppression measures against the boll weevil. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON MANAGEMENT OF INSECT PEST WITH SEMIO-CHEMICALS, Gainesville, EUA, 1980. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1980.
- LLOYD, E.P.; MCKIBBEN, G.H.; LEGGETT, J.E. & HARTSTACK, A.W. Pheromone for survey, detection and control. In: CONTROL insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.179-205. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- MILLER, H. & CRISFIELD, F. The presence in Georgia of *Bracon mellitor*, a parasite of cotton boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, 23(3):607-8, 1930.
- NAMKEM, L.N.; HEILMAN, M.D.; JENKINS, J.N. & MILLER, P.A. Plant resistance and modified cotton culture. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.73-101. (US Dep. Agric. Handb., 589).

PARENCIA JUNIOR, C.R. & COWAN, C.B. Comparative yields of cotton in treated and untreated plots in insect-control experiments in central Texas, 1939-70. *J. Econ. Entomol.*, **65**(2):480-1, 1972.

PARENCIA JUNIOR, C.R.; PFRIMMER, T.R. & HOPKINS, A.R. Insecticides for control of cotton insects. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric., 1983. p.237-61. (US Dep. Agric. Handb., 589).

PIERCE, W.D. *The insect enemies of the cotton boll weevil.* s.l., US Dep. Agric., 1912. 99p. (US Dep. Agric. Bull., 100).

TUMLINSON, J.H.; HARDEE, D.D.; GUELDNER, R.C.; THOMPSON, A.C.; HEDIN, P.A. & MINYARD, J.P. Sex pheromones produced by male boll weevil; isolation, identification, and synthesis. *Science*, **166**:1010-2, 1969.

WRIGHT, J.E. & VILLAVASO, E.J. Boll weevil sterility. In: COTTON insect management with special reference to the boll weevil. s.l., US Dep. Agric. 1983. p.153-77. (US Dep. Agric. Handb., 589).

PROGRAMAS DE CONTROLE DE DIAPAUSA E DE ERRADICAÇÃO DO BICUDO NOS ESTADOS UNIDOS

Dial F. Martin
Consultor EMBRAPA-CNPDA/IICA
Caixa Postal 69
13820 Jaguariúna, SP

INTRODUÇÃO

A descoberta do fenômeno da diapausa no bicudo por Brazzel & Newson (1959) deu margem ao desenvolvimento de novos conceitos sobre o controle da praga (Brazzel et al. 1961), dos quais o mais importante é o programa de controle de diapausa e sua evolução como componente principal dos programas de erradicação. Esses tópicos serão discutidos detalhadamente nesta revisão.

CONTROLE DE DIAPAUSA

O controle dos bicudos que têm a faculdade de entrar em diapausa, antes que eles deixem os campos ao final da safra, é conhecido como "Controle de Diapausa do Bicudo". Na verdade, ao invés de interferir com o processo fisiológico da diapausa em si, os adultos são mortos antes de completarem o processo e saírem dos campos. Cross (1973) definiu controle de diapausa como "a técnica de prevenir contra longevidade suficiente dos adultos no final da safra que assegura o tempo necessário para ocorrer a mudança para a diapausa completa". Ele também chamou a atenção para o fato de que "teoricamente, em climas onde a diapausa é um pré-requisito para a sobrevivência do bicudo na entressafra, um programa bem executado de controle de diapausa pode resultar em sua erradicação. Para isso, utilizam-se inseticidas altamente tóxicos para os adultos (como Paration-metílico ou Malation), a intervalos de dez dias ou menos".

Brazzel (1959, 1961), montando telados em campos de algodão, avaliou três inseticidas para controle de bicudos antes que saíssem da lavoura para os locais de hibernação. Observações preliminares mostraram que os adultos tinham que se alimentar por, aproximadamente, três semanas ou mais para acumular reservas suficientes para completar o processo de diapausa. Os testes em si demonstraram que aplicações de Paration Metílico a intervalos de 10-12 dias durante o período de colheita reduziram substancialmente o número de bicudos que entraram em diapausa. Por outro lado, um grande número entrava em diapausa nos telados tratados com Toxafeno e Arseniato de Cálcio. Ele não considerou que Paration-metílico prevenia a ocorrência da diapausa, mas

concluiu que este inseticida era igualmente eficiente para bicudos "gordos" e "magros", referindo-se ao teor de gordura acumulada durante o processo. Os bicudos com alto teor de gordura podem ser até 100 vezes mais tolerantes aos inseticidas organoclorados que os de baixo teor. Brazzel fez aplicações a cada 10-12 dias, do dia 22 de agosto até 20 de novembro, e concluiu que, provavelmente, duas a três aplicações de um inseticida organofosforado eficiente durante o período da colheita, além do uso de desfolhantes e dessecantes até a destruição completa dos restos culturais, produziriam os mesmos resultados.

Brazzel (1959) concluiu que um programa de pulverizações que consistisse de duas a quatro aplicações de Paration Metílico, a cada 10-12 dias, antes e durante a colheita e seguindo-se de destruição completa dos restos culturais, reduziria drasticamente a população hibernante, podendo, mesmo, erradicá-la. Brazzel (1962) demonstrou, ainda, em uma lavoura de 212 hectares na área do Big Bend to Texas, que aplicações tardias de Paration Metílico reduziam substancialmente a população da primavera seguinte, resultando em grande economia nos custos de controle.

Brazzel (1961) também conduziu experimentos em áreas maiores nos municípios de Brazoria e Maverick, no Texas, e demonstrou que a inclusão de controle de diapausa em um programa total de controle de pragas do algodoeiro destruiria tantos bicudos no outono que reduziria ou eliminaria a necessidade de uso de inseticidas na safra seguinte.

Cleveland & Smith (1964), em três anos de estudo na Luisiana sobre aplicação de inseticidas, desfolhantes e dissecentes, no final da safra, conseguiram reduzir o número de bicudos a níveis muito baixos na safra seguinte.

Lloyd et al. (1964), trabalhando no Mississippi, encontraram bicudos entrando em diapausa, quando houve interrupção de florada e as maçãs eram o único alimento disponível. Eles obtiveram reduções de populações superiores a 98,5%, na safra seguinte, com sete aplicações de Paration Metílico, 560 g i.a./ha, no final da safra.

PROGRAMA DE CONTROLE DE REPRODUÇÃO E DIAPAUSA

Os resultados dos estudos sobre diapausa indicaram que um programa mais efetivo de controle deveria ser conseguido em duas fases, ou seja, o controle da última geração reprodutiva, seguindo-se do controle dos bicudos em diapausa. Knipling¹ sugeriu um programa de controle

¹ "Uma análise dos méritos relativos de controle químico dirigido contra formas reprodutivas versus formas de diapausa, em esforços para o desenvolvimento de programa de erradicação". Carta de 28 de janeiro de 1963, endereçada aos membros do Comitê de Pesquisas sobre Pragas do Algodoeiro, Divisão de Pesquisa Entomológica, Serviço de Pesquisa Agrícola, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

de reprodução e diapausa com uma modificação do conceito original de controlar os bicudos antes que eles saíssem no campo. Esse programa consistia na aplicação de inseticidas para controlar a última geração reprodutiva, a fim de prevenir contra a postura de ovos que produziriam a geração que entraria em diapausa.

Adkisson et al. (1966) e Lloyd et al. (s.d.) foram os primeiros a sugerir a efetividade do sistema de duas fases. Adkisson, trabalhando com controle químico para dominar populações de bicudos nas planícies altas e ondulantes do noroeste do Texas, concluiu que seis pulverizações de Malation, aplicadas durante o período de alimentação da geração com potencial para diapausa, davam 90% de redução da população. Entretanto, muitos bicudos sobreviviam para infestar as lavouras na safra seguinte. Combinando o controle da última geração reprodutiva em setembro com o controle dos diapausantes em potencial em outubro e novembro, ele conseguiu 99% de controle. Lloyd et al. (s.d.) observaram que com o sistema de duas fases as populações no final da safra foram grandemente reduzidas e que, na safra seguinte, os bicudos somente apareceriam em nível de dano econômico em meados de agosto:

Fye et al. (1968) demonstraram, no município de Presidio-TX e em áreas do México, a eficiência da aplicação de inseticidas em ultrabaixo-volume para controlar bicudos no final da safra. Os resultados de um programa de três anos indicaram que por esse método as populações de bicudos poderiam baixar a tal nível que permitiria inundar a área com insetos estéreis na safra seguinte. Essas técnicas seriam muito importantes em um programa de erradicação.

Canerday et al. (1973), em pesquisa de três anos conduzida na Georgia, também concluíram favoravelmente ao programa de duas fases, recomendando sua inclusão nos programas de manejo do estado. Cherry et al. (1973) publicaram resultados de quatro anos de pesquisa sobre populações de bicudos na primavera do Estado do Tennessee e chegaram à conclusão de que essas populações poderiam ser grandemente reduzidas com pulverizações de inseticidas ao final da safra anterior. Além disso, as pulverizações da safra seguinte poderiam ser adiadas em até quatro semanas, com melhores resultados para campos isolados.

O Dr. Jerry B. Graves, em comunicação pessoal, diz ter obtido até 99% de controle com o programa no Estado da Luisiana e que os resultados eram melhores onde todos os agricultores de uma comunidade participavam. Baseado em seus resultados e em experiência dos estados vizinhos, a Luisiana passou a recomendar o programa de controle de reprodução e diapausa. Vários programas de controle de diapausa foram

conduzidos no sul do Texas, onde o sucesso obtido foi apenas limitado. Rummel & Frisbie (1978) atribuem os resultados pouco encorajadores às variedades de ciclo longo lá plantadas, além de invernos pouco rigorosos, abundância de habitats de refúgio no inverno, alto potencial reprodutivo e um clima inclemente no outono, dificultando a coordenação das pulverizações.

Apesar de ter sido por tantas vezes demonstrada a eficiência dos tratamentos de fim de safra para baixar as populações de bicudos, sua adoção pelos agricultores diminuiu desde os primeiros anos da década de 1970 (Lloyd et al. s.d.). Muitas razões têm sido apresentadas para justificar essa atitude, como: a) falta de organização e cooperação entre os agricultores de uma mesma comunidade, uma vez que um ou outro agricultor que não participe passa a comprometer todo o programa; b) os agricultores hesitam muito em gastar dinheiro no final de uma safra para ter os benefícios apenas na safra seguinte; c) os custos de produção de algodão são tão altos e a margem de lucro tão estreita que os agricultores tentam cortar os custos ao máximo; e d) antes do aparecimento dos inseticidas piretróides sintéticos, os agricultores aplicavam inseticidas organofosforados até quase a colheita, para controlar *Heliothis* spp., o que envolvia o controle de reprodução e diapausa do bicudo. É provável que as populações de bicudo aumentem com o uso generalizado de piretróides para controlar *Heliothis* spp. uma vez que a maioria desses novos produtos têm pouca ação contra o bicudo. O Dr. Robert B. Head, extensionista da Universidade Estadual do Mississippi, em comunicação pessoal, diz que os agricultores apresentam várias desculpas para não fazerem os tratamentos de controle de reprodução e diapausa. Uns alegam que "meu vizinho nunca fará isto", outros que "eu ainda não sei se terei esta terra para plantar algodão na próxima safra", ou que "eu esperarei para cuidar deste problema no ano que vem" e, ainda, "eu não posso gastar mais dinheiro nesta safra".

Uma grande vantagem do programa de controle de reprodução e diapausa é o pequeno impacto sobre as populações de inimigos naturais de *Heliothis*, pelo atraso da necessidade de aplicações na safra seguinte.

PROGRAMAS DE ERRADICAÇÃO DO BICUDO NOS ESTADOS UNIDOS

No período de 1892 a 1971, Coker (1976) estimou os prejuízos diretos causados pelo bicudo nos Estados Unidos, em 11 bilhões de dólares. Os prejuízos anuais estimados em perda de rendimento e custos de controle variam de 200 milhões a 300 milhões de dólares. Isso, considerando-se, apenas, os prejuízos diretos, porque os custos indiretos são também enormes. Coker (1976) cita a explosão de pragas secundárias, a

exemplo de *Heliothis* spp., como um dos casos mais típicos de custo indireto.

Como todos os problemas gerados pelo bicudo nos Estados Unidos, as comissões de agricultura do Senado e da Câmara dos Deputados encomendaram ao Ministério da Agricultura daquele País um estudo minucioso do problema, com apresentação de recomendações para resolvê-lo. Assim, o Congresso Nacional apropriou recursos para o estabelecimento do Laboratório de Pesquisa do Bicudo do Algodoeiro na Universidade Estadual do Mississippi e que foi inaugurado em 1962. O objetivo final desse esforço acentuado do Governo era obter a total erradicação do bicudo do território americano. Ao mesmo tempo, várias estações experimentais das regiões onde ocorria o bicudo redobram seus esforços para a solução do problema. Parencia Junior (1976) fez uma revisão detalhada de todos os eventos que culminaram com o estabelecimento do laboratório do bicudo. Ao final da década de 1960, os esforços da pesquisa começaram a colher os primeiros frutos, como: a) melhoria das técnicas de criação em dieta artificial; b) desenvolvimento do sistema de controle de reprodução e diapausa; c) identificação e síntese do feromônio "grandlure" e o desenvolvimento da armadilha apropriada para seu uso em programas de detecção da praga; d) desenvolvimento do inseticida sistêmico Aldicarb; e) desenvolvimento do método de aplicação de inseticidas a ultra-baixo-volume; f) progresso na pesquisa sobre macho-esterilização; e g) alguma perspectiva de se encontrarem genótipos de plantas resistentes ao bicudo.

Em 1969, o Conselho Americano do Algodão designou um comitê especial para rever os progressos alcançados sobre pesquisa de supressão e que apresentasse recomendações de ações a serem seguidas. Um subcomitê foi designado para selecionar um local para um experimento em grande escala onde a tecnologia disponível para eliminar o bicudo pudesse ser testada. Os objetivos e procedimentos a se adotarem ao longo do experimento foram discutidos com executivos, burocratas, pesquisadores, extensionistas, fitossanitaristas, agricultores e representantes da indústria nos estados infestados pelo bicudo. Após o consenso geral de que um Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo deveria ser montado, o subcomitê recomendou que a área do experimento fosse localizada no centro-sul do Estado do Mississippi. O objetivo do experimento era determinar se era técnica e operacionalmente viável eliminar populações de bicudos através da integração de várias técnicas de supressão disponíveis. Foi nomeado um comitê técnico de acompanhamento e os recursos foram alocados. O experimento iniciou-se em julho de 1971 e terminou em agosto de 1973.

EXPERIMENTO PILOTO DE ERRADICAÇÃO DO BICUDO

A – PLANO OPERACIONAL

O local do experimento abrangia 30 municípios do centro-sul do Estado do Mississippi, cinco municípios do leste da Luisiana e dois municípios do oeste do Estado do Alabama. Essa área foi selecionada porque foi considerada a mais infestada pelo bicudo no cinturão do algodão e, provavelmente, a de mais difícil controle devido aos campos serem pequenos e cercados de áreas com florestas.

O plano operacional e a execução do experimento foram analisados por Boyd (1976b). O experimento foi geograficamente organizado de tal maneira que a parte central constituía-se de uma área de 40 km de raio a partir da Columbia, MS, com zonas concêntricas de proteção de 80 km em volta da zona de erradicação. A avaliação do experimento foi feita apenas na zona de erradicação, ao passo que as zonas concêntricas de proteção, em número de três, serviam para prevenir ou reduzir a migração de fora para dentro da zona de erradicação.

As fases operacionais do experimento estiveram sob a supervisão e coordenação do Grupo de Desenvolvimento de Métodos de Proteção de Plantas e Quarentena, do Serviço de Saúde Animal e Vegetal, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos em cooperação com outras organizações envolvidas na implementação do experimento (Boyd 1976b). A pesquisa, a extensão e a defesa tiveram papel destacado na execução do experimento.

B – PLANO DE ERRADICAÇÃO

O plano de erradicação consistiu-se de técnicas de supressão que incluíam métodos biológicos, químicos e culturais. Cada técnica de supressão era executada da maneira mais intensa possível na zona de erradicação e na primeira zona de segurança e, menos intensamente, nas outras duas zonas de segurança, uma vez que elas existiam apenas para diminuir a chance de migração de bicudos, de fora para dentro da zona de erradicação. Sete técnicas foram empregadas para reduzir progressivamente a população de bicudos; a) controle de bicudos durante a safra; b) controle de reprodução e diapausa; c) armadilhamento com feromônio; d) uso de culturas-armadilhas; e) soltura de bicudos machos estéreis; f) tratamento precoce, ao aparecimento dos primórdios de botões florais; e g) controle cultural, através da desfolha e destruição total dos restos culturais.

Era absolutamente necessário que cada operação fosse feita no tempo certo e com eficiência. Para assegurar que assim o fosse, a área foi dividida em unidades de trabalho, tendo um técnico como supervisor e responsável por toda atividade operacional dentro de sua unidade. Cada zona, constituída de várias unidades, estava sob a coordenação e supervisão de um supervisor de zona.

C – ATIVIDADES DE PESQUISA

Um extenso programa de pesquisa de suporte às técnicas de supressão usadas no experimento foi conduzido simultaneamente com o Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo. O objetivo desse suporte era fazer mudanças e ajustes necessários à aplicação da tecnologia disponível. Novas informações foram obtidas sobre biologia, ecologia, dinâmica populacional e comportamento do bicudo durante a vigência do experimento. Os resultados dessas pesquisas estão relatados em uma série de artigos oriundos da conferência "Boll Weevil Suppression, Management and Elimination Technology" (Estados Unidos. Department of Agriculture 1976).

D – ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Ficou sob a responsabilidade do Serviço de Extensão Agrícola do Estado do Mississippi explicar aos agricultores os objetivos e as fases operacionais do programa de erradicação e obter deles 100% de concordância e cooperação. Young (1976) detalhou as facetas diferentes das atividades do serviço de extensão durante a vigência do experimento. Determinaram-se a superfície e o número de propriedades envolvidas na área de erradicação, cada campo foi localizado e mapeado, e desenvolveram-se programas promocionais através de rádio, televisão, jornais e reuniões de agricultores para mantê-los informados do progresso do programa.

E – ATIVIDADES DE CARÁTER LEGAL

As atividades de caráter legal correlacionadas ao Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo foram coordenadas e executadas pela Divisão de Indústria Vegetal, do Departamento de Agricultura e Comércio, do Estado do Mississippi. Guice Junior (1976) descreve com detalhes o envolvimento daquela Divisão no experimento. Uma das atividades mais importantes foi a proibição do plantio de algodão para fins não comer-

ciais, especialmente como planta ornamental próximo às residências e pátios de empresas. Uma outra atividade quarentenária foi o estabelecimento de listas de artigos e produtos que pudessem esconder bicudos e serem responsáveis pela reintrodução do inseto na área de erradicação. Isso incluía bicudos vivos em qualquer estágio de desenvolvimento — exceto, é claro, os machos estéreis usados no experimento —, algodão em caroço, restos de usinas de beneficiamento, equipamento de colheita e qualquer outro produto ou artigo que pudesse trazer o bicudo de volta para a área de erradicação. Estabeleceu-se também a data ótima de plantio, como sendo 15 de abril, na zona de erradicação e na primeira zona de segurança, antes da qual nenhum algodão poderia ser plantado. Essa mudança na data de plantio permitiu que se instalasse os cultivos-armadilhas de sete a quinze dias antes do plantio comercial.

Guice Junior (1976) enumerou a necessidade de medidas legais que devem ser incorporadas nas regulamentações de erradicação, com suporte de leis, para a eficiência de um programa que abranja vários estados. Algumas dessas regulamentações foram: a) não se pode dar ao agricultor a escolha livre de participar ou não do programa de erradicação. A participação tem que ser compulsória de 100% dos agricultores para se ter chance de sucesso; b) eliminação da possibilidade de ações na justiça que possam obstar qualquer uma das medidas preconizadas no programa. A legislação para tal pode inclusive negar os direitos básicos de uma pessoa, previstos na Constituição; c) acertos jurídicos para estabelecer as zonas de erradicação; d) direito de acesso e entrada a qualquer propriedade dentro das zonas de erradicação. Assim, cada atividade prevista no programa teria todo amparo legal à hora de sua execução, eliminando-se toda possibilidade de sustação por parte da justiça. Nunca é demais frisar que estes e outros possíveis aspectos legais, dependendo da situação, devem ser estabelecidos com a antecedência necessária para não interromper um programa, após iniciado.

F – PLANO DE EXECUÇÃO

1. Controle durante a safra de 1971 — De acordo com Boyd (1976b), o programa foi iniciado com o controle do bicudo durante a safra de 1971. Esta fase foi implementada, primeiramente, pelos serviços cooperativos de extensão dos estados envolvidos. Durante toda essa fase, as necessidades de pulverizações eram enfatizadas em reuniões de agricultores, programas de rádio, televisão, notícias em jornais e circulares. Os agricultores eram mantidos informados em relação aos níveis populacionais do bicudo em cada campo e recebiam orientação sobre inse-

ticidas e métodos de aplicação a serem usados. Apesar de todo esforço desenvolvido, apenas cerca de 50% da área total recebeu tratamentos de inseticidas durante o período normal de crescimento das plantas.

2. Controle de reprodução e diapausa - 1971 — Iniciando-se em agosto, o programa de controle de reprodução e diapausa continuou até a primeira geada, usando-se helicópteros na zona de erradicação e primeira zona de segurança e, aviões para a aplicação de inseticidas na segunda e terceira zonas de segurança. Nessas duas últimas zonas, os tratamentos somente se iniciaram em setembro. As pulverizações foram feitas a intervalos de cinco dias em agosto, a intervalos de cinco a sete dias entre 1^o e 15 de setembro, de sete a dez dias de 15 a 30 de setembro e de dez a doze dias após 1^o de outubro. Malation foi o inseticida utilizado na formulação UBV na dose de 1,34 kg/ha. Fizeram-se treze aplicações na zona de erradicação e primeira zona de segurança, oito aplicações na segunda e quatro aplicações na terceira zona de segurança.

3. Controle cultural - desfolha e destruição de restos culturais - 1971 — Def ou Folex foi aplicado na dose de 1,75 //ha, em 47 de água, quando 60% das maçãs abertas e as maçãs não abertas estavam com idade mínima de 25 dias (Boyd 1976a). O objetivo da aplicação do desfolhamento era reduzir o suprimento alimentar do bicudo e antecipar a colheita. Ainda, qualquer bicudo que permanecesse nas plantas desfolhadas entraria em contato com o inseticida aplicado para controle de reprodução e diapausa. Planejou-se destruir restos culturais antes da primeira geada, na zona de erradicação e primeira zona de segurança, mas um outono muito úmido atrasou a colheita e apenas 1.102 ha foram destruídos, dos 2.854 ha que compreendiam as duas zonas mencionadas.

4. Colocação de armadilhas de feromônio - 1972 — Armadilhas com o feromônio "grandlure" foram distribuídas em volta dos campos da zona de erradicação e primeira zona de segurança na primavera de 1972 para capturar bicudos que saíssem da diapausa e detectar as áreas de alta sobrevivência ao inverno (Boyd 1976b). Foram usadas cinco armadilhas por hectare, as quais foram localizadas na periferia dos campos, próximos a locais potenciais de hibernação. Tanto os campos que foram plantados no ano anterior, bem como os que estavam sendo plantados, permaneceram com armadilhas de meados de abril até meados de julho. As iscas das armadilhas eram trocadas semanal ou quinzenalmente, dependendo da formulação de feromônio utilizada. Duas armadilhas por campo foram deixadas durante o resto do verão, outono e inverno para monitorar níveis populacionais e movimentação da praga.

5. Culturas-armadilhas - 1972 — A variedade de algodão “Qua-Paw”, que floresce precocemente, foi plantada em faixas de quatro fileiras ao longo dos campos, como culturas-armadilhas (Boyd 1976b), duas ou três semanas antes da época fixada para o plantio do algodão comercial. Assim, estariam maiores, produziriam botões florais mais cedo e seriam mais atrativas ao bicudo que o algodão plantado comercialmente. Além do mais, estes cultivos receberam o feromônio “grand-lure” para torná-los ainda mais atraentes. Para matar os bicudos, assim que entrassem nos cultivos-armadilhas, foram distribuídos 1,12 kg/ha de Aldicarb no sulco de plantio e 2,24 kg/ha em cobertura, no início do aparecimento dos primórdios florais, o que normalmente ocorre de seis a sete semanas após o plantio. Malation ou Azinfós Metílico foi aplicado na folhagem em casos onde os bicudos continuavam sendo atraídos, após o Aldicarb ter perdido sua eficiência.

6. Tratamentos ao início da formação de botões florais - 1972 — Uma única aplicação de Azinfós Metílico na dose de 0,28 kg/ha foi feita em todo o algodão em início da produção de botões florais (1 a 21 de junho) nas zonas de erradicação e primeira zona de segurança para eliminar os bicudos que escaparam às armadilhas e ao inseticida sistêmico.

7. Liberação de machos estéreis - 1972 — Machos criados em laboratório e esterilizados quimicamente com Busulfan foram liberados no campo, com início na primeira semana de junho, continuando até meados de agosto. A soltura foi feita por avião, adaptando-se uma máquina utilizada para a soltura de *Pectinophora gossypiella* (Boyd 1976b). Devido a problemas de produção em massa no laboratório Robert T. Gast, na Universidade Estadual do Mississippi, o número de hectares tratados com bicudos machos estéreis foi bem menor que a expectativa.

8. Controle químico durante a safra - 1972 — O Serviço de Saúde Animal e Vegetal (APHIS) do Departamento de Agricultura, usando aviões agrícolas e máquinas de solo, tratou toda a zona de erradicação e primeira zona de segurança em 1972 para assegurar um bom controle do bicudo durante a safra (Boyd 1976a). Foram feitas cinco aplicações de Azinfós Metílico, na dose de 0,28 kg/ha, ou uma mistura de Toxafeno + DDT + Paration Metílico, na dose de 2,24 kg + 1,2 kg + 0,56 kg por hectare, ou DDT + Azinfós Metílico, na dose de 1,12 kg + 0,28 kg/ha. Onde os aviões tiveram dificuldades operacionais para as aplicações, utilizou-se equipamento de solo. Foi impossível tratar 44 hectares tanto por avião como por equipamento de solo, por isso aquelas lavouras foram compradas e destruídas.

9. Controle de reprodução e diapausa - 1972 — Azinfós Metílico, à dose de 0,28 kg/ha, em ultra-baixo-volume, foi pulverizado por helicóp-

tero seguindo-se o mesmo esquema de 1971, na zona de erradicação e primeira zona de segurança. As aplicações iniciaram-se no dia 7 de agosto. A segunda e terceira zonas de segurança foram pulverizadas com aviões agrícolas, com início em 21 de agosto e 7 de setembro, respectivamente. Um total de 13,7 aplicações foram feitas na zona de erradicação e na primeira zona de segurança e quatro aplicações nas demais zonas.

10. Controle cultural - desfolha de restos culturais - 1972 — Os mesmos produtos, doses e métodos utilizados para desfolha em 1971 foram repetidos em 1972. Entretanto, devido ao ciclo da lavoura ter-se adiantado em quase um mês em 1972, puderam completar a colheita mais cedo e destruir os restos culturais antes das geadas.

11. Uso de armadilhas de feromônio - 1973 — Reduziu-se o número de armadilhas nas zonas de erradicação e primeira zona de segurança, para 2,5 por hectare (Boyd 1976b). Uma formulação mais estável de feromônio "grandlure" foi usada. O armadilhamento iniciou-se em meados de abril e continuou até início de agosto. Além das armadilhas colocadas nas duas zonas mencionadas, a parte norte da 2ª zona de segurança teve 240 hectares monitorados com armadilhas.

12. Culturas-armadilhas - 1973 — Essencialmente, os mesmos procedimentos do ano anterior foram repetidos em 1973, com algumas modificações. A variedade de algodão foi trocada por Stoneville 213, e estações com iscas de feromônio foram localizadas a intervalos de 30 m ao longo das faixas plantadas.

13. Tratamentos ao início da formação de botões florais - 1971 — Estes tratamentos só foram realizados nos campos em que as armadilhas de feromônio acusaram cinco ou mais bicudos por hectare à época do aparecimento dos primórdios florais, o que ocorreu em apenas treze campos.

14. Liberação de machos estéreis - 1973 — Foram liberados bicudos machos estéreis, cujos números variaram de 124 a 188 por hectare, semanalmente, de 4 de junho até 10 de agosto, na zona de erradicação e em uma faixa que se estendia a 8 km em torno da referida zona.

15. Controle químico durante a safra - 1973 — Na zona de erradicação, foram feitos tratamentos apenas quando os levantamentos de campo, a dissecação dos botões florais e dados de eclosão de larvas indicavam a presença de infestações. Então, eram feitos tratamentos localizados, quando era possível delimitar a infestação em áreas isoladas. Os tratamentos na primeira zona de segurança eram feitos quando se localizavam infestações e se estas tivessem potencial de crescimento rápido. Azinfós Metílico era então empregado na dose de 0,28 kg/ha

com equipamento de solo, a não ser quando o solo estivesse muito úmido, optando-se por avião. Foram feitas duas aplicações de Azinfós Metílico por via aérea, de 16 a 24 de julho, em 299 hectares na parte norte da segunda zona de segurança, para evitar o crescimento de populações que pudessem migrar para a zona de erradicação.

G – RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Boyd (1976b) usou seis critérios para avaliar o Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo:

- a) Levantamentos semanais foram conduzidos durante toda a safra. Nas zonas de erradicação e primeira de segurança, foram anotados dados de infestação em todos os campos de até 4 hectares. Nos campos maiores que 4 hectares, os dados foram tomados para cada parcela com aquela área. Na segunda e terceira zonas de segurança, os dados foram tomados por campo, em um número representativo deles, semanalmente. Antes do aparecimento dos botões florais, as contagens de adultos vivos nas culturas armadilhas eram feitas em 15 m de fileira, em cinco pontos diferentes, repetindo-se a mesma operação no algodão plantado comercialmente. Após o início do aparecimento dos botões florais, 100 a 300 deles eram examinados ao acaso, andando-se no campo em diagonal. Em 1973, todos os botões florais perfurados dessa amostra foram examinados à procura de ovos e formas imaturas. Se alguns desses eram encontrados, faziam-se inspeções mais intensivas da área para determinar se a infestação era localizada ou abrangente. Assim que a produção de botões florais cessava, os levantamentos de adultos eram feitos pelo exame completo de todas as plantas em 7,5 m de fileira, em quatro pontos diferentes. Durante o resto da safra, os algodoeiros mais desenvolvidos e mais "suculentos" eram examinados, facilitando encontrar infestações, caso elas existissem.
- b) Exame de cobertura morta, à procura de locais potenciais de hibernação, em volta dos campos, no outono e na primavera, para determinar o número aproximado de bicudos que sobreviveriam ao inverno.
- c) Uso de armadilhas com "grandlure" para detectar infestações baixas e "reboleiras", além de ajudarem na supressão da população, uma vez que cada bicudo capturado é um bicudo morto.
- d) Uso de um coletor de insetos acoplado a trator em 25 campos das zonas de erradicação e primeira de segurança.

- e) Em 1973, todos os botões florais da amostra coletada, mostrando possível dano de oviposição, foram dissecados em laboratório e examinados à procura de ovos e formas imaturas. Os resultados foram usados para determinar infestações ativas e avaliar a eficiência das liberações de machos estéreis.
- f) Quatro campos das zonas de erradicação e primeira de segurança receberam armadilhas de feromônio como um método adicional para se medir a eficiência dos inseticidas e dos machos estéreis na eliminação de populações baixas.

Knipling (1976), um dos coordenadores do Comitê Técnico de Acompanhamento do Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo, baseado nos resultados obtidos das várias tecnologias usadas no período de dois anos, concluiu que "técnica e operacionalmente, é possível eliminar o bicudo dos Estados Unidos através do uso de medidas que são ecologicamente aceitáveis". Boyd (1976a), o supervisor dos aspectos operacionais do experimento, resumiu os resultados de infestações detectadas na zona de erradicação, até 8 de agosto de 1973. Um total de 33 campos, no limite norte da área do experimento, apresentaram infestações. Esses campos localizavam-se próximo a áreas de grande infestação, fora da área do experimento. Notava-se um decréscimo de infestação de fora para dentro da área. Ele concluiu que a maioria das infestações detectadas em 1973 eram causadas por fêmeas grávidas migrantes.

Eden (1976) detalhou as conclusões do Comitê de Avaliação da Sociedade Entomológica dos Estados Unidos (ESA), sobre o experimento, dizendo que esse Comitê não podia concordar que se tivesse demonstrado viabilidade técnica de erradicar o bicudo. O mesmo Comitê também não concordou que se pudesse fazer uma distinção clara entre "logrou erradicar" e "demonstrou viabilidade de erradicar". O Comitê concluiu que o bicudo não foi erradicado da zona de erradicação, que a zona de erradicação deveria ter sido maior e que o experimento deveria ter tido uma duração mais longa. De acordo com o Comitê, foi demonstrado que as populações de bicudos podiam ser reduzidas a números baixos por um programa regional de supressão. Vários outros pontos relacionados ao desenvolvimento de programas futuros de erradicação foram recomendados pelo referido Comitê.

TESTE DE ERRADICAÇÃO DO BICUDO NA CAROLINA DO NORTE E NA VIRGÍNIA

Ao término do Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo no Mississippi, em 1973, e após avaliação criteriosa de seus resultados pelo

Comitê Técnico de Acompanhamento, concluiu-se que era técnica e operacionalmente viável eliminar o bicudo dos Estados Unidos (Ganyard et al. 1981). Houve, entretanto, quem questionasse os resultados do experimento (Overall evaluation 1981). Por isso, o Departamento de Agricultura organizou uma série de conferências envolvendo pesquisadores dos governos federal e estadual, extensionistas e produtores de algodão para verificar seu interesse e disposição em participarem de um programa que abrangesse todo o cinturão cotonícola americano (Overall evaluation 1981). Os resultados daquelas discussões levaram à decisão de conduzir um teste de três anos, na região produtora dos Estados da Virgínia e da Carolina do Norte. O objetivo do teste era demonstrar tecnológica e operacionalmente a possibilidade de se erradicar o bicudo de uma área geográfica específica.

O Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo, conduzido no Mississippi, desenvolveu-se sob as mais difíceis condições de controle possíveis de se encontrar em áreas onde a praga ocorre nos Estados Unidos. Durante o período de sua realização, tornou-se patente a necessidade de se promoverem melhorias em seus aspectos tecnológicos e operacionais. O Comitê Técnico de Acompanhamento (Eden 1976), então, recomendou que se continuassem as pesquisas, com maior intensidade nas fases tecnológica e operacional da erradicação, enquanto se desenvolveriam os planos, recursos e instalações para um novo teste. Estas fases tecnológicas e operacionais deveriam conter as seguintes prioridades; a) melhorias no sistema de produção em massa; b) melhoria na tecnologia de esterilização, com efeitos negativos mínimos no vigor e na competitividade dos machos; c) desenvolvimento de novo método de esterilização para ambos os sexos; e d) continuação das pesquisas sobre o "grandlure", com sua melhor utilização como meio de detecção, de supressão e de monitoramento de populações de bicudo.

O Teste de Erradicação do Bicudo na Carolina do Norte e na Virgínia foi uma operação de três anos, que se estendeu do início de 1978 até 31 de dezembro de 1980 (Ganyard et al. 1981). O Serviço de Defesa Agropecuária (APHIS), do Departamento de Agricultura, foi o órgão que liderou o teste, contando com o apoio dos cotonicultores e dos governos federal e estadual. O Departamento de Agricultura da Carolina do Norte, o Departamento de Agricultura e Comércio da Virgínia e os cotonicultores, de ambos os estados, a nordeste de Fayetteville-NC, cooperaram na execução do teste. O custo da operação, por hectare, foi dividido da seguinte maneira: 50% para os produtores, 25% para o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e 25% para o governo estadual envolvido (NC ou VA). No primeiro ano, foram tratados

6.475 ha de algodão, área que se expandiu para 13.760 ha no terceiro ano.

Em 1976, o Congresso Americano estipulou que cada estado a se envolver deveria preparar a legislação necessária e demonstrar, a comitês específicos do Congresso, que estava legal e financeiramente apto a assumir suas responsabilidades no programa. Isso se conseguiu em 1976. Os produtores de algodão da Carolina do Norte decidiram, em plebiscito de dezembro de 1976, sua aprovação ao programa e seu comprometimento com 50% dos custos. O Estado da Virgínia, em consultas ao público, decidiu o mesmo.

O organograma da campanha foi detalhado no relatório "Biological Evaluation", Apêndice A, anexo C (Lloyd et al. s.d.). Como foi dito antes, o Serviço de Defesa Agropecuária (APHIS) desenvolveu o plano operacional de erradicação e conduziu o teste. Esse plano dividia a área total a ser erradicada em quatro subáreas, com cada subárea constituída de três a cinco unidades de serviço. O líder da unidade de serviço era responsável pela organização e execução de todas as atividades de campo dentro de sua unidade.

As medidas legais e seu cumprimento, tão necessários à execução do teste, foram providenciadas pelo Departamento de Agricultura da Carolina do Norte e pelo Departamento de Agricultura e Comércio da Virgínia. O Departamento de Agricultura da Carolina do Norte manteve a custódia dos recursos levantados pelos agricultores do estado, empregou pessoal temporário e permanente e encarregou-se da maioria dos serviços contratuais. O Serviço de Estabilização e Conservação Agrícola, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, localizou, registrou e mediu toda área plantada com algodão e estava preparado para, a qualquer momento, dizer que lavoura deveria ser destruída pelo fato de o agricultor não ter seguido as instruções que lhe foram dadas. Várias outras instituições federais, estaduais e de caráter privado deram assistência em aspectos relacionados à pesquisa, extensão e outros. Todas as funções foram organizadas sob a supervisão do comitê, conhecido como Grupo Técnico Coordenador (Biological evaluation 1981, Lloyd et al. s.d.).

Foi conduzida uma avaliação extensiva de vários aspectos do teste de erradicação da Carolina do Norte e da Virgínia (Overall evaluation 1981). Essa avaliação esteve a cargo do Serviço de Economia e Estatística, com as seguintes agências participantes e suas respectivas responsabilidades:

1. Avaliação biológica – Serviço de Pesquisa Agropecuária do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (ARS-USDA).

2. Avaliação econômica — Serviço de Economia e Estatística do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (SES-USDA).

3. Avaliação ambiental — Serviço de Defesa Agropecuária do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (APHIS-USDA).

4. Avaliação independente — Comitê da Academia Nacional de Ciências.

A tentativa de erradicação do bicudo na área mencionada pressunha uma série de medidas supressivas que deviam desenvolver-se num período de três anos.

A – MEDIDAS DE SUPRESSÃO

A área do teste a receber as medidas de supressão foi dividida em zona de avaliação e zona de segurança. A zona de avaliação continha 80% da área plantada com algodão e ali se objetivava a erradicação total do bicudo. A zona de segurança estendia-se por 136 km, contendo 20% do algodão, e separava a zona de avaliação de outras áreas plantadas com algodão nos dois estados envolvidos. Tanto a zona de avaliação como a zona de segurança receberam os mesmos tratamentos.

B – ATIVIDADES DE SUPRESSÃO

Ano 1 (1979): Cinco aplicações de inseticidas organofosforados foram feitas entre fins de agosto e outubro. Entretanto, algumas áreas mais seriamente infestadas do município de Halifax foram tratadas mais cedo. Utilizaram-se aviões agrícolas na maioria das lavouras das duas zonas, com o uso complementar de máquinas de solo, principalmente, nas margens dos campos. Foram necessárias 3,5 aplicações, em média, para controle de *Heliothis* spp., em fins de agosto e início de setembro, na zona de avaliação, e 9,9 aplicações, entre fins de julho e início de setembro, na zona de segurança. Estas aplicações foram muito importantes para controle de populações, quando presentes. Uma das aplicações de inseticidas foi combinada com desfolhante.

Ano 2 (1979): As atividades de supressão consistiam na liberação por via aérea de 11,2 milhões de bicudos estéreis, na razão de 343 por hectare, por semana, durante quatro semanas, iniciando-se ao aparecimento dos primórdios florais. Aplicou-se Diflubenzuron em 185 hectares da zona de segurança e em 365 hectares da zona de avaliação, durante junho e início de julho. Na zona de avaliação, fez-se uma aplicação de inseticida organofosforado após as aplicações de Diflubenzuron. Então, fizeram-se quatro aplicações para controle de diapausa, com inseticidas

organofosforados, em todo algodão localizado na zona de segurança, durante setembro e outubro, como proteção contra migração de bicudos de fora para dentro da área em teste.

Ano 3 (1980): Nenhuma atividade de supressão foi necessária na zona de avaliação, porque não foi encontrada nenhuma infestação que requeresse tratamento. Por causa de bicudos migrantes de fora da área, fizeram-se, em média, 3,7 aplicações de inseticidas organofosforados, em setembro e outubro, apenas na zona de segurança.

C – MONITORAMENTO

Armadilhas de feromônio, para monitorar as populações de bicudos, foram extensivamente usadas durante todo o período do teste (Boyd 1976a). No outono de 1977, já havia um número limitado de armadilhas em torno da área proposta para se conduzir o teste. Na primavera de 1978 (Ano 1), foi colocada uma armadilha para cada 3,2 hectares, em volta de 1.977 campos de algodão localizados próximos de locais de hibernação. Durante a safra e o outono do mesmo ano, foi colocada uma armadilha em cada dois hectares na periferia dos campos em desenvolvimento. O armadilhamento foi mais intensivo em 1979 (Ano 2). Em média, foram colocadas 2,5 armadilhas por hectare, em torno de 1.978 campos de algodão, próximos aos locais de hibernação, durante a primavera. Durante a safra, cinco armadilhas por hectare foram distribuídas no interior dos campos e, no outono, foram colocadas 2,5 armadilhas por hectare, nas periferias das áreas recém-colhidas. Em 1980 (Ano 3), foram instaladas 2,5 armadilhas por hectare, próximas aos locais de hibernação. Durante a primavera, os campos receberam 2,5 armadilhas por hectare que ali permaneceram durante a safra. No outono, o mesmo número de armadilhas foi colocado nas periferias dos campos.

Duas linhas de armadilhas em direção ao Sudoeste a partir da zona de avaliação, foram instaladas para monitorar o movimento de bicudos de fora para dentro da referida zona. Essas armadilhas foram colocadas em acostamento das estradas, em grupos de três, sendo que os grupos achavam-se distanciados entre si de 8 km, numa extensão de 165 km. As armadilhas eram vistoriadas semanalmente, de abril a novembro e, mensalmente, de dezembro a março (Ganyard et al 1981). Também em 1980, as armadilhas foram distribuídas em rede, espaçadas entre si de 5 km, cobrindo a área de 45 municípios, desde fora da área do teste, até a zona de avaliação (Lloyd et al. s.d.).

D – RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Os resultados do teste de erradicação conduzido na Carolina do Norte e na Virgínia foram apresentados detalhadamente em dois relatórios (Overall evaluation 1981, Lloyd et al. s.d.).

No outono de 1977, antes do início do teste, 1.354 adultos foram capturados em 450 armadilhas de feromônio em operação na zona de avaliação por um período de seis semanas. Essa população baixa foi atribuída ao intenso uso de inseticidas para o controle de *Heliothis* spp. e, também, a dois invernos excepcionalmente frios que antecederam o teste. Na primavera de 1978, os resultados do armadilhamento indicaram uma população muito baixa sobrevivente da safra anterior, por isso nenhum tratamento foi realizado, até que se iniciou o programa de controle de reprodução e diapausa, no início de setembro. É claro que os inseticidas aplicados para controlar *Heliothis* spp., durante a safra, também fizeram baixar as populações de bicudos. O objetivo do programa de controle de reprodução e diapausa, em 1978, era reduzir a população a um nível mínimo de 7,4 bicudos por hectare. Com base em capturas de armadilhas no final da safra, estimou-se que a população havia sido reduzida a 0,75 bicudo por hectare (Lloyd et al. s.d.).

Durante o ano de 1979, apenas sete adultos foram coletados na zona de avaliação em 14.676 armadilhas colocadas próximas aos locais de hibernação e lá deixadas de meados de abril até fim de julho. Nenhum bicudo foi coletado em 30.244 armadilhas adicionais colocadas no campo, durante os meses de julho e agosto. Dois bicudos foram capturados durante o outono, em 19.399 armadilhas localizadas às margens dos campos. Durante a safra de 1979, não foi detectada nenhuma população em fase reprodutiva na zona de avaliação.

Em 1980, um bicudo sem cabeça foi encontrado em uma armadilha na zona de avaliação, antes do dia 10 de agosto. Durante esse período, havia 16.564 armadilhas colocadas na primavera, próximas aos locais de hibernação, e 26.263 armadilhas colocadas no interior das plantações. O único bicudo capturado em 6 de maio não tinha cabeça e apresentava o corpo parcialmente desintegrado. A armadilha que o capturou havia sido utilizada no ano anterior e, provavelmente, foi usada no programa de monitoramento fora da área do teste em 1979. Quatro bicudos foram capturados nas armadilhas de acompanhamento de migração, no limite sudoeste da zona de avaliação, mas nenhuma das capturas registrou-se próximo ao campo de algodão (Lloyd et al. s.d.). Dois dos bicudos encontrados foram capturados no dia 18 de agosto, mas em municípios diferentes. Um dos dois restantes foi pego no dia

15 de setembro e o outro a 18 de outubro. Outra captura de um bicudo realizou-se em 11 de setembro, em um campo de 4 hectares de algodão, perto da divisa com o Estado da Virgínia e cerca de 144 km, distante do campo infestado mais próximo, da zona de segurança. Os plantios de algodão da área estiveram sujeitos a uma seca severa durante todo o verão. Em apenas algumas manchas nas margens dos campos, era possível encontrar maçãs não abertas que poderiam suportar o desenvolvimento de um bicudo ou que poderiam aprisionar um adulto. Todos os frutos encontrados, cerca de 3.500, foram examinados e o número de armadilhas naquele campo aumentado de 10 para 116. Também, aumentou-se de 2,5 para 5 por hectare o número de armadilhas em todos os campos, num raio de 2,4 km. Um total de nove bicudos foram detectados no campo onde uma captura havia sido feita, seis em armadilhas e três em maçãs não abertas. O algodão desse campo foi colhido e os restos culturais imediatamente destruídos. Nenhum outro inseto foi coletado durante o período de captura que antecedeu 15 de novembro de 1980. Aparentemente, aqueles bicudos coletados eram a geração de uma fêmea grávida introduzida na zona de avaliação (Knippling 1976, Rummel & Frisbie 1978). Esta foi a única detecção de bicudos em um campo de algodão da zona de avaliação, se não computarmos o bicudo sem cabeça encontrado na armadilha em 6 de maio. Foi também o único caso de reprodução, dentro da zona de avaliação, desde outubro de 1978. Em julho de 1979, concluiu-se que a população nativa de bicudos havia sido totalmente eliminada da zona de avaliação. "Então, com o menor uso de inseticidas e conseqüente aumento das populações de inimigos naturais de *Heliothis* spp., a erradicação de uma população bem estabelecida de bicudos foi demonstrada como um sucesso, sob os pontos de vista biológico e técnico" (Overall evaluation 1981).

O número de aplicações de inseticidas requeridos para controlar outras pragas, principalmente *Heliothis* spp., foi grandemente reduzido na zona de avaliação, após o início do teste de erradicação. Durante o período de 1974-1977, antes do teste, os agricultores faziam uma média de 7,5 aplicações por safra. Após o início do programa, a média caiu para 3,5; 2,2 e 1,2 aplicações por safra, em 1978, 1979 e 1980, respectivamente. Essas reduções no número de aplicações foram devidas aos seguintes fatores: "a) retirada do bicudo do agroecossistema; b) eliminação das aplicações de inseticidas para o controle do bicudo, que traziam rupturas aos sistemas; c) aumento nas populações de inimigos naturais de outras pragas; e d) os agricultores passaram a confiar mais nos princípios de manejo integrado de pragas" (Lloyd et al. s.d.).

REFERÊNCIAS

- ADKISSON, P.L.; RUMMEL, D.R.; STERLING, W.L. & OWENS JUNIOR, W.L. **Diapause boll weevil control**; a comparison of two methods. s.l., s.ed., 1966 11p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1054).
- BECKMAN, C.M. Hibernation sites of the boll weevils in relation to a small Piedmont cotton field. **J. Econ. Entomol.**, **50**(6):833-4, 1957.
- BIOLOGICAL evaluation. In: BELTWISE Boll Weevil Cotton Insects Management Programs. s.l., US Dep. Agric., 1981. (US Dep. Agric. Sci. Educ. Adm. Staff Rep., 1981).
- BONDY, F.F.; FIFE, L.C.; WALKER, R.L. & JERNIGAN, C.E. **Boll weevil emergence from hibernation**. s.l., s.ed., 1950. 72p. (S.C. Agric. Exp. Stn. Ann. Rep.).
- BONDY, F.F. & RAINWATER, C.F. Boll weevil hibernation and emergence under South Carolina conditions. **J. Econ. Entomol.**, **35**(4):495-8, 1942.
- BOYD, F.J. Boll weevil population levels during the in-season and reproduction-diapause control phases of the pilot boll weevil eradication experiment. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1975. **Proceedings...** s.l., US Dep. Agric., 1976a. p.75-81. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- BOYD, F.J. Operational plan and execution of the pilot boll weevil eradication experiment. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1975. **Proceedings...** s.l., US Dep. Agric., 1976b. p.62-9. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- BRAZZEL, J.R. **A cotton insect control program based on the boll weevil**. s.l., s.ed., 1962. 5p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Program Rep., 2250).
- BRAZZEL, J.R. **Destruction of diapause boll weevils as a means of boll weevil control**. s.l., s.ed., 1961. 22p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Misc. Publ., 511).
- BRAZZEL, J.R. The effects of late-season applications of insecticides on diapausing boll weevils. **J. Econ. Entomol.**, **52**(6):1042-5, 1959.
- BRAZZEL, J.R.; DAVICH, T.B. & HARRIS, L.D. A new approach to boll weevil control. **J. Econ. Entomol.**, **54**:723-30, 1961.
- BRAZZEL, J.R. & HIGHTOWER, B.G. A seasonal study of diapause, reproductive activity and seasonal tolerance to insecticides in the boll weevil. **J. Econ. Entomol.**, **53**(1):41-6, 1960.
- BRAZZEL, J.R. & NEWSON, L.D. Diapause in *Anthonomus grandis* Boh. **J. Econ. Entomol.**, **52**(4):603-11, 1959.

- CALHOUN, P.W. A correlation of the date of emergence and percentage of survival of the cotton boll weevil with dates of their installation in hibernation cages. *Fla. Entomol.*, **15**(3):41-8, 1931.
- CANERDAY, T.D.; WOMACK, H. & JORDAN, C.R. Evaluation of a boll weevil diapause control program in Georgia. *J. Ga. Entomol. Soc.*, **8**:287-94, 1973.
- CARTER, F.L. & PHILLIPS, J.R. Diapause in the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman, as related to fruiting activity in the cotton plant. *Arkansas Acad. Sci. Proc.*, **27**:16-20, 1973.
- CHERRY, E.T.; PENDERGAST, J.E.; BRYAN, J.M. & GODDARD, R.J. Boll weevil population suppression and late season insecticide application. *Tenn. Farm Home Sci. Prog. Rep.*, **86**:11-3, 1973.
- CLEVELAND, T.C. & SMITH, G.L. Effects of postseason applications of insecticides, defoliants and desiccants on diapausing boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **57**:527-9, 1964.
- COKER, R.C. Economic impact of the boll weevil. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings... s.l.*, US Dep. Agric., 1976.
- CROSS, W.H. Biology, control, and eradication at the boll weevil. *Ann. Rev. Entomol.*, **18**:17-46, 1973.
- EARL, N.W. & NEWSON, L.D. Initiation of diapause in the boll weevil. *J. Insect Physiol.*, **10**:131-9, 1964.
- EDEN, W.B. Report of Entomological Society of America Review Committee on the Pilot Boll Weevil Eradication Experiment. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings... s.l.*, US Dep. Agric., 1976. p.126. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. *Boll weevil suppression, management and elimination technology. s.l.*, 1976. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- FENTON, F.A. & DUNHAM, E.W. *Biology of the cotton boll weevil at Florence, South Carolina. s.l.*, US Dep. Agric., 1929. 75p. (US Dep. Agric. Tech. Bull., 112).
- FENTON, F.A. & DUNHAM, E.W. Winter survival of the cotton boll weevil at Florence, South Carolina. *J. Econ. Entomol.*, **29**(2):327-36, 1927.
- FIFE, L.C.; WALKER, R.L. & JERNIGAN, C.E. Examination of woods trash indicate potential damage by boll weevils in 1950. *S. C. Agric. Exp. Stn.*, **63**:94-5, 1950.

- FYE, R.E.; COLE, C.L.; TINGLE, F.C.; STONER, A.; MARTIN, D.F. & CURL, L.F. A reproduction-diapause control program for the boll weevil in Presidio, Texas-Ojinaga, Chihuahua, Mexico area. *J. Econ. Entomol.*, **61**:1660-6, 1968.
- FYE, R.E.; HOPKINS, A.R.; MCWILLIAN, W.W. & WALKER, R.L. Survival and emergence of the boll weevil from several areas under similar hibernating conditions. *J. Econ. Entomol.*, **51**(5):745-6, 1958.
- FYE, R.E.; MCWILLIAN, W.W.; WALKER, R.L. & HOPKINS, A.R. The distance into woods along a cotton field at which the boll weevil hibernates. *J. Econ. Entomol.*, **52**(2):310-2, 1959.
- GAINES, R.C. **Cotton boll weevil survival and emergence in hibernation cages in Louisiana.** s.l., US Dep. Agric., 1935. 28p. (US Dep. Agric. Tech. Bull., 486).
- GANYARD, M.; DILLIER, J. & BRAZZEL, J.R. The boll weevil eradication trial; biological evaluation. In: BELTWISE Boll Weevil Cotton Insect Management Programs. s.l., US Dep. Agric., 1981. p.117-42. (US Dep. Agric. Sci. Educ. Adm. Staff Rep., 1981). Apêndice A. Anexo C.
- GRAHAM, H.M.; HERNANDEZ JUNIOR, N.S.; LLANES, J.R. & TAMAYO, J.A. Seasonal incidence of diapause in boll weevil populations in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Southwest. Entomol.*, **4**:170-5, 1979.
- GUICE JUNIOR, O.T. Regulatory activities carried on under the pilot boll weevil eradication experiment, 1971-1973. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings...* s.l., US Dep. Agric., 1976. p.73-4. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- HIGGINS, A.H. **A machine for free aerial release of sterile pink bollworm moths.** s.l., US Dep. Agric., 1970. 10p. (US Dep. Agric. ARS, 81-90).
- HINDS, W.E. & YOTHERS, W.W. **Hibernation of the Mexican boll weevil.** s.l., US Dep. Agric., 1909. 106p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 77).
- HIXON, E. Distribution of hibernating boll weevils in an Oklahoma cotton field. *J. Econ. Entomol.*, **29**(1):96-9, 1935.
- HUNTER, W.D. & PIERCE, W.D. **The Mexican weevil;** a summary of the investigations of this insect up to December. s.l., s.ed., 1912. 188p. (US Senatorial Doc., 305).
- KNIPLING, E.F. Report of the Technical Guidance Committee. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings...* s.l., US Dep. Agric., 1976. p.122-5. (US Dep. Agric. ARS, 71).

- LLOYD, E.P.; DICKERSON, W.A. & MCKIBBEN, H. Report of the biological evaluation of the boll weevil eradication trial conducted in North Carolina and Virginia, 1978, 1979, and 1980; biological evaluation. In: BELTWIDE Boll Weevil Cotton Insect Management Programs. s.l., US Dep. Agric., s.d. (US Dep. Agric. Sci. Educ. Adm. Agric. Res. Staff Rep.). Apêndice A. Anexo E.
- LLOYD, E.P.; LASTER, M.L. & MERKL, M.R. A field study of diapause, diapause control and population dynamics of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **57**: 433-6, 1964.
- LLOYD, E.P.; TINGLE, F.C. & GAST, R.T. Environmental stimuli inducing diapause in the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **60**:99-102, 1967.
- LLOYD, E.P.; TINGLE, F.C.; MCCOY, J.R. & DAVICH, T.B. The reproduction-diapause approach to population control of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **59**:813-6, 1966.
- MITCHELL, E.R. & MISTRIC JUNIOR, J.W. Seasonal occurrence of diapause and hibernation of the boll weevil in North Carolina. *J. Econ. Entomol.*, **58**:309-12, 1965.
- NEWELL, W. & DOUGHTERY, M.S. *The hibernation of the boll weevil in central Louisiana.* s.l., s.ed., 1910. p.163-319. (Crop Pestic. Com. Circ., 31).
- OVERALL evaluation. In: BELTWIDE Boll Weevil Cotton Insect Management Programs. s.l., US Dep. Agric., 1981. (ERS Staff Rep., 810721).
- PARENIA JUNIOR, C.R. Events leading to the pilot boll weevil eradication experiment. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1976. p.59-61.
- REINHARD, H.J. *Cotton insects investigations.* s.l., s.ed., 1941. p.31. (Tex. Agric. Exp. Stn., 54).
- REINHARD, H.J. *Hibernation of the boll weevil.* s.l., s.ed., 1943. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 638).
- RUMMEL, D.R. & FRISBIE, R.E. Suppression of potential overwintering boll weevils as a pest management practice. In: BOLL weevil; management strategies. s.l., s.ed., 1978. p.39-49. (South. Coop. Ser. Bull., 228).
- SANDERSON, E.D. *Hibernation and development of the boll weevil.* s.l., US Dep Agric., 1907. p.1-38. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 63).
- SANDERSON, E.D. *Some observations on the cotton boll weevil.* s.l., US Dep Agric., 1905. p.29-42. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 52).

YOUNG, D.F. Activities of the Mississippi Cooperative Extension Service in the pilot boll weevil eradication experiment, 1971-1973. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. **Proceedings...** s.l., US Dep. Agric., 1976. p.70-2. (US Dep. Agric. ARS, 71).

SITUAÇÃO TAXONÔMICA DO BICUDO DO ALGODOEIRO NO BRASIL E EM OUTRAS ÁREAS DA AMÉRICA DO NORTE E DO SUL

Horace R. Burke
Department of Entomology
Texas Agricultural Experiment Station
College Station, TX 77843
USA

HISTÓRIA E SITUAÇÃO TAXONÔMICA ATUAL DO BICUDO DO ALGODOEIRO

Anthonomus grandis Boheman foi descrito em 1843 (Boheman 1843), com base em material originário do México, no entanto, pouca atenção foi dada ao estudo da taxonomia desta espécie até que Pierce (1913) descrevesse *A. grandis thurberiae*, do Arizona, EUA. Apesar de *thurberiae* ser descrita e subseqüentemente considerada por Pierce como uma variedade, é óbvio que, de seu uso corrente das categorias "subespécies" e "raça geográfica", ele considerava os três termos como sinônimos. A subespécie *thurberiae* foi descrita de material obtido em algodão selvagem, *Gossypium thurberiae* (na época, *Thurberia thespisoides*), no Arizona. A existência de uma forma ocidental de bicudo tão estritamente aparentada à praga destrutiva do sul dos Estados Unidos deu oportunidade imediata à especulação de um potencial econômico. O interesse inicial nesta forma recentemente descrita resultou em estudos biológicos importantes, desenvolvidos por Coad & Pierce (1914) e por Coad (1915, 1916).

Apesar de se saber, já em 1916, que um bicudo considerado como *Anthonomus grandis thurberiae* também atacava algodão cultivado no Arizona em condições naturais, passaram-se vários anos até o mesmo se tornar economicamente importante na região. Uma infestação apreciavelmente disseminada destes bicudos ocorreu em algodão cultivado no Arizona, no vale de Santa Cruz e nos arredores de Tucson em 1920 (Morrill 1921a, Fryxell 1965a). Por vários anos, ocorreram ataques ocasionais destes bicudos em algodão cultivado ao sul e leste de Tucson. Estes ataques desapareceram gradualmente e até recentemente o interesse por este inseto, comumente chamado de bicudo-da-turbéria, permanecia em baixa consideração.

Infestações de bicudo em algodão cultivado foram presenciadas novamente no Arizona em 1964, ocorrendo, desde então, danos leves ou pesados em algumas áreas do Arizona, como também da Califórnia. Devido principalmente às implicações econômicas, despertou-se um considerável interesse na década de 60, com referência às relações do bicudo encontrado sobre *Gossypium thurberi* no Arizona e no Nordeste do México e aqueles que atacavam algodão cultivado, tanto naquela região como em outras. Tal interesse gerou muita especulação sobre a origem do bicudo que atacava o algodão no Arizona. Três possibilidades sobre a origem destes bicudos merecem considerações: (I) os bicudos se espalharam sobre as plantações de algodão cultivado, a partir de plantas de turbéria localizadas nas colinas e elevações adjacentes; (II) os bicudos que atacavam algodão no Arizona movimentaram-se em direção ao norte a partir dos campos de algodão do Estado de Sonora, no México; (III) estes bicudos são híbridos, resultantes do cruzamento entre o bicudo-da-turbéria e o bicudo-do-algodoeiro. Deve-se ressaltar, com referência à última possibilidade, que o termo bicudo-do-algodoeiro tem sido comumente aplicado a todos os bicudos da espécie que atacam algodão cultivado. Desde que, atualmente, se sabe que pelo menos duas populações morfológicamente distintas entram nesta categoria, o nome então usado tem pouco valor taxonômico. Até o trabalho de Warner (1966), nenhuma tentativa séria tinha sido feita para investigar este bicudo no México, uma área de importância considerável para a compreensão da taxonomia da espécie. Em 1972, um sumário extensivo sobre o trabalho taxonômico e ecológico sobre o bicudo em algodão cultivado e em *Gossypium thurberiae*, no Arizona, foi publicado por Fye & Parencia Junior (1972).

Em trabalhos anteriores sobre a taxonomia de *A. grandis*, considerou-se a existência de duas subespécies, e os esforços têm sido feitos na procura de caracteres para separá-los. Werner (1960) usou a espermateca da fêmea como um caráter para separar o bicudo-da-turbéria daqueles que atacam algodão cultivado no sul dos Estados Unidos. Warner (1966) estudou vários caracteres, demonstrando variação geográfica na espécie e concluiu que podem ser reconhecidas três formas: (a) *Anthonomus grandis grandis* Boheman, distribuídos em algodão cultivado na parte central-norte do México, Sudeste dos Estados Unidos, Venezuela e Colômbia; (b) *Anthonomus grandis thurberiae* Pierce, distribuídos em *Gossypium thurberi* e em algodão cultivado no Arizona e ao longo da Costa Noroeste do México; (c) uma forma intermediária, distribuída em algodão cultivado (e alguns sobre algodão "selvagem" em Cuba) através

da maior parte do México, e em partes do Texas e Arizona, na América Central, Cuba e Haiti.

O trabalho de Warner é o mais consistente até hoje publicado sobre a taxonomia de *A. grandis*, mas várias questões importantes acerca do parentesco entre as várias populações da espécie permanecem sem resposta. O alto grau de superposição da forma "intermediária" com as outras duas "subespécies" e a dificuldade com que as mesmas são separadas sugerem que o conceito de subespécie, resultando em nomes trinominais, deve ser profundamente reavaliado. A presença tanto da forma "intermediária" quanto de *A. grandis thurberiae* sobre algodão cultivado no Arizona e ao longo da Costa Noroeste do México apresenta problemas tanto teóricos quanto práticos para se definirem se tais populações são realmente distintas. Warner observou ocorrências de uma forma (*A. grandis grandis* de Warner) do Sudeste dos Estados Unidos, a qual difere em vários aspectos da forma "intermediária" do México. Um estudo do parentesco entre as duas últimas populações merece atenção considerável desde que o bicudo do sudeste é considerado pela maioria dos pesquisadores como sendo a forma "típica" do bicudo e é usada como padrão nas comparações com aqueles de outras regiões. A descoberta recente, por Burke & Cate (1979), de *Anthonomus hunteri* de Yucatán, México, uma espécie estreitamente aparentada a *A. grandis*, também tem uma razão importante na compreensão deste problema.

O autor deste artigo envolveu-se na sistemática do bicudo na década de 60, com a intenção de esclarecer o parentesco das várias populações desta espécie. O método usado constitui-se de avaliação das variações do maior número de características geográficas possíveis. Foi feita uma tentativa de correlacionar estas variações com diferenças morfológicas e biológicas discutidas anteriormente pelos vários autores, como também co-hospedeiros e todos os outros fatores que podem trazer alguma luz para a taxonomia da espécie. Um relatório não publicado contendo o resultado deste estudo foi terminado em 1968.

Apesar de os estudos de Werner (1960), Warner (1966) e Burke (1968) terem estabelecido que *A. grandis* pode ser segregado em várias formas biológicas e morfologicamente reconhecíveis, ficou evidente que informações adicionais, através de estudos genéticos, seriam necessárias para esclarecer o parentesco entre as populações da espécie. Isto não aconteceu até que em 1980 surgiu a oportunidade no sentido de se estudar a biosistemática desta espécie com maiores detalhes. Naquela época, um cientista do Departamento de Agricultura e outros de Universidades dos Estados Unidos formaram uma equipe para investigar mais profundamente a biosistemática e a ecologia da espécie. Esta equipe

iniciou estudos com os seguintes objetivos: a) determinar a distribuição do bicudo e de seus co-hospedeiros bem como de outras espécies aparentadas de bicudos da subfamília Anthonominae; b) caracterizar populações selecionadas pelo uso de análises morfométricas; c) caracterizar populações selecionadas com respeito à associação co-evolutiva com suas fontes de alimento e com o ambiente biótico e abiótico. Este trabalho continua e tem o potencial de fazer do bicudo um dos insetos mais bem conhecidos taxonomicamente.

PARENTESCO DO BICUDO COM OUTROS ANTHONOMINAE

A subfamília Anthonominae, a qual pertence o bicudo, é composta de aproximadamente 33 gêneros e cerca de 500 espécies descritas (Burke 1964). *Anthonomus* é o maior gênero da subfamília e contém cerca de 350 espécies descritas, com muitas outras a serem descritas. A posição de *A. grandis* dentro do gênero nunca foi satisfatoriamente determinada; no entanto, estudos estão sendo realizados com esta finalidade. Na primeira revisão compreensiva dos *Anthonomus* norte-americanos, Dietz (1891) colocou *A. grandis* no grupo *gularis* do subgênero *Anthonomus*. um estudo crítico sobre as espécies colocadas por Dietz neste grupo demonstrou que *A. grandis* não era estreitamente aparentado às outras espécies do grupo (*A. gularis* LeConte, *A. virgo* Dietz e *A. rufipennis* Le Conte). Burke (1964) reviu o parentesco de *A. grandis* com as quatro espécies do subgênero *Anthonomorphus* Dietz com as quais o bicudo tem, pelo menos, uma semelhança superficial. Burke et al. (1984) compararam as larvas e pupas das quatro espécies de *Anthonomorphus* com as de *A. grandis*. Estudos cladísticos, conduzidos atualmente por W.E. Clark e H.R. Burke, indicam que, apesar de *A. grandis* e espécies de *Anthonomorphus* (*A. fulvus* Le Conte, *A. texanus* Dietz, *A. peninsularis* Dietz, *A. cognatus* Burke) serem similares morfológicamente, no número de cromossomas e nos hospedeiros, o bicudo do algodoeiro não deve ser incluído neste subgênero. Outros estudos em espécies estreitamente aparentadas ao bicudo revelaram que esta espécie tem em comum vários caracteres com algumas das espécies tropicais do gênero *Atractomerus*, também da subfamília Anthonominae. Algumas das espécies atualmente incluídas em *Atractomerus* foram anteriormente consideradas como pertencentes a *Loncophorus*. Clark e Burke estão, atualmente, investigando o parentesco de *A. grandis* com as espécies de *Atractomerus*. Até 1979, nenhuma das espécies conhecidas poderiam ser seguramente consideradas como estreitamente aparentadas a *A. grandis*. Naquele ano, Burke & Cate (1979) descreveram *A. hunteri*, da

região de Yucatán, México, como uma espécie que pode ser considerada a espécie-irmã de *A. grandis*. Este último trabalho contém uma comparação detalhada de ambas.

VARIAÇÕES E TAXONOMIA DO BICUDO

A discussão que segue sobre a variabilidade do bicudo é adaptada, principalmente, do relatório não-publicado de Burke (1968). Bicudos originários através de toda a distribuição geográfica foram utilizados no estudo, e uma tentativa foi feita para analisar todos os caracteres que apresentavam variações mensuráveis. A maioria das variações estudadas demonstraram ser geográficas, no entanto, interpopulacionais na natureza. Membros da espécie realmente apresentam variações individuais consideráveis, entretanto, nos caracteres estudados, isto não mascara as variações interpopulacionais. Há também evidências que algumas variações induzidas pelos hospedeiros podem estar envolvidas na espécie. As variações geográficas e as induzidas pelos hospedeiros são discutidas a seguir.

VARIAÇÕES INDUZIDAS PELOS HOSPEDEIROS

Há evidências sobre a possibilidade de algumas variações morfológicas serem induzidas pelos hospedeiros. Bicudos coletados em *G. thurberi*, e *subseqüentemente criados em dieta* artificial no laboratório, sofrem mudanças morfológicas na forma do corpo, nas proporções relativas dos apêndices e na curvatura das cerdas. Estas mudanças foram observadas na geração F_1 e continuaram ocorrendo até a F_6 , sendo esta última levada em consideração no presente trabalho. Há, agora, também, evidência de que a transferência de indivíduos de *G. thurberi* para algodão cultivado é acompanhada pelas mesmas mudanças morfológicas. Bicudos originalmente coletados em *G. thurberi*, e subseqüentemente criados em meios artificiais, mudam rapidamente, chegando ao ponto de não serem morfológicamente distintos dos indivíduos criados em algodão cultivado no Arizona e Noroeste do México. Desde que existem áreas no Arizona e Sonora, onde plantas de *G. thurberi* crescem próximas às áreas cultivadas com algodão, a oportunidade de os bicudos migrarem de um para outro hospedeiro são boas. É fácil ver o quanto isto afeta as conclusões taxonômicas, se tais movimentos são acompanhados por mudanças não genéticas nos caracteres morfológicos. Que os bicudos realmente se movem das plantas de turbéria para o algodão cultivado é evidenciado pela coleta ocasional sobre os últimos de um ou

vários indivíduos com caracteres, sem dúvida, próprios dos bicudos da turbéria. Estes foram, provavelmente, coletados logo após saírem da turbéria e antes de desenvolverem a primeira geração sobre algodão cultivado. A questão não é se a troca de hospedeiros ocorre, mas quão frequentes tais fatos acontecem. Esta interrogação só pode ser respondida por estudos minuciosos de campo. O fato de que os bicudos aqui considerados são altamente plásticos morfologicamente é evidenciado, principalmente, pelos indivíduos criados em dieta artificial. Até onde os hospedeiros afetam os caracteres morfológicos dos indivíduos é uma questão que necessita estudos mais aprofundados.

VARIAÇÕES GEOGRÁFICAS

Vários caracteres morfológicos do bicudo apresentam variações geográficas e são obviamente de interesse na determinação do parentesco taxonômico entre as populações. Cada um destes caracteres será discutido brevemente e o grau de variação e valor taxonômico de cada um deles ressaltado.

Tamanho e forma do corpo

Existe uma variação considerável quanto ao tamanho em qualquer população desta espécie. De acordo com Hunter & Pierce (1912), o tamanho é grandemente influenciado pela quantidade de alimento disponível às larvas e pela extensão do período de desenvolvimento larval. Segundo os autores acima, os maiores indivíduos desenvolveram-se em maçãs que atingem a maturidade, enquanto os menores resultam dos botões florais pouco desenvolvidos, produzidos, tardiamente, na época da colheita. Num campo, onde o desenvolvimento larval ocorre tanto nas maçãs como nos botões de tamanho variado, pode-se esperar uma grande variação no tamanho dos indivíduos. Numa pequena amostra de Chiapas, México, a variação em tamanho dos indivíduos foi de 3,4 mm - 5,2 mm, e estas medidas não representam nem o tamanho mínimo nem o máximo de indivíduos observados em outras amostras. Hunter & Pierce (1912) registraram medidas mínimas e máximas conhecidas por eles, desde 2,5 mm até 6,75 mm. Bicudos que se desenvolvem em *G. thurberi* são razoavelmente uniformes em tamanho, já que estes preferem se desenvolver nas maçãs; no entanto, alguns, às vezes, atacam botões florais, dando origem a indivíduos bem menores.

Desde que tais variações intrapopulacionais em tamanho ocorrem, muito pouco se ganha ao tentar avaliar tamanho como uma variável geográfica. O material disponível para estudo é geralmente coletado por

muitas pessoas diferentes e, freqüentemente, em épocas distintas, durante a época de produção e, portanto, altamente variáveis. A preferência dos indivíduos, em diferentes regiões, por partes diferentes do hospedeiro como alimento e conseqüente efeito sobre seu tamanho, pode dar a impressão de que há variações geográficas consideráveis quanto a este caráter. Por exemplo, bicudos obtidos de algodão cultivado em Sonora podem apresentar tamanho médio bem maior que aqueles de algodão cultivado no Sudeste dos Estados Unidos. No entanto, deve ser lembrado que os bicudos de Sonora preferem as maçãs como alimento durante o estado larval, enquanto os do Sudeste americano preferem os botões florais.

Pierce (1913) observou que os indivíduos obtidos em *G. thurberi*, no Arizona, eram mais robustos que os coletados em algodão cultivado. Esta diferença foi ilustrada por Warner (1966), com fotografias, representando exemplares de cada forma, assim como dos tipos *A. g. grandis* e *A. g. thurberiae*. Enquanto as diferenças na forma do corpo de alguns destes indivíduos são claramente visíveis (Fig. 1a-f), tentativas de medir tais diferenças, objetivamente, têm sido geralmente mal sucedidas. Pensou-se, originalmente, que o comprimento dos élitros quando comparado com sua largura mostrava diferenças quantitativas que pareciam evidentes sob inspeção visual. No entanto, números obtidos através de cálculos de tais medidas demonstraram que há uma variação considerável dentro das amostras e sugerem que não há correlação entre estas diferenças e a distribuição geográfica. Parece que há uma diferença gradual e contínua na forma do corpo desde as formas mais delgadas da América Central às mais robustas que se alimentam de *G. thurberi*, no Arizona. Estas mudanças na forma do corpo são correlacionadas com formas mais robustas de pernas e rostros à medida que se sobe para o norte ao longo da Costa Oeste. As diferenças entre as formas do corpo dos bicudos da América Central e do Sudeste dos Estados Unidos não são tão pronunciadas quanto àquelas entre os da América Central e do Arizona.

A convexidade do corpo vista lateralmente segue o mesmo padrão descrito para a forma do corpo. Bicudos de *G. thurberi* são mais regulares e fortemente convexos desde o ápice dos élitros à margem frontal do protórax. A declividade dos élitros é quase totalmente vertical nestes bicudos. O mesmo grau de convexidade dos bicudos de algodão cultivado no Arizona e Sonora é apenas levemente menor que nos indivíduos de *G. thurberi*. Bicudos de todas as outras áreas de algodão cultivado geralmente têm um perfil menos fortemente convexo e a declividade é mais oblíqua que a dos de *G. thurberi*.

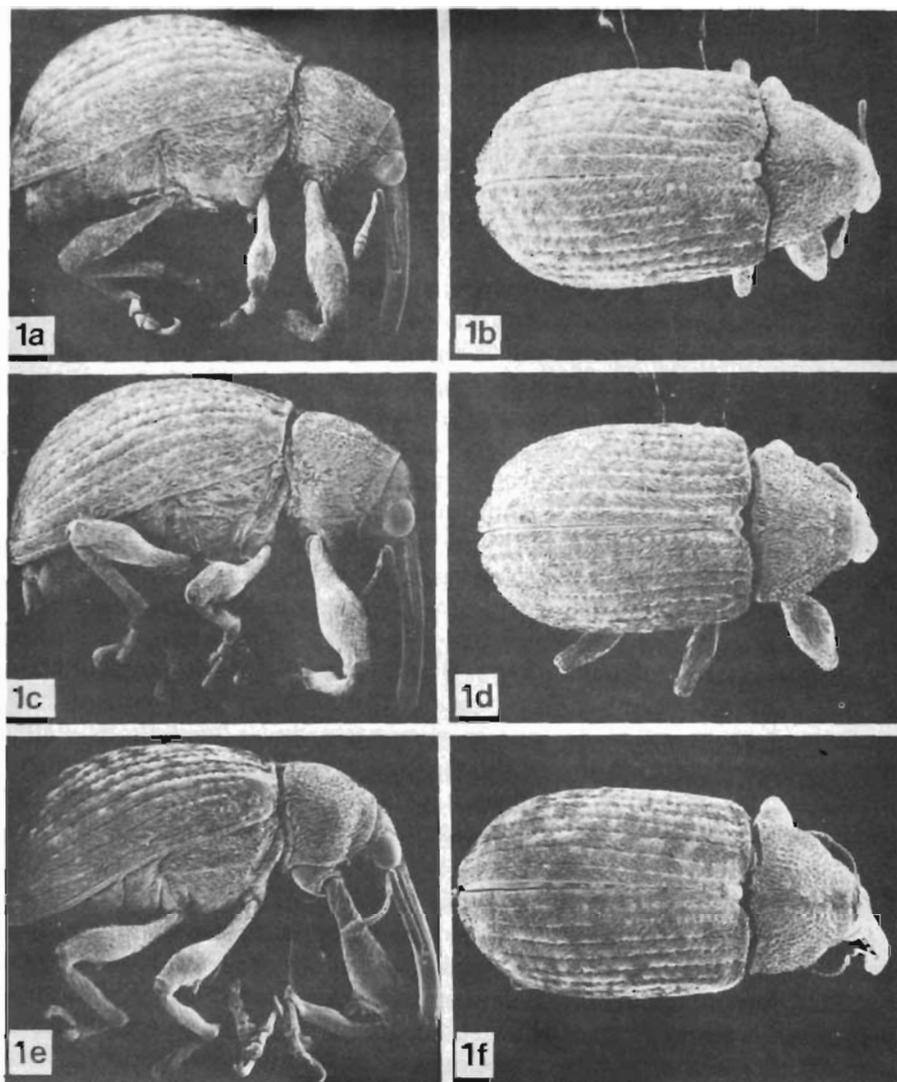


FIG. 1. Vistas lateral e dorsal das três formas de *Anthonomus grandis*; 1a, b, bicudo-da-turbéria, Pina Co., Arizona; 1c, d, bicudo-mexicano, Yuma Co., Arizona; 1e, f, bicudo-do-sudeste, Issaquena Co., Mississippi, algodão cultivado.

Exemplares obtidos em *G. thurberi* são tipicamente robustos e fortemente convexos, mas há evidência que tais características são altamente plásticas. Indivíduos coletados em turberia e subsequentemente criados em meio artificial mudam rapidamente para uma forma menos robusta e menos convexa. A quase impossibilidade de medir, objetivamente, estas mudanças tornam difícil a determinação de quanto elas são rápidas, mas, certamente, pela terceira e quarta gerações, pelo menos alguns indivíduos têm perdido a robustez e a convexidade típica de seus pais obtidos em turberia. A tendência é na direção de indivíduos menos robustos e menos convexos, como os encontrados em algodão cultivado.

Polimorfismo dos intervalos elitrais

Uma modificação peculiar do 4.^o intervalo elitral (Fig. 2C, D) ocorre em alguns indivíduos de *A. grandis* originários de certas regiões, mas é ausente nos exemplares de outras áreas (Burke 1966). Apesar de este polimorfismo ser um fenômeno interpopulacional, a incidência é geograficamente orientada e, portanto, de interesse sob o ponto de vista taxonômico. Os intervalos elitrais de *A. grandis* são iguais em largura nos indivíduos normais. A modificação envolve o estreitamento ou interrupção completa do 4.^o intervalo próximo à base. A fileira de puncturas (estrias) delimitando os intervalos freqüentemente se junta numa fila simples (Fig. 2C) ou são interrompidas totalmente (Fig. 2D). Ambos os élitros de um mesmo indivíduo são afetados de maneira similar sempre que há um desvio de forma normal. No entanto, vários casos foram observados em que o quarto intervalo de um élitro era interrompido enquanto o intervalo do élitro oposto era somente estreitado ou, menos freqüentemente, normal. As estrias, contornando o quarto intervalo, podem juntar-se num élitro, e ser, ao mesmo tempo, completamente interrompidas no élitro oposto. A interrupção sempre ocorre no mesmo local do intervalo. A freqüência de tal modificação foi observada como sendo aproximadamente igual, em ambos os sexos.

Pelo menos, quatro formas podem ser razoavelmente bem distinguidas na base do quarto intervalo: (a) normal; (b) estreitada; (c) parcialmente interrompida; e (d) completamente interrompida. Duas destas condições podem ser encontradas num mesmo indivíduo e, desde que é freqüentemente difícil distinguir entre algumas delas (especialmente entre normal e levemente estreitada), a única discussão feita na divisão que segue foi entre interrompida e não-interrupta. Um indivíduo foi classificado como de forma interrompida se ele possuía o quarto intervalo interrompido em ambos ou em qualquer um dos élitros.

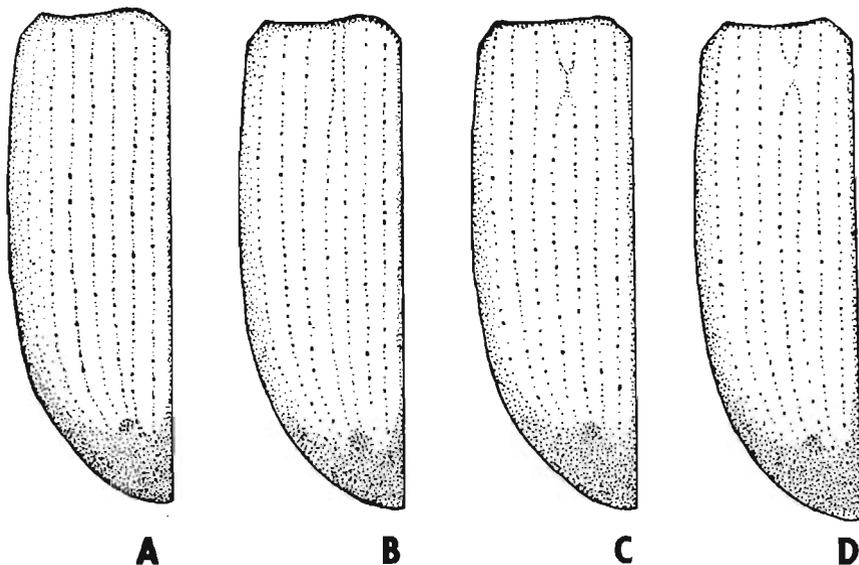


FIG. 2. Élitro esquerdo do bicudo, mostrando o polimorfismo do intervalo elitral.

A maior incidência de interrupção de intervalo ocorre no Texas, no Sudeste dos Estados Unidos, Venezuela e Colômbia. Todas as amostras examinadas provenientes daquelas áreas continham algumas formas com intervalos interrompidos, apesar de o percentual variar, consideravelmente, entre as várias localidades. A frequência de formas com intervalos interrompidos em amostras obtidas em algodão cultivado na Venezuela e na Colômbia é comparável com aquelas obtidas em bicudos do Sudeste dos Estados Unidos. A percentagem de formas com intervalos interrompidos entre amostras obtidas no Brasil foi menor que aquelas dos Estados Unidos, Venezuela e Colômbia; no entanto, tem sido demonstrado que a incidência de interrupção algumas vezes varia com as estações do ano. Amostras adicionais provenientes do Brasil deveriam ser examinadas com este objetivo.

Deslocando-se para o Sul dos Estados Unidos, há decréscimo abrupto na incidência de formas em intervalos interrompidos nas populações das áreas do Nordeste e do Centro-norte do México.

A maioria das amostras examinadas obtidas em algodão cultivado no Arizona e Noroeste do México mostravam-se totalmente ausentes de

formas com intervalos interrompidos. Uma baixa percentagem de tais formas foi encontrada numa amostra do Arizona e em duas outras provenientes dos estados mexicanos de Sonora e Sinaloa. Nenhuma forma com intervalos interrompidos ocorreu em duas amostras, totalizando 185 indivíduos coletados em *G. thurberi*, no Arizona. Formas com intervalo interrompido não foram encontradas em amostras provenientes de El Salvador, Honduras e Nicarágua. Um exemplar com intervalos interrompidos foi encontrado numa amostra de Tapachula, Estado de Chiapas, no México. Todas as outras amostras examinadas não continham tais formas.

Relativamente, poucos exemplares das ilhas do Caribe foram obtidos. A única amostra disponível dessa região, que não continha nenhuma forma com intervalos interrompidos, era proveniente de Cayanas, Cuba. Dois exemplares de uma amostra de quatro, provenientes do Haiti, mostraram intervalos interrompidos. Uma percentagem razoavelmente grande de exemplares de duas amostras provenientes da República Dominicana mostraram este caráter, enquanto formas com intervalos estreitados (não avaliados) eram, também, abundantes. Com base neste caráter, os bicudos das ilhas do Caribe estão mais próximos das formas do Nordeste do México e do Sudeste dos Estados Unidos.

Cerdas pronotais

Warner (1966) foi o primeiro a utilizar as cerdas pronotais como caráter taxonômico, baseado em sua curvatura: (a) cerdas comprimidas, típicas da forma considerada por ele como *A. grandis grandis*; (b) intermediárias; e (c) arqueadas, típicas de *A. grandis thurberiae*.

As cerdas pronotais de *A. grandis* variam mais ou menos gradualmente, desde as quase retas, presentes em exemplares coletados em algodão cultivado no Sudeste dos Estados Unidos, até as fortemente arqueadas nos indivíduos de *G. thurberi* no Arizona, apesar de haver duas áreas onde interrupções definitivas são evidentes nesta tendência de variações. Warner (1966) reconheceu três classes, mas parece que quatro classes são mais demonstrativas de tais variações, como se segue:

- CLASSE I – Cerdas fortemente e regularmente arqueadas, algumas vezes apresentando aspecto encrespado (Fig. 3; 4I).
- CLASSE II – Cerdas moderadamente arqueadas regularmente, mas, com freqüência, mais fortemente curvadas no ápice; extremidades usualmente não tocando o tegumento (Fig. 3k, 4II).
- CLASSE III – Cerdas levemente arqueadas, usualmente tocando o tegumento somente na base e no ápice (Fig. 31, 4III).

CLASSE IV – Cerdas quase retas, usualmente em contato com o tegumento pelo menos num ponto, além da base e do ápice (Fig. 3m, 4IV).

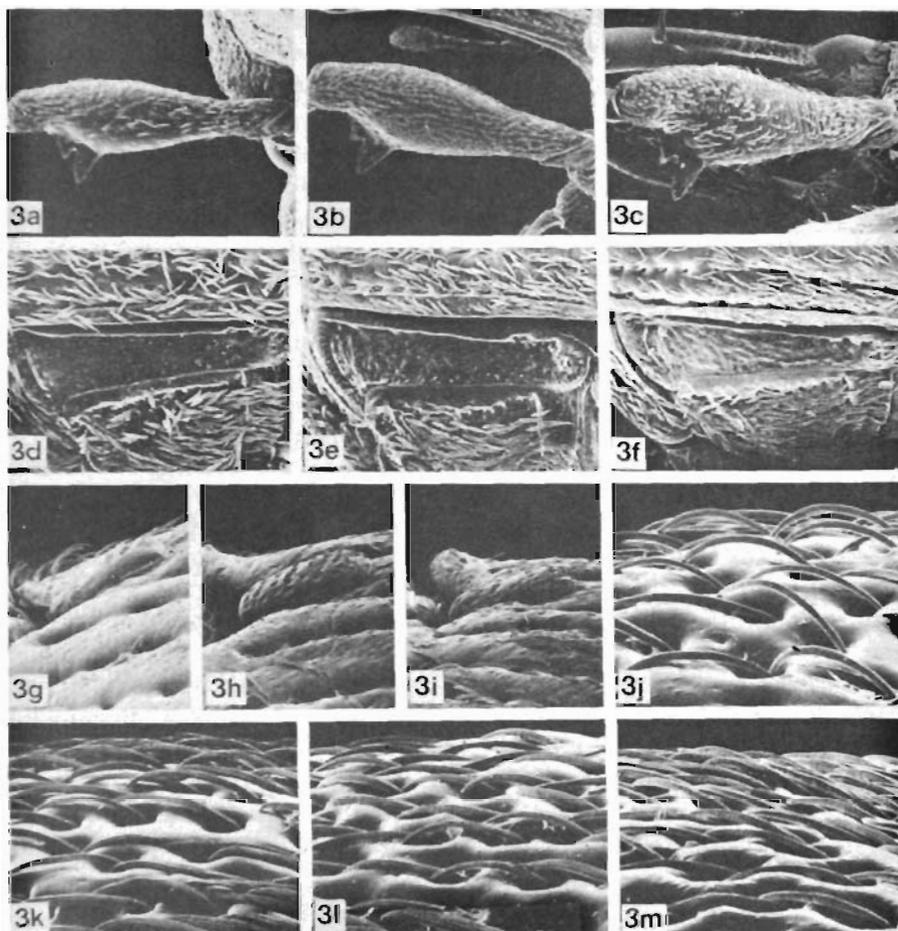


FIG. 3. Profêmures, metaepisternos, escutelos e cerdas pronotais de *A. grandis*; 3a, profêmur, Honduras; 3b, profêmur, Alabama; 3c, profêmur, Arizona, bicudo-da-turbéria; 3d, metaepisterno, Arizona, bicudo-da-turbéria; 3e, metaepisterno, México, bicudo-mexicano; 3f, metaepisterno, Alabama, bicudo-do-sudeste; 3g, escutelo, Arizona, algodão cultivado; 3h, escutelo, Arizona, bicudo-da-turbéria; 3i, escutelo, Alabama, algodão cultivado; 3j, cerdas pronotais Classe I, Arizona, bicudo-da-turbéria; 3k, cerdas pronotais Classe II, Arizona, algodão cultivado; 3l, cerdas pronotais Classe III, México, algodão cultivado; 3m, cerdas pronotais Classe IV, algodão cultivado.

A Classe III predomina no Sul do México e na América Central; a Classe II está presente em algumas das amostras desta região, mas a Classe I é sempre baixa em incidência e usualmente menos freqüente que a Classe IV. Exemplares obtidos em *Hampea nutricia* de Martinez de la Torre, Veracruz, apresentavam predominantemente (88,6%) da Classe III, com o restante dos exemplares possuindo cerdas da Classe II. Indivíduos de Cuba se assemelham mais àquelas do Sul do México e da América Central nos caracteres das cerdas prenotais do que quaisquer outros bicudos de outras áreas.

A incidência mais elevada de cerdas fortemente curvadas (Classe I) ocorreu em amostras obtidas em *G. thurberi*, no Arizona e Sonora. De 72,4% a 87,5% dos indivíduos desta região têm cerdas prenotais que caem nesta Classe, com o restante dos indivíduos possuindo cerdas da Classe II. Usualmente, existe uma interrupção definida nos tipos de cerdas prenotais entre estes bicudos e aqueles provenientes de algodão cultivado no Arizona.

A maioria das amostras de algodão cultivado no Arizona tinha menos de 11% de indivíduos pertencentes à Classe I. Uma pequena amostra de Água Caliente, Arizona, tinha 21,7% de indivíduos da Classe I. Esta é a maior freqüência desta Classe, registrada em algodão cultivado. A maioria dos bicudos de algodão cultivado no Arizona possuía cerdas da Classe II, variando de 56,6% (Água Caliente) a 78% (Stanfield). Cerdas da Classe III estavam representadas nestas amostras por percentagens razoavelmente altas, variando de 15,6% a 21,7%.

A mesma situação geral, com respeito às cerdas prenotais, foi observada na maioria das amostras de algodão cultivado nos estados mexicanos de Sonora e Sinaloa, onde a Classe II era a mais abundante. Uma única exceção foi uma amostra de Culiacán, Sinaloa, onde a percentagem da Classe III (51,6%) foi maior que a da Classe II (35,5%). É interessante notar que duas amostras de algodão cultivado perto de Culiacán diferenciaram-se tão fortemente na incidência da Classe II e Classe III. Numa, a Classe II representava 35,5% da amostra e, na outra, 84,4%. Em comparação, a Classe III constituiu-se de 51,6% e 3,1%, respectivamente. De uma localidade mais ao sul, no Estado de Michoacán, a Classe III predominou, sendo as Classes II e IV, aproximadamente, representadas em proporções iguais quanto à freqüência. Nos estados nordestinos de Tamaulipas e Nuevo León, México, as Classes III e IV ocorrem com aproximadamente igual freqüência; a última é levemente predominante. O mesmo é verdade para os estados do Centro-norte, Durango e Chihuahua, com a exceção de uma amostra da região de Delí-

cias, Chihuahua, onde as Classes II e III são aproximadamente de igual frequência, enquanto a incidência da Classe IV é baixa.

A Classe IV prevalece ao norte da fronteira Estados Unidos-México e, em muitas das amostras, não ocorre outro tipo de cerda. A mesma situação é encontrada em bicudos na República Dominicana, Haiti, Venezuela, Colômbia e Brasil.

Profêmuress

Bicudos coletados em *G. thurberi*, no Arizona, são mais robustos que aqueles coletados em algodão cultivado na América Central (Fig. 3a-c). Com a finalidade de avaliar estas diferenças, em termos de variações geográficas, foram determinados coeficientes a partir da relação comprimento/largura (CF/LF) dos profêmuress.

Bicudos obtidos em *G. thurberi* no Arizona e Sonora têm profêmuress robustos, com médias de coeficientes CF/LF obtidas em cinco amostras entre 3,21 a 3,40, havendo, no entanto, considerável variação deste caráter. Três amostras de bicudos obtidos em algodão cultivado nas localidades de Pima e Santa Cruz, Arizona, apresentaram coeficientes entre 3,43 e 3,52. Observe-se que estes dados diferem pouco daqueles obtidos em bicudos de *G. thurberi* e, também, é interessante notar que estes exemplares foram capturados em áreas próximas à infestação de bicudos em *G. thurberi*. À medida que se afastam das áreas de infestação em *G. thurberi*, no sudeste do Arizona, os bicudos de algodão cultivado têm os profêmuress, em média, mais afilados. A média dos coeficientes para os bicudos de algodão cultivado em Stanfield, Arizona, foi 3,57 e aquelas obtidas em material coletado mais a leste, em Aztec e Hyder, foram de 3,75 e 3,77; o Estado de Sonora (Imuris) apresentou coeficientes de 3,40. Houve, também, pouca diferença na forma e no tamanho dos profêmuress de seis amostras de bicudos de algodão cultivado nos estados mexicanos de Sonora e Sinaloa, cujas médias variaram de 3,65 a 3,72. Bicudos capturados em *G. davidsonii*, na Baixa Califórnia, aproximavam-se daqueles capturados em *G. thurberi*, quanto à forma do profêmur.

Em média, bicudos de algodão cultivado em Michoacan têm profêmuress delgados, com coeficientes de 3,80. Os profêmuress mais delgados foram observados em bicudos dos países centro-americanos de El Salvador, Honduras e Nicarágua. O material observado foi capturado em algodão cultivado e, frequentemente, os profêmuress eram quatro vezes mais longos que largos. Os bicudos daqueles países também têm o rosto, pernas e corpo mais alongados que os de exemplares de outras regiões. Apesar de o profêmur dos exemplares da América Central ser

tipicamente longo e delgado, ele tem, aproximadamente, a mesma relação, quanto ao comprimento do corpo, que a observada em exemplares com profêmures comparativamente curtos, dos bicudos do Arizona.

Há uma leve variação contínua, tomando-se a direção sul-norte nos exemplares de algodão cultivado, variando desde profêmures delgados nos bicudos da América Central até os mais robustos em algodão cultivado no Arizona. Uma diferença usualmente notada ocorre entre bicudos de algodão cultivado e aqueles de *G. thurberi*, mas algumas formas intermediárias são encontradas no Arizona, sendo comum observar justaposição entre amostras destes dois hospedeiros.

Com algumas poucas exceções, os profêmures, em amostras do restante das áreas de distribuição da espécie, são essencialmente do mesmo tamanho e forma, não apresentando nenhuma variação geográfica significativa. As exceções mais notáveis incluem uma pequena amostra de bicudos criados em *H. nutricia*, em Martinez de la Torre, Veracruz, cujos coeficientes apresentaram uma média de 3,52, e outra amostra, proveniente de Lee, Alabama, com uma média de 3,50. Nas outras amostras, as médias variaram entre 3,62 e 3,90, coincidindo, geralmente, com aquelas de bicudos de algodão cultivado na Costa Leste do México. Não há diferença significativa entre as médias de material brasileiro e aquelas das formas do Sudeste dos Estados Unidos.

Coloração das antenas

Pierce (1913) afirmou que o funículo antenal dos bicudos de *G. thurberi*, no Arizona, é distintamente mais claro que a clava, enquanto que o dos bicudos do Sudeste dos EUA é da mesma cor. Apesar de, obviamente, existirem variações geográficas neste caráter, as tentativas de avaliá-las são difíceis. A aparência de muitos indivíduos ao serem examinados torna impossível determinar qual havia sido a cor real das antenas dos exemplares à época da coleta. Sob as melhores condições, uma avaliação da cor das diferentes partes da antena é altamente subjetiva. As diferenças em cor do funículo antenal e da clava vão desde uma coloração única até distintamente bicolores, sem nenhuma interrupção discernível entre os dois estados.

Apesar dos problemas mencionados acima, existem diferenças reais entre a cor da clava e do funículo antenal. Duas categorias são reconhecidas: (a) clava antenal mais escura que o funículo; (b) clava da mesma cor, ou mais clara, que a do funículo (não mais escuro que o funículo).

Uma percentagem levemente mais elevada de indivíduos de *G. thurberi*, do Arizona, tem a clava mais escura que o funículo, do que os

indivíduos de algodão cultivado do mesmo estado. No entanto, é duvidoso se estas diferenças são de magnitude suficiente para ajudar a separá-los. A incidência de exemplares com a clava mais escura que o funículo, em Sonora, é mais elevada e não há essencialmente diferença entre amostras obtidas em algodão cultivado com uma amostra (da localidade de Imures) obtida em *G. thurberi*, na mesma região. A maioria dos indivíduos do México e da América Central tem a clava mais escura que o funículo.

É interessante observar que há uma tendência de a maioria dos exemplares ao longo da fronteira México-Texas terem a clava e o funículo da mesma cor; esta relação de cor prevalece através de todo o Sudeste dos EUA. Uma situação similar é encontrada entre os bicudos da Colômbia, República Dominicana e do Brasil. A maioria dos bicudos, em amostras da Venezuela e de Cuba, tem a clava mais escura que o funículo.

Pierce (1913) foi correto ao afirmar que os bicudos coletados em plantas de turbéria, no Arizona, e aqueles de algodão cultivado no Sudeste dos EUA diferem quanto à coloração relativa da clava e do funículo; no entanto, os bicudos da turbéria diferem muito pouco, se realmente o fazem, dos exemplares coletados de algodão cultivado no mesmo estado, na maioria do México, América Central, Venezuela e Cuba. Este caráter não suporta, assim, a separação entre bicudos de turbéria daqueles de algodão cultivado, na maior parte de sua distribuição geográfica. O fato mais notável deste caráter é que sua variação acompanha a de vários outros caracteres que distinguem os bicudos do Sudeste dos Estados Unidos de todos os outros da espécie.

Escutelo

A convexidade, a inclinação e a escultura da superfície (lisa ou rugosa) do escutelo de *A. grandis* variam geograficamente. Warner (1966) investigou a convexidade do escutelo de amostras de toda a área de distribuição da espécie, reconhecendo três categorias: (a) convexa; (b) intermediária; e (c) plana. O autor reavalia aqui este caráter. As três categorias, geralmente, variam juntas, por exemplo, um escutelo plano é, também, usualmente, apenas um pouco inclinado e a superfície é rugosa. Por outro lado, um escutelo que é fortemente inclinado é, usualmente, convexo e sua superfície é lisa e brilhante. Se houvesse total concordância nestes três caracteres do escutelo, uma avaliação de somente um deles seria suficiente para mostrar todo o padrão. Desde que tal concordância não ocorre, é necessário avaliar cada um deles independentemente. As características seguintes são usadas para avaliar os três caracteres:

- A — (I) Superfície dorsal do escutelo plana ou quase plana.
(II) Tegumento da porção dorsal do escutelo rugoso e opaco.
(III) Em vista lateral, leve inclinação do escutelo.
- B — (I) Superfície dorsal do escutelo moderadamente convexa.
(II) Tegumento da porção dorsal do escutelo geralmente rugoso, mas com áreas pequenas lisas e brilhantes.
(III) Em vista lateral, inclinação do escutelo moderada.
- C — (I) Face dorsal do escutelo fortemente convexa.
(II) Tegumento da porção dorsal do escutelo liso, brilhante, com pontuações pequenas e dispersas.
(III) Em vista lateral, forte inclinação do escutelo (Fig. 3).

Na avaliação dos três caracteres escutelares em cada espécime, a cada caráter é atribuído o valor de 1,2 ou 3, dependendo de como ele se comporta com as três situações acima. Os valores obtidos com a soma dos três caracteres são então divididos por 3, para se obter a média ou índice escutelar, para cada espécime. Um índice escutelar para amostras pode ser também facilmente obtido, se assim for desejado.

Com o objetivo de demonstrar graficamente as variações geográficas destes caracteres, quatro classes foram arbitrariamente estabelecidas, como segue:

- CLASSE I - Espécimes com índice escutelar 1,0-1,4.
- CLASSE II - Espécimes com índice escutelar 1,5-1,9.
- CLASSE III - Espécimes com índice escutelar 2,0-2,4.
- CLASSE IV - Espécimes com índice escutelar 2,5-3,0.

O tipo mais comum de escutelo nos indivíduos do Sul do México e da América Central é aquele caracterizado pela Classe III (incluindo índices 2,0-2,4). O tipo da Classe II está presente em números inferiores, enquanto que os das Classes I e IV estão presentes ou ausentes, mas nenhum constitui grande proporção da amostra. A mesma situação prevalece em Cuba, ao longo da Costa Oeste do México e, em algodão cultivado, no Arizona. Uma exceção a isto foi uma amostra de *G. davidsonii* na Baixa Califórnia, onde a Classe I foi dominante. O mesmo é verdade para os bicudos de *G. thurberi* do Arizona e Sonora, alguns escutelos das Classes II e, ocasionalmente, da Classe III ocorreram em amostras destas plantas, mas sempre em pequena proporção das amostras.

A maioria dos indivíduos em grande parte das amostras do Nordeste e Centro-Norte do México pertence à Classe III. Duas exceções daquela região incluem uma amostra de Nuevo León e outra de Tamaulipas, próximos à fronteira do Texas, com predomínio da Classe IV.

Exemplares do Haiti e da República Dominicana assemelham-se mais estreitamente aos indivíduos do Nordeste do México, quanto a este caráter.

Uma mudança bastante abrupta na forma do escutelo ocorre ao longo da fronteira Texas-México. Ao sul desta linha o escutelo, na maioria, pertence à Classe III, enquanto que ao norte, a Classe IV é mais comum. A última situação prevalece através de todo o Sudeste dos Estados Unidos. Em algumas amostras desta área, a Classe III constitui-se numa percentagem apreciavelmente alta, mas nunca atinge a maioria da amostra.

Bicudos da Venezuela seguem os do Sudeste dos Estados Unidos, apresentando, com dominância, a Classe IV. A amostra da Colômbia assemelha-se mais estreitamente às da República Dominicana, Haiti e Nordeste do México. Nos outros caracteres morfológicos, os bicudos da Venezuela e da Colômbia são muito semelhantes.

Os bicudos das duas áreas do Brasil concordam com os do Sudeste dos Estados Unidos quanto à inclinação do escutelo. A escultura dos bicudos coletados no Estado de São Paulo é parecida a daqueles da Cidade Vitória, México, e os exemplares da Paraíba são parecidos com os da Nicarágua e de Cuba. A convexidade dos bicudos da Paraíba é parecida com a daqueles da Colômbia, e os de São Paulo assemelham-se aos da Nicarágua e Cuba.

O padrão de variação geográfica do escutelo de *A. grandis* é bastante similar àquele observado para as cerdas pronotais e para a espermateca e, em menor grau, parecido com o padrão de variação do metaepisterno. Os tipos extremos de escutelo ocorrem no Arizona e Sudeste dos Estados Unidos, que se ligam a formas presentes no México e na América Central.

Metaepisterno

A escultura do metaepisterno de *A. grandis* tem sido observada pelo autor durante vários anos como sendo sujeita a variações geográficas. Warner (1966) avaliou a variação deste caráter, reconhecendo três categorias: (a) lisa; (b) rugosa; e (c) intermediária. O mesmo caráter é reavaliado aqui, usando-se, com poucas exceções, amostras diferentes e maiores que aquelas estudadas por Warner. Três classes arbitrárias são estabelecidas. Apesar de a inclusão de cada indivíduo ser feita subjetivamente, os tipos extremos são normalmente fáceis de reconhecer e, com alguma experiência, pelo menos, as formas "intermediárias" típicas podem ser classificadas com apreciável exatidão.

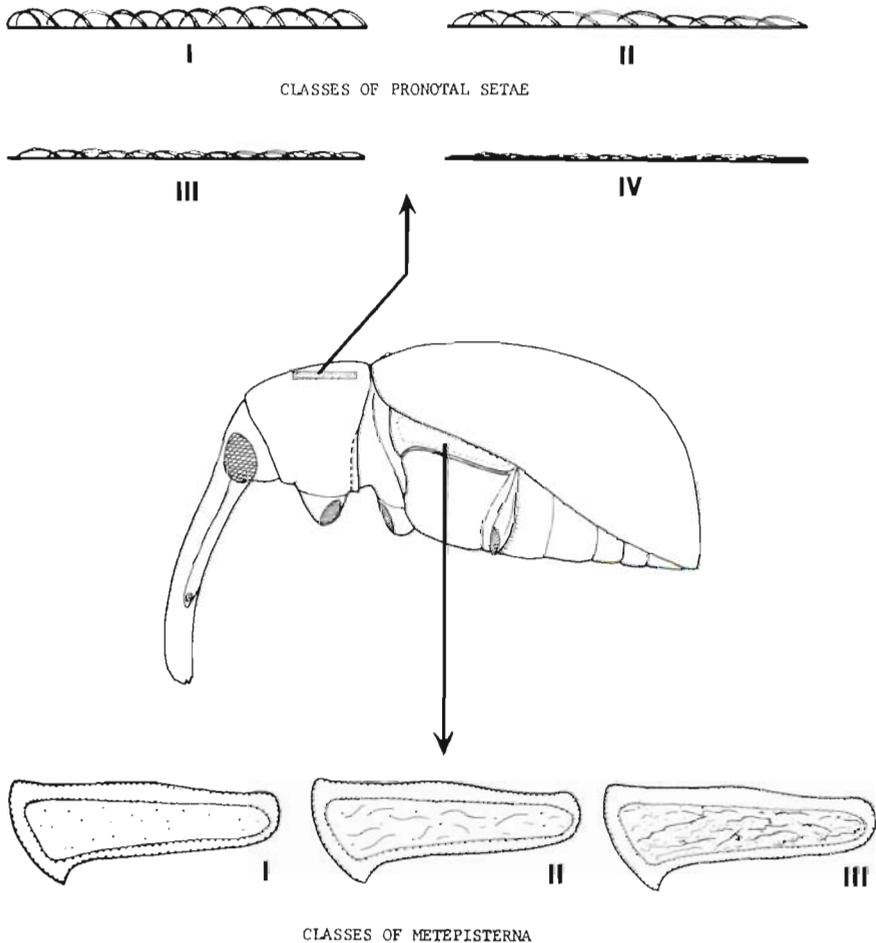


FIG. 4. Disposição e tipos de cerdas pronotais e metaepisternos de *A. grandis*.

Estas três classes são as seguintes:

CLASSE I – Superfície do metaepisterno lisa, intensamente brilhante; lisa e levemente ondulada; pontuação esparsa, pequena, arredondada, visível sob aumento de 90X (Fig. 3d, 4l).

- CLASSE II – Superfície do metaepisterno usualmente com brilho intenso; pontuação grande, confluyente e formando rugas (não tão plana como na Classe I); pontuação pequena, visível a 90X, menos abundante (Fig. 3h, 4II).
- CLASSE III – Superfície fortemente rugosa; tegumento usualmente opaco, algumas vezes levemente brilhante; pontuação pequena ausente ou pelo menos invisível a 90X (Fig. 3f, 4III).

É necessário remover as escamas do metaepisterno antes de determinar a escultura do tegumento. Estas escamas podem ser removidas, raspando-se, cuidadosamente, com a ponta de um alfinete entomológico. Qualquer acúmulo de gordura sobre os escleritos deve ser removido com Acetato de Etila, de maneira que sua superfície seja claramente visível. O exame é mais bem sucedido quando o esclerito está bem limpo e visto sob grande aumento, com iluminação forte. Mudar a posição do exemplar, de maneira que a superfície possa ser examinada de ângulos diferentes, também facilita a observação dos caracteres necessários.

Existe um aumento gradativo na incidência da Classe I, do sul para o norte, ao longo da Costa Oeste do México, com o correspondente decréscimo, ou mesmo ausência total, de metaepisternos típicos da Classe III. O tipo predominante é o da Classe II. Como exceção disto, pode-se incluir uma amostra da Cidade Obregon, Sonora, onde as Classes I e II ocorreram em proporções iguais, e outro grupo de Guasave, Sinaloa, onde a Classe I predomina. A Classe III esteve ausente, ou somente em pequena proporção, nas amostras de bicudos de algodão cultivado no Noroeste do México.

Bicudos de *G. thurberi*, no Arizona e Sonora, continham principalmente a Classe I (metaepisterno liso); a incidência deste tipo variou de 57,9%, em material da localidade de Imuris, Sonora, a 95,2%, em Cochise, Arizona. A incidência mais elevada da Classe II, nestas amostras, foi de 22% no Arizona e 42,1% em Sonora. Nenhum bicudo coletado em *G. thurberi* tinha metaepisterno da Classe III.

As Classes I e II ocorreram com freqüência aproximadamente igual em bicudos de algodão cultivado no Arizona. Há uma tendência geral de aumento de incidência da Classe III, em direção norte, ao longo da Costa Leste do México, apesar de a Classe II ser predominante em umas poucas amostras do Nordeste e Centro-norte do México. As duas amostras de Cuba apresentaram essencialmente o mesmo padrão que os do Sudeste e Sul do México.

Existe uma inversão nítida no sentido de uma predominância da Classe III ao norte da fronteira Texas-México. A Classe II está presente em todas as amostras do Sudeste dos Estados Unidos, mas nunca constituiu mais que 33,3% em nenhuma das amostras, sendo, normalmente, muito mais baixa que esta proporção. A Classe I nunca foi encontrada nas amostras da região.

Os bicudos do Haiti, República Dominicana e Venezuela, embora estreitamente semelhantes aos do Sudeste dos Estados Unidos, na maioria dos demais caracteres, apresentam certa discordância quanto a este caráter. As classes II e III ocorrem com igual freqüência em cada uma das amostras do Haiti e da República Dominicana. Como estas amostras eram pequenas, consistindo de quatro exemplares do Haiti e oito da República Dominicana, a diferença notada entre estes e os do Sudeste dos Estados Unidos não deve ser ultra-enfatizada. Somente um estudo de material adicional, proveniente dos dois países, poderá revelar se tais diferenças são reais ou devidas ao material ter sido inadequado. Uma situação similar ocorre com a Venezuela, entre bicudos que são semelhantes àqueles do Sudeste dos Estados Unidos. Na Colômbia, no entanto, a Classe III constituiu a maioria das amostras. Isto concorda estreitamente com a situação encontrada entre os bicudos do sudeste dos EUA. As amostras do Estado de São Paulo, à disposição, tinham 80% de representantes da Classe III, o que as compara favoravelmente com aquelas do Sudeste dos EUA e da Colômbia. O material da Paraíba continha, com predominância, a Classe II, assemelhando-se mais com as do Nordeste do México e da Venezuela.

A variação total na escultura do metaepisterno acompanha o padrão observado para aqueles do pronoto e da espermateca. Há duas formas extremas, uma do Arizona e a outra do Sudeste dos EUA. O tipo do qual cada um poderia mais facilmente descender é caracterizado pela Classe II, encontrada com maior incidência no Sudeste do México e na América Central. A interrupção mais notável nesta transcrição gradual de uma classe para outra ocorre ao longo de uma linha grosseiramente paralela à fronteira Texas-México. A este respeito, a variação do metaepisterno é concordante com aquela das cerdas pronotais e com a da espermateca. Uma interrupção menos distinta deste caráter ocorre entre os bicudos do algodão cultivados no Arizona e os da turbéria, da mesma área.

Espermateca

A possibilidade de a espermateca ser de algum valor taxonômico para a separação das várias populações de *A. grandis* foi observada pela

primeira vez por Werner (1960). Ele comparou a espermateca de bicudos do Sudeste dos EUA (Hope, Arkansas e Roanoke, Texas) com a daqueles criados em algodão cultivado e de *G. thurberi*, no Arizona. Os indivíduos do Arizona têm um tubo esclerosado, ao qual o duto da espermateca está conectado. Este tubo é muito mais curto nos bicudos do Sudeste. Werner, também, notou que as espermatecas de bicudos das duas áreas diferiam na forma geral (Fig. 5).

Warner (1966), também, considerou a possibilidade de separar em amostras designadas como *grandis* e *thurberiae* através dos caracteres da espermateca. Ele comparou as espermatecas de bicudos de algodão cultivado na Luisiana e no Alabama com as de material obtido em palha de algodão e de *G. thurberi* de várias localidades do Arizona e de uma localidade do Estado de Sinaloa. Ele concordou com Werner, no sentido de que as espermatecas dos bicudos são úteis para separar bicudos, que eles consideram como sendo típicos das subespécies *grandis* e *thurberiae*.

Com a informação obtida por estes dois autores de que a espermateca dos bicudos das duas áreas diferiam, um esforço subsequente foi feito para determinar a variação geográfica através de toda a distribuição da espécie. Se este caráter é para ser usado na separação de certas populações, é necessário conhecer sua natureza em outras populações da espécie. Isto foi feito através da dissecação de fêmeas do maior número de amostras disponíveis, provenientes de áreas representativas de maior parte da distribuição da espécie. Estas preparações foram desenhadas com ajuda de um microprojektor, e os desenhos comparados entre si. Entre cinco e dez espermatecas foram dissecadas em cada amostra.

As espermatecas podem variar consideravelmente na forma entre os indivíduos de uma mesma amostra, mas, o comprimento do tubo, ao qual o duto está conectado, é apreciavelmente constante. Necessita-se dissecar somente alguns exemplares de uma amostra para obter uma indicação razoavelmente acurada sobre o comprimento deste tubo em toda a amostra. Embora o tubo seja razoavelmente constante entre indivíduos de uma mesma amostra, exhibe mais variação geográfica que qualquer outra parte da espermateca.

O tubo da espermateca dos bicudos do Sul do México e da América Central é, em média, relativamente longo (Fig. 5k-n). Apesar de este tubo tornar-se levemente mais longo para o norte, ao longo da Costa Oeste do México, penetrando no Arizona, a mudança é gradual e a diferença entre os extremos não é grande. Nenhuma diferença consistente foi encontrada no comprimento do tubo entre bicudos de *G. thurberi* no Arizona (Fig. 5a, b) e aqueles de indivíduos de algodão cultivado no

Arizona e Sonora (Fig. 5c, h). A extremidade da espermateca dos bicudos de *G. thurberi* é usualmente menos pontuda, mas este caráter também é, algumas vezes, encontrado em amostras de algodão cultivado.

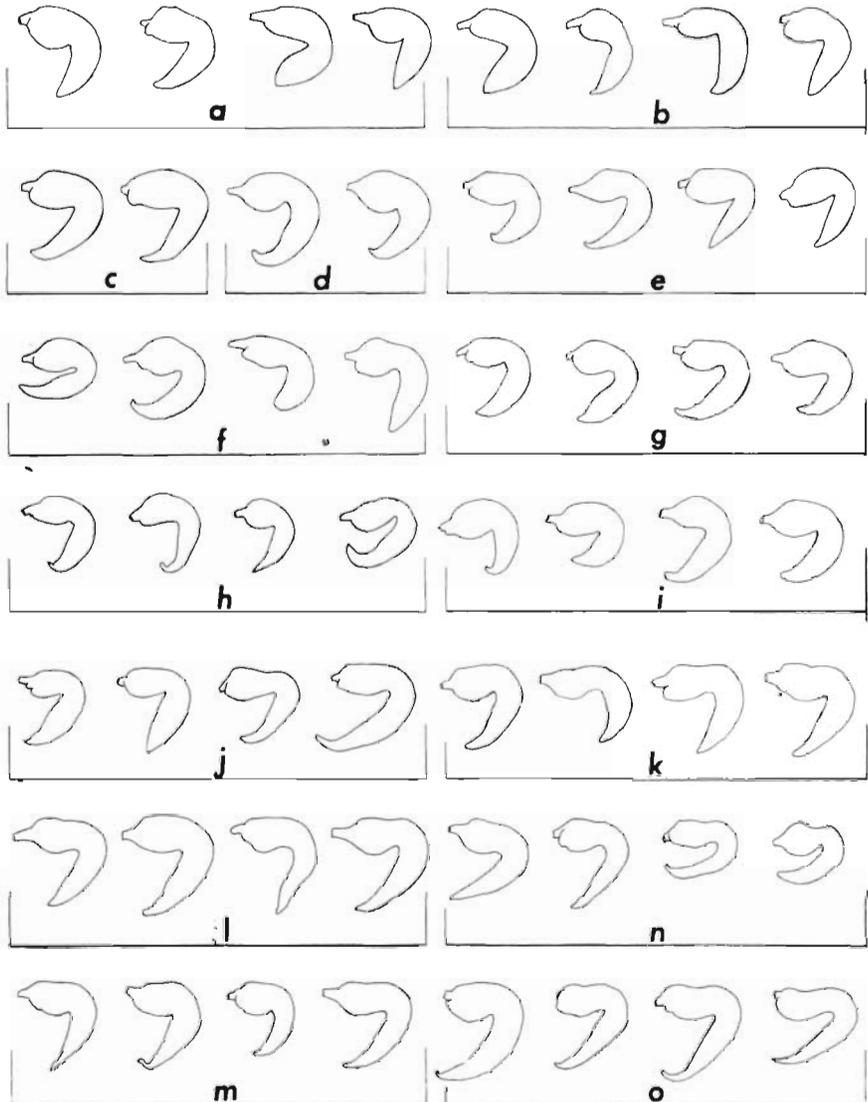


FIG. 5. Espermatecas de *A. grandis*, mostrando variações geográficas; a, b, Arizona, bicudo-da-turbéria; c-e, Arizona, algodão cultivado; f-k, México, algodão cultivado; l, Honduras, algodão cultivado; m, Nicarágua, algodão cultivado; n, El Salvador, algodão cultivado; o, Durango, México, algodão cultivado (típico do bicudo-do-sudeste).

Enquanto há um aumento pequeno e gradual no comprimento do tubo em direção norte, ao longo da Costa Leste do México, na Costa Leste do México, em direção ao norte, entrando nos Estados Unidos, esta mudança é mais pronunciada e abrupta. As espermatecas de bicudo de algodão cultivado nos Estados de Durango (Fig. 5o), Nuevo León, partes de Chihuahua e Tamaulipas, Cuba e de *H. nutricia* no Estado de Veracruz tendem a ter tubos mais curtos que os daqueles bicudos do Sul do México e da América Central.

O tubo torna-se mais curto ao longo de uma linha que grosseiramente acompanha a fronteira texas-México e mantém-se uniformemente curto através do Texas e Sudeste dos EUA. Os bicudos da Venezuela, Colômbia, República Dominicana, bem como os dos estados brasileiros de São Paulo e Paraíba, possuem um tipo similar de espermateca. A extremidade fechada da espermateca em forma de C torna-se mais delgada em muitos bicudos do Sudeste dos EUA e tende a ser mais fortemente curvada ou dobrada no ápice,

O tipo de espermateca de tubo longo do Arizona e Noroeste do México e o tipo de tubo curto do Sudeste dos EUA, provavelmente, representam os tipos extremos, derivados do tipo "intermediário", característico do Sul do México e da América Central. Uma transição mais ou menos suave deste caráter é encontrada ao longo da Costa Oeste, ao passo que uma mais abrupta é observada ao longo da Costa Leste. A mudança, apreciavelmente abrupta, do tipo moderado ao tipo curto, existente ao longo da fronteira Texas-México, é de bastante interesse. É nesta mesma área que outras características, também, estão sujeitas a mudanças.

Este caráter não permite reconhecer que bicudos de *G. thurberi* constituam uma subespécie distinta. É também óbvio que pouco, ou nada, se ganha ao se enfatizarem as diferenças entre as espermatecas dos bicudos do oeste em relação aos do leste, sem, ao mesmo tempo, levar em consideração aqueles de outras áreas especialmente do México e da América Central.

OUTRAS VARIAÇÕES

Alguns fatores variáveis adicionais devem ser mencionados, não só para oferecer um trabalho mais completo, mas, também, como base para futuras discussões.

Variações nas larvas e pupas também têm sido estudadas, mas o seu valor taxonômico não tem sido conclusivo (Anderson 1968, Ahmad & Burke 1972, Burke 1968).

Diferenças biológicas, envolvendo preferência de alimentação, número de gerações, potencial reprodutivo e locais de hibernação, há muito se sabe que ocorrem entre várias populações de *A. grandis*. Uma revisão adequada de todas as publicações existentes sobre estes temas seria muito trabalhosa e foge aos objetivos deste artigo. As referências sobre este assunto, cobrindo o período de 1843-1965, foram compiladas por Dunn (1964) e por Mitlin & Mitlin (1968). Deve ter ficado bem claro que diferenças biológicas entre várias populações realmente existem, mas é impossível imputar significado taxonômico a tais diferenças. Algumas variações biológicas eram esperadas numa espécie que ocupa habitats tão diversos, distribuição geográfica tão ampla e, especialmente, esteja associada tanto a condições naturais como às altamente artificiais de uma plantação de algodão.

O estudo mais interessante e potencialmente mais importante sobre as relações entre as várias populações de *A. grandis*, abordando aspectos genéticos, está, no momento, sendo realizado. O Dr. L.D. Newson, da Universidade Estadual de Luisiânia, conduziu estudos sobre cruzamentos, mas a maioria dos dados ainda não foi publicada; Warner (1966), entretanto, incluiu alguns desses resultados em seu trabalho. Uma indicação, evidenciada por estes estudos, é a existência de certo grau de esterilidade entre os bicudos de turbéria, no Arizona, e os de algodão cultivado no Sudeste dos EUA. Apesar de esta informação ser interessante, a presença de diferenças genéticas entre os bicudos provenientes das duas áreas era esperada. Estas duas populações estão, no presente, isoladas e, realmente, o tem sido por um longo período. Até que os resultados destes estudos, e de outros sobre genética ora em andamento, estiverem à mão, não é possível compará-los com as variações morfológicas até agora observadas. Tal comparação é certamente desejada, no sentido de ampliar nossos conhecimentos sobre a taxonomia da espécie.

Glick & Mitlin (1968) registraram a existência de diferenças imunológicas entre bicudos coletados originalmente no Estado de Tamaulipas, México, e bicudos de *G. thurberi*, do Arizona. O significado taxonômico dessas diferenças não está claro. Como foi observado anteriormente neste artigo, os bicudos de ambas as áreas também diferem em outras características, mas estas diferenças podem, provavelmente, ser atribuídas a variações normais entre populações de diversas regiões geográficas.

INTERPRETAÇÃO DAS VARIAÇÕES

Numa tentativa de traduzir as variações em conclusões taxonômicas, os padrões de variação geográfica de todos os caracteres são comparados com a finalidade de localizar áreas onde a mudança dos caracteres é evidente e para determinar qual o grau de concordância entre os vários caracteres. Existe um alto grau de concordância do escutelo, das cerdas pronotais, metaepisterno, intervalos dos élitros e da espermateca, ao longo da fronteira Texas-México. Um tipo similar de concordância das setas pronotais, forma do fêmur e escutelo ocorre no Arizona, entre bicudos da turbéria e os de algodão cultivado, no entanto, esta variação é mascarada pela possibilidade de ser induzida pelo hospedeiro. Quando todos os caracteres são mapeados e comparados, três formas mais ou menos definidas são evidentes (Fig. 6). Uma destas ocorre em *G. thurberi* no Arizona e no Estado de Sonora; outra tem uma distribuição mais ampla, no Arizona, México, América Central e Cuba, e tem uma variedade muito maior de hospedeiros, incluindo algodão cultivado, *G. davidsonii*, *H. nutricia* e *Hybiscus pernambucensis*; a terceira ocorre no Texas e Sudeste dos Estados Unidos, República Dominicana, Haiti, Venezuela, Colômbia e Brasil, principalmente em algodão cultivado, mas, em algumas áreas, também em *Cienfuegosia affinis* e *C. drummondii*.

Como seria esperado, algumas variações ocorrem entre populações locais dentro de cada uma destas formas; variação considerável é especialmente evidente entre indivíduos das formas mexicana e centro-americana. No entanto, em alguns casos, esta variação é contínua, mas, de qualquer maneira, as variações dentro das formas não são maiores que aquelas observadas de uma forma para outra. É necessário enfatizar que as diferenças aqui discutidas foram baseadas em amostras de, pelo menos, 50 exemplares. Pode acontecer que não seja possível determinar a qual forma pertença um indivíduo isolado, ou uma amostra de poucos exemplares. Ainda, com respeito à interpretação destas variações, é necessário ressaltar que algumas amostras possuem uma combinação de caracteres que torna sua colocação questionável. Um destes exemplos envolve bicudos de *G. davidsonii*, da Baixa Califórnia. Com base no escutelo, fêmures e corpo robusto, estes de parecem aos bicudos de *G. thurberi*, de Sonora e do Arizona, enquanto que a maioria dos caracteres restantes coloca-os próximos aos de algodão cultivado, no outro lado do Golfo da Califórnia, no oeste de Sinaloa. Eles são incluídos entre os últimos porque têm um maior número de características em comum, além do mais, utilizam um hospedeiro diferente dos outros dois aos quais se assemelham, e a possibilidade de que estas diferenças sejam induzidas pelo hospedeiro não deve ser descartada.

NOMENCLATURA TAXONÔMICA

Depois de se determinar a existência de três formas diferentes, a questão que se coloca é se elas devem ter nome ou não. Dois nomes subespecíficos estão em uso — *A. G. thurberiae* para os bicudos de *G. thurberi* e *A. g. grandis* para os demais (ou para a maioria deles). Warner (1966) incluiu bicudos de *G. thurberi* e também de algodão cultivado no Nordeste do México e Arizona em *A. g. thurberi*. Ele também incluiu em *A. g. grandis* bicudos de algodão cultivado no Nordeste do México, Sudeste dos EUA, Colômbia e Venezuela. O restante, do México, da América Central, Cuba e Haiti, foi colocado numa categoria intermediária. O exemplar tipo da espécie é geográfica e morfologicamente associado com esta última forma e, se subespécies devem ser reconhecidas, esta deveria ser a forma nominal típica, com o nome de *Anthonomus grandis grandis* Boheman. Portanto, como os bicudos do Sudeste dos EUA diferem da subespécie nominal, uma nova subespécie deveria ser descrita para eles.

O problema prático de aplicar nomes às três formas, considerando-se a existência de nomes, é exemplificado numa afirmação publicada no Cooperative Economic Insect Report (Names... 1966): "Nós propomos que o nome científico apropriado para o bicudo do algodão no Noroeste do México, Califórnia, Arizona seja complexo — *Anthonomus grandis* Boheman, e o nome vulgar apropriado — complexo — bicudo-da-maçã. Os bicudos do algodão da área do Texas para a costa leste continuam a ser *Anthonomus grandis* Boheman, o bicudo-da-maçã. O bicudo da turbéria deve continuar a ser chamado *A. grandis thurberiae* Pierce".

Como foi estabelecido por Warner (1966) e pelo autor que existem três formas razoavelmente bem reconhecidas da espécie, uma atenção considerável tem sido dada quanto aos vários métodos de denominá-las. Uma das alternativas seria estender o conceito de subespécie para cobrir toda a espécie. Por este método, os bicudos de algodão cultivado no Texas, Sudeste dos EUA, Haiti, República Dominicana, Venezuela, Colômbia e Brasil deveriam ser descritos como uma subespécie nova. Isto, provavelmente, poderia ser justificado, quando se consideram suas diferenças com a forma do Sul do México, como também pelo grau de concordância de seus caracteres. No entanto, esta possibilidade encontra certos problemas. Em primeiro lugar, há uma área muito extensa no Nordeste e Centro-Norte do México onde convivem as formas do Sul do México e as do Sudeste dos EUA. Os bicudos desta área apresentam um problema de nomenclatura, não importa o sistema de denominação que

se use, mas, a aplicação do conceito de subespécie, com seu respectivo trinômio latino, reduz a liberdade para dar nome às populações intermediárias. Os bicudos de *G. thurberi* do Arizona e do Estado de Sonora apresentam problemas de ordem zoológica, e, conseqüentemente, de nomenclatura, se considerados os bicudos de algodão cultivado na mesma área. Existem localidades nesta região, onde plantas de turbéria e de algodão cultivado crescem muito próximas umas das outras, fazendo com que os bicudos de ambas sejam simpáticos. Assumindo-se que os bicudos das duas plantas sejam taxonomicamente distintos e que troquem de hospedeiros e se cruzem entre si como tem sido evidenciado em alguns estudos, uma quebra do isolamento reprodutivo ocorreria numa área muito extensa. Deve-se considerar a possibilidade de que eles não sejam basicamente diferentes e que os bicudos do algodão cultivado no Arizona tenham se originado da turbéria selvagem e, subseqüentemente, adaptaram-se aos primeiros. Os dados apresentados aqui, sobre os efeitos do hospedeiro nos caracteres morfológicos, explicariam porque, sob as condições acima, os bicudos de algodão cultivado diferem, em certos caracteres morfológicos, daqueles que vivem nas plantas de turbéria.

O fato de que o conceito de subespécies, com a associação da nomenclatura trinominal, é atualmente usado nesta espécie, obriga o posterior uso de mais nomes para populações nas mesmas condições. Em outras palavras, qualquer população que pareça diferente, pelo menos ao mesmo nível das três até agora reconhecidas e denominadas, deverá também ser elevada ao posto de subespécie. Este problema não se restringe ao estudo desta espécie; o assunto já recebeu uma boa parcela de atenção por parte de vários autores (Whitcomb & Britton` 1953, Edwards 1954, Hubbell 1954). O reconhecimento de subespécies coloca o taxônomo numa posição de, arbitrariamente, decidir quais populações ele considera como subespécies e como designar populações que não estão, aparentemente, no mesmo nível de distinção. Estas ponderações, considerando-se as dúvidas existentes, se as subespécies atualmente reconhecidas em *A. grandis* merecem tal nível, levam o autor a sugerir um sistema inteiramente novo de dar nomes às categorias infra-específicas desta espécie. Estudos de alozimas feitos por Bartlett et al. (1983) suportam a idéia de que os bicudos da turbéria não merecem o nível de subespécie. Na substituição de nomes, proponho nomes vernaculares, em lugar de nomes formais, latinizados, que estão sujeitos a Regras de Nomenclatura Zoológica. Tais nomes servirão aos mesmos propósitos que os formais e, não estando sujeitos àquelas regras, poderão ser facilmente modificados para acomodar qualquer mudança nos conceitos

taxonômicos da espécie. Para implementar este sistema, é necessário sinonimizar *A. grandis thurberiae* Pierce com *A. grandis* Boheman, eliminando, assim, os nomes subespecíficos da espécie. *A. g. thurberiae* Pierce Syn. n. é sinonimizado com base zoológica; o presente estudo apresenta justificativas suficientes para isto. Além de remover *A. grandis thurberiae* de um nível dentro da espécie, que a meu ver ele não merece, há vantagens evidentes em tal medida. Em primeiro lugar, o parentesco das várias populações pode ser discutido e a denominação fazer-se com completa liberdade, sem importar seus diferentes níveis de distinção, uma vez que tais nomes não estão sujeitos às regras de nomenclatura. Outra vantagem é não ser necessário mudar o nome científico da forma do Sudeste dos EUA, sobre a qual tanto tem sido publicado nos últimos 85 anos. Finalmente e, talvez o mais importante, ainda existem muitas perguntas sem respostas acerca do parentesco das várias populações da espécie e, até que estes problemas sejam mais definitivamente resolvidos, parece desnecessário e arriscado propor novos nomes trinominiais formais. Ressuscitar *A. grandis thurberiae* será um problema simples, se estudos futuros demonstrarem que esta forma realmente merece o nível de subespécie (Fig. 6).

As três populações mais ou menos distintas são referidas aqui como: (a) bicudo-da-maçã-da-turbéria; (b) bicudo-da-maçã-mexicana; e (c) bicudo-do-sudeste: O nome bicudo-da-maçã-da-turbéria inclui os bicudos previamente conhecidos como *A. g. thurberiae*. O nome "thurberia weevil" tem sido usado para esta forma há muito tempo, e a pequena modificação aqui introduzida "thurberia boll weevil" é designada apenas para fazê-lo uniforme com as outras duas formas. Desde que os bicudos desta forma preferem se desenvolver nas maçãs da turbéria, o nome, como está proposto, é também mais apropriado que o antigo. Uma questão que surge com respeito a estes bicudos é que, se eles não merecem uma designação trinomial, como estava anteriormente, porque então necessitam de um nome? Sente-se que algum tipo de nome é necessário porque os bicudos que se desenvolvem na turbéria aparentemente constituem uma raça ecofenotípica que, através do desenvolvimento com esta planta, mantém características morfológicas apreciavelmente distintas. Algumas destas populações em turbéria, localizadas em áreas remotas das montanhas do Arizona e de Sonora, têm poucas possibilidades de compartilhar a série de gens com as populações de algo-

* NOTA DO TRADUTOR: A tradução literal destes nomes para o Português os fazem extremamente longos. Em vista disso, propõe-se a seguinte denominação no nosso idioma: bicudo-da-turbéria, bicudo-mexicano e bicudo-do-sudeste, respectivamente. V.O.B.

dão cultivado e, conseqüentemente, permanecerão, pelo menos, tão distintas como o são no presente.



FIG. 6. Distribuição das três formas de *A. grandis*.

O nome bicudo-mexicano inclui os bicudos que se associam à subespécie nominal, no caso de se reconhecer subespécies. Este nome foi aparentemente aplicado pela primeira vez para os bicudos do Texas e Nordeste do México, áreas que se incluem grosseiramente dentro do

que é atualmente considerado como área de transição entre os bicudos do Sul do México e aqueles do Sudeste dos EUA. No entanto, este nome foi por muito tempo substituído por bicudo-da-maçã e tem sido geralmente esquecido nas referências da espécie. O nome é agora ressuscitado para designar uma população diferente. Considera-se este o nome mais apropriado e seu uso, num sentido diferente, não deverá ocasionar confusões, se os fatores acima forem considerados.

O nome bicudo-do-sudeste aplica-se aos bicudos do Texas, Sudeste dos EUA, Haiti, República Dominicana, Venezuela, Colômbia e Brasil. O fato de a forma conhecida por este nome ter uma distribuição mais ampla que a sugerida pelo termo não deveria subestimar a utilidade do nome. Há boas razões para acreditar que os bicudos do Haiti, República Dominicana, Venezuela e Colômbia tenham sido introduzidos acidentalmente nestes países a partir do Sudeste dos EUA. Os bicudos do Brasil são colocados nesta forma, mas ainda não está esclarecido o local de onde se originaram.

Sob este sistema de nomenclatura, a espécie, como um todo, pode ser designada através do nome vulgar "bicudo-da-maçã", o nome pelo qual *A. grandis grandis* é conhecido na lista de Nomes Vulgaris dos Insetos Aprovados pela Sociedade Entomológica da América. Referência a qualquer das três formas pode ser feita, usando-se o nome científico da espécie, *Anthonomus grandis* Boheman, acompanhado do nome vernacular apropriado. Assim, o nome do bicudo-do-Sudeste, por exemplo, deveria ser referido como *Anthonomus grandis* Boheman, bicudo-do-sudeste. A referência ao nome científico mais a localidade e, possivelmente, a planta hospedeira seriam, geralmente, suficientes para a maioria dos propósitos. Um sistema definitivo para designar as formas transicionais do Nordeste e Centro-norte do México não é sugerido, no entanto, a referência à localidade, quando se trabalha com estas populações, seria suficiente, se forem reconhecidas que tais integrações ocorrem nas referidas áreas.

CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAS

Várias características das três formas são comparadas na Tabela 1. As variações e o significado taxonômico de alguns caracteres não incluídos foram discutidos anteriormente neste capítulo. Deve ser ressaltado que as diferenças relacionadas aqui, para as três formas, são diferenças médias e não absolutas. Existem variações e superposições consideráveis na maioria dos caracteres das três formas. A forma bicudo-mexicano é a mais variável de todas, seguida do bicudo-do-sudeste, sendo que o menos variável é o bicudo-da-turbéria.

TABELA 1. Resumo dos caracteres das três formas de *Anthonomus grandis* Boheman.

Caracteres	Formas		
	bicudo-mexicano	bicudo-do-sudeste	bicudo-da-turbéria
Distribuição (Fig. 6)	Arizona, Califórnia, México América Central e Cuba	Texas, Sudeste dos EUA, Haiti, República Dominicana, Venezuela, Colômbia e Brasil	Arizona, Novo México, Sonora e México
Hospedeiros	<i>Gossypium hirsutum</i> G. <i> davidsonii</i> , <i>G. barbadense</i> e possivelmente, <i>G. thurberi</i> , <i>Hampea nutricia</i> , <i>Hibiscus pernambucensis</i>	<i>Gossypium hirsutum</i> , <i>Cienfuegosia drumondii</i> , <i>C. affinis</i>	<i>Gossypium thurberi</i> e, ocasionalmente, <i>G. hirsutum</i>
Forma do corpo	Robusta e alongada (Fig. 1c, d)	Alongada (Fig. 1e, f)	Robusta, fortemente convexa (Fig. 1a, b)
Polimorfismo dos intervalos elitrais	Baixa incidência em poucas amostras	Incidência baixa e alta em todas as amostras	Ausente
Cerdas pronotais (Figs. 3j-a, 4)	As Classes de cerdas II ou III constituem a maioria de todas as amostras	A Classe de cerdas IV constitui todas ou a maioria das amostras; Classe III algumas vezes presente, mas com baixa incidência	A Classe de cerdas I predomina; incidência da Classe III baixa
Profêmares (Fig. 3a-c)	Robustos a delgados; índices CF/LF variando de 3,42 a 4,05	Geralmente delgados; índices CF/LF de 3,47 a 3,80	Robustos; índices CF/LF 3,34 a 3,40
Cor da antena	Maioria dos indivíduos com a clava mais escura que o funículo	Maioria dos indivíduos com a clava não mais escura que o funículo, com exceção dos da Venezuela e Colômbia	Maioria dos indivíduos com a clava mais escura que o funículo.
Escutelo (Fig. 3g-i)	Maioria dos indivíduos com escutelo das Classes II e III	Maioria dos indivíduos com escutelo da Classe IV, com exceção dos do Haiti e República Dominicana	Maioria dos indivíduos com escutelo da Classe I
Metaepisterno	Maioria dos indivíduos com metaepisterno das Classes I e II	Maioria dos indivíduos com metaepisterno da Classe III, com exceção dos do Haiti, República Dominicana e Venezuela	Maioria dos indivíduos com metaepisterno da Classe I
Espermateca (Fig. 5)	Tubo esclerosado de comprimento longo a moderado	Tubo esclerosado curto	Tubo esclerosado longo

POSSÍVEL ÁREA DE ORIGEM DE MIGRAÇÃO DO BICUDO

A questão do possível local de origem e subseqüentes rotas de dispersão de *A. grandis* têm sido objetivo de considerável especulação por aproximadamente 85 anos. Tais discussões têm geralmente contribuído muito pouco, ou nada, ao esclarecimento do assunto devido à falta de suficiente conhecimento da espécie no México e na América Central. Estudos em curso sobre a variação geográfica do bicudo estão programados com vistas a aumentar o conhecimento da espécie através de toda sua distribuição geográfica.

Considera-se que as informações acumuladas recentemente, junto aos fatos há muito conhecidos, formem uma base suficiente sobre a qual é possível efetuar uma revisão a respeito da origem e dispersão da espécie. Por causa da natureza altamente especulativa deste assunto, todas as informações disponíveis sobre a espécie têm que ser consideradas, se qualquer coisa relevante for adicionada ao assunto. Há de se ter em mente que o homem, através do cultivo extensivo do algodão e através de introdução acidental de bicudos em áreas onde eles eram desconhecidos, anteriormente, tem interferido grandemente na sua ecologia e na distribuição original da espécie. Sob estas circunstâncias, parece ser fútil tentar recriar as condições originais sob as quais a espécie viveu e migrou. Enquanto estes fatores, sem dúvida, complicam o panorama, tal dificuldade em si mesma não é uma justificativa suficiente para que o problema seja ignorado. A determinação de existência de diversidade biológica e morfológica dentro da espécie é somente o primeiro passo neste sentido. A ampliação lógica de tal estudo é tentar explicar a origem da diversidade. Qualquer informação que se possa obter aumenta a compreensão sobre a espécie.

A questão sobre qual planta serviu de hospedeiro original para a espécie tem, também, recebido uma parcela apreciável de atenção (Townsend 1895, Schwartz 1904, Hunter & Pierce 1912, Cook 1913, Fryxell & Lukefahr 1967). É muito improvável que se chegue a entendimento geral sobre qual seja o hospedeiro original da espécie e, ainda mais improvável, que, se um dia for encontrado o hospedeiro original, seja reconhecido como tal. Mais investigações sobre as plantas hospedeiras deveriam ser programadas com a finalidade de obter o máximo de informações sobre todos os hospedeiros da espécie. As descobertas de novos hospedeiros, feitas recentemente por Lukefahr (1956), Lukefahr & Martin (1962), Fryxell & Lukefahr (1967) e Bodegas Valera et al. (1977), são evidências suficientes de que, apesar de o bicudo ter sido estudado mais ou menos extensivamente nos últimos 85 anos, compa-

rativamente pouco se conhece sobre ele, e estudos adicionais sobre os hospedeiros da espécie devem ser vantajosos e deveriam continuar.

Townsend (1895) achava que o local de origem da espécie era nos arredores de Monclava, Cohahuila, México. No entanto, ele deu muito poucas evidências para sustentar sua teoria. Ele, provavelmente, chegou àquela conclusão por ter dado demasiado valor a algumas informações, impossíveis de se comprovar, de que o bicudo existiu na área por um longo tempo. Mesmo sendo muito improvável, à primeira vista, que o bicudo tenha se originado naquela região, sua teoria, sem dúvida, teve um papel importante na história passada da espécie. Os Estados de Cohahuila e Tamaulipas estão agora no centro de uma área de intergraduação do bicudo-do-sudeste com o bicudo-mexicano. As várias diferenças entre as duas formas poderiam ter evoluído somente com condições de isolamento da população no Nordeste do México.

Coad (1915) manifestou a crença de que *A. grandis* era nativo de certo ponto no Sul ou Centro do México, de lá se espalhando para o Norte, ao longo de linhas separadas de distribuição. Fryxell & Lukefahr (1967) apresentaram suas idéias acerca da origem do inseto, junto com comentários acerca dos possíveis hospedeiros originais. As hipóteses defendidas por estes autores foram: (a) o bicudo foi introduzido no México e na América Central; (b) o bicudo é originário do México e da América Central e ocorria em algodão, tornando-se praga somente em tempos recentes; e (c) o bicudo é originário do México e da América Central e só recentemente se transferiu para *Gossypium*, a partir de um hospedeiro semelhante. Outros detalhes sobre esta discussão são dados a seguir.

Uma quantidade apreciável de evidências disponíveis parece apontar em direção a uma origem tropical ou subtropical de *A. grandis*. A área mais provável de tal evento ter ocorrido encontra-se nas regiões tropicais de baixa altitude do Sul do México e/ou da América Central. Esta conclusão é sustentada por vários fatores. A distribuição atual no México e na América Central está concentrada, na maioria, nestas regiões baixas, com a tendência de as populações periféricas, mais ao norte, adaptarem-se às áreas mais áridas, mais frias, algumas vezes, de altitude mais elevada. Com exceção das infestações naturais de bicudo em *G. thurberi*, no Arizona, as outras adaptações a estas áreas mais secas e mais frias só foram possíveis depois de cultivo extensivo de algodão pelo homem. A lentidão com que a espécie se adapta às condições não tipicamente tropicais, ou pelo menos subtropicais, dá força à suposição de que a origem foi no trópico, ou próximo dele.

A possibilidade de uma origem tropical desta espécie é adicionalmente reforçada através dos dados derivados dos estudos das variações geográficas dos caracteres morfológicos. Os bicudos do Sul do México e da América Central têm, em comum, vários caracteres (cerdas pronotais, metaepisterno, escutelo e espermateca) que são quase perfeitamente intermediários entre aqueles dos bicudos do Sudeste dos EUA, por um lado, e aqueles do Arizona, por outro. Parece aceitável que estes tipos extremos de caracteres derivaram-se dos mesmos tipos básicos, presentes nos bicudos do Sul do México e América Central. Como estes bicudos dispersaram-se em direção ao norte, ao longo das duas costas, eles gradualmente divergiram em seus caracteres morfológicos, um do outro, da forma do sul, da qual ambos provavelmente se derivaram.

Evidências adicionais em apoio a uma origem tropical são vistas através da preferência alimentar destes bicudos. Os botões florais foram, provavelmente, os órgãos preferidos da planta para alimentação e evolução das espécies do gênero *Anthonomus*. De longe, a maioria das espécies deste gênero tem retido esta preferência de se alimentar nos botões florais (Burke 1976). *A. grandis*, no entanto, alimenta-se e desenvolve-se tanto nos botões, como nos frutos de seus hospedeiros. Ressalte-se que a preferência por qualquer destas duas partes da planta pode ser correlacionada, até certo ponto, com a distribuição geográfica, entrando aqui a importância dos hábitos alimentares na questão do local de origem e subsequente dispersão da espécie. Os bicudos do Nordeste do México e do Arizona preferem as maçãs (frutos) nas quais eles se desenvolvem, enquanto que os das outras áreas do México, América Central e do Sudeste dos EUA preferem os botões florais. Se, como foi sugerido acima, a preferência original era pelos botões florais, o hábito de alimentar-se das maçãs parece ser uma adaptação secundária, talvez, como uma resposta de sobrevivência a condições ecológicas não encontradas anteriormente pela espécie. Com base nesta evidência, o Arizona e Nordeste do México podem ser descartados como possíveis locais de origem, com apreciável grau de confiança. As áreas alternativas, nas quais este evento poderia ter acontecido, seriam estas; o Sul do México e/ou América Central ou, possivelmente, a Costa Leste do México. O hábito de alimentar-se dos botões florais prevalece também entre os bicudos do Sudeste dos EUA, no entanto, esta área não pode ser considerada pelo fato de o bicudo ter aí chegado somente depois de 1894.

O gênero *Anthonomus* pode ter evoluído ou ter sido submetido a uma ativa especiação nos trópicos do novo mundo. Espécies deste gênero ocorrem mais no Sul do México e na América Central que em qualquer outra área do mundo de tamanho similar. *A. hunteri* Burke and

Cate, aparentemente a espécie-irmã de *A. grandis*, foi descoberta em Yucatán, México. Esta espécie não tem, aparentemente, ampla distribuição na região e sua presença aí reforça a idéia de que ela e *A. grandis* tiveram uma origem comum no Sul do México e/ou na América Central.

Resumindo, a maioria das evidências disponíveis sobre *A. grandis* parece apoiar a possibilidade de que a espécie seja nativa das regiões tropicais baixas do Sul do México e/ou da América Central. Esta evidência, no entanto, não é suficientemente conclusiva para descartar completamente a origem da espécie em alguma outra área ao longo da Costa Leste do México. O hospedeiro, sobre o qual ela evoluiu, poderia ter sido, ou uma forma selvagem de *Gossypium*, ou uma espécie de algum outro gênero de Malvaceae. Fryxell (1965b) coloca a origem das formas anfidiplóides de algodão do Continente Americano no Pleistoceno. Não existe nenhuma maneira de datar o aparecimento de *A. grandis* como espécie distinta, ou determinar quando ele associou-se com o algodão, no entanto, parece não ser destituída de sentido a especulação que estes eventos tenham tomado lugar pelo menos no Pleistoceno Médio ou Posterior. A descoberta de Warner & Smith Junior (1968) de um bicudo num fruto de algodão datado de 900 a.C., no Estado de Oaxaca, é de grande interesse, mas não com a antigüidade suficiente a trazer alguma luz sobre a origem dos bicudos. A expansão original da distribuição de *A. grandis* nas regiões baixas dos trópicos ocorreu provavelmente sobre uma ou poucas espécies estreitamente aparentadas de plantas e sua expansão subsequente veio por adaptação a uma variedade maior de hospedeiros.

Se esta espécie realmente evoluiu nas regiões tropicais de pouca altitude, em algum lugar nas vizinhanças do Sul do México, as possíveis rotas de migração, em direção ao norte, poderiam ter sido ao longo das costas Leste e Oeste do México (Fig. 7). Uma expansão ativa ao longo da Costa Oeste do México poderia ter ocorrido no Pleistoceno Posterior, coincidindo com a divergência de alguns pares de espécies similares de *Gossypium* descritas por Fryxell (1965b). Os movimentos rumo ao norte ao longo da Costa Oeste ocorreram em uma área de espécies de *Gossypium* e/ou outras Malvaceae que formaram uma cadeia desde o Sul do México até o Arizona. Várias espécies de *Gossypium* formam tal cadeia ainda hoje e que foram mapeadas por Fryxell (1965a) e por Cross et al. (1975). É bem provável que, pela adaptação a estas plantas, populações de bicudos incluídas na extensão oeste da espécie possam ter mantido um contato apreciável com a população original do Sul do México. No entanto, deve ser ressaltado que, com a exceção de *G. thurberi*, somente *G. lobatum* e *G. laxum* são conhecidos como hospedeiros.

deiros do bicudo nas condições naturais. A falta de conhecimento sobre outras espécies como possíveis hospedeiros, no entanto, pode muito bem ser devida ao fato de que muito pouco se conhece sobre tais plantas e seus insetos associados e, certamente, não significa que elas não sejam, no presente, ou que tenham sido, no passado, utilizadas como hospedeiros do bicudo. Outro aspecto que merece menção é que, com exceção de *G. aridum*, estas plantas ocorrem longe da costa (Fryxell 1965a, b, Cross et al. 1975). Se estas plantas serviram como hospedeiros na dispersão rumo ao norte e, supondo que elas ocupassem essencialmente a mesma distribuição atual, então, obviamente, a migração não se restringiu somente à estreita faixa litorânea de pouca altitude. Se estas plantas, realmente, servem como hospedeiras do bicudo nos dias atuais, uma distribuição mais ampla que a presente seria evidente ao longo da Costa Oeste do México. O papel que as espécies costeiras de *Gossypium* ou de outras malváceas tiveram nesta dispersão ao norte ainda não é evidente, nos tempos atuais, no entanto, não deve ser subestimado.

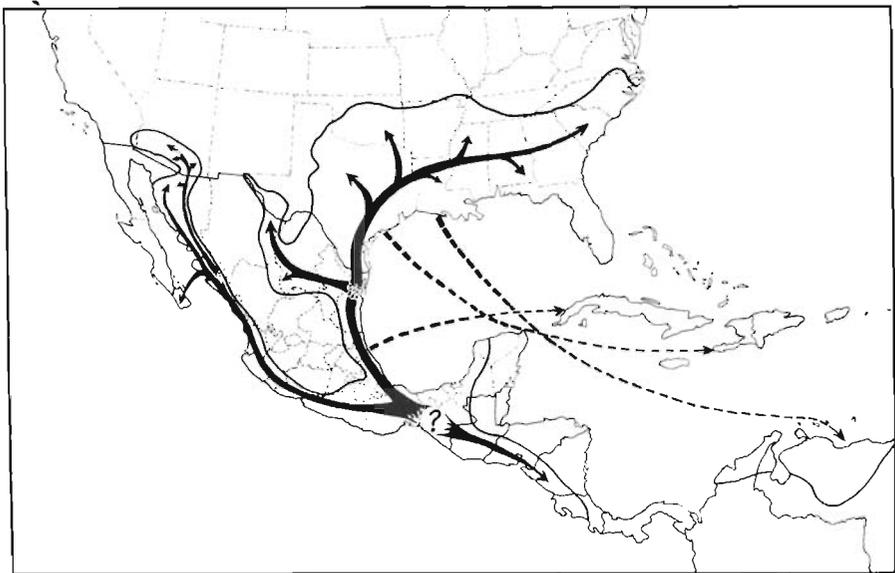


FIG. 7. Possível local de origem e rotas de migração de *A. grandis* na América do Norte, América Central, Caribe e Norte da América do Sul. Interrupções nas linhas sólidas representam áreas hipotéticas de isolamento e subsequente divergência de populações. Linhas tracejadas indicam possíveis rotas de importação.

O bicudo que existe atualmente em *G. thurberi* deve ter tido uma longa associação com esta planta e deve ter se isolado da população principal da espécie, devido à limitação da área de distribuição do hospedeiro. O afastamento de *G. thurberi* de seus parentes localizados mais ao sul poderia ter resultado num isolamento efetivo da população de bicudos associados com ele, se a espécie tivesse, anteriormente, uma distribuição mais ou menos contínua, através de uma cadeia de hospedeiros. Após seu isolamento sobre *G. thurberi*, o bicudo deslocou-se para o norte, através das regiões extratropicais elevadas do Arizona, possivelmente precedendo a parcela da população que se alimentava em plantas nas áreas costeiras de baixa altitude. Não é muito evidente onde tal isolamento se deu pela primeira vez ao longo da costa oeste, mas, julgando pelos limites atuais de distribuição de *G. thurberi*, isto pode ter acontecido nas redondezas do centro da Costa Oeste do México.

O segmento da população que permaneceu ao longo da costa continuou seu movimento rumo ao norte, possivelmente sobre espécies costeiras de *Gossypium*, alcançando, eventualmente, os limites Norte da região Costeira de baixa altitude onde atualmente é o Estado de Sinaloa. A presença do bicudo sobre *G. davidsonii* no Sul da Baixa Califórnia não pode ser explicada com base em fatos concretos, mas parece certo que representa uma forma isolada da forma principal da população da costa. *G. davidsonii* também ocorre na Costa Leste do Golfo da Califórnia, perto da localidade de Guayamas. O bicudo poderia ter, originalmente, infestado esta planta ao longo da costa e ter, posteriormente, se transferido à Baixa Califórnia, na época em que a planta se estabeleceu lá. Dispersões subseqüentes em direção àquela península poderiam ter sido fácil, considerando-se as habilidades de vôo do bicudo e várias outras maneiras possíveis de dispersão sobre o Golfo, relativamente estreito. O bicudo de *G. davidsonii*, da Baixa Califórnia, realmente difere daqueles do lado oposto do Golfo, em Sinaloa e Sonora. Se estas diferenças evoluíram como resultado de isolamento ou de produto de variações induzidas pelo hospedeiro, ainda não se sabe.

Os hospedeiros sobre os quais ocorreu a dispersão ao longo da costa, para o norte, foram possivelmente espécies selvagens do gênero *Gossypium*. Duas dessas plantas encontradas na área atualmente são *G. hirsutum*, raça "morrilli" e *G. davidsonii*. Foram encontrados bicudos infestando *G. hirsutum*, raça "morrilli" em Cajeme, Sonora, e, como foi observado anteriormente, *G. davidsonii* serve como hospedeiro na Baixa Califórnia. O papel que o homem desempenhou na dispersão do bicudo na área ainda não é conhecido. Parece que o movimento para o norte tinha sido completado antes do início do cultivo do algodão e que a

influência do homem contribuiu para uma dispersão local mais abrangente. Morrill (1921b) efetuou levantamentos de bicudos em Sonora e Sinaloa e encontrou infestações generalizadas em algodão, tanto cultivado como selvagem. É uma lástima que não se tenham informações históricas confiáveis acerca da espécie na Costa Oeste do México.

O passo seguinte mais importante foi o bicudo ter-se expandido para as áreas mais secas, desérticas, de Sonora. A adaptação a esse novo ambiente, provavelmente, ocorreu no litoral e a expansão para o interior veio somente mais tarde, junto com o algodão cultivado. Johnston (1963) afirma que as primeiras plantações comerciais de algodão em Sonora ocorreram em 1920, as quais foram atacadas pelo bicudo no mesmo ano. O bicudo, provavelmente, já se encontrava na área antes daquela época, sobre hospedeiros selvagens ou sobre plantas isoladas, remanescentes de pequenas culturas anteriores, algumas das quais poderiam ser apreciavelmente antigas.

Um dos fatos mais interessantes acerca da dispersão dos bicudos do oeste envolve as interrelações entre os do algodão cultivado com aqueles de *G. thurberi*, no Arizona. O bicudo do algodão cultivado nesta área originou-se de uma ou de duas fontes possíveis. Primeiro, existe a possibilidade de que eles representem uma extensão norte da forma costeira ou de baixa altitude que, atualmente, ataca o algodão no Norte de Sonora. Há um espaço aparente entre as infestações do extremo Norte de Sonora e as infestações do Sul do Arizona, mas esta faixa de separação vem-se tornando cada vez mais estreita nos anos recentes. De qualquer maneira, o bicudo poderia facilmente voar ou ser levado, acidentalmente, através desta faixa de separação. O bicudo do algodão no Arizona não difere significativamente em nenhum de seus caracteres morfológicos daqueles de algodão cultivado em Sonora; as poucas pequenas diferenças podem ser explicadas como sendo variações geográficas normais. As evidências do momento parecem apoiar fortemente a teoria de que os bicudos de algodão cultivado tanto em Sonora como no Arizona sejam taxonomicamente idênticos.

A segunda possibilidade a ser considerada é a de que os bicudos que atualmente atacam algodão cultivado no Arizona adaptaram-se a ele a partir de plantas de turbéria. Isto não quer necessariamente dizer que tenha havido, ou que haja, presentemente, movimentos maciços entre as duas plantas. A adaptação de um pequeno número poderia ter ocorrido por um período relativamente longo, resultando que a população sobre algodão cultivado, finalmente, tenha alcançado um tamanho a partir do qual uma expansão ativa foi possível. É bem sabido que pequenos números de bicudos têm sido encontrados em algodão cultivado no Arizo-

na desde, aproximadamente, 1916, com explosões esporádicas na década de 1920 e infestações mais amplas ocorrendo nos anos recentes. Descendentes de bicudos coletados originalmente em plantas de turbéria e criados, subseqüentemente, em dietas artificiais têm perdido rapidamente suas características originais e, como resultado, não podem mais ser separados dos de algodão cultivado do Arizona. Desde que esta plasticidade fenotípica foi demonstrada e, desde que se sabe que há algum movimento de bicudos da turbéria para algodão cultivado, a população sobre *G. thurberi* tem que ser considerada como uma possível fonte de infestação do algodão cultivado no Arizona. As variações morfológicas descontínuas entre bicudos de algumas áreas do Arizona podem ser diretamente relacionadas à sua distância para áreas plantadas e para plantas de turbéria e, conseqüentemente, à frequência e intensidade do movimento de bicudos das plantas de turbéria para algodão cultivado. A resposta final a esta questão somente poderá ser obtida a partir de estudos de campo com o objetivo de determinar o grau e os meios de movimentação dos bicudos das plantas de turbéria para as de algodão cultivado e, também, para determinar a interação das populações, onde infestações, em ambos os hospedeiros, ocorrem em estreita proximidade.

Julgando, através das diferenças morfológicas e biológicas, conclui-se que os bicudos de *G. thurberi* têm permanecido isolados daqueles do algodão cultivado e, possivelmente, de outras espécies selvagens de *Gossypium* do Noroeste do México. Devido à possibilidade de expansão de seus hospedeiros selvagens ou do cultivo extensivo do algodão, estas populações distintas têm reestabelecido contato através de uma área apreciavelmente grande. Isto é evidente em várias regiões, especialmente em Sonora, onde, em baixas altitudes, plantas de turbéria infestadas pelo bicudo são encontradas ao lado de plantações de algodão. Aparentemente, o período de isolamento entre estas duas populações foi suficientemente longo para que os bicudos de *G. thurberi* divergissem, até certo ponto, tanto morfológica como biologicamente, mas não o suficiente para evitar que cruzamentos e intergradações ocorressem, quando o contato foi reestabelecido.

Explicações para a dispersão ao longo da Costa Leste do México são complicadas por vários fatores. Primeiro, as espécies selvagens de *Gossypium* sobre as quais o bicudo poderia subsistir e dispersar são relativamente escassas. No momento, é possível que o bicudo tenha usado formas litorâneas de *G. hirsutum*, raça yucatanense, mas, a não ser que esta forma tenha tido uma distribuição mais extensa que a atual, ela provavelmente teve pouca importância na dispersão do bicudo em direção ao norte. O problema de o bicudo estar associado a outras plantas

além do algodão, ao longo da Costa Leste do México, é também de importância considerável. Fryxell & Lukefahr (1967) encontraram bicudos sobre *Hampea nutricia* ao norte de Veracruz, no entanto, a importância deste hospedeiro na ecologia e passado histórico do bicudo ainda não é conhecida. A possibilidade de que outras espécies selvagens tenham sido hospedeiros de *A. grandis* ao longo desta costa parece ser boa.

O possível papel exercido pelo homem, no passado histórico de *A. grandis* ao longo da Costa Leste do México, merece ser mencionado, apesar da existência de poucas informações concretas disponíveis. Considerando-se o grau de diferenças morfológicas entre o bicudo-mexicano e o bicudo-do-sudeste, a expansão inicial para o norte e o isolamento subsequente da última forma (no Nordeste do México) devem ter ocorrido no início da história da espécie. Este evento precedeu, muito provavelmente, as primeiras culturas de algodão feitas pelo homem. MacNeish (1966) coloca a era de agricultura incipiente na América Central em 6.000 a.C. + 500 anos. Sem considerar como aquela agricultura incipiente e a posterior tenham afetado a distribuição e a biologia do bicudo, permanece a evidência de que houve um período, razoavelmente longo, durante o qual a associação do bicudo com o algodão cultivado deve ter ocorrido.

As semelhanças morfológicas do bicudo da Costa Sudeste do México com aqueles de Cuba deixam pouca dúvida de que ambos tenham uma origem comum. O bicudo de Cuba foi, provavelmente, introduzido de algum lugar da Costa Leste do México através de extensivo comércio ocorrido após o descobrimento da América.

A importância da área do Nordeste do México na história de *A. grandis* não deve ser desprezada. O segmento do extremo norte da espécie, ao longo da costa leste, aparentemente, tornou-se isolado nesta área (Fig. 7), divergiu da população principal e, posteriormente, supriu os bicudos que se espalharam através do Cinturão do Algodão no Sudeste dos EUA. Com base em estudos de vários caracteres morfológicos, esta área do Nordeste do México é, hoje, obviamente, uma área secundária de transição entre o bicudo-do-sudeste com o bicudo-mexicano. É possível que um isolamento inicial nesta área tenha surgido, com a invasão e adaptação de indivíduos periféricos, provenientes da população principal, para uma região mais árida. O isolamento poderia ter acontecido sobre um hospedeiro selvagem desta região. Apesar de não se conhecer nenhuma destas plantas, atualmente, tal situação deve-se, provavelmente, mais ao desconhecimento sobre hospedeiros em geral, do que à ausência de tal hospedeiro. Lukefahr & Martin (1962) encontra-

ram o bicudo alimentando-se em *Cienfuegosia drummondii*, em condições apreciavelmente áridas do Sul do Texas. Esta e outras plantas poderiam facilmente ter servido como hospedeiros da espécie em áreas adjacentes do México. O cultivo extensivo do algodão no Nordeste do México poderia ter providenciado as condições necessárias para estas formas isoladas (talvez existindo originalmente em baixo número), aumentar o tamanho de sua população e iniciar a migração a ponto de, em 20 anos, cobrir a maior parte do Cinturão do Algodão no Sudeste dos EUA. Aquele mesmo algodão cultivado no Nordeste do México provavelmente, também, tenha servido como hospedeiro para restabelecer o contato entre a forma isolada e as populações da espécie localizadas mais para o sul. Isto poderia explicar as razões da existência da área de intergradação que é evidente nos Estados de Tamaulipas, Neuvo León, Cohahuila, Durango e Chihuahua. Foram estas formas intermediárias que se deslocaram para o oeste até Chihuahua, onde foram, pela primeira vez, registradas em 1950 (Johnston 1963) e, finalmente, até Presidio, Texas, onde a espécie foi encontrada em 1952 (Robertson 1957).

O movimento (Fig. 7) do bicudo para o Sudeste dos EUA é bem documentado (Loftin 1946) e discussões mais detalhadas são desnecessárias. A maioria da parte leste do Cinturão estava coberta por bicudos, aproximadamente em 1922.

Audant & Occénad (1937) registraram *A. grandis*, no Haiti, indicando que o mesmo havia chegado lá em 1932. Eles acharam que o bicudo foi acidentalmente introduzido no Haiti, proveniente do Texas ou de Cuba. Somente alguns exemplares do Haiti e da República Dominicana estão disponíveis para estudo, no entanto, eles mostram afinidades em vários caracteres com o bicudo-do-sudeste e considera-se, aqui, como sendo uma introdução de alguma parte ao longo da costa do Golfo do México, nos EUA.

Whitcomb & Britton (1953) expressaram a opinião de que o bicudo, definitivamente, tornou-se conhecido na Venezuela em 1949, mas, possivelmente, já se encontrava lá desde 1942. Assim como os bicudos do Haiti, os da Venezuela se parecem com os do Sudeste dos EUA e sua introdução é também considerada acidental. É interessante notar que o bicudo da Venezuela, apesar de sua introdução recente, já tenha se adaptado a um hospedeiro nativo, *Cienfuegosia affinis*.

Marin (1981) dá conta de que o bicudo foi encontrado pela primeira vez na Colômbia, sobre algodão cultivado, em janeiro de 1951. Esta infestação pode ter vindo da Venezuela, muito antes; no entanto,

os bicudos da Colômbia e da Venezuela diferem entre si em vários caracteres, e a possibilidade de que representem introduções separadas deve ser considerada.

A origem dos bicudos presentes no Brasil, onde a espécie foi oficialmente encontrada em fevereiro de 1983, primeiro em São Paulo e, depois, em julho do mesmo ano, na Paraíba (Cross, W.H. Comunicação pessoal, 1984) ainda não foi determinada com certeza. Evidências morfológicas indicam que o bicudo existente no Brasil seja semelhante ao do Sudeste dos EUA, conseqüentemente, poderia ter se originado tanto dos EUA, como do Nordeste do México, do Haiti, República Dominicana, Venezuela ou Colômbia. A chegada do bicudo no Brasil deve ter resultado de introdução e, não, de expansão natural do inseto. Evidências disponíveis indicam que a infestação da Paraíba, possivelmente, foi feita através de transporte de caroço de algodão proveniente de São Paulo (Cross, W.H. Comunicação pessoal, 1984).

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer a Thomas Oldham pela assistência na análise de alguns dos dados apresentados aqui, a Pamela Hiebert pela preparação das ilustrações e outros auxílios, e a Cathy Banks por ter datilografado o manuscrito. A maioria dos dados sobre os quais o artigo está fundamentado foi conseguido através da assistência financeira do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Finalmente, um agradecimento todo especial ao entomólogo brasileiro Dr. Vitor Osmar Becker, do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) — EMBRAPA, Planaltina, pela tradução deste Capítulo para o Português.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. & BURKE, H.R. Larvae of the weevil tribe of the Anthonomini. *Misc. Publ. Entomol. Soc. Am.*, 8:31-80, 1972.
- ANDERSON, D.M. Observations of the pupae of *Anthonomus grandis grandis* and *A. grandis thurberiae* Pierce (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 61(1):125-9, 1968.
- AUDANT, A. & OCCÉNAD, A. The Mexican cotton boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman, in Haiti. *J. Agric. Univ. P. R.*, 21(1):69-76, 1937.

- BARTLETT, A.C.; RANDALL, W.C. & MAY, J.E. Allozyme variation among populations of boll weevils in Arizona and Mexico. *Southwest. Entomol.*, **8**(2):118-30, 1983.
- BODEGAS VALERA, R.; GARCIA FLORES, R. & COSS FLORES, M.E. de. Aspectos de interes sobre las hospederas alternantes del picudo del algonodero *A. grandis* y avances en la investigación respectiva en el Soconusco, Chiapas, Mexico. Tapachula, Cent. Invest. Ecol. Sureste, 1977. 14p. (OEA-CIES. Bol. Inf., 3).
- BOHEMAN, C.H. Original description of *Anthonomus grandis*. In: SCHOENHERR, C.J. *Genera et species Curculionidae. s.l., s.ed., 1843. v.7, parte 2, p.232-33.*
- BURKE, H.R. Bionomics of the anthonomine weevil. *Ann. Rev. Entomol.*, **21**: 283-303, 1976.
- BURKE, H.R. Elytral interval polymorphism in *Anthonomus grandis* and *Anthonomus vestitus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Coleopt. Bull.*, **20**(4): 104-6, 1966.
- BURKE, H.R. Geographic variation and taxonomy of *Anthonomus grandis* Boheman. s.l., s.ed., 1968. 151p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Dep. Tech. Rep.).
- BURKE, H.R. Studies of the genus *Anthonomus* in North and Central America (Coleoptera: Curculionidae). II. The subgenus *Anthonomorphus* Dietz. *Coleopt. Bull.*, **18**:7-17, 1964.
- BURKE, H.R. & CATE, J.R. A new species of Mexican *Anthonomus* related to the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **72**(2): 189-92, 1979.
- BURKE, H.R.; CLARK, W.E. & CROSS, W.H. Larvae and pupae of the *Anthonomus* subgenus *Anthonomorphus* Dietz, *A. grandis* Boheman and *A. hunteri* Burke and Cat (Coleoptera: Curculionidae). *Southwest. Entomol.*, **9**(1):84-90, 1984.
- COAD, B.R. Relation of the Arizona wild cotton weevil to cotton planting in the arid west. s.l., US Dep. Agric., 1915. 12p. (US Dep. Agric. Bull., 233).
- COAD, B.R. Studies on the biology of the Arizona wild cotton weevil. s.l., US Dep. Agric., 1916. 23p. (US Dep. Agric. Bull., 344).
- COAD, B.R. & PIERCE, W.D. Studies of the Arizona thurberia weevil on cotton in Texas. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, **16**:23-7, 1914.
- COOK, O.F. A wild host plant of the boll weevil in Arizona. *Science*, **37**(946): 259-61, 1913.

- CROSS, W.H.; LUKEFAHR, M.J.; FRYXELL, P.A. & BURKE, H.R. Host plants of the boll weevil. *Environ. Entomol.*, 4(1):19-26, 1975.
- DIETZ, W.G. Revision of the genera and species of Anthonomini inhabiting North America. *Trans. Am. Entomol. Soc.*, 18:177-276, 1891.
- DUNN, H.A. **Cotton boll weevil** (*Anthonomus grandis* Boh.); abstracts of research publication, 1843-1960. s.l., US Dep. Agric., 1964. 194p. (US Dep. Agric. Coop. State Res. Serv. Misc. Publ., 985).
- EDWARDS, J.C. A new approach to infraspecific categories. *Syst. Zool.*, 3(1):1-20, 1954.
- FRYXELL, P.A. A further description of *Gossypium trilobum*. *Madrono*, 18(4): 113-8, 1965a.
- FRYXELL, P.A. Stages in the evolution of *Gossypium* L. *Adv. Front. Plant Sci.*, 10:31-56, 1965b.
- FRYXELL, P.A. & LUKEFAHR, M.J. *Hampea* Schlecht; possible primary host of the cotton boll weevil. *Science*, 155:1568, 1967.
- FYE, R.E. & PARENIA JUNIOR, C.R. **The boll weevil complex in Arizona**. s.l., US Dep. Agric., 1972. 24p. (US Dep. Agric. Prod. Res. Rep., 139).
- GLICK, B. & MITLIN, N. An immunological study of the antigens of *Anthonomus grandis* and *Anthonomus grandis thurberiae*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 61(2): 548-9, 1968.
- HANSEN, H.C. Distribution of Arizona wild cotton (*Thurberia thespesioides*). *Ariz. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull.*, (3):49-59, 1923.
- HUBBELL, H. The naming of geographically variant populations. *Syst. Zool.*, 3(3): 113-21, 1954.
- HUNTER, W.D. & PIERCE, W.D. **The Mexican cotton boll weevil**; a summary of the investigation of this insect up to December 31, 1911. s.l., s.ed., 1912. 188p. (US Senate Doc., 305).
- JOHNSTON, H.G. **Status of the western boll weevil-current programs and outlook**. s.l., Cotton Gin and Oil Mill Press, 1963. p.63-6.
- LOFTIN, V.C. **Living with the boll weevil for fifty years**. s.l., s.ed., 1946. p.273-92. (Smithson. Rep. for 1945. Publ., 3827).
- LUKEFAHR, M.J. A new host of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, 49(6):877-9, 1956.
- LUKEFAHR, M.J. & MARTIN, D.F. A native host plant of the boll weevil and other cotton insects. *J. Econ. Entomol.*, 55(1):150-1, 1962.

- MACNEISH, R.D. The food-gathering and incipient agriculture stage of prehistoric Middle America. In: HANDBOOK of middle American Indians. Austin, Univ. of Texas Press, 1964. v.1, p.413-26.
- MARIN, H.C. El picudo del algodón; treinta años de existencia en Colombia. s.l., Inst. Colombiano Agropecu., 1981. 19p. (Bol. Tec., 81).
- MITLIN, L.L. & MITLIN, N. Boll weevil *Anthonomus grandis* Boh.; abstract of research publications 1961-1965. s.l., US Dep. Agric., 1968. 32p. (US Dep. Agric. Misc.).
- MORRILL, A.W. Arizona wild cotton of thurberia and its insect enemies in relation to the cotton industry in the Southwest. *J. Econ. Entomol.*, 14:472-8, 1921a.
- MORRILL, A.W. Cotton boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, 14:373-4, 1921b.
- NAMES for boll weevil complex. *Coop. Econ. Insect Rep.*, 16(11):1-199, 1966.
- PIERCE, W.D. The occurrence of a cotton boll weevil in Arizona. *J. Agric. Res.*, 1:89-99, 1913.
- ROBERTSON, O.T. Occurrence of the boll weevil in the Big Bend of Texas. *J. Econ. Entomol.*, 50(1):102, 1957.
- SCHWARTZ, E.A. The cotton boll weevil in Cuba (*Anthonomus grandis* Boheman). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 6(1):13-7, 1904.
- TOWNSEND, C.H.T. Report of the Mexican cotton boll weevil in Texas (*Anthonomus grandis* Boheman). *Insect Life*, 7(4):295-309, 1895.
- WARNER, R.E. Taxonomy of the subspecies of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 59(6):1073-88, 1966.
- WARNER, R.E. & SMITH JUNIOR, C.E. Boll weevil found in pre-Columbian cotton from Mexico. *Science*, 162:911-2, 1968.
- WERNER, F.G. A new character for the identification of the boll weevil and the thurberia weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 53(4): 548-9, 1960.
- WHITCOMB, W. & BRITTON, L.A. The control of the cotton boll weevil *Anthonomus grandis* Boh. in Venezuela. *Emp. Cotton Grow. Rev.*, 30:177-81, 1953.
- WILSON, E.O. & BROWN JUNIOR, W.L. The subspecies concept and its taxonomic application. *Syst. Zool.*, 2(4):97-111, 1953.

ECOLOGIA DO BICUDO DO ALGODOEIRO

E.P. Lloyd
Boll Weevil Research Laboratory
USDA-ARS
Mississippi State, MS 39762-5367
USA

RESUMO

O conhecimento da biologia, o comportamento e a ecologia do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, indicam que este inseto pode adaptar-se, rapidamente, a novos ambientes. Em áreas dos Estados Unidos, onde se concentra grande parte da sua produção, o algodoeiro é a única planta onde o bicudo pode reproduzir-se. Entretanto, ocorrem hospedeiros alternativos no Sul do Texas, no Sul da Flórida e no México. A reprodução do bicudo inicia-se com o aparecimento dos botões florais e continua até que condições desfavoráveis ocorram, isto é, quando cessa a produção de botões florais, flores e maçãs ou quando as plantas são mortas por geadas. Quando não existem plantas hospedeiras, os mecanismos de sobrevivência do bicudo durante períodos adversos de entressafra parecem variáveis. Na quase totalidade da área plantada com algodão nos Estados Unidos, o bicudo sobrevive o inverno em diapausa facultativa. Em regiões mais quentes, o bicudo pode sobreviver à entressafra preso dentro de maçãs não abertas, sem entrarem em diapausa. A dispersão do bicudo parece iniciar-se com a cessação da frutificação da planta. Bicudos marcados, durante o outono, foram recapturados a 104,6 quilômetros de distância do ponto onde haviam sido soltos.

INTRODUÇÃO

O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, invadiu plantios de algodão dos Estados Unidos, em Brownsville-TX, por volta de 1892. Naquele País, ele sobrevive, principalmente, em algodoeiros cultivados, apesar de populações limitadas serem também encontradas em *Cienfuegosia* spp. e *Thespesia* spp. no Sul do Texas (Cross et al. 1975). Nos trópicos, os hospedeiros incluem *Gossypium hirsutum* L., *G. barbadense* L. e pelo menos quatro outros gêneros da família Malvaceae: *Thespesia*, *Cienfuegosia*, *Hampea* e *Hibiscus* (Cross et al. 1975). Esse alto grau de especificidade para hospedeiros é característico para membros da família curculionidade, e o bicudo demonstra uma forte preferência para alimentação e reprodução em botões florais de algodão e dos hospedeiros alternativos.

O bicudo, normalmente, passa a entressafra na forma adulta, sob vegetação morta, embaixo de matos que circundam os campos de algodão. Nos Estados Unidos, a entressafra coincide com o período de inverno e os bicudos hibernam na condição de *diapausa facultativa*. Brazzel Junior & Newson (1959) foram os primeiros a documentar a ocorrência de *diapausa* na espécie, que se caracteriza pela cessação da gametogênese, atrofia das gônadas, aumento do conteúdo de gorduras, diminuição da quantidade de água e diminuição da taxa respiratória.

Esse mecanismo de *diapausa* permite que o bicudo sobreviva, de uma safra para outra, em ambientes bem protegidos, preferencialmente, debaixo da cobertura morta de matas, à superfície do solo. A percentagem de sobrevivência está diretamente relacionada à rigorosidade do inverno, como observado por Pfrimmer & Merkl (1981); a temperaturas baixas de -22°C e baixa umidade, o nível de mortalidade foi maior.

EMERGÊNCIA DAS POPULAÇÕES QUE SOBREVIVERAM AO INVERNO

Normalmente, no Sul dos Estados Unidos, planta-se algodão da última quinzena de abril até fins de maio. Exceção é feita para o Sul do Estado do Texas, onde se inicia o plantio em 15 de fevereiro. Os primeiros botões florais aparecem entre o início e meados de junho e a florada vai do início de julho até que a planta sofra estresse nutricional ou hídrico. Os capulhos começam a abrir-se em fins de agosto ou início de setembro e as plantas morrem ao ocorrerem as primeiras geadas, entre fins de outubro e início de dezembro.

Os bicudos começam a sair dos locais de hibernação em março, assim que surgem os primeiros dias quentes. Entretanto, o pico de emergência ocorre em junho, com um pequeno segmento saindo, mesmo no início de agosto (Mitchell et al. 1976). Pode-se, então, concluir que a emergência dos adultos se estende por um período superior a seis meses.

REPRODUÇÃO

A reprodução se inicia quando os botões florais atingem cerca de 6 mm de diâmetro. Os ovos são postos, isoladamente, nos botões florais, à taxa de 7 a 11, por fêmea e por dia, atingindo um total médio de 150 ovos por fêmea, durante um período de 21 dias. Tipicamente, o período de incubação é de três dias, seguindo-se da eclosão das larvas que apresentam três instares, os quais duram, em média, 2, 2 e 4 dias, respectivamente. O período pupal que se segue dura de quatro a seis dias. As fêmeas novas precisam alimentar-se de três a cinco dias antes de iniciarem a postura. Dessa forma, o período de desenvolvimento, de ovo a ovo, dura cerca de 21 dias. Um a dois dias após a primeira muda de pele

da larva, forma-se uma membrana de abscisão no local onde o pedúnculo do botão floral prende-se ao galho. Em seguida, o botão floral cai ao solo e a larva continua seu desenvolvimento por cerca de dez a onze dias, até a eclosão do adulto. Nesse curto período de tempo, o botão floral é particularmente exposto à dessecação e a elevadas temperaturas do solo, ocorrendo alta taxa de mortalidade das larvas.

O aparecimento da primeira geração de campo coincide com a iniciação da florada, em início de julho, e a segunda geração de campo aparece em fins de julho ou início de agosto. A terceira geração ocorre em fins de agosto e a quarta, entre meados e fins de setembro. Em determinadas circunstâncias, poderão ser colocados ovos para uma quinta geração, ainda em setembro. Entretanto, na Universidade Estadual do Mississippi, Harris et al. (1966) observaram que ovos postos após o dia 25 de setembro não se desenvolvem até adultos, antes da primeira geada de início de novembro. Observaram, também, que o período de tempo requerido para o desenvolvimento dos estágios imaturos aumentava à medida que a temperatura diminuía.

Os bicudos que chegam aos campos de algodão antes da existência de botões florais agregam-se nas plantas mais desenvolvidas. Os machos, aí se alimentando dos terminais, produzem feromônio, aumentando a agregação. Cross & Mitchell (1975) observaram que só os machos, que se alimentavam em botões florais, atraíam as fêmeas. Lloyd (dados não-publicados) observou que, quando a produção de botões florais se inicia, o movimento de bicudos machos de uma planta para outra é muito limitado. Entretanto, após o acasalamento, as fêmeas movimentam-se de 3,2 até 5,6 metros por dia. Após o início da produção de botões florais, a resposta da fêmea ao feromônio do macho é principalmente sexual.

Cross & Mitchell (1975) também observaram que a cópula de fêmeas que saem de diapausa dura de 31 a 37 minutos, com uma média de 27 minutos, e que acasalamentos múltiplos foram observados em um mesmo dia ou em dias subseqüentes. Outra observação importante feita pelos mesmos autores foi a de que mais de 60% das fêmeas acasalam no outono e retêm esperma viável em sua espermateca durante o inverno, possibilitando a postura de ovos férteis na primavera seguinte. Notaram que a fêmea que saía de hibernação escavava um orifício de postura em que demorava de 1 a 24 minutos, com média de 5,2 minutos, depois do que, girava o seu corpo num ângulo de 180° e colocava seu ovipositor no interior do orifício e, após um período que variava de 2,2 a 3,2 minutos seguia-se a postura. A postura só se verificou durante o dia, com uma média de 0,74 ovo por hora.

INICIAÇÃO DE DIAPAUSA EM POPULAÇÕES DE CAMPO

Como já foi mencionado antes, Brazzel Junior & Newson (1959) observaram que a diapausa se caracterizava pela cessação da gametogênese, atrofia das gônadas, aumento do teor de gordura, diminuição do teor de umidade e redução da taxa de respiração. Brazzel Junior & Hightower (1960) observaram que os primeiros bicudos em diapausa apareciam a partir de fins de julho, extendendo-se até o mês de agosto, em vários campos de algodão na parte central do Texas. Em seguida, Lloyd & Merkl (1966) observaram bicudos com características de diapausa já no dia 11 de agosto em alguns campos de algodão do Mississippi, e, em outros, apenas no dia 8 de setembro. Lloyd et al. (1964) verificaram que a entrada em diapausa, por um segmento da população, coincidia com a cessação do florescimento em cada campo de algodão. Em estudos de laboratório, identificaram-se cinco estímulos que comandavam o início da diapausa os quais estão relacionados na Tabela 1 (Lloyd et al. 1967).

A iniciação da diapausa esteve associada aos bicudos se alimentarem de maçãs, ao número limitado de botões florais disponíveis para os adultos, a temperaturas baixas, à exposição das formas imaturas a uma fotofase pequena e às larvas se alimentarem de maçãs.

TABELA 1. Percentagem de adultos entrando em diapausa, quando expostos como larvas, pupas e adultos a diferentes condições ambientais (Lloyd et al. 1967).

Larvas e pupas ¹ Período de luz	Adultos ²		% Completando diapausa ³
	Período de luz	Dieta/dia	
Contínua	Contínua	1 botão floral/5 bicudos	11,0 a
Contínua ⁴	Contínua	1 botão floral/5 bicudos	24,0 b
Contínua	Contínua	1 botão floral/10 bicudos	36,0 c
11 horas	Contínua	1 botão floral/5 bicudos	41,6 c
Contínua	Contínua	1 maçã/5 bicudos	42,5 c
Contínua	12 horas ⁵	1 botão floral/5 bicudos	44,5 c

¹ Dieta larval sintética a não ser que se indique o contrário; temperatura constante de 26,67°C.

² Temperatura constante de 26,67°C, a não ser que se indique o contrário.

³ Tratamentos com a mesma letra não são significantes ao nível de 5% de probabilidade.

⁴ Alimentados com dieta de maçãs.

⁵ 20,67°C durante o período claro e 10°C durante o período escuro.

No campo, os mesmos autores observaram dois períodos de entrada em diapausa. O primeiro ocorreu em agosto ou setembro (nas condições climáticas do Mississippi), quando as plantas cessaram seu florescimento, restando apenas maçãs como alimento. O segundo ocorreu durante o mês de outubro, quando as temperaturas noturnas eram baixas e só existiam botões florais como alimento.

Tingle & Lloyd (1969) usando teor máximo de gordura e teor mínimo de umidade como critérios, observaram que bicudos, alimentados com maçãs de onze e quinze dias de formadas e, mantidas à temperatura de 26,7°C, estavam em diapausa completa em uma semana. Quando, entretanto, mantidos a 21,2°C por um período claro de 10 horas e a 10°C por um período escuro de 14 horas, somente, após três a quatro semanas, atingiram o máximo teor de gordura e o mínimo teor de umidade. Então, o período necessário aos bicudos para atingirem diapausa completa foi inversamente proporcional à temperatura. Entretanto, os bicudos mantidos a 26,7°C e alimentados com maçãs de onze a quinze dias de idade chegaram à diapausa completa mais rapidamente que aqueles alimentados com maçãs ou botões florais de um a dez dias de idade e mantidos à mesma temperatura. Quando os bicudos foram mantidos a temperaturas baixas, a dieta não pareceu influenciar no período de tempo necessário para atingir diapausa completa.

Guerra et al. (1984), em estudos realizados com bicudos em uma faixa tropical do Sul do México, indicaram que eles se mantinham quiescentes e não atingiam diapausa verdadeira, como descrita por Brazzel Junior & Newson (1959), mas mantinham-se fisiologicamente ativos e reprodutivos durante a entressafra que, lá, se estende de janeiro a julho. Aqueles bicudos completaram seus ciclos de vida e mantinham-se encapsulados num estado quiescente ou de repouso, no interior de maçãs secas, ao longo do período de baixa umidade. Mais de 50% das maçãs secas que foram colhidas em janeiro e fevereiro deram origem a bicudos vivos e reprodutivos, quando foram abertas em julho. Os órgãos sexuais e o conteúdo de gordura no abdômen dos machos e fêmeas, dissecados entre janeiro e julho, variaram de médio a grande, em tamanho e quantidade. Os autores, também, observaram que todos os bicudos ficavam ativos e capazes de reproduzir-se algumas horas após sua saída das maçãs secas.

Fye (1968) observou, no Arizona, que adultos de *Anthonomus grandis thurberiae* Pierce saíam de maçãs de algodão silvestre, quando uma chuva de verão chegava de 100 - 180 mm. A emergência aumentava bruscamente com as primeiras chuvas pesadas de início de julho e continuava até agosto. Leggett & Fye (1969), em testes controlados de labo-

ratório, observaram que, quando a umidade da maçã é menor que 50%, a sobrevivência e a saída dos adultos são comprometidas.

Cross, dados não-publicados, observou bicudos com os caracteres clássicos para diapausa, tanto no Estado do Arizona, como no México. Está bastante claro que pesquisas realizadas em regiões ecológicas distintas têm revelado uma grande variação nos mecanismos de sobrevivência do bicudo durante o período da entressafra. Estudos detalhados sobre estes mecanismos precisam ser realizados nas áreas brasileiras recentemente invadidas pelo bicudo.

DISPERSÃO DO BICUDO A GRANDES DISTÂNCIAS

Após infestar as primeiras lavouras de algodão nos Estados Unidos, o bicudo se espalhou por quase todo o País, a leste do planalto texano, a velocidades de 96 a 193 quilômetros por ano, infestando toda a área de algodão já em 1928. Um estudo sobre a dispersão natural do bicudo no México foi conduzido por Davich et al. (1968) mostrando que a distância máxima de um campo infestado, onde ainda capturaram adultos, foi de 72,4 quilômetros. Esse estudo foi conduzido, utilizando-se de uma linha de armadilhas entre Juarez e Rancho, a 9,3 quilômetros de Chihuahua, ao longo da Rodovia Panamericana. W.A. Dickerson (comunicação pessoal) recapturou um bicudo marcado, em uma armadilha de feromônio, a 104,6 quilômetros do ponto de soltura, na Carolina do Norte.

McKibben (1984) estudou a habilidade para voar do bicudo, em condições simuladas, e investigou a influência do ambiente sobre sua dispersão. Em testes de laboratório, até hoje conduzidos, pode-se concluir que um bicudo pode voar durante 5 horas e 12 minutos, continuamente. A maior distância voada foi de 22 quilômetros. Além de o bicudo poder, por si só, deslocar-se a distâncias consideráveis, o seu transporte por ventos de superfície parece assumir importância ainda maior. A combinação da habilidade para voar e dos ventos de superfície parece responsável pelo deslocamento de 104,6 quilômetros, observado por Dickerson, na Carolina do Norte. Lloyd (dados não-publicados) observou, em 1983, que as formas dispersantes eram, basicamente, constituídas de fêmeas fora da condição de diapausa.

Há necessidade de pesquisa adicional sobre o bicudo, em ambientes tropicais onde ele ocorre, porque a grande variabilidade genética da espécie permite sua sobrevivência e reprodução sob as mais diferentes condições ambientais.

ADENDO DOS EDITORES

Entre janeiro e fevereiro de 1984, o Dr. W.H. Cross passou um mês no Brasil, estudando o bicudo em seus aspectos ecológicos. Em março do mesmo ano, ele foi assassinado no México, em uma de suas expedições científicas. Antes de viajar para o México, ele enviou, como uma comunicação pessoal para um dos editores (M.J. Lukefahr), um sumário de seu trabalho sobre diapausa do bicudo nos trópicos. Esse trabalho é apresentado abaixo, sendo a primeira pesquisa documentada sobre a ocorrência de diapausa em bicudo, nos trópicos.

DIAPAUSA EM BICUDO NOS TRÓPICOS

W.H. Cross

Um levantamento, envolvendo o bicudo, foi conduzido no Sul do México, América Central e região Norte da América do Sul, entre 15 de março e 4 de maio de 1961. Nas localidades onde foram coletados adultos, alguns deles foram examinados em seu estado fisiológico de diapausa. A quantificação das condições de diapausa descritas por Brazzel e Newson foi modificada, sendo que os caracteres considerados foram: acúmulo de gordura no abdômen, desenvolvimento das gônadas e presença de ovos ou esperma. A Tabela 2 indica o número de bicudos reprodutivos (R), intermediários (I) e em diapausa (D). O período de levantamento foi, geralmente, na entressafra. As exceções foram devidas a algum plantio experimental irrigado (indicado úmido, na coluna condições de cultivo) ou outras localidades onde havia alguma umidade no solo (Int. = intermediário). Os locais de amostragem e os resultados também estão na Tabela 2.

Segue-se um sumário das informações anteriormente apresentadas para machos e fêmeas, combinadas com percentagem de diapausa, para condições úmidas, intermediárias e secas, entre parênteses.

Áreas	Reprodutiva	Em diapausa	Em diapausa completa + diapausa intermediária
Úmida	57	0 (0%)	0 (0%)
Intermediária	14	8 (28%)	15 (52%)
Seca	63	38 (30%)	62 (50%)

Estes dados sugerem que o bicudo entra em diapausa, em áreas tropicais, quando a lavoura completa seu ciclo e, especialmente, quando a umidade do solo diminui e estressa as plantas. Tanto a raça mexicana, como a raça do sudoeste americano experimentam o mesmo fenômeno.

Chama-se a atenção dos leitores para dois artigos, em fase de publicação, que se relacionam à ocorrência de diapausa em bicudo, no Nordeste do Brasil:

BRAGA SOBRINHO, R. & LUKEFAHR, M.J. Ocorrência e incidência de diapausa do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) na região Nordeste do Brasil. s.n.t. Prelo.

BRAGA SOBRINHO, R. & LUKEFAHR, M.J. Sobrevivência do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) na região equatorial do Nordeste do Brasil, com informações sobre os locais de diapausa. s.n.t. Prelo.

TABELA 2. Número de bicudos reprodutivos (R), intermediários (I) e em diapausa (D).

Data	Áreas	Condições de cultivo	Machos			Fêmeas		
			R.	I.	D.	R.	I.	D.
16/03	Iguala, México	Úmido	5	0	0	5	0	0
22/03	Alotenango, Guatemala	Int.	3	0	0	3	0	0
24/03	Zacapa, Guatemala	Úmido	1	0	0	1	0	0
24/03	Oito km a oeste de Zacapa	Seco	-	-	-	1	0	0
24/03	Chiquimula, Guatemala	Int.	1	1	2	1	0	3
05/04	Mariara, Venezuela	Seco	1	1	7	1	2	8
05/04	Aquasol, Venezuela	Úmido	17	0	0	10	0	0
04/04	Maracay, Venezuela	Int.	0	4	1	3	1	1
10/04	Repelón, Colômbia	Seco	12	8	3	7	3	4
10/04	Sul de Malambo, Colômbia	Seco	2	2	1	2	0	0
11/04	Algarrobo, Colômbia	Seco	2	0	0	-	-	-
18/04	Barranca, Costa Rica	Seco	3	0	2	0	1	0
18/04	Las Cañas, Costa Rica	Seco	6	1	0	3	1	0
18/04	Fazenda CIBA, Costa Rica	Úmido	5	0	0	6	0	0
21/04	Chinandega, Nicarágua	Seco	2	0	2	0	0	1
24/04	La Calera, Nic.	Úmido	6	0	0	1	0	0
27/04	La Esperanza, Honduras	Seco	8	1	3	0	4	0
28/04	Norte de Choluteca, Honduras	Seco	4	0	1	2	0	0
02/05	Sudoeste de Zacatecoluca, El Salvador	Seco	2	0	4	5	0	2
02/05	Sudoeste de Zacatecoluca, El Salvador	Int.	2	0	1	1	1	0
	Total	Úmido	34	0	0	23	0	0
	Total	Int.	6	5	4	8	2	4
	Total	Seco	42	13	23	21	11	15

REFERÊNCIAS

- BRAZZEL JUNIOR, J.R. & HIGHTOWER, B.G. A seasonal study of diapause, reproductive activity and seasonal tolerance to insecticides in the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **53**:41-6, 1960.
- BRAZZEL JUNIOR, J.R. & NEWSON, L.D. Diapause in *Anthonomus grandis* Boheman. *J. Econ. Entomol.*, **52**:603-11, 1959.
- CROSS, W.H.; LUKEFAHR, M.J.; FRYXELL, P.A. & BURKE, H.R. Host plants of the boll weevil. *Environ. Entomol.*, **4**:19-26, 1975.
- CROSS, W.H. & MITCHELL, H.C. Mating behavior of the female boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **59**:1503-607, 1966.
- DAVICH, T.B.; HARDEE, D.D. & ALICLA, J. Longrange dispersal of boll weevils determined with wing traps baited with males. *J. Econ. Entomol.*, **63**:1706-8, 1970.
- FYE, R.E. The thurberia weevil in Arizona. *J. Econ. Entomol.*, **61**:1264-8, 1968.
- GUERRA, A.A.; FLORES GARCIA, R.; BODEGAS VALERA, R.V. & COSS FLORES, M.E. de. The quiescent physiological status of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) during the non-cotton season of Soconusco in Chiapas, Mexico. *J. Econ. Entomol.*, 1984. Prelo.
- HARRIS, F.A.; LLOYD, E.P. & BAKER, D.N. Effects of the fall environment on the boll weevil in northeast Mississippi. *J. Econ. Entomol.*, **59**:1327-30, 1966.
- LEGGETT, J.E. & FYE, R.E. The role of moisture in winter survival of the boll weevil complex in Arizona. *J. Econ. Entomol.*, **62**:147-9, 1969.
- LLOYD, E.P.; LASTER, M.L. & MERKL, M.E. A field study of diapause, diapause control and population dynamics of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **57**:433-8, 1964.
- LLOYD, E.P. & MERKL, M.E. Seasonal occurrence of diapause in the boll weevil in Mississippi. *J. Econ. Entomol.*, **54**:1214-8, 1966.
- LLOYD, E.P.; TINGLE, F.C. & GAST, R.T. Environmental stimuli inducing diapause in the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **60**:99-102, 1967.
- MCKIBBEN, G.H. Development of a model for boll weevil dispersal. In: BELT-WIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, Atlanta, EUA, 1984. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1984.
- MITCHELL, H.C. & CROSS, W.H. Mating of boll weevils in the field. *J. Econ. Entomol.*, **68**:773-4, 1971.

- MITCHELL, E.B.; LLOYD, E.P.; HARDEE, D.D.; CROSS, W.H. & DAVICH, T.B. Infield traps and insecticides for suppression and elimination of populations of boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **69**:83-8, 1976.
- PFRIMMER, T.R. & MERKL, M.E. Boll weevil; winter survival in surface woods trash in Mississippi. *Environ. Entomol.*, **10**:419-23, 1981.
- TINGLE, F.C. & LLOYD, E.P. Influence of temperature and diet on the attainment of firm diapause in the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **62**:596-9, 1969.

USO DE ARMADILHAS DE FEROMÔNIO PARA LEVANTAMENTO, DETECÇÃO E CONTROLE DO BICUDO

J.E. Leggett
Cotton Production Research Unit
USDA-ARS
Florence, SC 29503
USA

RESUMO

O feromônio do bicudo do algodoeiro, produzido pelos machos, é excretado na serragem expelida após os insetos se alimentarem de botões florais e maçãs pequenas. O feromônio sintético, chamado de "grandlure", é formulado em uma mistura de polietileno glicol e injetado em filtros de cigarro ou é colocado entre camadas de plástico laminado. Na forma mais comumente utilizada, usam-se 10 mg de "grandlure" que se mantêm ativos por, aproximadamente, duas semanas. Cada partida de "grandlure", em filtros de cigarro ou em plástico laminado, precisa ter sua atividade biológica confirmada por testes de laboratório e de campo. As armadilhas de feromônio são mais eficientes no início e no final do ciclo do cultivo, quando capturam tanto machos quanto fêmeas. Durante o pico de produção de botões florais, as armadilhas não são tão eficientes e o "grandlure" passa a agir apenas como feromônio sexual. A eficiência da armadilha é influenciada por muitos fatores e deve ser feito muito esforço para mantê-la no ótimo de suas condições de operação. Os bicudos podem ser facilmente detectados, quando estão em alta densidade populacional, mas devem ser tomados cuidados especiais na colocação e densidade das armadilhas, se o objetivo é detectar uma população baixa. Os bicudos podem ser encontrados em plantas jovens de algodão, mas estas se tornam mais atrativas após o início da produção de botões florais e após os machos se alimentarem e produzirem feromônio. O grau de supressão de uma população de bicudos que se pode conseguir depende do número e da eficiência das armadilhas usadas, do número de machos presentes no campo e do estágio de desenvolvimento da planta. A captura através das armadilhas pode ser usada para prever o dano a ser causado pelo bicudo, mas o índice de armadilha deve ser desenvolvido para cada área, especificamente.

INTRODUÇÃO

A armadilha de feromônio é uma das ferramentas mais importantes, até hoje desenvolvidas, para detectar a presença do bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, em algodoads. A armadilha tem maior sensi

bilidade na detecção que qualquer técnica manual de levantamento, possibilitando que populações muito baixas sejam detectadas e que populações extremamente baixas sejam suprimidas.

A DESCOBERTA DE FEROMÔNIO

Cross & Mitchell (1966) observaram o comportamento sexual de bicudos em parcelas experimentais de 0,08 ha e postularam que um feromônio era produzido pelos machos. A resposta das fêmeas ao feromônio produzido pelos machos foi confirmada em ensaio de laboratório efetuado por Keller et al. (1964) que expuseram fêmeas a um extrato de substâncias químicas voláteis coletado de machos. A primeira indicação positiva de que as fêmeas respondiam aos machos ou ao extrato de machos colocados contra o vento, em experimentos de campo, foi obtida por Cross et al. (1969). O feromônio é excretado pelos machos, nas fezes, após se alimentarem de botões florais ou maçãs pequenas. A quantidade de feromônio produzida é muito pequena, quando os machos se alimentam de folhas e brotos (Hardee 1970). Tumlinson et al. (1969) isolaram, identificaram e sintetizaram os quatro componentes do feromônio do bicudo: (+) - *cis* - 2 - isopropenil - 1 metilciclobutano-etanol (I), (Z) - 3,3 - dimetil - $\Delta^{1,\beta}$ - ciclohexanoetanol (II), (Z) - 3,3 - dimetil - $\Delta^{1,\alpha}$ - ciclohexanoacetaldeído (III) e (E) - 3,3 - dimetil - $\Delta^{1,\alpha}$ - ciclohexanoacetaldeído (IV), que subseqüentemente, foi chamado de "grandlure" (Hardee et al. 1972). McKibben et al. (1977) encontraram um feromônio produzido por fêmeas e que atraía os machos em testes de laboratório, mas que, no campo, era eficiente apenas a distâncias muito curtas.

FORMULAÇÕES DE "GRANDLURE"

As primeiras tentativas para o uso de "grandlure" limitavam-se à aplicação de soluções a suportes cromatográficos, como tijolos refratários. O período efetivo das melhores soluções não passava de algumas horas, devido à volatilização e à degradação, por oxidação, dos aldeídos.

Vários polímeros foram testados no laboratório de pesquisa do bicudo, em Starkville, MS, USA, em 1968, como substâncias que permitissem a liberação gradativa do "grandlure" e que pudessem ser utilizados como aditivos. Polietileno glicol (PEG) foi o que apresentou melhores resultados (McKibben et al. 1971, 1974). A primeira formulação contendo PEG a ser testada no campo foi um tablete prensado, que se

mostrou ineficiente, devido à rapidez da liberação do feromônio. Daí, testou-se o emprego de chumaços de algodão de uso dentário, contendo "grandlure" e PEG, aplicados numa solução de metanol-glicerol-água, apresentando-se como método bastante eficiente. Mais tarde, filtros de cigarros substituíram os chumaços dentários como substrato para a solução de metanol-glicerol-água. Testes de campo com esse novo método mostraram que, apesar de a liberação do "grandlure" ter sido mais lenta, a vida útil da formulação com dosagens de "grandlure" até 8 mg não durava sequer uma semana (Hardee et al. 1972). Tinha-se como objetivo o desenvolvimento de um método de aplicação que competisse com a emissão natural do feromônio pelos machos, durante um período mínimo de sete dias.

Várias firmas foram contactadas em 1971, a fim de darem assistência no desenvolvimento de uma formulação com as características desejadas. Diversas preparações microencapsuladas e impregnadas com cloreto de polivinila provaram-se ineficientes, até que a companhia Zoecon desenvolveu uma formulação de gel polimerizado que se mostrou eficiente, por duas semanas em condições de campo (Hardee et al. 1974). Uma formulação gelatinosa de azeite de algodão foi também preparada e deu resultados de campo similares (McKibben 1976). Mais de 100.000 de cada uma dessas duas formulações gelatinosas foram usadas em 1972 e 1973, no Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo, no Estado do Mississippi (Lloyd 1974). O veículo gelatinoso, apesar de eficiente, era muito volumoso e de manuseio inconveniente. Bull et al. (1973) observaram que a vida útil do filtro de cigarro impregnado com PEG poderia ser consideravelmente aumentada através de sua colocação em um frasco de 3,9 ml, funcionando como uma barreira física. Esse sistema, além de mais barato e de uso mais conveniente, era tão ou mais eficiente que as formulações gelatinosas.

O filtro de cigarro envolto por filme de poliéster foi, pelo menos, tão eficiente quanto o filtro de cigarro colocado no interior do frasco, como foi mencionado acima (McKibben et al. 1980). Desde então, quase dois milhões desses filtros de cigarro protegidos pelo filme de poliéster foram utilizados no Programa de Erradicação do Bicudo nas Carolinas do Norte e do Sul, a custos bem mais baixos.

Uma placa de plástico laminado, desenvolvida pela Health Chem Corporation (Hardee et al. 1975a), provou-se eficiente na liberação lenta do grandlure, o qual é embebido entre duas lâminas de plástico, sendo liberado pelas extremidades, a uma taxa controlada. A taxa de liberação pode variar através do ajuste de alguns parâmetros como: espessura das duas camadas de plástico, seu tamanho e a concentração do

“grandlure” aí colocado. Durante muitos anos, essa era a única formulação comercial disponível. Recentemente, a Pest Select International (PIS), antiga Albany International, passou a oferecer “grandlure” em um feixe de microtubos.

O preço do “grandlure” tem variado de 13 a 20 dólares o grama, para quantidades de 1 kg a 10 kg. O componente I do “grandlure” custa em torno de 45 dólares por grama, ao passo que os componentes II, III e IV custam, aproximadamente, 10 dólares o grama. O preço exato depende da quantidade que se deseja comprar. As razões principais pelas quais o componente I tem preço tão elevado prendem-se às dificuldades de síntese do ciclobutano e à pequena demanda do produto. Devido às pequenas quantidades de “grandlure” usadas nos Estados Unidos, apenas duas companhias entram nas concorrências de compra.

CONTROLE DE QUALIDADE

Os contratos de compra de “grandlure” feitos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, geralmente, requerem 90% a 95% de pureza, com o produto não formulado, em que os quatro componentes vêm na proporção de 30:40:15:15. Os componentes do “grandlure” no sistema Hercon ou nos filtros de cigarro podem ser determinados por testes de laboratório. No primeiro caso, os laminados de plástico são cortados em pedaços pequenos e colocados em uma vasilha de 10 ml de diclorometano e α -terpeniol, agitando-se, em seguida, por uma hora e deixando-se passar a noite em geladeira. Em se tratando de filtros de cigarro, retira-se a sua proteção de poliéster e parte-se o filtro em pequenos segmentos, com o uso de pinças, colocando-se em vasilhas contendo α -terpeniol, destilando-se, a vapor, por 30 minutos. O destilado é, então, extraído com diclorometano. Uma amostra, de qualquer um dos dois casos, é injetada em uma coluna DB-1 de cromatógrafo de fase gasosa com a temperatura do forno em 100°C (McKibben, dados não-publicados). Um ensaio de laboratório ou de campo é feito, então, para comprovar a atividade biológica do material. Quando os testes são feitos em condições de campo, o “grandlure” é formulado em filtro de cigarro envolto em filme de polietileno e comparado com uma amostra de pureza conhecida e atividade confirmada. Um estrito controle de qualidade é necessário para evitar a possibilidade de contaminação e variações na resposta, pelas fêmeas.

DOSAGENS USADAS

O Programa de Erradicação do Bicudo nas Carolinas está usando 10 mg de “grandlure” por isca, mantendo-se atrativa por duas semanas.

Atualmente, cada isca é mantida na armadilha por dois ciclos de reposição, de maneira a não se perder nenhum feromônio. A dosagem de 3 mg é eficiente durante uma semana e a de 24 mg, durante quatro a seis semanas, dependendo da temperatura, uma vez que a liberação do feromônio é mais rápida a temperaturas mais altas (Bull et al. 1973). A formulação em filtro de cigarro, com 10 mg de "grandlure" por filtro, libera $500 \mu\text{g} \pm 15\%$ por dia, o que faz parte do contrato feito pela Fundação da Erradicação do Bicudo no Sudeste Americano.

RESPOSTA SAZONAL DO BICUDO AO "GRANDLURE"

As armadilhas de feromônio são muito eficientes para atrair e detectar os bicudos, no início e no final do ciclo de cultivo, quando há menos competição com bicudos machos presentes nos campos. Nesses períodos, o feromônio funciona como agente de agregação e a razão entre sexos dos insetos coletados gira em torno de 1:1. Nos meados do ciclo do cultivo, o feromônio funciona como atraente sexual e a percentagem de fêmeas capturadas nas armadilhas pode variar de 60% a 100%, dependendo do nível populacional no campo e, possivelmente, de outros fatores desconhecidos. A razão entre sexos de bicudos capturados em armadilhas colocadas fora dos campos de algodão, em meados do ciclo do cultivo, está em torno de 60 fêmeas: 40 machos (Hardee et al. 1970, Leggett 1984).

O declínio na resposta dos bicudos às armadilhas de feromônio em meados do ciclo do cultivo pode ser devido a mudanças na fenologia da planta, clima, competição com outros machos e condição fisiológica dos insetos. Rummel & Bottrell (1976) defendem a idéia de que o declínio mencionado seja devido a um fenômeno sazonal e não à competição exercida por bicudos machos. Entretanto, a maioria dos entomologistas que trabalham com algodão concordam que a competição entre as armadilhas e o feromônio produzido pelos machos reduz a eficiência das armadilhas (Hardee et al. 1969b, Villavasos & McGovern 1981). A redução da eficiência das armadilhas, quando ao algodoeiro apresenta botões florais e maçãs novas, pode parecer um fenômeno sazonal porque a emergência de bicudos dos locais e hibernação segue uma curva normal em relação ao tempo e o número de bicudos é menor imediatamente antes da emergência da geração F_1 . Além disso, a população F_1 pode ser pequena, dependendo dos fatores de mortalidade agindo sobre ela.

A COLONIZAÇÃO DAS LAVOURAS NA PRIMAVERA

Muitos bicudos passam o inverno próximo do campo onde se criaram na safra anterior, mas alguns podem hibernar a mais de 40 km dos

campos originais e colonizar, na primavera seguinte, campos até então indenes. Uma vez que o algodoeiro é, basicamente, plantado nas mesmas áreas, a cada ano, a maioria dos bicudos não precisa viajar longas distâncias para localizar plantações novas, após saírem dos locais de hibernação. Hardee et al. (1969a) observaram que o algodoeiro, em fase de produção de botões florais, flores e maçãs, por si só, atrai bicudos a uma distância de 30 cm ou menos, mas os machos, após se alimentarem daquelas estruturas, tornavam-se atrativos a machos e fêmeas, no início e no final do ciclo do cultivo. Entretanto, os testes foram conduzidos com um número limitado de plantas e não refletem, necessariamente, a situação de uma lavoura.

McKibben et al. (1977) observaram que óleos voláteis, destilados do algodoeiro, exerciam atração, no campo, a bicudos recém-egressos de hibernação e a bicudos migrantes de fim-de-safra. Dickens (1984) definiu os mecanismos dessa atração por meio de eletroantenograma. White & Rummel (1978) concluíram que a colonização dos campos, na primavera, por bicudos que saem de hibernação, não ocorre ao acaso, mas que a imigração parece ser uma resposta positiva ao algodoeiro com botões florais, com a atração grandemente intensificada pela produção de feromônio pelos primeiros bicudos que entraram nos campos e se alimentaram daquelas estruturas.

EFICIÊNCIA DAS ARMADILHAS

A eficiência da armadilha pode ser influenciada por muitos fatores, tais como: forma, cor, localização, formulação do "grandlure", competição com bicudos machos, fatores climáticos, fenologia da planta e condições fisiológicas dos bicudos.

A cor da armadilha é um fator muito importante e que altera o comportamento do bicudo. O espectro na região de 500 mm - 525 mm exerce a maior atração sobre o bicudo e as armadilhas devem ser pintadas nas cores "Caution yellow", "Solar yellow" ou "Saturn yellow", sobre uma base branca (Cross et al. 1976). A cor "Saturn yellow" é importante para orientar e atrair os bicudos, tanto para armadilhas com ou sem iscas de feromônio, até 2 m de distância. Sua importância diminui a distâncias de até 7 m, sendo nula a partir desta distância. As armadilhas devem ser instaladas em locais abertos, no mínimo 4 m distante de outro objeto que possa competir, como local de pouso, com as mesmas (Leggett & Cross 1978).

O teste de armadilhas num delineamento experimental, em que se estabeleça competição entre elas, pode levar a conclusões errôneas, de-

vido à interação entre os tratamentos. A diferença em eficiência dos fatores da armadilha para capturar bicudos foi muito menor, quando os tratamentos foram comparados em um delineamento experimental sem competição (Leggett 1980).

A resposta do bicudo às armadilhas de feromônio é influenciada por sua dieta alimentar. Houve menor resposta por bicudos alimentados com maçãs e dieta de laboratório com alto teor de sucrose, do que por bicudos alimentados com botões florais e dieta de laboratório rica em proteína (Leggett & Moore 1982).

Rummel et al. (1977) observaram que a eficiência da armadilha, em pastagens nativas distantes de plantios de algodão, era, em média, 11,2%, na recaptura de bicudos nativos marcados. A eficiência, em campos de algodão, após 14 de julho, em meados do ciclo do cultivo, era de 0% - 1,7%, a um nível populacional de 2.000 a 19.000 bicudos por ha. A porcentagem de recaptura de bicudos marcados, em áreas não algodoeiras próximas a Florence, SC, foi de 25% para bicudos criados em laboratório, bem mais alta, portanto, que a conseguida por Rummel e co-autores, trabalhando com bicudos nativos. A porcentagem de recaptura, em testes com bicudos nativos, foi maior que com insetos criados em laboratório, em experimentos conduzidos na Carolina do Sul (Leggett 1980), diferença atribuída a fatores climáticos.

Hollingsworth et al. (1978) determinaram que a eficiência da armadilha Leggett era apenas de 50%, se comparados os níveis de captura entre a armadilha Leggett isolada e a mesma circundada por um campo elétrico.

Snodgrass et al. (1979) determinaram que a eficiência da armadilha Leggett era de 51%, através da marcação dos bicudos, quando pousavam na armadilha, aumentando esse índice para 59%, quando os bicudos eram apenas observados, sem receberem marcação. Os bicudos que escapam de uma armadilha podem ser capturados por outra, ou pela mesma armadilha, em data diferente. Dessa maneira, a eficiência total de captura para um grupo de armadilhas pode ser maior que os dados indicados por um teste.

Para melhores resultados, as armadilhas devem ser colocadas em campo aberto, longe de galhos e acima da vegetação. Devem ser repintadas ou substituídas quando se descorarem ou se tornarem ineficientes por outras razões quaisquer. Todos os insetos capturados devem ser retirados, quando as armadilhas são vistoriadas, para evitar o odor de sua decomposição. Para controle de qualidade, todas as armadilhas devem ser datadas a cada visita.

LEVANTAMENTO

Lloyd et al. (1972a) observaram que uma placa de metal, pintada de amarelo e coberta com uma camada de adesivo, era muito eficiente na detecção de altas populações de bicudos egressos de diapausa. O número médio de bicudos por armadilha, para 2,5; 5; 10; e 20 armadilhas/ha foi igual, mas o número total de bicudos capturados foi significativamente diferente, com as densidades mais altas de armadilhas capturando mais insetos.

Taft & Hopkins (1978) usaram armadilhas da "Story Chemical Company" para comparar densidades de 10, 20, 40 e 80 armadilhas por hectare e concluíram que a densidade de 20 armadilhas/ha era a que registrava maior número de insetos por armadilha, ao passo que a densidade 80 capturou o maior número absoluto de bicudos. A eficiência de captura da armadilha mencionada é menor que a da armadilha Leggett, segundo Lopez Junior (1980). A armadilha Leggett capturou 114% mais bicudos que a armadilha "Story" em testes sem competição e 345% mais, em testes competitivos (Leggett 1980).

Hardee et al. (1975b) amostraram plantas a 1 m de raio em torno de armadilhas "Story" e a 30 m de distância, e encontraram 5,9 vezes mais bicudos nas plantas a apenas 1 m das armadilhas. É possível que os bicudos atraídos pelo feromônio não tenham sido capturados ou que tenham escapado, congregando-se em torno das armadilhas. Leggett (1984), em testes com baixas populações de bicudos (1% a 2% de botões florais danificados), não encontrou diferença da porcentagem de botões florais atacados, a 1 m ou 18 m das armadilhas, construídas pelo pessoal do Teste de Erradicação do Bicudo na Carolina do Norte.

Antes do desenvolvimento das armadilhas de feromônio, os levantamentos eram feitos através da amostragem da cobertura vegetal morta, sob matas periféricas aos campos de algodão, no outono e na primavera, para se estimar o potencial de dano das populações e a porcentagem de sobrevivência ao inverno. A relação entre o número de bicudos que sobreviveram ao inverno, sob a cobertura morta, e o número de bicudos capturados em armadilhas Leggett era altamente significativa, com um coeficiente de correlação $r = 0,92$, ($y = 0,006 + 0,064 X$). O número de bicudos por hectare, na cobertura morta, é igual a $1.992 (0,006 + 0,064 X)$ (Hopkins et al. 1977). As armadilhas de feromônio são muito mais sensíveis e capturam bicudos mesmo quando não os encontram através do exame da cobertura morta.

DETECÇÃO

A localização e densidade das armadilhas tornam-se fatores ainda mais importantes, à medida em que diminui a densidade populacional da praga. A probabilidade de se detectar a presença de uma população de mais de 25 bicudos por hectare pode ser bastante alta, mas, abaixo de 25, fica muito difícil, dependendo do comportamento da emergência e de sua distribuição no campo. Se as armadilhas estão distribuídas de tal maneira que uma fêmea esteja mais próxima de uma armadilha que de um macho, há uma grande chance que ela responda à armadilha e, não, ao macho. As armadilhas são mais eficientes no início do que em meados do ciclo do cultivo porque, no primeiro caso, os bicudos estão mais bem distribuídos no campo do que no segundo caso, quando os bicudos da geração F_1 estão agrupados, próximos de onde se criaram, sendo maior a competição exercida pelos machos.

Mitchell & Hardee (1974) demonstraram que uma armadilha colocada em um campo de algodão detecta a presença de bicudos antes de se encontrarem botões florais danificados, através de um método de levantamento capaz de detectar 1% das referidas estruturas. Eles capturaram 30 fêmeas por ha, no dia 6 de agosto, utilizando 25 armadilhas por ha. Partindo-se dos pressupostos de que a armadilha tenha uma eficiência de 50% e que a razão entre sexos seja de 1:1, estimaram que a população era de 120 bicudos por ha. Bicudos que deixaram os locais de diapausa e de meados da safra (0,1 bicudo por armadilha por semana) foram detectados com 10 armadilhas por ha, em quatro campos isolados, na Carolina do Sul, em média, 35 dias antes que uma infestação fosse encontrada através do exame de botões florais (Leggett & Roach 1981). Leggett et al. (1981) mostraram que a possibilidade de se detectar a progênie de uma fêmea por ha, com 2,5 e 10 armadilhas por ha, foi de 57% e > 99%, respectivamente. A localização das armadilhas foi um fator crítico na detecção, quando uma média de um a dois bicudos egresos de hibernação, por campo, por semana, eram capturados em 2,46 armadilhas por ha. Armadilhas colocadas, na primavera, apenas na periferia dos campos não detectaram a presença de baixas populacionais de bicudos em dois, de dez campos testados. Entretanto, todos os campos apresentavam-se infestados, quando as armadilhas eram distribuídas uniformemente em toda a área (Leggett 1984).

SUPRESSÃO

Vários pesquisadores reivindicam a proeza de terem suprimido populações de bicudos na primavera, através do uso de armadilhas de fe-

romônio, mas, devido ao delineamento experimental utilizado, foi-lhes impossível determinar o grau de supressão conseguido (Hardee et al. 1971, Boyd Junior et al. 1973, Mitchell et al. 1976).

Lloyd et al. (1972b) suprimiram uma população baixa de bicudos egressos de diapausa ($X = 3,2$ bicudos por armadilha durante maio e junho), através de fileiras tratadas com Aldicarb nas margens dos campos, associadas ao uso de armadilhas ou soltura de insetos estéreis. O melhor tratamento adiou o aparecimento de dano econômico por uma semana.

Foram, também, Lloyd et al. (1981) os primeiros a demonstrarem que um grau de supressão da praga poderia ser obtido através das armadilhas, numa densidade da praga inferior a doze bicudos/ha. A densidade de 4,9 armadilhas/ha foi responsável pela captura de três vezes mais bicudos na geração F_1 , mas por apenas 1/3 da quantidade de bicudos da geração F_2 , em relação à densidade de 2,5 armadilhas/ha. A redução do índice de captura na geração F_2 foi atribuída à supressão da geração F_1 , pelas armadilhas. A progênie de uma fêmea em dois hectares de algodão foi suprimida, em parcelas isoladas, em 14% e 71%, com 2,5 e 10 armadilhas/ha, respectivamente (Leggett et al. 1981).

Uma distribuição uniforme de armadilhas em um campo (2,46 armadilhas/ha) capturou 2,5 vezes mais bicudos que um número igual de armadilhas colocadas na periferia do referido campo. Subseqüentemente, as capturas de gerações F_1 e F_2 , em campos que tiveram armadilhas uniformemente distribuídas, foram 61% maiores que em campos que tiveram armadilhas apenas na periferia (Leggett 1984).

Uma infestação de bicudos foi evitada em um campo de 0,4 ha pelo uso de quatro armadilhas (10/ha) que capturaram quatro bicudos ao longo de treze semanas (0,08 bicudo/armadilha/semana). O referido campo estava localizado a 29 km da área plantada com algodão na safra anterior (Leggett & Roach 1981).

PREDIÇÃO

Rummel et al. (1980) encontraram uma relação positiva entre o número médio de bicudos egressos de diapausa, capturados por armadilha, por campo, imediatamente antes do aparecimento do primeiro botão floral em condições de receber postura (X), e a percentagem de botões florais danificados com orifício de oviposição durante o primeiro terço do período de desenvolvimento dos botões florais (Cross & Mitchell 1966). Esta relação foi expressa pela equação $Y = 0,61 + 0,80X - 0,01X^2$ e teve o valor de r^2 igual a 0,72.

Roach et al. 1971 também encontraram uma relação positiva entre o número de bicudos egressos de diapausa, capturados em superfície pegajosa, em que machos funcionavam como iscas, e o número de insetos observados no campo. Dados não-publicados de Leggett demonstram que o coeficiente de correlação, quando se comparam capturas de armadilhas com infestações de campos, é muito mais alto ao se distribuírem as armadilhas uniformemente no campo, que sua colocação apenas nas periferias.

REFERÊNCIAS

- BOYD JUNIOR, F.J.; BRAZZEL, J.R.; HELMS, W.F.; MORITZ, R.J. & EDWARDS, R.R. Spring destruction of overwintered boll weevils in west Texas with wing traps. *J. Econ. Entomol.*, **66**:507-10, 1973.
- BULL, D.L.; COPPEDGE, J.R.; RIDGWAY, R.L.; HARDEE, D.D. & GRAVES, T. M. Formulations for controlling the release of the synthetic pheromone (grandlure) of the boll weevil. I. Analytical studies. *Environ. Entomol.*, **2**: 829-35, 1973.
- CROSS, W.H.; HARDEE, D.D.; NICHOLS, F.; MITCHELL, H.C.; MITCHELL, E. B.; HUDDLESTON, P.M. & TUMLINSON, J.H. Attraction of female boll weevils to traps baited with male or extract of males. *J. Econ. Entomol.*, **62**: 154-61, 1969.
- CROSS, W.H. & MITCHELL, E.B. Mating behavior of the female boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **59**:1503-9, 1966.
- CROSS, W.H.; MITCHELL, H.C. & HARDEE, D.D. Boll weevils; response to light sources and colors and traps. *Environ. Entomol.*, **5**:565-71, 1976.
- DICKENS, J.C. Olfaction in boll weevils, electroantennogram studies. *J. Chem. Ecol.*, **10**:1759-85, 1984.
- HARDEE, D.D. Pheromone production by male boll weevils as affected by food and host factors. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, **24**(13):315-22, 1970.
- HARDEE, D.D.; CROSS, W.H.; HUDDLESTON, P.M. & DAVICH, T.B. Survey and control of the boll weevil in west Texas with traps baited with males. *J. Econ. Entomol.*, **63**:1041-8, 1970.
- HARDEE, D.D.; CROSS, W.H. & MITCHELL, E.B. Male boll weevils are more attractive than cotton plants to boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **62**:165-9, 1969a.

- HARDEE, D.D.; CROSS, W.H.; MITCHELL, E.B.; HUDDLESTON, P.M.; MITCHELL, H.C.; MERKL, M.E. & DAVICH, T.B. Biological factors influencing responses of the female boll weevil to the male sex pheromone in field and large-cage tests. *J. Econ. Entomol.*, **62**:161-5, 1969b.
- HARDEE, D.D.; GRAVES, T.M.; MCKIBBEN, G.H.; JOHNSON, W.L.; GUELDNER, R.C. & OLSEN, C.M. A slow-release formulation of grandlure, the synthetic pheromone of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **67**:44-6, 1974.
- HARDEE, D.D.; LINDIG, O.H.; & DAVICH, T.B. Suppression of population of boll weevils over a large area in west Texas with pheromone traps in 1969. *J. Econ. Entomol.*, **64**:928-33, 1971.
- HARDEE, D.D.; MCKIBBEN, G.H.; GUELDNER, R.C.; MITCHELL, E.B.; TURLINSON, J.H. & CROSS, W.H. Boll weevils in nature response to grandlure; a synthetic pheromone. *J. Econ. Entomol.*, **65**:97-100, 1972.
- HARDEE, D.D.; MCKIBBEN, G.H. & HUDDLESTON, P.A. Grandlure for boll weevils; controlled release with a laminated plastic dispenser. *J. Econ. Entomol.*, **68**:477-9, 1975a.
- HARDEE, D.D.; MOODY, R.; LOWE, I. & PITTS, A. Grandlure, in-field traps, and insecticides in population management of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **68**:502-4, 1975b.
- HOLLINGSWORTH, J.P.; WITZ, J.A. & HARTSTACK JUNIOR, A.W. Retention efficiency of the Leggett boll weevil trap. *Southwest. Entomol.*, **3**:198-209, 1978.
- HOPKINS, A.R.; TAFT, H.M. & ROACH, S.H. Boll weevils; Leggett traps as a substitute for woods trash examinations as an indicator of potential field populations. *J. Econ. Entomol.*, **70**:445-6, 1977.
- KELLER, J.C.; MITCHELL, E.B.; MCKIBBEN, G. & DAVICH, T.B. A sex attractant for female boll weevils from males. *J. Econ. Entomol.*, **57**:609-10, 1964.
- LEGGETT, J.E. Boll weevil; competitive and non-competitive evaluation of factors affecting pheromone trap efficiency. *Environ. Entomol.*, **9**:416-9, 1980.
- LEGGETT, J.E. Detection probability and efficiency of infield and border traps for capturing overwintered boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) at low population levels. *Environ. Entomol.*, **13**:324-8, 1984.
- LEGGETT, J.E. & CROSS, W.H. Boll weevils; the relative importance of color and Pheromone in orientation and attraction to traps. *Environ. Entomol.*, **7**:4-6, 1978.

- LEGGETT, J.E.; LLOYD, E.P. & WITZ, J.A. Efficiency of infield traps in detecting or suppressing low population levels of boll weevils. *Environ. Entomol.*, **10**: 125-30, 1981
- LEGGETT, J.E. & MOORE, R.F. Influence of artificial and natural diets on boll weevil trap efficiency. *Environ. Entomol.*, **11**:635-8, 1982.
- LEGGETT, J.E. & ROACH, S.H. Boll weevil; movement into an uninfested area and detection with grandlure-baited traps. *Environ. Entomol.*, **10**:995-8, 1981
- LLOYD, E.P. Wrap-up of the pilot boll weevil eradication experiment. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1974.
- LLOYD, E.P.; MCKIBBEN, G.H.; WITZ, J.A.; HARTSTACK, A.W.; LOCKWOOD, D.F.; KNIPLING, E.F. & LEGGETT, J.E. Mass trapping for detection, suppression and integration with other suppression measures against the boll weevil. In: MITCHELL, E.R., ed. **Management of insect pest with semiochemicals-concept and practices**. New York, Plenum Press, 1981. p.191-203.
- LLOYD, E.P.; MERKL, M.E.; TINGLE, F.C.; SCOTT, W.P.; HARDEE, D.D. & DAVICH, T.B. Evaluation of malebaited traps for control of boll weevils following a reproduction-diapause in Monroe County, Mississippi. *J. Econ. Entomol.*, **65**:552-5, 1972a.
- LLOYD, E.P.; SCOTT, W.P.; SHAUNAK, K.K.; TINGLE, F.C. & DAVICH, T.B. A modified trapping system for suppression low-density populations of overwintered boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **65**:1144-7, 1972b.
- LOPEZ JUNIOR, J.D. Comparison of two types of boll weevil pheromone traps to monitor seasonal response. *J. Econ. Entomol.*, **73**:324-6, 1980.
- MCKIBBEN, G.H. **Composition for attracting the cotton boll weevil**. s.l., s.ed., 1976. US Patent No. 3.954.968.
- MCKIBBEN, G.H.; DAVICH, T.B.; GUELDNER, R.C.; HARDEE, D.D. & HEDIN, P.A. **Polymeric compositions for attracting cotton boll weevils**. s.l., s.ed., 1974. US Patent No. 3.803.303.
- MCKIBBEN, G.H.; HARDEE, D.D.; DAVICH, T.B.; GUELDNER, R.C. & HEDIN, P.A. Slow-release formulations of grandlure, the synthetic pheromone of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **64**:317-9, 1971.
- MCKIBBEN, G.H.; HEDIN, P.A.; MCGOVERN, W.L., WILSON, N.M. & MITCHELL, E.B. A sex pheromone for male boll weevils from females. *J. Chem. Ecol.*, **3**: 331-5, 1977.
- MCKIBBEN, G.H.; JOHNSON, W.L.; EDWARDS, R.; KOTTER, E.; KEARNEY, J.F.; DAVICH, T.B.; LLOYD, E.P. & GANYARD, M.C. A polyester-wrapped cigarette filter for dispensing grandlure. *J. Econ. Entomol.*, **73**:250-1, 1980.

- MCKIBBEN, G.H.; MITCHELL, E.B.; SCOTT, W.P. & HEDIN, P.A. Boll weevils are attracted to volatile oils from cotton plants. *Environ. Entomol.*, **6**:804-6, 1977.
- MITCHELL, E.B. & HARDEE, D.D. In-field traps; a new concept in survey and suppression of low populations of boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **67**:506-8, 1974.
- MITCHELL, E.B.; LLOYD, E.P.; HARDEE, D.D.; CROSS, W.H. & DAVICH, T.B. In-field traps and insecticides for suppression and elimination of populations of boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **69**:83-8, 1976.
- ROACH, S.H.; RAY, L.; TAFT, H.M. & HOPKINS, A.R. Wing traps baited with male boll weevils for determining spring emergence of overwintered weevils and subsequent infestation in cotton. *J. Econ. Entomol.*, **64**:107-10, 1971.
- RUMMEL, D.R. & BOTTRELL, D.G. Seasonally related decline in response of boll weevils to pheromone traps during mid-season. *Environ. Entomol.*, **5**: 783-7, 1976.
- RUMMEL, D.R.; WADE, L.J. & WHITE, J.R. Efficiency of grandlure baited boll weevil traps. *Southwest. Entomol.*, **2**:137-43, 1977.
- RUMMEL, D.R.; WHITE, J.R.; CARROLL, S.C. & PRUITT, G.R. Pheromone trap index system for predicting need for overwintered boll weevil control. *J. Econ. Entomol.*, **73**:806-10, 1980.
- SNODGRASS, G.L.; JOHNSON, W.L. & CROSS, W.H. Efficiency of the Leggett trap in capturing responding boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **72**:378-9, 1979.
- TAFT, H.M. & HOPKINS, A.R. Boll weevils; effects of various numbers of Leggett traps on small and large populations. *J. Econ. Entomol.*, **71**:598-600, 1978.
- TUMLINSON, J.H.; HARDEE, D.D.; GUELDER, R.C.; THOMPSON, A.C.; HEDIN, P.A. & MINYARD, J.P. Sex pheromones produced by male boll weevils; isolation, identification and synthesis. *Science*, **166**:1010-2, 1969.
- VILLAVASO, E.J. & MCGOVERN, W.L. Boll weevil; disruption of pheromonal communication in the laboratory and small field plots. *J. Ga. Entomol. Soc.*, **16**:306-10, 1981.
- WHITE, J.R. & RUMMEL, D.R. Emergence profile of overwintered boll weevils and entry into cotton. *Environ. Entomol.*, **7**:7-14, 1978.

CONTROLE CULTURAL DO BICUDO

J.K. Walker
Department of Entomology
Texas A & M University
College Station, TX 77843
USA

UMA ENCOMENDA DE CORPUS CHRISTI

No início de novembro de 1894, tranqüilamente instalado em seu escritório de móveis em carvalho, de estilo vitoriano, um funcionário do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América estudava, outra vez, uma fraca evidência que se colocava diante de seus olhos. Pondo o material de lado, ele procurou uma pena e papel, já compondo em sua mente o que iria escrever. As poucas linhas que escreveu foram um telegrama, que se tornou o mais importante documento por ele escrito.

Várias semanas antes, no dia 3 de outubro, um farmacêutico de Corpus Christi, TX, Charles DeRyee, enviou uma carta ao Departamento de Agricultura, em Washington, explicando que estava enviando, em anexo, um pacote contendo insetos, que eram pragas coletadas em campos de algodão próximos e estavam causando consideráveis danos aos botões florais e às maçãs. Um agricultor havia trazido para o farmacêutico um vidro no qual podiam ser vistos alguns insetos acinzentados, mexendo-se lentamente; alguma espécie de bezouro, pensou DeRyee. “Não têm nenhuma aparência perigosa”, disse, sem se preocupar muito com o aspecto espavorido do agricultor. De qualquer maneira, ele enviou os insetos para Washington, solicitando informações e o que deveria ser feito. Aparentemente, o primeiro pacote extraviou-se e uma carta de Washington solicitava nova remessa, o que DeRyee, prontamente, atendeu.

O segundo pacote chegou a Washington e os insetos foram identificados como *Anthonomus grandis* Boheman, o bicudo do algodoeiro. Uma procura de informações, publicadas ou não sobre o inseto, não ajudou muito. A publicação mais antiga, de 1843, tratava apenas da descrição taxonômica original (Boheman 1943). Uma outra publicação citava que o bicudo havia sido coletado em Cuba, em 1871 (Suffrian 1871), mas nenhuma delas dava qualquer detalhe sobre os hospedeiros.

Em uma terceira publicação, uma anotação simples, era descrita a experiência de um americano, um botânico colecionador, que havia estado em Monclova, México, em 1880, numa cidade localizada a uns 200 km ao sul de Laredo, TX. Esse colecionador, um médico chamado Dr. Edward Palmer, havia observado o bicudo atacando botões florais e maçãs na região de Monclova, com aparentes danos ao cultivo do algodão. Foi feita a coleta e enviada a Washington, juntamente com uma carta. Em 1880, entretanto, não se identificavam insetos no Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e a amostra foi enviada à Europa para identificação. Mais tarde, Riley (1885) referiu-se às observações de Palmer, levantando algum interesse entre as pessoas envolvidas no assunto. No meio de tanta incerteza, é que chegou o pacote enviado por DeRyee. Pelo menos, agora, em 1894, a praga podia ser identificada, sem a necessidade de enviá-la para a Europa. Na verdade, não havia certeza de nada. Alguém, entretanto, no Departamento de Agricultura, ponderou que não havia dúvidas no pacote do farmacêutico de Corpus Christi e, ali, estava o bicudo do algodoeiro.

No outono de 1894, em alguma fase do processamento das informações relativas ao bicudo, o entomologista chefe do Bureau de Entomologia do Departamento de Agricultura começou a quebrar a cabeça acerca dos bicudos de Monclova e de Corpus Christi. Ele, sem dúvida alguma, imaginou cenários e situações e um deles despertou sua atenção. L.O. Howard iniciava o ano de 1894 como Chefe do Bureau de Entomologia, sendo inquestionável sua capacidade como entomologista e como administrador. À frente de sua instituição até 1924, estabeleceu escola e, com muita energia, intelecto e interesse, viu as possibilidades futuras e trabalhou com afinco. As informações, mesmo fragmentadas, sobre o bicudo e a natureza peculiar da indústria do algodão nos EUA foram suficientes para Howard reconhecer as responsabilidades que seu Bureau passava a assumir.

Na verdade, àquela época, outros insetos já tinham sido encontrados causando danos aos algodoeiros. O curuquerê, *Alabama argillacea* (Hbn.), por exemplo, era uma praga bastante comum. O inseto, entretanto, somente sobrevivia ao inverno nos trópicos e, normalmente, somente infestava algodão, nos EUA, ao final da safra, quando as plantas já haviam garantido uma boa produção. Havia, ainda, a lagarta-da-maçã, *Heliothis zea* (Boddie), vista também como praga, às vezes, muito severa, mas cujos ataques eram esporádicos. Então, nem o curuquerê e nem a lagarta-da-maçã eram tidos, pelos agricultores, como bichos de sete cabeças. Eles se preocupavam, mas podiam conviver com algum risco.

É provável que para Howard os relatórios de Monclova e Corpus Christi - com o fato de que os bicudos estavam ovipositando em botões florais e maçãs — representassem um tipo de problema diferente. Ele via a possibilidade de, ao contrário do curuquerê e da lagarta-da-maçã, o bicudo desenvolver gerações múltiplas, respondendo aos hábitos de frutificação da planta. Um inseto biologicamente envolvido com as estruturas reprodutivas da planta para postura e desenvolvimento larval, teoricamente, poderia apresentar perigo mais sério que as pragas até então conhecidas. Se fossem possíveis gerações múltiplas, então os danos não seriam esporádicos, mas durante toda a safra.

Além de tudo, Howard sabia muito bem a dependência que o Sul dos Estados Unidos tinha do algodão. Eram quase 10 milhões de hectares plantados do Texas até a costa do Atlântico, em 1894, região que quase não tinha outra opção agrícola. A idéia de uma nova praga no algodão do Sul, uma praga capaz de danificar severamente um cultivo do qual a sociedade tanto dependia, não deixou de ter conotações políticas.

Considerando todos os aspectos da questão, num dia do outono de 1894, Howard terminou sua mensagem, enviando-a para a agência de telégrafos. O destinatário era um grande conhecido seu, Charles Henry Tyler Townsend, a quem foi oferecido um posto de entomologista no Sul do Texas, como agente do Bureau, para investigar sobre o bicudo. Townsend era formado em medicina e biologia e um inveterado estudioso de história natural que, àquela época, estava lecionando na Escola Agrícola do Novo México. Mais que satisfeito, Townsend aceitou o desafio e chegou, sem anunciar-se, ao Sul do Texas, no início de dezembro de 1894.

Considerando o colosso que se tornou a indústria cotonícola americana, apesar do bicudo, a decisão de empregar apenas um entomologista para cuidar de problema tão sério parece-nos, hoje, uma atitude, no mínimo, irresponsável. Mas, diante da situação econômica e financeira dos EUA em 1894, até que a decisão foi muitíssimo corajosa. De qualquer maneira, Townsend foi apenas o começo e, com ele, estabeleceu-se a tradição de envolvimento sério do Governo no enfrentamento de pragas na agricultura americana. Aquele pequeno início deu lugar a compromissos futuros de proporções muito maiores. Os primeiros dias do bicudo no Texas, a politicagem, os protagonistas, os fogos-de-palha e as decisões firmes foram recentemente descritos por Wagner (1980). Examinando correspondências antigas, Wagner oferece esclarecimentos a alguns pontos que até aqui não estavam bem elucidados.

No verão de 1895, após extensas e intensas observações sobre o bicudo no Sul do Texas, Townsend reconheceu os perigos que a praga apresentava para aquele Estado e para o País. Então, Townsend, Howard e o Subministro da Agricultura, Charles Dabney, tentaram motivar o Governador do Texas e o poder legislativo para alguma ação. Pensaram que uma proibição do plantio de algodão entre os rios Nueces e Colorado evitaria que o bicudo se expandisse em direção ao leste. Na mesma ocasião, é provável que também tenham sugerido um envolvimento do Estado do Texas nos programas de pesquisa sobre o bicudo. Mas nada foi feito e o Governo daquele Estado, vivendo as primeiras horas da praga, não quis assumir nenhuma responsabilidade. Não se importava, em 1895 ou 1896, se o inseto ia se expandir para o norte e para o leste, a partir das infestações do Sul do Texas.

Em 1898, aconteceu exatamente isso. A infestação, agora, ia das comunidades anglo-hispânicas próximas a Corpus Christi até 320 km para o nordeste, atravessando comunidades germânicas, inglesas, polonesas e tchecas, chegando, finalmente, às áreas de grande produtividade das planícies banhadas pelo rio Brazos. Os algodões mais vigorosos pareciam mais susceptíveis ao ataque da praga que os algodões cultivados nas redondezas de Corpus Christi.

A condição do bicudo no Texas, que apenas tinha trazido algumas preocupações nos primeiros anos de ocupação, agora fervia, após o inseto atingir o rio Brazos. O povo dessa região, de origem irlandesa e escocesa, alguns cujos pais vieram para o Texas entre 1820 e 1830, respondendo às facilidades empresariais existentes, criadas pela ferrovia que cortava a região do Brazos, sentia-se prestigiado e orgulhoso por ter, em sua região, a Escola de Agricultura e Mecânica do Texas. Sentiam-se fortes e acreditavam que todas as coisas podiam ser politicamente tratadas e resolvidas.

Talvez por isso, quando o bicudo chegou ao Brazos, o peso político da região fez com que o legislativo texano se movimentasse. Pode até ter sido que o legislativo estivesse sentindo na pele a irresponsabilidade que cometeu quando deveria ter agido para impedir a dispersão do bicudo para o Norte do Estado, e, agora, tivesse resolvido agir. Na verdade, havia milhões de hectares de algodão pela frente, na mira no bicudo, e, junto a esse algodão, um grande eleitorado. Seja qual for a razão, desespero, nobre obrigação ou percepção da responsabilidade que pesava sobre seus ombros, o poder legislativo do Texas, em 1899, aprovou o Projeto 190, que convocava a Escola de Agricultura e Mecânica a contratar um entomologista para se ocupar, apenas, do problema bicudo. Frederick William Mally aceitou o cargo naquele mesmo ano. Apesar

de ter permanecido no posto por apenas três anos e meio, os julgamentos e idéias que ele desenvolveu sobre o bicudo, àquela época, continuam, ainda hoje, a dominar as estratégias de luta contra o bicudo no Estado do Texas (Parker et al. 1980).

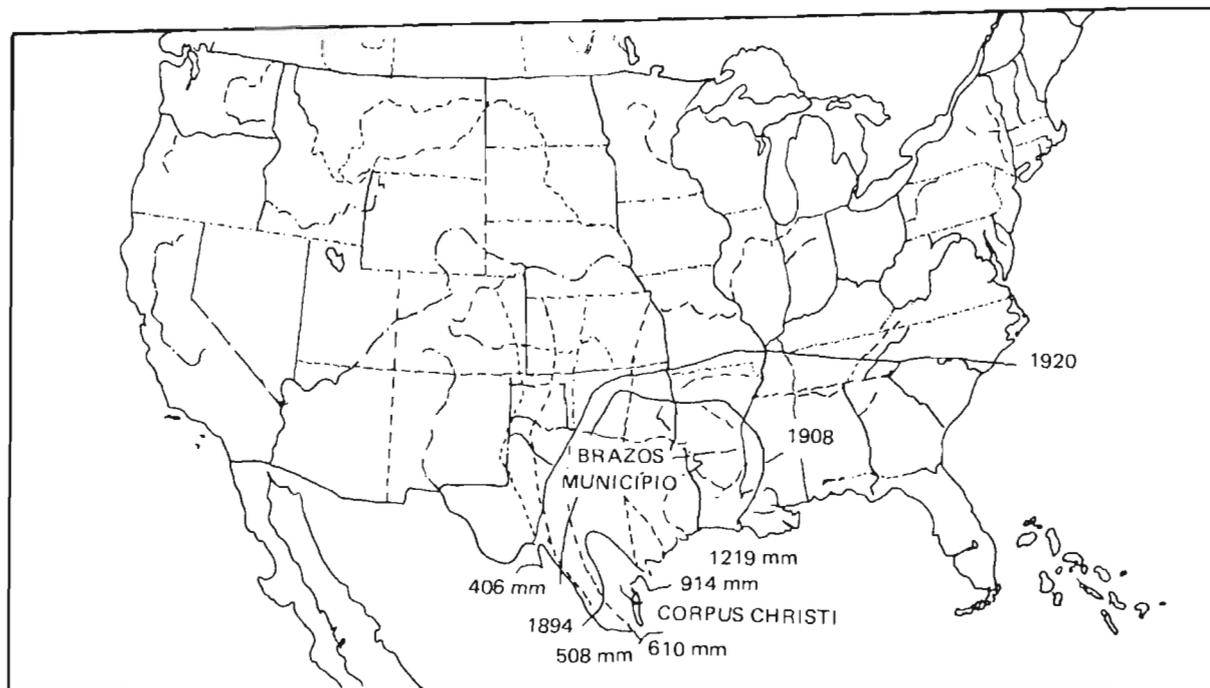
Mally, reconhecendo a vulnerabilidade das variedades de algodão plantadas naquela época ao ataque do bicudo, pela sua frutificação extremamente lenta, esposou a idéia de se plantarem algodões de frutificação mais rápida. E, no bicudo, Mally notou um ponto fraco, uma geração hibernante bem distinta, referindo-se àqueles bicudos que podiam sobreviver ao inverno, um grupo que apenas aparecia nos meses de outono. Então, Mally concluiu que a destruição imediata dos restos culturais, após a colheita, separaria a geração distinta de seu alimento que, ele pensou, fosse necessário para o inseto passar o inverno. Mally falou, discutiu e incomodou muita gente com suas idéias simples que, como as vemos hoje, não são tão simples assim. Nada que Mally sugeriu, entretanto, trouxe alívio rápido. O bicudo seguia, implacável, para o norte e para o leste. Mally sentiu-se muito frustrado e, em 1902, pediu demissão de seu posto.

Por volta de 1908, a praga deu largos passos em direção ao leste, atravessando, nesse ano, o rio Mississippi. Logo após a Primeira Grande Guerra Mundial, o bicudo já dominava até a costa atlântica, causando danos maiores nos estados de maior pluviosidade. Recursos e mais recursos dos Governos Federal e Estadual foram lançados na batalha contra o bicudo, mas foi apenas uma estratégia que se mostrou eficiente, o controle cultural.

CONVIVENDO COM O BICUDO

Os elementos de controle cultural

E assim foi. Em poucos anos, esse pequenino e insignificante inseto conseguiu seu objetivo, espalhando-se por uma área que ia desde as condições tropicais de Brownsville, TX (por onde, na verdade, o bicudo deve ter chegado aos Estados Unidos em 1892, localizada 160 quilômetros ao sul de Corpus Christi, na fronteira com o México) até 1.300 quilômetros para o norte e 2.100 para o leste. Toda essa área já estava coberta pela praga em 1920 (Fig. 1). Os cadetes das escolas militares devem ficar muito impressionados com o sucesso metódico dessa criatura, sua clareza de propósito, sua idéia única de conquista e sua impiedade, à medida que dominava todo o sul dos Estados Unidos.



- Perímetro da área infestada pelo bicudo do algodoeiro em diferentes anos.
- - - - Precipitação anual, Texas Atlântico (precipitação na área leste do Texas: 1143-1397 mm).

FIG. 1. Avanço do bicudo nos EUA, no período de 1894-1920.

A Fig. 1 mostra a pluviosidade anual do Cinturão do Algodão daquela época e os perímetros de infestação do bicudo em datas diferentes. Ele chegou ao Texas, numa zona de 630 mm de chuva e se espalhou facilmente para uma zona de 1.400 mm a leste e, se parecia um inseto tropical, não teve dificuldades para sobreviver aos invernos na maioria das latitudes norte, onde se cultiva o algodão. A Fig. 1 não mostra a distribuição do bicudo nos anos mais recentes, o que iremos, agora, discutir. Na década de 1980, o Estado do Arizona teve bicudo em quase toda sua área plantada com algodão. Além disso, o inseto foi detectado em alguns vales do Sul da Califórnia.

As estimativas sobre as reduções de rendimento ocasionadas pelo bicudo nos primeiros anos (Fig. 1) variam, mas os números apresentados por Parencia Junior (1978) dão uma medida razoável da importância da praga. Segundo esse autor, nos primeiros anos os prejuízos foram da ordem de 50% que, mais tarde, reduziram-se a 25%, devido à adoção de certas práticas culturais. Quais teriam sido essas mudanças culturais?

Definitivamente, a modificação nos sistemas de produção praticados àquela época, que mais impacto teve sobre as populações de bicudos, foi a adoção rápida de algodões de frutificação mais rápida (Bennett 1908, Niles & Feaster 1984, Ware 1951). No início do século passado, os algodões plantados nos EUA, provavelmente, eram originários da América Central. Pouco adaptados, esses algodões foram substituídos por materiais provenientes de regiões elevadas do México. Essa substituição provocou uma grande melhoria (Ware 1951): boa qualidade, melhor rendimento e maior precocidade. Em pouco tempo, a maioria da lavoura algodoeira americana era plantada com os algodões mexicanos de terras altas, os chamados **Genótipos Highland**. Apesar disso, eram essas cultivares que sofriam 50% de redução em rendimento devido ao bicudo. Não havia nenhuma resistência varietal ao bicudo nesses materiais (ou em nenhum outro material), assim como não existe nenhuma resistência ao bicudo nas cultivares atuais. Mas havia uma fonte de germoplasma alternativa aos algodões então plantados, também originária dos "Genótipos Highland", eram os tipos mexicanos de maçã grande, com frutificação um pouco mais rápida. Isso, apenas, fez uma grande diferença na luta contra o bicudo, porque os rendimentos eram mais altos e ficou patente que a precocidade nas variedades de algodão deveria receber alta prioridade. E assim foi, muitas e muitas cultivares de algodão de maçã grande foram desenvolvidas comercialmente, cada uma com seu próprio nome e os cotonicultores aprenderam a cultivá-las. Foi um progresso apreciável.

Infelizmente, as primeiras variedades de algodão de maçã grande que foram produzidas eram, tipicamente, de fibra curta e que foram muito discriminadas pelos compradores, havendo, inclusive, perdas de mercado. Gradualmente, através do melhoramento genético, a qualidade da fibra foi melhorando. E foi através da melhoria desses algodões que várias mudanças culturais se iniciaram para enfrentar o problema do bicudo nas regiões tradicionais de plantio e que possibilitaram aos EUA a continuidade na produção de algodão.

Outra prática que teve grande impacto foi a adoção de um sistema de plantio de fileiras espaçadas de 1 m. A pesquisa mostrava que a redução da distância entre fileiras aumentava a produção em caso de ataque do bicudo. Usando equipamentos de tração animal, havia locais no meio da lavoura com fileiras mais distanciadas. À medida que se desenvolveram as máquinas agrícolas mais modernas, o espaçamento de 1 m entre fileiras passou a ser a norma. Mais tarde, no Texas (Parker et al. 1980, Walker 1980b) demonstrou-se que, reduzindo ainda mais a distância entre as fileiras, poder-se-ia alcançar maior rendimento na presença do bicudo, devido à precocidade conseguida na produção de maçãs.

Frederick Mally e os primeiros entomologistas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos já haviam reconhecido a importância da imediata destruição dos restos culturais, após a colheita, para reduzir a sobrevivência do bicudo ao inverno. Hoje, é sabido que os bicudos entram em diapausa no outono e que isso é uma acomodação fisiológica para permitir passar o inverno. Se os entomologistas de 1900 não sabiam nada sobre o processo de diapausa, eles já haviam detectado a importância de interromper o cultivo para reduzir as populações das pragas e os agricultores eram aconselhados a destruir os restos culturais, o mais cedo possível.

Mas era uma recomendação impraticável àquela época. A colheita manual do algodão se estendia por muito tempo. Em muitos casos, mesmo que os agricultores o quisessem, a destruição dos restos culturais se faria tão tarde que pouco adiantaria na redução das populações de bicudo. Também, não havia equipamento fácil e eficiente para destruir os restos culturais. Apesar de ser mais do que tecnicamente justificável, a realidade vivida pelos produtores de algodão não permitia que eles atendessem completamente as recomendações (Helms 1980, Walker 1980a).

Houve outra acomodação cultural ao problema do bicudo que surtiu grande efeito. Poder-se-ia dizer que foi um ajuste negativo, e, até mesmo, derrotista. Isto é, havia áreas em que o bicudo não era ou quase não era problema. Essas áreas situavam-se ao norte de Arkansas e ao sul

de Missouri e, ali, poder-se-ia plantar algodão sem se preocupar com o bicudo. Aparentemente, o clima frio dessas áreas era o fator decisivo em manter as populações baixas. Além disso, sabe-se que o requisito mais importante para a sobrevivência do bicudo ao inverno é a presença de lixo-vegetal (folhas mortas) sob as árvores, influenciada pelas espécies de árvores presentes em uma região. Nas regiões onde a cobertura do solo é escassa, o problema do bicudo é menos sério. Deve-se aqui dizer que, no Norte do México, no Estado de Sonora, alguns bicudos já foram encontrados no interior de maçãs da safra anterior, sobrevivendo, assim, ao inverno (Bottger et al. 1964). E eles não eram bicudos que tinham se alimentado livremente e depois procuraram uma maçã entreaberta para passarem sua diapausa. Os bicudos encontrados em Sonora eram indivíduos que se desenvolveram dentro das maçãs, e os adultos, ao se formarem, lá continuaram, sem se alimentar, até a primavera seguinte. Esta é uma rota diferente de sobrevivência ao inverno, porque os bicudos do Texas e do Leste, que também entrem em diapausa como adultos, precisam alimentar-se livremente, antes que a diapausa se complete.

Nas regiões dos Estados Unidos, onde se manifesta a diapausa típica, o plantio do algodoeiro longe dos locais de hibernação pode diminuir ou, até mesmo, eliminar o problema (Rummel & Adkisson 1970). Vários agricultores têm procedido dessa maneira, às vezes, nem mesmo plantando nas áreas com boa proteção para as formas hibernantes. Também, as áreas florestadas diminuíram muito em algumas localidades, reduzindo os riscos de populações alarmantes de bicudos. O escape em relação ao bicudo, plantando-se em áreas onde a praga não era problema sério, ocorreu, em maior escala, no Estado do Texas, o que pode ser ilustrado por dois exemplos.

As chamadas planícies de terras pretas, uma tira estreita de savana e planície, localizadas em ambos os lados da zona de 915 mm de chuva, foi, durante algum tempo, a maior área de produção de algodão no Texas. Em fins da década de 1920, plantavam-se em torno de 2,5 milhões de hectares. Dados antigos mostram que os rendimentos aí obtidos eram mais altos que nas regiões de maior pluviosidade, a leste do Estado.

Em primeiro lugar, os campos abertos permitiam sobrevivência ao inverno apenas em alguns bosques isolados. Além disso, muitas variedades de algodão frutificavam mais rapidamente nesses solos do que, por exemplo, quando plantadas nos solos férteis próximos ao rio Brazos. Finalmente, as chuvas nas terras pretas, sua presença ou sua ausência, eram muito prejudiciais às populações de bicudos. Ao contrário do Leste dos Estados Unidos, julho e agosto são meses secos nas terras pretas,

na maioria dos anos. Dos elementos naturais de controle do bicudo nos Estados Unidos, nenhum é mais eficiente que um verão seco. A maior parte do Texas, aquela parte de 915 mm de chuva a oeste, apresenta um mesmo padrão climático, uma característica que separa os 2/3 ocidentais do Estado, da região Leste de produção, onde o bicudo é muito sério. A dimensão do problema bicudo em grande parte do Texas, apesar de merecer atenção, não é a mesma encontrada em zonas de 1.400 mm do Estado do Mississippi, onde o problema assume uma seriedade muito maior. A sensibilidade dos estágios imaturos do bicudo, à dessecação em botões florais caídos ao solo, já foi discutida por alguns autores (Curry et al. 1980, 1982). As conclusões desses estudos, pesquisas realizadas em laboratório e aplicação de modelos matemáticos descrevem a experiência crítica por que passa uma larva que se desenvolve em um botão floral. Quanto menor é o botão floral atacado, mais crítica e mais precária é a chance de o inseto alcançar o estágio adulto. Botões florais maiores dessecam-se mais lentamente e aumentam as chances de sobrevivência. Um aspecto interessante da conclusão dos estudos é que a obtenção de cultivares com botões florais menores seria muito vantajosa. É, entretanto, a dessecação de botões florais de todas as idades que serve para diminuir o problema causado pelo bicudo no Estado do Texas.

A área plantada com algodão, em resposta às dificuldades enfrentadas com o bicudo, expandiu-se muito a noroeste do Texas. Primeiro, nas planícies ondulantes (Rolling Plains), em região próxima da zona de 610 mm de chuva (Fig. 1) e, em segundo lugar, nas planícies altas (High Plains). As planícies altas, situadas a oeste das planícies ondulantes, são parte do grande planalto norte-americano e, sendo uma região sem árvores, não há locais de hibernação para o bicudo e, por isso, em fins da década de 1920, já se cultivavam, lá, quase 1 milhão de hectares de algodão.

De altitude mais baixa, as planícies ondulantes cercam o lado leste das planícies altas e têm um pouco mais de chuva (Fig. 1), além de apresentar vários bosques. As folhas caídas das árvores, que são tão importantes para a sobrevivência do bicudo no Leste, estão presentes nas planícies ondulantes, apesar de irregularmente.

Mas, na melhor das hipóteses, a sobrevivência do bicudo ao inverno, lá, seria muito pequena. A Fig. 1 mostra o limite ocidental da distribuição da praga em 1920 e sugere que, àquela época, o bicudo já estava bem situado nas planícies ondulantes. Mas o mapa pode nos levar a conclusões apressadas. Foram coletados bicudos, em 1920, mas em

baixo número, sem maiores conseqüências. A área plantada cresceu muito, atingindo quase 1,5 milhão de hectares no final da década de 1920, porque correu a notícia de que as planícies ondulantes não tinham bicudo.

Os invernos muito frios e os verões muito secos aliaram-se para subjugar o bicudo nas planícies ondulantes. Os fazendeiros da região aproveitaram essa situação cômoda até 1960, quando, subitamente, o bicudo foi encontrado, hibernando em grande número, mesmo com a cobertura vegetal tão escassa. Aparentemente, isso foi devido a uma seleção genética e o inseto viu-se apto a enfrentar condições que, anteriormente, lhe eram inóspitas. Uma estratégia específica foi desenvolvida para as planícies ondulantes após 1960, a qual será discutida mais à frente.

Reconhecendo que uma planta que frutificasse mais vigorosamente produzia mais na presença do bicudo, os entomologistas e fitotecnistas recomendavam o uso de fertilizantes. É provável que isso tivesse tido um grande significado para os agricultores de locais já enfreqüecidos pelo plantio continuado de algodão por vários anos. Os fazendeiros aceitaram os conselhos (Helms 1980, Niles et al. 1978). Hoje, entretanto, já se reconhece que níveis excessivos de nitrogênio e o conseqüente atraso na frutificação tendem a tornar o algodoeiro mais susceptível aos ataques de bicudos e de *Heliothis* spp.

Finalmente, houve um entendimento geral de que os algodoais plantados nas terras férteis das margens e vales de rios — o que era uma tradição antes da chegada do bicudo — eram mais vulneráveis do que aqueles plantados nas áreas altas, onde os solos eram menos produtivos. Não apenas no Texas, mas por todo o sudeste americano, passou-se a usar o plantio de algodão (Bottrell 1983, Helms 1980). As variedades de algodão frutificavam mais rapidamente, talvez a folhagem menos densa facilitasse maior penetração dos raios solares, acarretando maior dessecação e maior mortalidade dos estágios imaturos do inseto, no interior dos botões florais caídos ao solo.

Essas modificações culturais foram adotadas pelos agricultores, trazendo-lhes bastante alívio. Para se ter uma idéia dos benefícios que eles alcançaram, por exemplo em 1935, deve-se examinar uma seqüência de produtividades alcançadas antes do bicudo (Tabela 1).

Obviamente, as expectativas de rendimento eram muito baixas antes da chegada do bicudo, se comparadas com os níveis atuais de produtividade. Ao plantar uma nova variedade do tipo 'maçã-grande-mexicano', que aumentou o rendimento em quase 30 kg de fibra por hectare, os agricultores viram nessa mudança um elemento muito útil e im-

portante para a convivência com o bicudo. Se essa mudança não tivesse trazido vantagem paupável, duvido que tivesse sido adotada.

Então, cotonicultores, entomologistas e outros profissionais envolvidos com algodão reconheceram as deficiências e limitações das técnicas de controle cultural e, em consenso, concordaram que, se havia uma solução, esta deveria ser o uso de inseticidas. Um número muito grande de produtos à base de arsênio foi testado, sem sucesso. Finalmente, por volta de 1916, testou-se um novo produto e os resultados foram encorajadores. Parecia a resposta certa. Era o Arseniato de Cálcio.

TABELA 1. Produtividade média americana de fibra de algodão antes do aparecimento do bicudo.

Anos	Fibras (kg/ha)
1876	188
1877	191
1878	188
1879	203
1880	214
1881	167
1882	234
1883	182
1884	174
1886	184
1887	196
1888	191
1889	198
1890	220

Arseniato de Cálcio e os inseticidas organo-sintéticos

O Arseniato de Cálcio, em polvilhamento, foi, durante muitos anos, um inseticida muito eficiente para controlar o bicudo. Inúmeros resultados de pesquisa, tanto do Governo Federal como do Estadual, foram positivos e o produto passou a ter recomendação oficial de uso. Os agricultores, entretanto, nunca aceitaram bem o produto (Walker et al. 1978), principalmente pelo desequilíbrio que ele causava nas populações de pragas secundárias, como *Heliothis* spp. e pulgões, *Aphis gossypii*. Mas o princípio havia sido estabelecido com o programa de testes

de Arseniato de Cálcio e ficou claro que o bicudo poderia ser controlado com aplicações de um inseticida. O que faltava era encontrar um inseticida de espectro mais amplo que se encarregasse, também, das pragas secundárias. Os entomologistas sabiam muito bem o que queriam e só fizeram esperar. Após a Segunda Grande Guerra Mundial, foram testados vários produtos de diferentes classes, muitos dos quais apresentavam algumas características desejáveis, não possuídas por Arseniato de Cálcio. Rapidamente, esses produtos passaram a ser recomendados pelas instituições oficiais. Assim, foram usados e abusados em todas as regiões produtoras de algodão, sem qualquer restrição. Pelos padrões da época, eles eram maravilhosamente eficientes, seguros e de baixo custo. O uso dos inseticidas organo-sintéticos tornou-se uma prática importante, comum e até barata para os americanos. Com isso, as práticas culturais para o controle do bicudo foram esquecidas.

Havia, como se sabe hoje, algo além do que eficiência e baixo custo nos inseticidas organo-sintéticos, eram a grita contra a poluição ambiental, os muitos casos de resistência e o aumento de seus custos com o passar do tempo. Em 1964, apenas o Estado do Texas aplicou quase 10 milhões de quilos de inseticidas em algodão, o que em 1976, tinha se reduzido a 1 milhão de quilos (Estados Unidos. Office of Technology Assessment 1979). Por outro lado, os Estados do Leste, em 1976, aplicaram mais de 23 milhões de quilos de inseticidas em algodão. Hoje, usa-se muito pouco inseticida para se produzir algodão no Texas. Como pode isso ter acontecido?

A EXPERIÊNCIA TEXANA

Mudanças não percebidas

Para abordar toda a alteração conceitual que houve no controle das pragas do algodoeiro no Texas, desde os primeiros dias até meados da década de 1970, teremos que prestar atenção às mudanças lentas e graduais que se iniciaram após 1920, que, por muitos, não foram percebidas. Como exemplo, pode-se citar a variação da área plantada no Estado, tanto no tempo como no espaço.

Ao final da década de 1920, o Serviço de Extensão Agrícola do Texas empregou um entomologista, como agente de extensão, com a atribuição de ensinar e aconselhar os cidadãos do Estado em assuntos relativos aos insetos. Não apenas bicudo e outros insetos do algodoeiro, mas todos os insetos, incluindo pragas das lavouras, das criações, das residências, das hortas, enfim, toda a classe hexápoda e parentes. Isso tudo, esperava-se de apenas uma pessoa.

Naquela época, o Estado plantava mais de 7 milhões de hectares de algodão, mais de 2/3 da área no leste, onde o bicudo era problema todos os anos (Fig. 1). Para se ter uma idéia das dificuldades que aquele entomologista encontrou, basta dizer que, no final da década de 1920, não havia eletrificação rural, não havia rádios, as estradas eram primitivas, os fazendeiros eram semi ou totalmente analfabetos e sem organização entre eles. As linhas de comunicação eram muito trabalhosas. Se Arseniato de Cálcio era eficiente para controlar o bicudo, levar essa informação aos agricultores era uma façanha quase impossível. A imediata destruição dos restos culturais após a colheita reduziria a população de bicudos na safra seguinte, mas como levar essa informação a todos os agricultores? Frustrados e cansados, os entomologistas tiveram que encarar a realidade.

Nós acreditamos que os entomologistas daquela época, os sistemas de pesquisa e extensão e todos os demais segmentos envolvidos na indústria de algodão desenvolveram uma idéia fixa de que, apenas, algum inseticida, ainda por ser descoberto, poderia resolver o problema do bicudo. Mas os ventos da mudança já estavam soprando e a supressão mundial teve seu efeito maior na agricultura e nas indústrias a ela ligadas. Para reagir àquela situação, surgiram os programas de Roosevelt que, eventualmente, tiveram um efeito sobre os problemas de pragas do algodoeiro. Para forçar a alta dos preços, a área plantada foi drasticamente reduzida. Ao final da Segunda Guerra, sobravam menos que 3 milhões de hectares no Texas, dos mais de 6 milhões existentes em 1928. Em 1950, reduziu-se para menos de 2 milhões e a grande maioria da área concentrava-se na zona de pluviosidade abaixo de 900 mm. Com o tempo, a produção do leste do Estado foi completamente eliminada. A Fig. 1 mostra onde se planta algodão, hoje, no Estado do Texas.

Todos estes ajustes, de várias maneiras, ajudaram a reduzir, com o tempo, o confronto com o bicudo; por exemplo, a praga era menos favorecida nas zonas de menos chuva e os meios de comunicação melhoraram muito. Os agricultores, agora, são muito esclarecidos, a eletrificação rural implantou-se, rádio e televisão são eletrodomésticos comuns a todas as fazendas, e muitos entomologistas foram contratados para o serviço de extensão. Atualmente, são mais de 50 no Estado do Texas. É claro que, hoje, a situação é muito diferente daquela de 1928. Um dos fatores de mudança mais importantes foi os agricultores se organizarem entre si. Com a redução da área plantada, estabeleceram-se áreas regionais de plantio, cada qual com influentes associações de agricultores. Os líderes de cada grupo tornaram-se os melhores difusores de novas tecno-

logias e isso ajudou muito na disseminação do uso dos novos inseticidas orgânicos desenvolvidos após a guerra.

Houve, também, outras mudanças significativas, como as máquinas de colher algodão e os desfolhantes químicos, tornando possível aos agricultores interromper o ciclo da planta, colher e destruir, imediatamente, os restos culturais. Foi, então, muito tempo depois, que o axioma apresentado por Mally tornou-se razoável e a sobrevivência de grandes populações de bicudos de uma safra para outra poderia ser diminuída. Especialmente nas áreas onde se faz a colheita total das plantas, para depois separar os capulhos nas usinas de beneficiamento, o bicudo tornou-se um problema muito menos sério. Os campos permaneciam totalmente limpos à época em que ocorreria a diapausa.

Na maioria dos casos, entretanto, antes de meados da década de 1970, os benefícios da redução da área plantada no Texas e da mudança de colheita manual para mecânica não foram totalmente sentidos no meio rural. É que muitos ainda acreditavam que a melhor arma do arsenal continuava sendo as aplicações sucessivas de inseticidas. Mas um problema que iniciou desde a década de 1960 e se intensificou no início da década de 1970 fez com que mudassem de atitude. *Heliothis* spp. havia se tornado resistente a todos os inseticidas disponíveis. Após o aprendizado da lição pelo método mais difícil, os estrategistas de controle de pragas iniciaram uma alteração lenta.

Pela primeira vez em muitos anos, entomologistas e cotonicultores questionaram por que *Heliothis* spp., em primeiro lugar, era uma praga do algodoeiro. Concluíram que os inseticidas é que deviam "pagar o pato", porque eliminavam os inimigos naturais da lagarta-das-maçãs. O fundamento de qualquer nova estratégia, então, seria evitar a aplicação de inseticidas para o bicudo, mais para o fim do ciclo da lavoura. E, considerando-se as últimas mudanças tecnológicas ocorridas no cultivo e mencionadas há pouco, isto seria possível. Também, ficou patente que os inseticidas poderiam ser aplicados contra bicudos, sem causar outros desequilíbrios, se essa aplicação fosse dirigida só contra os adultos que saíssem de diapausa (Walker et al. 1978), por volta do aparecimento dos primeiros botões florais. Foi difícil mudar atitudes que vinham defendendo tão seriamente o uso de inseticidas. Mas um novo esquema foi se formando, e compreendeu-se que evitar o uso de inseticidas, principalmente durante a florada, era fundamental para manter as populações de inimigos naturais de *Heliothis* spp. As pesquisas sobre dinâmica populacional do bicudo e sobre como esta dinâmica interferia na fenologia da planta foram básicas para o desenvolvimento do novo pensamento.

Continuou, entretanto, uma pergunta no ar sobre o bicudo. Qual a relação entre a taxa de reprodução do inseto e o comportamento de frutificação do algodoeiro e o que esta relação teria em tornar o bicudo um inimigo tão sério? Aqui, na Universidade Texas A & M, o autor e G.A. Niles, um melhorista, iniciaram o exame desse assunto, no início da década de 1960. Nenhum de nós teve em mente, ao iniciar nossas pesquisas, que acumularíamos considerável contribuição ao esclarecimento do porquê de a precocidade em algodão sempre ter sido vista como uma vantagem na luta contra o bicudo.

Mas, com o tempo, foi isso o que aconteceu. Examinando a dinâmica populacional da praga, ficou clara, à medida que continuávamos nossos estudos, a razão pela qual os agricultores passaram a plantar em terras menos férteis e porque Mally e outros haviam advogado variedades de frutificação mais rápida.

A dinâmica do bicudo do algodoeiro

No início de 1960, foi iniciado um estudo para detalhar o processo de reprodução do bicudo e concluiu-se que era regulada pela maneira de frutificar da planta de algodão (Walker & Niles 1971). Alguns pontos sobressaíam-se daquele estudo. Primeiramente, os dados indicaram que o padrão de produção de botões florais poderia descrever a primeira geração de bicudos no verão seguinte e que, também, regulava a emergência dos adultos. Nas parcelas experimentais, observou-se que os bicudos egressos de diapausa faziam postura durante os primeiros quinze dias de formação de botões florais. Depois, começavam a emergir os adultos, em seqüência lógica, previsível. A primeira geração podia ser relacionada a certo período de florada, um período previsível, da planta. A mesma coisa podia ser dita sobre a segunda geração. Normalmente, ela não aparecia no cultivo até que se completassem trinta dias após a abertura da primeira flor. O grau de organização com que os fenômenos se processavam deixou-nos surpresos.

A taxa de crescimento das gerações era impressionante. Apenas 50 fêmeas egressas de diapausa por hectare, apesar de não causarem dano na primeira geração, provavelmente, dariam origem a mais de 12.000 adultos (machos e fêmeas) na segunda geração, um número capaz de causar muitos danos, como pensávamos àquela época.

Mas, se fêmeas egressas de diapausa infestassem as parcelas na razão de 124 por ha, a primeira geração da praga no campo já deveria provocar altos níveis de dano. Na verdade, o que concluímos foi que, independente do tamanho da segunda geração, se a primeira geração não foi

grande o suficiente para causar danos, as maçãs já deveriam estar o suficiente maduras para escapar ao prejuízo da segunda geração.

Isso quer dizer que, aos 30 dias do aparecimento da primeira flor, uma grande parte das plantas já produziram maçãs com doze dias de idade ou mais. Presumivelmente, esses frutos são muito duros para a segunda geração de bicudos causar-lhes danos. Um modelo simplificado pode bem mostrar isso, ao contrastar-se um algodão típico de ciclo longo com um de frutificação rápida. A pesquisa pareceu-nos indicar que o fator mais importante, para eliminar ou reduzir os danos causados pelo bicudo, seria atrasar o aparecimento de infestações altas até a segunda geração, ou até 30 dias após o aparecimento da primeira flor. Será que este conceito resistiria a um teste de campo?

Avaliação de algodões de ciclo curto

À época da publicação da pesquisa acima relatada, 1971, sobre a dinâmica populacional do bicudo e o modelo hipotético, nem o Dr. Niles ou o autor e, na verdade, nenhum entomologista e nenhum fitotecnista, havia, adequadamente, compreendido que um grande número de variedades de algodão cultivadas nos Estados Unidos poderia preencher os quesitos da parte genotípica do referido modelo.

Além disso, em 1971, a Universidade Texas A & M estava prestes a lançar muitas variedades novas de algodão, bem precoces e muito produtivas, especialmente para condições ecológicas prejudiciais a outros genótipos, como céu nublado e chuvas constantes. Estas novas variedades foram desenvolvidas por L.S. Bird, de nossa Univesidade, e se estabeleceram, em substituição às variedades antigas, na região de Corpus Christi (Adkisson et al. 1982, Walker 1980a). Assim, após tomarmos conhecimento dos novos materiais, começamos a imaginar o potencial de algumas variedades antigas, e nos organizamos para confirmar ou rejeitar as conclusões do estudo conduzido em 1971, sobre a dinâmica do bicudo e sua interação com a fenologia do algodoeiro.

Vários experimentos foram conduzidos no Sudoeste do Texas para validar o modelo, principalmente para verificar, realmente, se os bicudos não atingissem níveis de dano até 30 dias do aparecimento da primeira flor, haveria boa produtividade. O escape, à primeira geração, significaria alta produção porque permitiria acumular grande número de maçãs com mais de doze dias de idade, ao se completarem 30 dias após o início da florada. Seguramente, as maçãs eram menos atacadas ou menos preferidas que os botões florais e demonstrou-se que a idade da maçã determinava sua vulnerabilidade ao bicudo. Ficou, então, claro

que, para o processo de escape funcionar, deveria ocorrer o máximo de formação de maçãs nas primeiras três semanas após o início da florada.

O grau de escape, é claro estava relacionado à quantidade de maçãs produzidas precocemente pela variedade em uso. O plantio em fileiras estreitas, isto é, menos de 1 m entre linhas, acrescentava chances de escape, por promover maior produção de maçãs no início do ciclo da cultura (Parker et al. 1980). Nessas investigações, o único componente químico de controle eram três aplicações de inseticidas para controle dos adultos egressos de diáspora, à época do aparecimento dos primeiros botões florais com um terço do seu desenvolvimento normal. Outros experimentos, às vezes com objetivos um pouco distintos, confirmaram, conceitualmente, o modelo de Walker-Niles (Heilman et al. 1977), e os benefícios de ordem econômica foram divulgados (Spratt et al. 1976).

Pesquisadores em diferentes especialidades começaram a considerar o algodoeiro e o bicudo sob um novo ponto de vista, adicionando ao modelo novos ingredientes, como, por exemplo, redução da irrigação e dos níveis de nitrogênio, muito importantes para apressar a frutificação. Alguém sugeriu o "slogan" "Produção de Algodão de Ciclo Curto" que, ao que tudo indica, deu certo. Então, após mais de 70 anos, tornaram-se viáveis aquelas coisas que Mally exigia. Os componentes culturais de destruição de restos culturais e plantio de variedades de frutificação rápida tornaram-se práticas realísticas (Spratt et al. 1976).

Um ótimo exemplo do sucesso dessa estratégia pode ser encontrado no município de Williamson, um distrito localizado na parte sul das terras pretas do Texas. Lá, os agricultores plantam uma variedade velha de algodão de ciclo curto, a Lankart LX 571, e praticam a colheita total (planta inteira). Os restos culturais, na maioria dos anos, são destruídos em setembro ou início de outubro, nessa região que planta algodão no início de abril. Hoje, o município de Williamson cultiva mais de 16.000 ha de algodão.

Uma comparação dos rendimentos obtidos, entre os primeiros dias de infestação do bicudo e hoje, não deixa dúvidas (Tabela 2). Escolheram-se os dados de uma série de anos, onde não se podia fazer nada mais do que se plantar algodoeiro de ciclo mais curto e, de datas mais recentes, onde novas estratégias foram colocadas à disposição dos agricultores. Além das variedades de ciclo curto, todos os agricultores de hoje destroem os restos culturais e aplicam de uma a três pulverizações de inseticidas no início da formação de botões florais. Assim, as infestações que causariam danos são adiadas até que a lavoura já tenha grande número de maçãs que escapem ao ataque, dispensando aplicações adicionais de inseticidas.

TABELA 2. Série de produção de algodão no Estado do Texas, entre 1928 e 1983.

Anos	Produtividade kg de fibra/ha	Ano	Produtividade kg de fibra/ha
1928	194	1979	564
1929	140	1980 ¹	282
1930	202	1981	412
1931	219	1982	455
1932	150	1983	554
1933	219		
1934	195		
1935	145		
1936	158		
1937	197		
1938	222		
1939	142		

¹ 1980 foi um ano muito seco e de temperaturas altas.

Uma estratégia cultural para as planícies ondulantes

Após deter-se por muitos anos no limite leste das planícies ondulantes, na década de 1960 o bicudo ascendeu-se à condição de praga. Agora, ele conseguia passar o inverno lá. Na verdade, durante os verões secos ele quase não era problema, mas um verão úmido era suficiente para suas legiões aparecerem em grande número.

As planícies ondulantes do Texas são uma região onde os fazendeiros tornaram-se bem-sucedidos por administrarem muito bem o orçamento de suas propriedades. Aqueles, que assim não agem, permanecem pouco tempo no negócio. Por isso, eles rejeitam o uso de inseticidas. Felizmente, estudos ecológicos básicos sobre o bicudo naquela região sugeriram uma alternativa, o controle cultural (Rummel & Carrol 1983, Slosser 1978).

A safra de diapausa e a atividade dos adultos na primavera foram estudadas com o uso das armadilhas de feromônio e exame das plantas no início da produção de botões florais, revelando um ponto fraco no sistema de o bicudo colonizar as plantas de algodão. Notando que a maioria dos bicudos eram capturados nas armadilhas antes do aparecimento dos primeiros botões florais, isto é, antes de existirem locais adequados para as fêmeas realizarem a postura, os entomologistas imaginaram o que aconteceria se todos os agricultores em uma comunidade atrasassem o plantio. Será que isso poderia funcionar como mais uma estra-

tégia de controle? As armadilhas de feromônio demonstraram que seria possível prever o pico de emergência de adultos dos locais de diapausa, possibilitando o estabelecimento de datas de plantio a cada ano. Na teoria, esse esquema deveria beneficiar-se da grande mortalidade de bicudos egressos de diapausa devido à ausência de botões florais à época do pico de sua emergência. Será que esse esquema funcionaria? Na verdade, funcionou. Os agricultores aceitaram a recomendação, e grandes áreas, sob a responsabilidade das próprias comunidades rurais, adiaram o plantio em dez dias.

Foi o tipo de decisão que combinava com a atitude de orçamento rígido dos cotonicultores das planícies ondulantes, porque não custava um centavo a mais adiar a data do plantio, recebendo, pois, adesão geral, durante muitos anos, esse esquema de adiar o plantio, contando com a ajuda de verões muito secos, manteve as populações de bicudos bem baixas. A produtividade esperada na região é baixa, 390 kg/ha de fibra, o que torna viáveis as medidas culturais de controle. Sob esse ponto de vista, pode-se traçar um paralelo entre a estratégia das planícies ondulantes, hoje, e a estratégia do "algodão mexicano de maçã grande" de épocas menos recentes. A adoção do adiamento da época de plantio nas planícies ondulantes apenas funciona por causa das condições ecológicas que mantêm baixos os rendimentos, com ou sem bicudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se o Estado do Texas, na década de 1980, pôde desenvolver um sistema que incluía as medidas culturais há muito reconhecidas, tornando-as viáveis, isso, foi devido a suas condições geográficas muito peculiares. A pluviosidade no Estado foi o fator responsável pelo sucesso. A estratégia não funcionou, por exemplo, no Estado do Mississippi, onde houve muito mais chuvas. As variedades de ciclo curto, tão adaptadas à natureza climática do Texas, de nada valem no Leste úmido. Além disso, não existe nenhuma evidência de que algodões de ciclo curto, mesmo desenvolvidos no Leste, tenham, lá, o mesmo valor no manejo de pragas, como o têm os algodões de ciclo curto no Texas. O clima úmido do Mississippi simplesmente estende o período de frutificação, atrasando a produção de maçãs e perdendo a corrida contra o bicudo. Se, no Texas, pode-se obter rendimento razoável com três semanas após o início da florada, nas regiões de maior pluviosidade, isso não será possível.

Por outro lado, há que se discutir a produção de algodão dos estados do Oeste, que poderiam se beneficiar do sistema texano. Presentemente, aqueles estados cultivam algodões de alta qualidade e estão relutantes em considerar os vários tipos de ciclo curto criados no Texas, alegando aspectos de qualidade inferior de fibra. O futuro poderá encarregar-se de mudar essas atitudes. Se, por exemplo, *Heliothis* spp. desenvolverem resistência aos inseticidas piretróides sintéticos, poderá tornar-se razoável cultivar um algodão de ciclo mais curto, mesmo que produza menos dinheiro bruto.

Aquelas pessoas que tenham alguma responsabilidade na proteção das lavouras de algodão onde exista a praga nunca deverão esquecer tudo o que já foi dito sobre ela. Apesar de sua aparência inofensiva, o bicudo é um animal indomável, frio e calculista. Basta dar-lhe meia vantagem que ele se recupera. Mesmo as medidas mais drásticas, como as de controle cultural e químico, permitem a sobrevivência de alguns para reiniciar o processo na safra seguinte. O sistema texano funciona apenas porque se produzem maçãs em número suficiente e que ficam duras antes de a criatura aparecer em grande número. Não há muita tolerância no sistema, tudo é muito crítico. Muita chuva que atrase a formação de maçãs ou uma infestação não controlada do percevejo *Pseudotomascelis seriatus* são eventos suficientes para darmos vantagem ao bicudo.

Apesar de a estratégia que temos descrito ter sido muito significativa para a cotonicultura do Estado do Texas, há uma pequena percentagem da área plantada no Estado na qual o sistema quase não teve impacto. Como o leitor poderá deduzir, essa pequena área é de alta tecnologia, onde o algodão é irrigado várias vezes e alcança alta produtividade. Esta área abrange apenas 5% do total plantado com algodão no Estado, onde se fazem até doze aplicações de inseticidas, e está localizada no vale do rio Grande. O bicudo é responsável pela maioria das aplicações de inseticidas, variando-se o número de acordo com maiores ou menores infestações.

No vale, a sobrevivência do bicudo ao inverno é normalmente baixa, de certa maneira, facilitando as coisas. Durante a 2ª Guerra Mundial, a lagarta-rosada, *Pectinophora Gossypiella*, era manejada através da destruição de restos culturais que, ao mesmo tempo, ajudava a manejar as populações de bicudos. Todos queriam colaborar com a Nação durante a guerra e os agricultores atendiam bem a todas as recomendações técnicas. Os benefícios enormes, trazidos pela destruição dos restos culturais àquela época, foram sendo esquecidos à medida que os agricultores passaram a contar com os inseticidas organoclorados e organofosforados. Desde então, a destruição dos restos culturais foi relaxada.

Nos últimos anos, tem havido uma preocupação maior com o bicudo e um entendimento de que, mesmo em tempo de paz, pode-se conseguir convencer os cotonicultores a arrancar e destruir os restos culturais. Através do uso de fotografias infravermelhas, para mapear o algodão que não foi ainda destruído, os entomologistas e outros profissionais envolvidos no processo têm conseguido a colaboração dos agricultores. As fotografias tornam-se públicas e todos podem ver quem destruiu e quem não destruiu os restos culturais, estando, o último, ameaçando seus vizinhos com uma infestação alta de bicudos na safra seguinte. Assim, os próprios agricultores se fiscalizam, trazendo um grande benefício para toda a comunidade. A Tabela 3 mostra o valor da destruição dos restos culturais.

TABELA 3. Número de bicudos capturados em armadilhas, por dia, em diferentes meses, em três safras distintas, no vale do rio Grande, TX.

Mês	Bicudos/armadilha/dia		
	1981/1982	1982/1983	1983/1984
Outubro	-	26	46
Novembro	133	15	11
Dezembro	95	19	4
Janeiro	47	7	1
Fevereiro	46	12	5
Março	48	5	3
Abril	12	2	1

Nos anos de 1982 e 1983, os restos culturais foram destruídos no outono e no início do inverno. Se a prática cultural tivesse se completado no final de setembro, teria havido ainda maior redução no número de bicudos. É bom frisar que, no vale, planta-se o algodão no início de março e colhe-se de agosto a início de setembro.

Assim, após descrever, nesta longa história, os elementos de controle cultural para o manejo de populações de bicudo, devemos concluir que o efeito da estratégia beneficiou, grandemente, apenas o Estado do Texas, pelo seu clima e seu solo. Seja pela praticabilidade da estratégia no Estado, ou qualquer outro motivo, deve-se levar em conta que o Texas produz entre 30% e 40% do algodão americano, com pequena dependência no uso de inseticidas. Para o autor, parece importante que

outros países localizem algumas regiões como aquelas do Texas, onde se possa cultivar algodão mais em paz com os insetos, onde os inseticidas sejam utilizados como auxiliares ao controle cultural e às forças naturais, bióticas e abióticas, que mantêm as populações de pragas sob controle. Duvido que sistemas de produção de algodão possam persistir, apenas, porque exista um inseticida eficiente que seja aplicado doze vezes, durante uma safra, para controlar as pragas.

REFERÊNCIAS

- ADKISSON, P.L.; NILES, G.A.; WALKER, J.K.; BIRD, L.S. & SCOTT, H.B. Controlling cotton's insect pests; a new system. *Science*, (216):19-22, 1982.
- BENNETT, R.L. **A method of breeding early cotton to escape boll weevil damage.** s.l., US Dep. Agric., 1908. 20p. (US Dep. Agric. Farmers Bull., 1153).
- BOHEMAN, C.H. Genera et species Curculionidum cum synonymia hujus familiae. In: SCHONHERR, C.J. **Genera et species Curculionidae.** s.l., s.ed., 1943. v.2, p.232-33.
- BOTTGER, G.T.; CROSS, W.H.; GUNDERSON, W.E. & WENE, G.P. Recent research on the boll weevil in northern Sonora, Mexico, and the thurberia weevil in Arizona. *J. Econ. Entomol.*, (2):286-90, 1964.
- BOTTRELL, D.G. The ecological basis of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) management. *Agric. Ecosyst. Environ.*, (10):247-74, 1983.
- CURRY, G.L.; CATE, J.R. & SHARPE, P.J.H. Cotton bud drying; contributions to boll weevil mortality. *Environ. Entomol.*, (2):344-50, 1982.
- CURRY, G.L.; SHARPE, P.J.H.; DEMICHELE, D.W. & CATE, J.R. Towards a management model of the cotton boll weevil ecosystem. *J. Environ. Manage.*, (11):187-223, 1980.
- ESTADOS UNIDOS. Office of Technology Assessment. **Pest management strategies; present and future pest management strategies in the control of pests of sorghum and cotton.** Washington, Gov. Print. Off., 1979. v.2.
- HEILMAN, M.D.; LUKEFAHR, M.J.; NAMKEN, L.N. & NORMAL, J.W. Field evaluation of a short-season production system in Lower Rio Grande Valley of Texas. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1977. p.80-3.
- HELMS, D. Revision and reversion; changing cultural control practices for the cotton boll weevil. *Agric. Hist.*, (1):108-25, 1980.

- NILES, G.A. & FEASTER, C.V. **Cotton**. s.l., Agron. Soc. Am./Crop. Sci. Soc. Am./Soil Sci. Soc. Am., 1984. 605p.
- NILES, G.A.; HARVEY, L.H. & WALKER, J.K. Cultural control of the boll weevil. In: **THE BOLL weevil; management strategies**. s.l., Univ. of Arkansas. Agric. Exp. Stn., 1978. p.23-38. (South. Coop. Ser. Bull., 228).
- PARENZIA JUNIOR, C.R. **One hundred twenty years of research on cotton insects in the United States**. s.l., US Dep. Agric., 1978. 75p. (US Dep. Agric. Handb., 515).
- PARKER, R.D.; WALKER, J.K.; NILES, G.A. & MULKEY, J.R. **The short-season effect, in cotton and escape from the boll weevil**. s.l., Texas A & M Univ., 1980. 44p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1315).
- RILEY, C.V. Natural history of other species of the genus *Anthonomus*. **Agric. Commun.**, Washington, (1885):279, 1885.
- RUMMEL, D.R. & ADKISSON, P.L. Distribution of boll weevils in infested cotton fields in relation to overwintering habitats in the High and Rolling Plains in Texas. **J. Econ. Entomol.**, (63):1906-9, 1970.
- RUMMEL, D.R. & CARROL, S.C. Winter survival and effective emergence of boll weevil cohorts entering winter habitat at different times. **Southwest. Entomol.**, (2):101-6, 1983.
- SLOSSER, J.E. The influence of planting date on boll weevil management. **Southwest. Entomol.**, (3):241-6, 1978.
- SPROTT, J.; LACEWELL, R.D.; NILES, G.A.; WALKER, J. & GANNAWAY, J.R. **Agronomic, economic, energy and environmental implications of short-season narrow-row cotton production**. s.l., Texas A & M Univ., 1976. 23p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Misc. Publ., 1250c).
- SUFFRIAN, E. Verzeichniss denn von Dr. Grundlach auf der Insel Cuba gesammelten Russelkafer. **Archiv. Naturgesch.**, 37(13):130-1, 1871.
- WAGNER, F. The boll weevil comes to Texas. **Occas. Pap. Friends Corpus Christi Mus.**, 1980. 54p.
- WALKER, J.K. The development of short-season cotton production in Texas. In: **BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. Proceedings...** s.l., s.ed., 1980a. p.153-5.
- WALKER, J.K. Earliness in cotton and escape from the boll weevil. In: **BIOLOGY and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants**. s.l., Texas A & M Univ., 1980b. 605p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Misc. Publ., 1451).

- WALKER, J.K.; FRISBIE, R.E. & NILES, G.A. A changing perspective; *Heliothis* in short-season cottons in Texas. **Bull. Entomol. Soc. Am.**, (3):385-91, 1978.
- WALKER, J.J. & NILES, G.A. **Population dynamics of the boll weevil and modified cotton types**; implications for pest management. s.l., Texas A & M Univ., 1971. 14p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1109).
- WARE, J.O. **Origin, rise and development of American upland cotton varieties and their status of present**. Fayetteville, Univ. of Arkansas, 1951. 173p. Mimeographed.

CONTROLE QUÍMICO DO BICUDO

C.R. Parencia
Southern Field Crop Insect Management Laboratory
ARS-USDA
Stoneville, MS 28776
USA

RESUMO

A primeira grande marca que se obteve na luta química contra o bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, nos Estados Unidos, registrou-se com a descoberta da eficiência do Arseniato de Cálcio, na década de 1920, e de máquinas que tornaram possível o seu polvilhamento. Mais tarde, o uso desse inseticida teve ímpeto maior, com a possibilidade de sua aplicação por via aérea. O desenvolvimento dos inseticidas orgânicos, na metade de 1940, foi um outro acontecimento muito importante na luta contra o bicudo. Seu uso tornou-se ainda mais eficiente em formulações concentradas emulsionáveis, possibilitando sua aplicação em equipamentos de baixo volume e baixa pressão. Houve muita incerteza com o aparecimento de bicudos resistentes aos inseticidas organoclorados. Felizmente, surgiram os organofosforados que, até hoje, são importantes. A pesquisa americana foi dirigida, então, no sentido de manejar populações de bicudos com técnicas de controle de reprodução e diapausa, no final da safra, e controle precoce, no início da formação de botões florais. Após testar tecnologia de erradicação, em experimento realizado no início da década de 1970 e em um teste de erradicação no final da mesma década, iniciou-se um programa de erradicação nos Estados da Carolina do Norte e da Carolina do Sul, em 1983.

INTRODUÇÃO

O bicudo do algodoeiro é reconhecido como a praga mais importante da agricultura americana. Como se sabe, chegou aos Estados Unidos em 1892, procedente do México. Até recentemente, a distribuição geográfica do bicudo, naquele País, estendia-se do Texas e Oklahoma até as Carolinas. Nos últimos anos, foram encontradas infestações no Arizona, no Novo México e na Califórnia. Por conseguinte, em pouco tempo, poder-se-á dizer que a distribuição geográfica do bicudo nos Estados Unidos coincide com a distribuição da lavoura algodoeira.

Não havia métodos de controle do bicudo em que se pudesse confiar, até que os primeiros inseticidas foram desenvolvidos na década de 1920. Assim que se tornaram disponíveis, grandes quantidades foram aplicadas anualmente pelos agricultores e, hoje, o valor dos inseticidas, somado ao custo de sua aplicação para controlar o bicudo, atinge a cifra de 250 milhões a 300 milhões de dólares por ano. Na verdade, mesmo em 1976, o Conselho Nacional do Algodão dos EUA estimou os custos em 260 milhões de dólares anuais, no período de 1970-72, com um gasto anual de mais de 30 milhões de quilos de inseticidas, em 1976, para controlar pragas do algodoeiro (Eichers et al. 1978). Como resultado do uso intensivo de inseticidas, o bicudo tornou-se resistente aos inseticidas organoclorados anteriormente eficientes e, hoje, restam os organofosforados que ainda são muito eficientes. Paralelamente, as lagartas-da-maçã (*Heliothis zea* e *H. virescens*) tornaram-se resistentes aos inseticidas organoclorados e organofosforados.

É preciso considerar que os problemas ocasionados pelas pragas estão correlacionados entre si, formando um complexo. O bicudo é a praga-chave nas regiões de alta pluviosidade, ao passo que *Lygus* spp. é praga-chave no Centro-Sul e no Oeste, ficando o Sudoeste com *Pseudotamoscelis seriatus* e o Oeste, também, com a lagarta-rosada como sua praga-chave. As lagartas-da-maçã têm-se tornado problema sério em quase todas as regiões produtoras, em parte devido ao fato de seus inimigos naturais serem mortos, quando os inseticidas são aplicados para o controle das pragas-chaves.

PERDAS COMPARATIVAS DE ALGODÃO AO ATAQUE DE BICUDO E DE OUTRAS PRAGAS

Qualquer discussão sobre o uso de inseticidas para o controle de pragas do algodoeiro deve considerar alguns pormenores sobre os prejuízos que o agricultor sofre. As estimativas de perdas anuais de algodão devido ao ataque do bicudo e de outros insetos, nos Estados Unidos, para o período de 1909-1954, preparadas pelo Serviço de Economia Agrícola daquele País, foram de 10% e 4%, respectivamente.

O Departamento de Agricultura estimou que, de 1942 a 1951, nos estados em que o bicudo ocorria, perderam-se 10,1% da produção esperada devido ao ataque dessa praga. As perdas ocasionadas por outras pragas variaram de 1,6% a 8,9%. Nos estados onde o bicudo não ocorria, as perdas foram estimadas entre 2,9% e 10,1%.

São também do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos as estimativas de perdas ocasionadas pelo ataque de insetos, no período de 1951-1960, de 19% e de 8% devido ao bicudo, isoladamente (Losses in agriculture 1965). Mais recentemente, o Conselho Nacional do Algodão estimou que as perdas ocasionadas pelo bicudo foram, em média, 7,4% no período de 1970-1972 (National Cotton Council 1973) e a Fundação do Algodão calcula em 6,6% a perda anual ocasionada por todos os insetos, no período de 1974-1976 (DeBoard 1977). Apesar das técnicas de controle muito sofisticadas já existentes, as perdas ocasionadas por insetos no Cinturão do Algodão, em 1979, 1980, 1981 e 1982, foram de 8,8%; 8,7%; 6,7%; e 8,3%, com 1,4%; 1,0%; 1,3%; e 2,4%, respectivamente, atribuídos ao bicudo (Annual... 1980, 1981, 1982, 1983).

INSETICIDAS INORGÂNICOS

O desenvolvimento de inseticidas capazes de controlar o bicudo tem um interesse histórico bastante grande. No início do século, antes do advento do Arseniato de Cálcio, usavam-se o Verde-Paris e o Arseniato de Chumbo para controlar surtos de curuquerê. O Verde-Paris, sendo tão eficiente contra o curuquerê, foi também testado contra o bicudo, mostrando-se ineficiente. À mesma época, testou-se uma formulação de pó molhável de Arseniato de Chumbo, que foi eficiente contra o curuquerê e a lagarta-da-maçã, mas que não logrou controlar o bicudo. Mesmo quando o produto era polvilhado, não surtia o efeito desejado contra o bicudo, daí o fato de o serviço de extensão não recomendar Arseniato de Chumbo para controlar essa praga. Enxofre e criolita eram também usados contra outras pragas do algodoeiro.

O primeiro resultado significativo de controle químico do bicudo foi apresentado por Coad (1918) que, em testes de campo, provou a eficiência do Arseniato de Cálcio. Seguiu-se, então, o desenvolvimento de polvilhadeiras, culminando com o uso de aviões para polvilhar Arseniato de Cálcio em lavouras de algodão, já em 1922, para o controle do curuquerê. Daí, até 1945, tornou-se rotina a aplicação aérea de Arseniato de Cálcio em pó, outros arseniacais e enxofre para controlar as pragas do algodoeiro, inclusive o bicudo (Parencia Junior 1978).

Apesar de uma mistura de Arseniato de Cálcio e Verde-Paris ser mais eficiente contra as lagartas-da-maçã que a aplicação isolada de Arseniato de Cálcio, este último (Parencia Junior 1978) foi o produto mais utilizado para o controle do bicudo, das lagartas-da-maçã e do curuquerê. O uso do Arseniato de Cálcio, entretanto, predisponha o

aparecimento de altas populações do pulgão *Aphis gossypii* e, por essa razão, às vezes adicionava-se nicotina. Tornou-se também comum a mistura de enxofre e Arseniato de Cálcio para controlar infestações combinadas de bicudos e percevejos.

INSETICIDAS ORGÂNICOS

Em meados da década de 1940, o desenvolvimento dos inseticidas organoclorados promoveu grande transformação no controle químico das pragas do algodoeiro (Ewing & Parencia Junior 1948). Pesquisadores dos Governos Federal e Estadual instalaram centenas de experimentos para verificar os efeitos dos novos compostos sobre as pragas do algodoeiro. A grande eficiência encontrada fez com que tivessem grande aceitação por parte dos agricultores. Como resultado, no final daquela mesma década, havia sido grandemente aumentada a área tratada com inseticidas e o Arseniato de Cálcio foi substituído, em grande parte, pelos organoclorados.

Entre os novos produtos, BHC, Aldrin, Dieldrin, Clordane e Heptacloro eram muito eficientes contra o bicudo, mas eram ineficientes contra as lagartas-da-maçã. Entretanto, a mistura de DDT com aqueles materiais garantia bom controle dessas duas pragas importantes, assim como Toxafeno e Endrin, isoladamente. Em seguida, apareceram os inseticidas organofosforados como o Paration, o Metil Paration, o Azinfós Metil, o Demeton e o EPN, e os carbamatos, como o Carbaril, aumentando o arsenal que o agricultor dispunha para enfrentar as pragas do algodoeiro.

INSETICIDAS APLICADOS EM POLVILHAMENTO

Em meados dos anos 40, quando os inseticidas organoclorados foram colocados à disposição dos agricultores, o único equipamento disponível para sua aplicação eram as polvilhadeiras, até então usadas com Arseniato de Cálcio. Havia dois problemas sérios na aplicação dos organoclorados em pó. O primeiro devia-se às condições climáticas, principalmente em relação ao vento, que limitava as aplicações a poucas horas do dia. Os polvilhamentos tinham que ser feitos no final da tarde, à noite ou nas primeiras horas da manhã, quando o vento estivesse calmo, para garantir boa cobertura e evitar excesso de deriva. Em muitas áreas, essas condições ideais duravam apenas algumas horas e, às vezes, nem mesmo ocorriam, limitando a área possível de ser tratada na jornada diária. O segundo problema foi o crescimento das populações de pragas

secundárias, como ácaros do gênero *Tetranychus*, apesar de esse problema particular ter sido resolvido com a inclusão de 40% de enxofre nas formulações de inseticidas organoclorados usadas nos polvilhamentos.

Os entomologistas do Laboratório de Pragas do Algodoeiro, em Waco-TX, começaram a pesquisar a possibilidade de um bom controle do bicudo no início da estação, antes do aparecimento dos primeiros botões florais, através de inseticidas para controlar as pragas precoces, incluindo tripses, pulgões, percevejos e bicudos egressos dos locais de diapausa. Assim, foram conduzidos experimentos, abrangendo grandes áreas, com polvilhamento de inseticidas organoclorados, no início da safra, no município de Wharton-TX, em 1948, com resultados conclusivos de que os tratamentos davam lucro aos cotonicultores da área, além de simplificar os seus problemas com as pragas (Ewing & Parencia Junior 1949b). Entretanto, o problema das condições climáticas necessárias para um bom polvilhamento continuam existindo como fator muito limitante a um bom programa de controle.

INSETICIDAS APLICADOS EM PULVERIZAÇÃO

Em 1948, os novos inseticidas organoclorados revelaram-se eficientes quando formulados em concentrados emulsionáveis e aplicados como emulsão em equipamentos de baixa pressão e de baixo volume (3 a 12,3 l por ha). De novo, foram instalados experimentos em grande escala, utilizando-se máquinas de solo. Os resultados obtidos em 1949 e 1950 foram surpreendentes, e os problemas vividos foram quase todos sanados com aplicação de inseticidas em pó (Ewing & Parencia Junior 1949a, 1950). Os sucessos alcançados foram tão bons que deram origem a pensamentos de supressão de pragas e de controle integrado, que se tornaram assuntos palpitantes na década de 1970.

As pulverizações de inseticidas para controlar pragas tardias do algodoeiro foram, também, rapidamente adotadas pelos cotonicultores por causa de suas muitas vantagens em relação aos polvilhamentos. Por exemplo, podem ser feitas durante o dia, com as condições climáticas bem menos críticas que no caso de aplicação de pó seco. Hoje, uma alta percentagem da área plantada com algodão nos Estados Unidos é tratada com pulverizações efetuadas por aviões agrícolas.

Apesar de as pulverizações terem resolvido uma série de problemas, a impossibilidade de se aplicar enxofre por via aquosa fez aumentar o ataque de ácaros. Essa dificuldade só se resolveu quando apareceram os inseticidas organofosforados que podiam ser misturados nas emulsões, a exemplo de Paration, Paration Metílico e Demeton.

Finalmente, na década de 1960, desenvolveram-se métodos para se aplicar produtos concentrados, ou em ultra-baixo-volume (UBV), podendo-se distribuir, uniformemente, 0,8 l do produto total por ha (Cleveland et al. 1966). Os resultados de pesquisas mostraram que a maioria dos inseticidas eram, pelo menos, mais eficientes, quando aplicados dessa maneira, que quando aplicados pelo método convencional de baixo volume. Durante muitos anos, apenas Malation, Azinfós-metil, Endosulfan, Paration Metílico e uma mistura de Malation com Paration Metílico foram aprovados pela Agência de Proteção do Meio Ambiente (EPA) nos Estados Unidos para aplicação aérea em ultra-baixo-volume com o objetivo de controlar algumas pragas do algodoeiro. Recentemente, estendeu-se o registro a alguns piretróides sintéticos em mistura com óleos vegetais.

INSETICIDAS SISTÊMICOS

Em meados da década de 1950, desenvolveram-se alguns inseticidas sistêmicos como o Forato e o Dissulfoton que podiam ser usados no tratamento das sementes, protegendo as plantas, por várias semanas, contra tripes, pulgões e ácaros. Esse método de controle, entretanto, não foi amplamente aceito pelos agricultores devido ao alto custo dos inseticidas, ao curto período de proteção, à interferência na germinação das sementes e ao efeito no retardamento da lavoura. Além do tratamento de sementes, os inseticidas sistêmicos vieram a ser empregados também na formulação granulada, no sulco de plantio ou em cobertura (Hopkins & Taft 1965). Por exemplo, Aldicarb, que foi desenvolvido na década de 1960, pode ser aplicado no sulco de plantio para controlar bicudos egressos de diapausa e percevejos até oito semanas após a semeadura. Se aplicado em cobertura, quando as plantas estiverem iniciando a formação de botões florais, pode, inclusive, proteger os botões florais contra bicudos (Hopkins et al. 1977), entretanto, não é normalmente aplicado dessa maneira, por ocasionar um aumento nas populações subsequentes de *Heliothis* spp.

RESISTÊNCIA A INSETICIDAS

No Estado da Luisiânia, o bicudo desenvolveu resistência aos inseticidas organoclorados em meados da década de 1950. Nos Estados de Arkansas, Mississippi e outros, a resistência aos mesmos inseticidas deu-se um pouco mais tarde. Felizmente, o inseticida organofosforado Paration Metílico provou-se eficiente e estava à disposição dos agriculto-

res. Também, foram testados, com sucesso, os inseticidas Azinfós Metílico e Malation, apesar de serem um pouco mais caros, o que limitou o seu uso àquela época. Depois de algum tempo, o Azinfós Metílico veio a ser comercializado competitivamente e passou a ser considerado o "bicudicida" mais eficiente. O inseticida carbamato, de nome Carbaril, tornou-se também disponível aos cotonicultores, mas nunca teve boa aceitação para controle do bicudo, porque era formulado apenas como pó seco e pó molhável. A mistura de Toxafeno e DDT, apesar de ambos serem organoclorados, continuou sendo eficiente contra bicudos resistentes, entretanto, a 31 de dezembro de 1972, o uso de DDT em algodão foi banido pela Agência de Proteção do Meio Ambiente.

Sumarizando, desde 1947, quando os inseticidas organossintéticos tornaram-se de uso comum em algodão, 25 espécies de insetos e ácaros, pragas do algodoeiro, tornaram-se resistentes aos organoclorados e, hoje, poderão existir muito mais. Além disso, pelo menos uma espécie resistente ocorre localmente, desde a Califórnia até a Carolina do Norte. Some-se a esse quadro a existência de quatro espécies de ácaros, da lagarta-militar, da mosca-branca (*Trialeurodes abutilonea*) e de *Heliothis* spp. resistentes aos inseticidas organofosforados (Annual... 1980, 1981, 1982, 1983).

O desenvolvimento de resistência em *Heliothis* spp. aos inseticidas organoclorados e organofosforados tornou-se problema muito sério, limitando a poucos os produtos eficientes disponíveis (Lukefahr 1970). No início, os inseticidas Metomil e Clordimeform deram alguma esperança em poderem controlar as lagartas-da-maçã, mas Metomil mostrou-se bastante fitotóxico para o algodoeiro, não permitindo o seu uso intenso e continuado. Clordimeform, que havia-se firmado como ovicida, aplicado em combinação com larvicidas, foi retirado do mercado em 1976. Em 1978, o Clordimeform ficou novamente disponível, entretanto, com grandes restrições de uso.

Mais recentemente, desenvolveram-se os inseticidas piretróides sintéticos, a exemplo de Permetrina, Fenvalerato e Flucitrinato, que vieram minorar os problemas causados por lagartas-da-maçã resistentes aos produtos até então em uso (Hopkins et al. 1977), além de controlarem populações moderadas de bicudos. Outros piretróides estão sendo desenvolvidos, mas a maioria dos pesquisadores da área acha que o complexo *Heliothis* desenvolverá resistência a eles, dependendo da intensidade de seu uso. Recentemente, têm ocorrido casos de resistência de *H. armigera*, na Austrália, a alguns piretróides sintéticos. Dois novos inseticidas organofosforados, sulprofós e profenofós, estão disponíveis, entretanto, não são eficientes contra o bicudo.

TÉCNICAS PARA O CONTROLE DO BICUDO

Os entomologistas que trabalham com pragas do algodoeiro já sabem, há muito tempo, que predadores e parasitas de ocorrência natural podem, algumas vezes, manter as populações de lagartas-da-maçã abaixo do nível de dano econômico. Eles também estão alertados para o fato de que os inseticidas, aplicados para o controle de pragas do algodoeiro, matam esses inimigos naturais. A dificuldade maior é que, durante a safra, as aplicações de inseticidas são necessárias para proteger a lavoura até que ela amadureça e não seja mais atraente às pragas (Parencia Junior 1978). Esta síndrome evidenciou-se quando as lagartas-da-maçã tornaram-se resistentes aos inseticidas de uso corrente.

Esses problemas levaram ao desenvolvimento de técnicas direcionadas ao controle das populações de bicudo que safam de diapausa na primavera (Adkisson et al. 1966), segundo conceitos desenvolvidos por Ewing e Parencia (Ewing & Parencia Junior 1949a, b, 1950), no fim da década de 1940. Brazzel Junior et al. (1961), já na década de 1960, desenvolveram um método para reduzir as populações (Losses in agriculture 1964), no outono, antes que os bicudos saíssem em diapausa. Devido à seqüência no tempo em relação às atividades de campo, a última técnica será discutida primeiramente.

Tratamento no outono. Normalmente, refere-se a essa técnica como controle de reprodução de diapausa, onde os inseticidas são aplicados no final do verão e início do outono para reduzir o número de bicudos que entrarão nos locais de hibernação.

Brazzel Junior & Newson (1959) descobriram que os bicudos entram em uma condição fisiológica chamada diapausa para sobreviverem a situações ambientais adversas. Essa condição fisiológica caracteriza-se pela cessação da gametogênese e atrofia das gônadas, aumento do conteúdo de gorduras, decréscimo no conteúdo de água e decréscimo na taxa respiratória. Brazzel Junior & Hightower (1960) observaram, na parte central do Texas, que os primeiros bicudos em diapausa foram encontrados do fim de julho a agosto. Lloyd & Merkl (1961) encontraram bicudos em diapausa no Estado do Mississippi a partir do dia 11 de agosto, ao passo que, em outros campos, só foram encontrados a partir do dia 8 de setembro.

Em 1969, um experimento em larga escala foi instalado na região do Big Bend, no Estado do Texas, para verificar se os bicudos poderiam ser mortos antes de entrarem em diapausa. Quatro aplicações de 500 g de Paration Metílico por hectare, de 30 de setembro a 8 de novembro, foram efetuadas em uma área isolada de, aproximadamente, 250 ha.

Como resultado, no plantio seguinte, somente um, em dez dos campos tratados, teve populações de bicudos que alcançaram nível de dano econômico antes que fossem feitos os tratamentos para controle de *Heliothis*.

Knipling (1963) sugeriu uma modificação no intervalo das aplicações, reduzindo-o para diminuir a taxa de oviposição. Lloyd et al. (1966), em experimentos de campo conduzidos em 1963-64, fizeram seis aplicações, espaçadas de cinco dias, contra a última geração reprodutiva de bicudos, em setembro. Uma aplicação foi feita em outubro, para os bicudos que nasceram após ou que escaparam aos tratamentos de setembro, com ótimos resultados. Adkisson et al. (1966) e Fye et al. (1968), subseqüentemente, demonstraram que, no Texas, as populações de bicudos poderiam ser suprimidas 98% ou mais, no outono, por sete aplicações de inseticidas.

A técnica de controle de reprodução de diapausa foi usada, em 1972, no Experimento Piloto de Erradicação do Bicudo do Algodoeiro, no sul do Estado do Mississippi, com treze aplicações, devido ao período longo de cultivo que se verificou naquele ano e devido às altas populações da praga. As coletas em armadilhas de feromônio, na primavera de 1973, indicaram um nível de supressão superior a 99%, tanto na área de erradicação como na primeira zona de segurança (Parencia Junior 1978).

Em 1978, a mesma técnica foi usada no primeiro ano do Teste de Erradicação do Bicudo do Algodoeiro, na Carolina do Norte, tanto nas áreas de avaliação como nas zonas de segurança. Nos dois anos subseqüentes (1979 e 1980), não se aplicou nenhum inseticida para controle de reprodução de diapausa na área de avaliação, entretanto, em 1979, foram soltos bicudos estéreis nessa área, da qual 11% foram também tratados com Diflubenzuron. Ao final do teste, a área de avaliação foi considerada livre de bicudos nativos da área (Cross 1981). Da mesma forma, no Teste de Ótimo Manejo Integrado, conduzido no município de Panola, no Estado do Mississippi, prescreveram-se quatro aplicações de Paration Metílico, por ano, para controlar diapausa. A primeira aplicação foi feita dez dias após o agricultor ter feito sua última aplicação para aquela safra. A segunda, dez dias mais tarde e as duas últimas com quinze dias de intervalo. As capturas nas armadilhas, em 1979 e 1980, no referido município, foram 74% e 94%, respectivamente, menores que as capturas observadas na área testemunha do município de Pontotoc, onde a técnica de controle de reprodução de diapausa não foi utilizada (Final report... 1981).

Discutindo a supressão de bicudos em diapausa como componente de manejo de pragas do algodoeiro, Rummel & Frisbie enfatizam que “a maior desvantagem é o alto grau de organização e cooperação necessárias para o seu bom cumprimento. Entretanto, essa limitação pode ser superada, como já se provou em muitas áreas”. Há consenso de que, especialmente nas áreas de infestações pesadas do Cinturão do Algodão, são necessários procedimentos estritos a serem adotados pelos produtores, para se conseguir eficiência em um programa de controle de reprodução de diapausa.

A técnica de controle de reprodução de diapausa deve ser encarada como uma continuação do programa de pulverizações durante a safra, até a data da aplicação do desfolhante, ou inicia-se a tempo de quebrar o ciclo da última geração reprodutiva de bicudos, continuando como um programa normal de controle de diapausa.

Na técnica de controle de diapausa, inicia-se a aplicação de um inseticida imediatamente antes de a planta interromper a frutificação, continuando-se a intervalos de sete a dez dias até a desfolha completa e, daí em diante, até a primeira geada, se ocorrer rebrota. Em áreas de menor infestação, pode-se ter um bom resultado misturando-se um inseticida organofosforado com o desfolhante, também fosforado.

A vantagem dessa técnica de controle é que ela reduz o número de bicudos que entram em diapausa e, conseqüentemente, o número de sobreviventes para infestarem os campos no plantio seguinte. Há que se considerar, como outra vantagem, o fato de os inseticidas serem aplicados no final do ciclo da cultura, quando as populações de artrópodes úteis são relativamente baixas, tendo pouco ou nenhum efeito no momento da aplicação e, muito menos ainda, na primavera seguinte.

A desvantagem é que os agricultores não gostam de fazer gastos extras com inseticidas quase à época da colheita, com nenhum benefício aparente até a safra seguinte. Como já dissemos antes, a técnica é mais eficiente quanto maior for a percentagem de agricultores que participarem em uma grande área, apesar de os benefícios poderem ser notados mesmo a nível de propriedade.

A destruição completa dos restos culturais, imediatamente após a colheita e antes da primeira geada, é uma ótima prática cultural que reduz o número potencial de bicudos a entrarem em diapausa. Quando a primeira geada atrasa-se, a destruição, o mais rápido possível, dos restos culturais diminui a necessidade de aplicação de inseticidas para o controle de diapausa.

Tratamentos de primavera. No fim da década de 1940, Ewing & Parencia Junior (1949a, b, 1950), desenvolveram um sistema de contro-

le das pragas iniciais do algodoeiro, especificamente adaptado para a região Leste do Texas (Lincoln & Parencia Junior 1977), onde se enfatizava a necessidade de participação de toda a comunidade. Maior atenção foi dada a tripes, percevejos e bicudos egressos de diapausa. As aplicações de inseticidas terminaram 30 dias antes da data em que *Heliothis* spp. torna-se problema sério, de maneira a permitir que as populações de inimigos naturais se recuperassem, resolvendo o problema. Isso foi conseguido estabelecendo-se um programa de pulverizações que abrangia várias comunidades e cobrindo uma área de milhares de hectares de algodão. Normalmente, não foram necessárias aplicações tardias de inseticidas para controlar infestações de lagartas-da-maçã e de bicudos. Esse sistema funcionou bem para o Leste do Texas, na região das terras pretas, mas não se provou eficiente no Sul, onde os locais de hibernação do bicudo são mais apropriados. Em outras áreas do País, os bicudos saíam de diapausa mais tarde e a infestação da primeira geração de *Heliothis* spp. era maior, o que obrigava a adoção de pulverizações tardias de inseticidas.

A técnica de aplicação de inseticidas no estágio de "botão floral cabeça de alfinete" para controlar o bicudo é tão eficiente quanto maior for a área coberta. Uma ou duas aplicações são feitas quando as plantas apresentam os primeiros sinais de botões florais e antes que estes atinjam um terço de seu desenvolvimento normal ou estejam grandes o suficiente para receberem uma postura. A eficiência dessa técnica depende da uniformidade do plantio, e a data da aplicação dos inseticidas deve ser tal que grande parte dos bicudos que estavam em diapausa já tenham entrado nos campos, conseguindo-se alta mortalidade. Deve-se ter sempre em mente a necessidade de um período sem aplicação de inseticidas antes da primeira infestação de lagartas-da-maçã, para propiciar a recuperação das populações de inimigos naturais. Esse método é mais fácil de ser aceito pelos cotonicultores porque estarão investindo na proteção da lavoura que está plantada e, não, na do ano vindouro, como ocorre na técnica de controle de reprodução de diapausa.

A técnica de "cultura armadilha", desenvolvida pelo professor Isley na década de 1920, ainda é recomendada em alguns estados produtores de algodão. Ela consiste no plantio de parcelas de algodão próximas dos melhores refúgios de diapausa, dez dias antes da data normal de plantio. Os bicudos deixam os locais de diapausa e são atraídos pelo algodão plantado mais cedo, já frutificando, e aí são mortos por aplicações de inseticidas feitas a cada cinco dias. A limitação da técnica está nas condições climáticas que, muitas vezes, não deixam notar as dife-

renças entre o algodão plantado dez dias antes e o plantado na época normal. O plantio de variedades que frutifiquem mais precocemente, como cultura armadilha, à mesma época do plantio comercial, pode ser uma solução para o problema. Uma outra alternativa é a aplicação do feromônio "grandlure" em uma parte do campo apenas, atraindo para ali os bicudos que estão saindo de diapausa e os matando, com aplicações localizadas de inseticidas.

Tratamentos durante a safra. A técnica de controle do bicudo com aplicações de inseticidas durante o período normal de crescimento da planta passou a ser utilizada desde o início da década de 1920, quando Arseniato de Cálcio tornou-se disponível. Os tratamentos iniciam-se durante o período de frutificação, quando 10% dos botões florais estão perfurados, na maioria dos estados produtores, e 35%, no Estado de Luisiânia. Fazem-se um mínimo de três aplicações a intervalos de três a cinco dias, para quebrar o ciclo da praga e reduzi-lo abaixo do nível de dano econômico. As desvantagens aqui presentes são o custo elevado das aplicações e a mortalidade de inimigos naturais, deixando a lavoura vulnerável às subseqüentes infestações de *Heliothis* spp. Às vezes, devem continuar os tratamentos, não para bicudos, mas para as lagartas-da-maçã.

Atualmente, para manejar populações de bicudos, necessitamos de controle de reprodução de diapausa no outono, suplementado com aplicações de inseticidas na primavera, para controlar os bicudos egressos de diapausa, e aplicações durante a safra, quando necessárias.

Dessa maneira, o problema do bicudo existe e continuará existindo, a não ser que partamos para sua erradicação. Achamos que a tecnologia disponível para erradicar o bicudo mostrou-se eficiente no Experimento do Sul do Mississippi e no Teste de Erradicação da Carolina do Norte. Em 1983, iniciou-se um Programa de Erradicação nas Carolinas que, esperamos, se extenda aos demais estados produtores. Nenhum entomologista, que trabalhe com pragas do algodoeiro, argüirá contra a assertiva de que, na ausência do bicudo, as demais pragas são muito mais simples de se manejar.

INSETICIDAS USADOS NO CONTROLE DO BICUDO

Os inseticidas recomendados para controle do bicudo, listados no Relatório da 36.^a Conferência sobre Pesquisa e Controle de Pragas do Algodoeiro (Annual... 1983), são os seguintes: Azinfós Metálico, Carbaril, Clorpirifós, EPN, EPN + Paration Metálico, EPN + Paration Metálico + Clorpirifós, Fenvelato, Malation, Metil Paration, Nonocrotofós, Paration e Permetrina.

Ao longo dos tempos, a maior percentagem dos inseticidas aplicados na lavoura algodoeira é dirigida contra o bicudo. A total dependência nos inseticidas não é aceitável por causa de seus efeitos adversos sobre o ambiente e sobre outros artrópodes que convivem na lavoura. Ao mesmo tempo, temos que reconhecer que as alternativas que temos buscado, apesar da ênfase que a elas tem sido dada, têm-se provado difíceis e de alto custo. Por isso, os inseticidas continuarão sendo muito importantes no controle do bicudo. Técnicas de controle que reduzam o uso de inseticidas devem ser encorajadas e a erradicação da praga deve ter o apoio da comunidade científica.

REFERÊNCIAS

- ADKISSON, P.L.; RUMMEL, D.R.; STERLING, W.L. & OWEN JUNIOR, W.L. **Diapause boll weevil control**; a comparison of two methods. s.l., s.ed., 1966. 11p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1054).
- ANNUAL CONFERENCE ON COTTON INSECT RESEARCH AND CONTROL, 33. **Report...** s.l., US Dep. Agric. Sci. Educ. Adm., 1980. 77p.
- ANNUAL CONFERENCE ON COTTON INSECT RESEARCH AND CONTROL, 34. **Report...** s.l., US Dep. Agric. Sci. Educ. Adm., 1981. 78p.
- ANNUAL CONFERENCE ON COTTON INSECT RESEARCH AND CONTROL, 35. **Report...** s.l., US Dep. Agric. Agric. Res. Serv., 1982. 77p.
- ANNUAL CONFERENCE ON COTTON INSECT RESEARCH AND CONTROL, 36. **Report...** s.l., US Dep. Agric. Agric. Res. Serv., 1983. 76p.
- BRAZZEL JUNIOR, J.R.; DAVICH, T.B. & HARRIS, L.D. A new approach to boll weevil control. *J. Econ. Entomol.*, **54**:723-30, 1961.
- BRAZZEL JUNIOR, J.R. & HIGHTOWER, B.G. A seasonal study of diapause, reproductive activity and seasonal tolerance to insecticides in the boll weevil. *J. Entomol.*, **53**:41-6, 1960.
- BRAZZEL JUNIOR, J.R. & NEWSON, L.D. Diapause in *Anthonomus grandis* Boheman. *J. Econ. Entomol.*, **52**:603-11, 1959.
- CLEVELAND, T.C.; SCOTT, W.P.; DAVICH, T.B. & PARENIA JUNIOR, C.R. Control of the boll weevil on cotton with ultralow volume (undiluted) technical malathion. *J. Econ. Entomol.*, **59**:973-6, 1966.
- COAD, B.R. **Recent experimental work on poisoning cotton boll weevils.** s.l., US Dep. Agric., 1918. 15p. (US Dep. Agric. Bull., 731).

- CROSS, W.H. *Final report - biological evaluation; Beltwide Boll Weevil Cotton Insect Management Programs*. s.l., s.ed., 1981. Anexo C.
- DEBOARD, D.V. *Cotton insect and weed loss analysis*. Memphis, The Cotton Foundation, 1977. 121p.
- EICHERS, T.R.; ANDRILENAS, P.A. & ANDERSON, T.W. *Farmer's use of pesticides in 1976*. s.l., US Dep. Agric., 1978. 58p. (US Dep. Agric. Agric. Econ. Rep., 418).
- EWING, K.P. & PARENIA JUNIOR, C.R. Control of boll weevil and cotton aphid with dusts containing Chlorinated camphene, benzene hexachloride or other new insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 41:558-63, 1948.
- EWING, K.P. & PARENIA JUNIOR, C.R. *Early-season applications of insecticides for cotton insect control*. s.l., US Dep. Agric., 1949a. 9p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Plant Quarantine, E-792).
- EWING, K.P. & PARENIA JUNIOR, C.R. *Early-season applications of insecticides on a community-wide basis for cotton insect control in 1950*. s.l., US Dep. Agric., 1950. 8p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Plant Quarantine, E-810).
- EWING, K.P. & PARENIA JUNIOR, C.R. *Experiments in early-season application of insecticides for cotton insect control in Wharton County, Texas during 1948*. s.l., US Dep. Agric., 1949b. 5p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Plant Quarantine, E-772).
- FINAL report; optimum pest management trial. Panola County, Mississippi State Univ. Coop. Ext. Serv., 1981. 35p.
- FYE, R.E.; COLE, C.L.; TINGLE, F.C.; STONER, A.; MARTIN, D.F. & CURL, L.F. A reproductive-diapause control program for boll weevil in the Presidio, Texas-Ojinaga, Chinahua Area, 1965-67. *J. Econ. Entomol.*, 61:1660-6, 1968.
- HOPKINS, A.R. & TAFT, H.M. Control of certain cotton pests with a new systemic insecticide, UC-21149. *J. Econ. Entomol.*, 58:746-9, 1965.
- HOPKINS, A.R.; TAFT, H.M. & JAMES, W. Tobacco budworm, bollworm and boll weevil; effectiveness of newly developed experimental insecticides on cotton in the Southeast. *J. Econ. Entomol.*, 70:723-6, 1977.
- KNIPLING, E.F. *An appraisal of the relative merits of insecticidal control directed at reproducing and diapausing boll weevils efforts to develop eradication procedures*. s.l., US Dep. Agric. Entomol. Res. Div., 1963. 22p. Mimeografado.
- LINCOLN, C. & PARENIA JUNIOR, C.R. Insect pest management in perspective. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 23:9-14, 1977.
- LLOYD, E.P. & MERKL, M.E. Seasonal occurrence of diapause in the boll weevil in Mississippi. *J. Entomol.*, 54:1214-8, 1961.

- LLOYD, E.P.; TINGLE, F.C.; MCCOY, J.R. & DAVICH, T.B. The reproduction-diapause approach to population control of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **59**:813-6, 1966.
- LOSSES in agriculture. s.l., US Dep. Agric., 1964. 190p. (US Dep. Agric. ARS, 20-1).
- LOSSES in agriculture. s.l., US Dep. Agric., 1965. 120p. (US Dep. Agric. Handb., 291).
- LUKEFAHR, M.J. The tobacco budworm situation in the Lower Rio Grande Valley and Northern Mexico. In: ANNUAL TEXAS CONFERENCE ON INSECTS, PLANT DISEASES, WEED AND BRUCH CONTROL. *Proceedings...* s.l., Texas A & M Univ., 1970. p.140-5.
- NATIONAL COTTON COUNCIL. **Boll weevil losses**; value and location of losses caused by the boll weevil. s.l., 1973. 52p. (Nat. Cotton Council. Rep.)
- PARENIA JUNIOR, C.R. **One hundred twenty years of research on cotton insects in the United States**. s.l., US Dep. Agric., 1978. 75p. (US Dep. Agric. Handb., 515).

DINÂMICA POPULACIONAL E NÍVEIS DE DANO ECONÔMICO

D.R. Rummel

Texas A & M University Agricultural Research and Extension Center,
Lubbock, TX 79401

G.L. Curry

Biosystems Research Group, Department of Industrial Engineering and
Agricultural Engineering, Texas A & M University, College Station,
Texas 77843, USA

INTRODUÇÃO

O potencial de destruição do bicudo do algodoeiro foi notado logo após sua constatação em lavouras próximas a Brownsville, no Estado do Texas, em 1894. Hunter & Hinds (1905) asseguraram que o bicudo, como nenhum outro inseto, conseguiu transformar-se, em menos de 20 anos, de uma espécie das mais obscuras em uma das pragas de maior importância econômica em todo o mundo. A rápida disseminação do inseto nas regiões cotonícolas americanas e as reduções de rendimento que se seguiram nas lavouras (Butler 1955) testemunharam a natureza explosiva das populações do bicudo. Hoje, o bicudo é considerado uma praga-chave do algodoeiro, nos estados do Sul da nação americana (Bottrell 1976) e constitui-se em perigo potencial para muitas outras áreas cotonícolas do mundo.

Este capítulo trata da dinâmica populacional do bicudo e da teoria atual sobre níveis de dano econômico e níveis de tomada de decisão frente à necessidade de controle. O seu conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de sistemas eficientes e econômicos de manejo da referida praga.

A presente revisão é baseada em estudos conduzidos em áreas dos Estados Unidos, onde o inverno representa um severo fator de mortalidade do bicudo. Naquelas áreas, os adultos sobrevivem à estação fria em estado relativamente inativo de diapausa (Brazzel & Newson 1959). É, pois, importante notar que a dinâmica populacional da praga possa variar em outras regiões climáticas do mundo. O nosso objetivo é trazer subsídios que possam ser utilizados por cientistas que estejam tentando desenvolver sistemas de manejo do bicudo, em áreas recentemente infestadas.

INÍCIO DAS INFESTAÇÕES

A dinâmica sazonal do bicudo inicia-se com a emergência do inseto dos locais de hibernação e subsequente movimentação para os alçoduais. Surpreendentemente, muito pouco se conhece sobre esse importante aspecto da ecologia do bicudo (Curry et al. 1980). A emergência dos adultos dos locais de hibernação normalmente se estende por um longo período, e alguns insetos poderão permanecer em diapausa, mesmo após a emergência das gerações F_1 e F_2 , já desenvolvidas durante a nova safra (Wade & Rummel 1978, Walker Junior & Niles 1971). Estudos recentes indicam que a emergência de bicudos dos pontos de hibernação, na primavera e no verão, é um fenômeno regulado por variações de temperatura (Slosser et al. 1984). Os primeiros estudos, conduzidos em várias localidades dos estados do Texas e da Luisiânia, concluíram que 6°C é a temperatura mínima necessária para que os adultos em diapausa se tornem ativos (Hinds et al. 1909). Por outro lado, a faixa de temperatura para o vôo dos adultos oriundos de diapausa tem sido considerada de 14-20 centígrados (Fenton & Dunnam 1928, 1929, Jones & Sterling 1979b).

A época em que as formas aptas a entrar em diapausa deixam os campos na safra anterior também tem grande influência nos padrões de emergência da safra seguinte (Rummel & Carroll 1983, Wade & Rummel 1978). Dados obtidos na região Noroeste do Texas mostraram que os bicudos que entravam em diapausa mais para o final do ciclo da lavoura anterior, ou seja, próximo às primeiras geadas, apresentaram um maior potencial de sobrevivência durante o inverno e emergiram mais tardiamente, na estação seguinte, que aqueles cuja entrada em diapausa se dera mais precocemente (Rummel & Carroll 1983, Wade & Rummel 1978).

A distância máxima que os bicudos podem voar, após sua saída de diapausa, à procura de campos novos de algodão, não é conhecida, mas geralmente limita-se a vôos de baixa altura e pequenas distâncias (Rummel et al. 1977, Taft & Jernigan 1964). Esses bicudos parecem orientar-se por vôos baixos e de pequeno alcance à procura de alimento e de locais onde possam se reproduzir, a grande maioria restringindo-se às lavouras novas, mais próximas aos locais de hibernação (Rummel & Adkisson 1970, Rummel et al. 1977).

Alguns pesquisadores são da opinião que o algodoeiro em si tenha pouca ou nenhuma atração sobre os bicudos que saem de diapausa (Hardee et al. 1969). Segundo eles, os primeiros indivíduos localizam, por acaso, uma lavoura ainda não atacada e a colonização ocorre após

os primeiros machos se alimentarem dos botões florais, produzindo um feromônio de agregação. Entretanto, hoje existe evidência considerável a indicar que a planta exerce um importante papel na atração dos primeiros insetos, iniciando, daí, a sua colonização (Roach et al. 1971, Walker Junior & Bottrell 1970, White & Rummel 1978).

A migração dos bicudos que saem dos locais de hibernação para as lavouras em desenvolvimento parece uma resposta positiva ao início da produção de botões florais, cuja atração é muito intensificada pelo feromônio produzido por machos, logo após se alimentarem nos primórdios de estruturas florais. Pouquíssimos bicudos entram nos campos antes que as plantas apresentem botões florais com diâmetro de aproximadamente 6 mm (White & Bottrell 1978).

O feromônio de agregação emitido pelos bicudos machos, após sua alimentação nos botões florais acima referidos, é um atraente poderoso que assegura adequada colonização das plantas e posterior reprodução dos insetos. Entretanto, como já foi dito, as próprias plantas, ao iniciarem a produção de botões florais, parecem demarcar o processo de colonização pelos bicudos que safram de hibernação. Algumas substâncias voláteis (Hedin 1976) produzidas pelo algodoeiro muito provavelmente estão envolvidas no processo, mas pormenores a respeito de seu funcionamento são ainda desconhecidos (Bottrell 1983).

A postura normal somente ocorre quando os botões florais de 6 mm de diâmetro atingem a densidade aproximada de 25.000 por ha. Após o início da colonização das plantas pelos adultos que para elas migrarão, a dispersão para outras plantas da mesma lavoura dá-se através de vôos curtos, ou mesmo pela passagem dos insetos de uma planta para outra (Hunter & Hinds 1905). A intensificação da dispersão para áreas mais distantes de um mesmo campo, normalmente, dá-se após a emergência de uma nova geração de adultos.

INTERAÇÃO BICUDO-ALGODOEIRO

Um dos fatores que mais influenciam na dinâmica populacional do bicudo é a fenologia do próprio algodoeiro. Como a planta exerce influência sobre a temperatura, a umidade e a movimentação de ar no microambiente do bicudo, além de prover sustento para crescimento e reprodução, ela acaba também influenciando a fecundidade, o desenvolvimento e a sobrevivência da espécie (Bottrell 1983).

O bicudo é basicamente um inseto que se alimenta de pólen e o desenvolvimento dos ovos no organismo da fêmea é dependente de uma dieta de pólen (Fenton 1952). Para isso, os adultos estão bem equipa-

dos de longo rostro para furarem os botões florais e chegarem até as anteras que abundam no interior das estruturas florais. As próprias flores abertas garantem um bom suprimento alimentar para os adultos. Os adultos são também comumente encontrados alimentando-se de maçãs novas, mas, sem uma dieta de pólen, sua reprodução é muito reduzida (Bottrell 1983).

O bicudo parece estar bem adaptado para coexistir com o algodoeiro, tendo evoluído a tal ponto que sua atividade contínua tende a levar a planta a manter-se na fase vegetativa, extendendo o seu ciclo (Gutierrez et al. 1979). Através da alimentação e oviposição incessantes nos botões florais novos que sofrem abscisão da planta, esta é induzida a produzir mais botões florais, folhas, caules e raízes. Desta maneira, a planta evoluiu para tolerar o dano causado pelo bicudo, aumentando sua taxa de produção de botões florais (Gutierrez et al. 1979).

DESENVOLVIMENTO

Do ovo até a saída do adulto, todas as fases da vida do bicudo processam-se no interior do botão floral ou da maçã, tendo, pois, um desenvolvimento em habitat relativamente bem protegido. A extensão do seu período de desenvolvimento é, como na maioria dos animais de sangue frio, bastante sensível à temperatura. Isley (1932) estudou os efeitos de temperaturas, umidade relativa e dieta alimentar na duração do desenvolvimento. Sharpe & DeMichele (1977) e Sharpe & Hu (1980) desenvolveram modelos de reações cinéticas de desenvolvimento dependente de temperatura.

Séries de imaturos que se desenvolveram sob condições similares apresentam uma ampla variação do tempo necessário para chegarem à fase adulta. Em condições de laboratório, o ciclo evolutivo, durante o verão, varia de duas a quatro semanas, com um tempo médio de 18-21 dias (Sterling & Adkisson 1978). Sharpe et al. (1977) e Curry et al. (1978) incorporaram esta variação de tempo em modelos de desenvolvimento, com bastante sucesso. Um modelo que incorpora a distribuição de emergência e mortalidade em um sistema combinado foi publicado recentemente (Feldman & Curry 1984).

FATORES DE MORTALIDADE

O desenvolvimento de populações de bicudo durante uma safra de algodão é regulado por fatores abióticos e bióticos. Ênfase maior tem sido dada aos fatores abióticos (Bottrell 1983), entretanto, ambos

os aspectos precisam ser considerados em estudos de dinâmica populacional do bicudo.

Um alto grau de mortalidade por fatores abióticos provavelmente ocorre durante o período que se estende entre o início da emergência de bicudos dos locais de hibernação e a colonização dos algodoeiros. Entretanto, poucos estudos têm-se realizado neste período. Pesquisas conduzidas, já há algum tempo, por Fenton & Dunnam (1927) mostraram que, em muitas instâncias, grandes quantidades de bicudos emergem dos locais de hibernação antes de as plantas estarem produzindo botões florais, não tendo condições para se reproduzir. A porção da população que sobreviveu ao período de diapausa e que emergiu o suficiente tarde, ou que viveu o tempo necessário para se alimentar e se reproduzir nas novas estruturas florais, quando disponíveis, dá-se o nome de "emergência efetiva" (Fenton & Dunnam 1927, Rummel & Carroll 1983).

A longevidade média dos bicudos que saíram dos locais de hibernação, na ausência de plantas com botões florais, é relativamente curta, na maioria dos casos (Rummel & Carroll 1983). Quase todos os dados disponíveis indicam que a duração da vida destes adultos é de apenas 8-14 dias, quando somente algodão, na fase puramente vegetativa, está disponível para alimento (Fenton & Dunnam 1929, Hunter & Hinds 1905). Entretanto, se existem botões florais, a expectativa de vida é bastante ampliada. Hunter & Hinds (1905) conseguiram manter adultos advindos de diapausa durante muitos dias em laboratório, alimentando-se de botões florais, 80 dias para os machos e 70 dias para as fêmeas. Em gaiolas de campo, Fenton & Dunnam (1929) mantiveram machos e fêmeas advindos de diapausa, durante, respectivamente, 19,4 e 16,1 dias, alimentando-se de botões florais. Também em gaiolas de campo, no Noroeste do Texas, adultos egressos de diapausa sobreviveram uma média de 8,8 dias. Entretanto, os bicudos que foram transferidos de algodoeiro novo para algodoeiros em fase de produção de botões florais tiveram uma longevidade de 3,4 dias (Rummel, dados não-publicados). Pelas razões expostas, a falta de nutrição apropriada provavelmente resulte num alto índice de mortalidade naquela parte da população pós-hibernante que emergiu algumas semanas antes da produção dos primeiros botões florais. No Noroeste do Texas, White & Rummel (1978) relataram que, durante a maioria dos anos, somente os últimos 10% ou menos da população de bicudos que saem de hibernação conseguem sobreviver e colonizar os algodoeiros.

Após a colonização dos algodoeiros pelo bicudo, o tamanho e abundância dos botões florais passam a ser os principais fatores bioló-

gicos que afetam a reprodução e sobrevivência da praga (Curry et al. 1980). A picada de oviposição feita pela fêmea não interfere, imediatamente, no desenvolvimento do botão floral. Seu desenvolvimento continua normalmente até início do segundo instar da fase larval. Neste ponto, uma membrana de abscisão forma-se no pedúnculo do botão floral infestado (Coakley et al. 1969). Com a completa formação da referida membrana, o suprimento de água é interrompido e o botão floral começa a murchar. A temperatura do botão floral modifica-se pela ausência do resfriamento de evaporação das brácteas e pétalas, ocasionado pela membrana de abscisão (DeMichele et al. 1976). Logo em seguida, o botão floral cai ao solo ou fica dependurado por um fio que liga seu pedúnculo à planta. Se a primeira hipótese ocorre, fica exposto a uma variedade de microambientes que vão desde completa sombra até completa exposição à luz solar (Bottrell 1983) o que vai determinar sua menor ou maior perda de umidade e, conseqüentemente, a chance de sobrevivência da forma imatura que se encontra em seu interior. Fica, então, claro que a sobrevivência do inseto é influenciada pelo botão floral em si e pela sua exposição à insolação, temperatura e umidade (Curry et al. 1982, DeMichele et al. 1976). A maior taxa de mortalidade ocorre nos botões florais menores que 6 mm de diâmetro, expostos a condições quentes e secas. As fêmeas, normalmente, evitam os botões florais muito pequenos para postura (Cate et al. 1979, Jones et al. 1975b), apenas os aceita quando são escassos os botões florais maiores.

A ocorrência de mortalidade de larvas, induzida pela temperatura em botões florais caídos ao solo, foi notada há muitos anos. Estudos mais recentes (Curry et al. 1982, DeMichele et al. 1976) indicam claramente que a seca dos botões florais é um dos mais importantes fatores de mortalidade da população imatura de bicudos. Sua importância é ainda maior em climas semi-áridos, onde condições de alta temperatura e baixa umidade são constantes durante o período do ano em que se cultiva o algodoeiro. A mortalidade das formas imaturas é consideravelmente maior em botões florais do que em maçãs, por que as maçãs atacadas normalmente não caem ao solo, não ficando expostas ao dessecação e a altas temperaturas.

Pierce (1912) listou 49 espécies de insetos e ácaros que atacam os estágios imaturos do bicudo e avaliou que os inimigos naturais são responsáveis pela mortalidade de mais de um terço das formas imaturas.

Agentes de controle biológico, entretanto, não parecem garantir, como tal, níveis confiáveis de controle, na maioria dos sistemas de produção vigentes (Bottrell 1983). Entretanto, os fatores bióticos de mor-

talidade das populações de bicudo têm um papel muito importante em sua dinâmica e devem receber maior atenção em programas de manejo.

Recentemente, tem havido maior interesse dos pesquisadores nesta área e tem-se acumulado grande quantidade de dados sobre a importância dos fatores bióticos de mortalidade na dinâmica populacional do bicudo. Cross & Chesnut (1971) citam 42 espécies de insetos e ácaros encontrados parasitando o bicudo em suas diferentes áreas de ocorrência. Além disso, várias novas espécies de parasitóides que atacam o bicudo ou espécies correlatas, como *A. hunteri* Burke e Cate, foram recentemente encontradas no México (Cate & Clark 1978, Coss Flores et al. 1977).

Na completa ausência de inseticidas, o parasitóide *Bracon mellitor* Say pode causar altos níveis de mortalidade na população imatura de bicudo (Bottrell 1976, 1983, Rummel et al. 1980). Entretanto, Bottrell (1983) diz que a mortalidade induzida pelo referido parasitóide cresce proporcionalmente com a densidade populacional da praga, e altos índices de mortalidade somente ocorrem após o bicudo ter causado dano considerável no algodão.

A formiga lava-pés, *Solenopsis invicta* Buren, mostrou-se muito voraz, revelando-se ótimo predador do bicudo. Em alguns casos isolados no Texas, onde o número de formigueiros por unidade de área é muito grande, altos níveis de predação têm evitado o aparecimento de populações elevadas de bicudo (Jones & Sterling 1979a, Sterling 1978).

O levantamento de patógenos que atacam o bicudo em condições naturais tem sido bastante limitado, mas uma série de espécies já é conhecida (Cross 1973). Howell (1907) listou 38 espécies de pássaros que se alimentam de bicudos, como de outros insetos. Entretanto, o estudo de vertebrados como predadores de bicudo é muito reduzido e, sob certas condições, os pássaros podem exercer um papel muito importante (Bottrell 1983).

Sterling (1978) cita a formiga lava-pés para concordar com Grossman (1929) no sentido de que os inimigos naturais do bicudo têm aumentado sua importância como fatores limitantes da abundância da espécie.

TAXAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL

A dinâmica populacional do bicudo do algodoeiro tem sido objeto de investigação pelos entomologistas interessados no desenvolvimento de métodos para acompanhar o crescimento das infestações antes que as mesmas possam causar dano econômico (Bradley & Phillips 1978). No

passado, a maioria dos estudos nesta área consistia, simplesmente, em cálculos teóricos de taxas de crescimento das populações. Sanderson (1907) dizia que uma população de bicudos poderia crescer 625 vezes, de 1.º de junho a 1.º de setembro. Entretanto, a taxa de crescimento observada naquele período não excedia 65 vezes. Hunter & Pierce (1912) calcularam que um casal de bicudos poderia produzir 3.001.250 indivíduos em quatro gerações. Entretanto, eles próprios concluíram que esta magnitude de crescimento não ocorreria nas condições normais de cultivo do algodoeiro, por limitação de suprimento alimentar aos insetos. Cálculos desse tipo podiam demonstrar o potencial de reprodução da praga, mas pouco contribuía para o entendimento de sua dinâmica populacional.

Estudos de taxas de crescimento populacional baseados em dados reais de campo mostram resultados mais conservadores que os obtidos por cálculos teóricos. Knipling (1960) estimou aumentos populacionais por geração, variando de 2,5 a 7,5 vezes, dependendo de condições climáticas. As estimativas de Walker Junior & Hanna (1963) apresentam um crescimento de duas a três vezes para a primeira geração e de duas a sete, o crescimento da segunda geração sobre a primeira. Lincoln et al. (1963) apresentaram taxas de crescimento baseadas em números de botões florais perfurados e concluíram que, em Arkansas, a taxa semanal de crescimento da população era de 2,5 vezes. Sterling & Adkisson (1978) publicaram dados mostrando que, no Oeste do Texas, o crescimento de populações de campo durante a safra enquadra-se em curvas de distribuição normal. O número de adultos cresce exponencialmente nos meses de julho, agosto e setembro à taxa de 2,7 vezes por semana em um campo não-tratado e à taxa de 1,74 vezes em campos tratados com inseticidas. Durante o mês de outubro, a taxa de crescimento cai e atinge zero.

O tamanho da população que consegue sobreviver ao inverno influenciará grandemente a taxa de crescimento populacional durante o ciclo da lavoura algodoeira (Walker Junior 1966). Quando as populações que saem de diapausa são altas, as gerações subseqüentes normalmente crescem a taxas mais baixas devido à competição por alimento e locais para postura. Walker Junior & Niles (1971) relatam uma taxa de crescimento de duas vezes para insetos pertencentes à alta população oriunda de diapausa e de 40 vezes para insetos pertencentes à pequena população. Tendências semelhantes foram observadas por Fye & Bonham (1970) para populações grandes e pequenas, após o período de diapausa.

Estudos sobre dinâmica populacional do bicudo, efetuados em gaiolas de campo e insetários, (Hopkins et al. 1969, Lloyd & Merkl 1966, Mitchell & Mistic 1965, Sterling & Adkisson 1970) indicaram taxas de crescimento semelhantes àquelas obtidas em condições de campo. Entretanto, por causa de muitos fatores bióticos e abióticos que regulam as populações do bicudo, não é possível comparar dados obtidos em áreas geográficas diferentes.

Muitos trabalhos desenvolvidos em condições de campo e de insetário acumularam um número razoável de informações sobre dinâmica populacional do bicudo, mas, infelizmente, têm pouco valor na previsão de populações. Ultimamente, entretanto, foram desenvolvidos modelos, para uso em computadores, que podem utilizar os dados até hoje conhecidos, de maneira mais eficiente. Jones et al. (1977) desenvolveram um modelo matemático que simula a população de bicudos influenciada pelas condições de cultivo, pelo clima e pela densidade populacional do próprio inseto. Através do uso dos componentes alimentação (Jones et al. 1975a) e oviposição (Jones et al. 1975b), este modelo dispõe de outros mecanismos acopláveis necessários para simular a interação entre o algodoeiro e o bicudo. Curry et al. (1980) desenvolveram, recentemente, um modelo para o bicudo e para o ecossistema existente numa lavoura de algodão. O componente inseto deste modelo incorpora o seu desenvolvimento, a reprodução e a sobrevivência como dependentes da temperatura.

O modelo do algodão é baseado em uma planta média que se considera típica, consistindo em um número de botões florais e maçãs para cada categoria etária. Taxas de início de produção de botões florais, idade e queda natural ou provocada de botões florais e maçãs são fatores considerados. Os componentes da interação lavoura – inseto consistem no comportamento do inseto quanto à localização na planta e preferência por locais de postura, queda de botões florais infestados e sua relação com a mortalidade da praga. Este modelo demonstra que o inseto nunca utiliza todo seu potencial biótico. A total capacidade de reprodução do bicudo somente pode ser demonstrada em situações onde a disponibilidade de botões florais é grande e a densidade da praga é baixa (Curry et al. 1980).

Os modelos são, pois, úteis não apenas como instrumento de previsão de populações em programas de manejo do bicudo, como também possibilitam um melhor entendimento da biologia e da dinâmica do inseto.

NÍVEIS DE DANO

Stern e co-autores (Stern 1966, Stern et al. 1959) chamaram atenção para a importância dos conceitos "limiar de dano econômico" e "nível de dano econômico". Nível de dano econômico foi definido por eles como "a mais baixa densidade populacional que causará dano econômico". Por outro lado, definiram limiar de dano econômico como "a densidade na qual medidas devem ser tomadas para evitar que a população cresça e atinja o nível de dano econômico".

Sylvén (1967, 1968) sugere que os termos "limiar de controle" e "limiar crítico de dano" são mais precisos, adequando-se melhor. Ele raciocina que, em muitos casos, as pragas podem causar danos impossíveis de ser evitados por qualquer meio prático disponível ao agricultor. Nessas circunstâncias, uma perda de rendimento pode ocorrer porque as medidas de controle disponíveis custam mais que o ganho auferido, se a perda tivesse sido evitada.

Sterling & Lincoln (1978) propuseram o uso do termo "nível de ação" até que níveis definitivos de dano econômico e de limiar de dano econômico fossem estabelecidos. Eles sugerem que o termo "nível de ação" seja usado para aqueles níveis de abundância de uma praga que podem causar dano econômico intolerável à um cultivo. O termo pode também ser aplicado ao número de artrópodos benéficos que estão presentes em nível insuficiente para suprimir uma população de pragas.

Há um grande número de definições sobre limiar de dano (Bierne 1966, Chiang 1973, Headley 1971, Stern et al. 1959). As diferenças entre elas, na maioria das vezes, dependem do objetivo para o qual foram estabelecidas (Sterling & Lincoln 1978). Independentemente de uma definição específica, o conceito básico de limiar de dano é geralmente aceito e é de necessidade fundamental para um programa eficiente de manejo de pragas. Para a utilização racional dos níveis acima considerados, é necessário que tenhamos métodos eficientes de amostragem e, felizmente para o bicudo, muitas técnicas de amostragem já foram utilizadas. Uma revisão e discussão das várias técnicas de amostragem para o bicudo foi preparada por Sterling & Lincoln (1978).

Geralmente, inicia-se a aplicação de inseticidas para controlar o bicudo, ao aparecimento dos primeiros sinais de botões florais. Estas aplicações precoces têm a finalidade de eliminar os adultos que saíram de hibernação, antes que as fêmeas comecem a por ovos. Quando bem feitas e em se conseguindo diminuir significativamente a postura, pode-se eliminar grande parte do número de pulverizações necessárias ao longo do ciclo da lavoura (Rummel et al. 1980). Seria ideal que a primeira

aplicação de inseticidas se fizesse antes ou durante o período em que os primeiros botões florais estivessem com, aproximadamente, 6 mm de diâmetro.

O limiar populacional para tratamento contra bicudos que saíram de hibernação é baseado na detecção de adultos nas lavouras. Walker Junior & Niles (1971) estabeleceram um nível de dano, para esta situação, de 110 adultos por hectare. Esta densidade populacional não causou dano econômico durante a primeira geração de bicudos, mas, na segunda geração, atingiu número suficiente para tal. As recomendações atuais de limiar econômico para o controle de bicudos oriundos de diapausa, em muitas regiões cotonícolas americanas, variam de 60 a 750 adultos por hectare.

Entretanto, a dificuldade de se detectarem os adultos no campo, antes do aparecimento dos primeiros botões florais, tem limitado a adoção desses parâmetros em programas de controle. Uma vez que a colonização das plantas pelo bicudo tem correlação positiva com o aparecimento de botões florais (Walker Junior & Bottrell 1970, White & Rummel 1978), as inspeções de campo somente começam a detectar adultos após a postura ter-se iniciado. Além disso, a detecção de apenas alguns adultos no algodão, antes do aparecimento dos primeiros botões florais, não indica, com nenhuma precisão, se serão em número suficiente para criar infestação econômica, quando os botões florais já estiverem presentes (Rummel et al. 1980).

Na prática, os agricultores ignoram os níveis populacionais dos bicudos que saíram de diapausa e fazem os tratamentos baseados no estágio de desenvolvimento da planta. Apesar de funcionar algumas vezes, a aplicação automática de inseticidas, assim feita, resulta no uso desnecessário e suas conseqüências, quando a população de bicudos é baixa.

Mais recentemente, armadilhas com o feromônio "grandlure" (McKibben et al. 1974) têm tido grande importância em programas de manejo do bicudo. Rummel et al. (1980) estabeleceram uma relação positiva entre o número médio de bicudos capturados em uma armadilha por campo antes do aparecimento dos primeiros botões florais e a percentagem de botões florais com picada de postura, durante seu aparecimento. Foi então desenvolvido um índice de armadilha para determinar a necessidade de tratamento dos campos, a fim de controlar os adultos advindos de hibernação. Este índice de armadilha ou de captura é mais acurado que a inspeção de campo em determinar o potencial de dano de uma população de adultos, presente no campo antes do aparecimento dos primeiros botões florais. O sistema, assim desenvolvido, é

também eficiente para indicar quando o controle é desnecessário (Rummel et al. 1980). O índice de captura tem sido adaptado para várias regiões produtoras dos Estados Unidos, e vários estados têm recomendado este método para determinar a necessidade ou não de aplicar inseticidas para controlar bicudos que saíram de diapausa (Johnson et al. 1983).

Após a colonização das plantas pelo bicudo, os limiares de dano baseiam-se no estrago já observado nos botões florais. Este método é simples e fácil de ser aplicado uma vez que os botões florais danificados são facilmente detectados na planta, mesmo em condições de baixa densidade populacional de bicudos. É claro que o sistema baseia-se na pressuposição de que a população continuará aumentando e é, por isso mesmo, que o método não leva em consideração os vários fatores de mortalidade que, às vezes, reduzem drasticamente a sobrevivência das formas imaturas no interior dos botões florais. Sterling & Lincoln (1978) manifestaram a opinião de que o limiar econômico ideal deveria basear-se em número de adultos, uma vez que as formas imaturas estão bem protegidas contra os inseticidas, no interior dos botões florais. Entretanto, pela dificuldade em se amostrarem os adultos após o início da postura, quando estes adultos estão em densidade populacional baixa, o número de determinação do dano nos botões florais é normalmente aceito como indicador do nível populacional da praga. É de se esperar que o nível de limiar econômico, baseado em danos nos botões florais, varie nas diferentes regiões produtoras, e, nos Estados Unidos, este nível tem variado de 10% a 20% de botões florais infestados (Guide... 1984, Boring et al. 1984, Lambert & Herzog 1982).

Numerosos estudos têm mostrado que o algodoeiro pode suportar alguma perda de botões florais antes que a produtividade da lavoura seja comprometida (Lincoln & Leigh 1957, Mistrich Junior & Covington 1968). Lincoln & Leigh (1957) dizem que, sob determinadas condições, níveis adequados de produtividade podem ser obtidos mesmo que a planta apresente dano continuado de 40% dos botões florais. Outros estudos dão conta de que 70% a 80% dos botões florais produzidos por uma planta caem, em condições normais, antes de produzir maçãs (Tanskiy 1969). Dessa maneira, uma certa percentagem de queda de botões florais, pelo ataque do bicudo, pode ser tolerada, sem redução do rendimento do cultivo. Este fator, aliado a uma capacidade inerente da planta de compensar a perda, através da produção de novos botões florais, deve ser considerado no estabelecimento de limiares econômicos.

Como ficou claro, a planta repõe os botões florais caídos, compensação que também pode dar-se através da produção de maçãs maiores,

apesar de apresentarem-se em número menor (Hamner 1973, Tugwell 1964). A capacidade de uma planta repor os botões florais perdidos é função das características genéticas da cultivar em questão e de fatores ambientais como temperatura, umidade e fertilidade do solo.

O nível de limiar econômico estabelecido para botões florais danificados depende da importância em proteger a primeira carga da planta. O novo conceito de algodões de ciclo curto (Namken & Heilman 1973, Walker Junior & Niles 1971) chama a atenção para a importância de a planta produzir o maior número de maçãs, o mais cedo possível. Variedades que produzam muitas maçãs em pouco tempo e que as amadureçam rapidamente poderão escapar ao dano, por garantirem uma alta produtividade antes que a população de bicudos seja o suficientemente grande. Esse mecanismo de escape apenas funciona, se as populações de bicudos forem relativamente baixas, até 20 dias antes do início da floração. Assim, há de se estabelecer um limiar de dano muito baixo para os bicudos que saem de hibernação e sua primeira geração, para se assegurar uma produção precoce de muitas maçãs. As variedades de algodão de crescimento indeterminado têm mais capacidade para compensar danos e, por isso, permitem que os níveis de limiar econômico sejam mais elásticos.

Pesquisas desenvolvidas em algumas áreas do Texas revelaram que a susceptibilidade das maçãs à injúria pelo bicudo decresce com o aumento do tamanho e da idade das mesmas (Parker et al. 1980). Em algumas variedades testadas, o dano decresceu significativamente após os primeiros doze dias de idade da maçã. Apesar de esse fenômeno poder variar com a cultivar e as condições ambientais prevalentes, ele pode ser muito útil para determinar o fim das aplicações de inseticidas. Baldwin et al. (1984) chegaram a propor um sistema de determinação de tamanho e idade de maçãs, com esse propósito.

A maioria dos níveis de limiar econômico existentes é muito pragmática e, em muitos casos, baseada em evidência empírica (Sterling & Lincoln 1978). Muito poucos dos fatores ambientais que influenciam o crescimento das populações da praga e da própria planta são levados em consideração, assim como o próprio valor da lavoura em si. As considerações de ordem econômica, relativas ao valor da produção, apenas são encaradas após o nível de limiar econômico ser estabelecido, restando uma decisão de aplicar ou não um inseticida.

Sob um ponto de vista estritamente prático, os atuais níveis de dano têm sido usados com sucesso para prevenir excesso de perdas nos algodoads. Mesmo assim, ainda tem havido uso exagerado de inseticidas na cotonicultura, mantendo-se altos os custos de produção. Os resulta-

dos, a longo prazo, do estabelecimento de níveis de dano muito baixos e a conseqüente utilização maior de inseticidas devem ser considerados. Um dos aspectos mais sérios do problema é a possibilidade, sempre presente, de o bicudo desenvolver resistência aos inseticidas, à medida que se faça uso continuado e intensivo dos mesmos. Sterling & Lincoln (1978) chamaram a atenção para a necessidade de um equilíbrio entre os benefícios, a curto prazo, advindos da aplicação irrestrita e intensiva de inseticidas e a estabilidade econômica a longo prazo, baseada na sua aplicação, apenas, quando os níveis populacionais críticos forem atingidos.

O estabelecimento de níveis de danos mais racionais requer profundas considerações dos componentes biológicos, físicos e econômicos envolvidos na interação bicudo-algodoeiro. Modelos de manejo desenvolvidos com o auxílio da computação como aqueles discutidos por Curry et al. (1980), Jones et al. (1977) e Gutierrez et al. (1979) são a melhor esperança para o desenvolvimento integrado de manejo de pragas mais eficientes.

REFERÊNCIAS

- BALDWIN, J.L.; WALKER, J.K.; BENEDICT, J.H.; ARMSTRONG, A.A. & NILES, G.A. Cotton boll diameter as indicator of age. *Southwest. Entomol.*, 9:198-211, 1984.
- BIERNE, B.P. *Pest management*. Cleveland, CRC Press, 1966. 123p.
- BORING, E.P.; FUCHS, T.W.; LESER, J.F. & ALLEN, C.T. *Management of cotton insects in the High Plains, Rolling Plains, and Trans-Pecos areas*. s.l., s.ed., 1984. 24p. (Tex. Agric. Ext. Ser., B-1209).
- BOTTRELL, D.G. Biological control agents of the boll weevil. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings...* s.l., US Dep. Agric., 1976. p.22-5. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- BOTTRELL, D.G. The boll weevil as a key pest. In: CONFERENCE ON BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY, Memphis, EUA, 1974. *Proceedings...* s.l., US Dep. Agric., 1976. p.5-8. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- BOTTRELL, D.G. The ecological basis of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) management. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 10:247-74, 1983.

- BRADLEY, J.R. & PHILLIPS, J.R. Biology and population dynamics. In: THE BOLL weevil; management strategies. s.l., s.ed., 1978. p.15-22. (Arkansas Agric. Exp. Stn. South. Coop. Ser. Bull., 228).
- BRAZZEL, J.R. & NEWSON, L.D. Diapause in *Anthonomus grandis* Boh. **J. Econ. Entomol.**, **52**:603-11, 1959.
- BUTLER, E. Two bugs that steal cotton; our fight to stop them. **Prog. Farmer**, **76**:30-1, 1955.
- CATE, J.R. & CLARK, W.E. **Report on foreign exploration for parasites of boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman, October, 1976.** s.l., Texas A & M Univ. Dep. Entomol., 1978. Relatório não publicado.
- CATE, J.R.; CURRY, G.L. & FELDMAN, R.M. A model for boll weevil ovipositional site selection. **Environ. Entomol.**, **8**:917-21, 1979.
- CATE, J.R. & SKINNER, J.L. Fate and identification of pollen in the alimentary canal of the boll weevil *Anthonomus grandis*. **Southwest. Entomol.**, **3**:263-5, 1978.
- CHIANG, H.C. Ecological consideration in developing recommendations for chemical control of pests; European corn borer as a model. **FAO Plant Prot. Bull.**, **21**:30-9, 1973.
- COAKLEY, J.M.; MAXWELL, F.G. & JENKINS, J.N. Influence of feeding, oviposition, and egg and larval development of the boll weevil on abscission of cotton squares. **J. Econ. Entomol.**, **62** 244-5, 1969.
- COSS FLORES, M.R. de; BODEGAS VALERA, P.R. & FLORES GARCIA, R. **Parasitos localizador para los diferentes especies plagas del algodono en la Zona del Soconusco, Chipas, Mexico.** s.l., Cent. Invest. Ecol. Sudeste, 1977. 11p. (Boletin de Informacion, 1).
- CROSS, W.H. Biology, control and eradication of the boll weevil. **Annu. Rev. Entomol.**, **18**:17-46, 1973.
- CROSS, W.H. & CHESNUT, T.L. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. I. An annotated list. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, **64**:516-27, 1971.
- CURRY, G.L.; CATE, J.R. & SHARPE, P.J.H. Cotton bud drying; contributions to boll weevil mortality. **Environ. Entomol.**, **11**:344-50, 1982.
- CURRY, G.L.; FELDMAN, R.M. & SHARPE, P.J.H. Foundation of stochastic development. **J. Theor. Biol.**, **66**:21-38, 1978.
- CURRY, G.L.; SHARPE, P.J.H.; DEMICHELE, D.W. & CATE, J.R. Towards a management model of the cotton-boll weevil ecosystem. **J. Environ. Manage.**, **11**:187-223, 1980.

- DEMICHELE, D.W.; CURRY, G.L.; SHARPE, P.J.H. & BARFIELD, C.S. Cotton bud drying; a theoretical model. *Environ. Entomol.*, **5**:1011-6, 1976.
- FELDMAN, R.M. & CURRY, G.L. Mathematical foundations for modeling poikilotherm mortality. *Math. Biosci.*, 1984. Prelo.
- FENTON, F.A. *Field crop insects*. New York, MacMillan, 1952. 405p.
- FENTON, F.A. & DUNNAM, E.W. *Biology of cotton boll weevil at Florence, South Carolina*. s.l., US Dep. Agric., 1927. 75p. (US Dep. Agric. Tech. Bull., 112).
- FENTON, F.A. & DUNNAM, E.W. *Biology of the cotton boll weevil at Florence, South Carolina*. s.l., US Dep. Agric., 1929. 75p. (US Dep. Agric. Tech. Bull., 112).
- FENTON, F.A. & DUNNAM, E.W. Dispersal of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman. *J. Agric. Res.*, **36**:135-49, 1928.
- FYE, R.E. & BONHAM, C.D. Analysis of populations of the boll weevil in one acre of cotton at Florence, South Carolina, in 1957-59. *J. Econ. Entomol.*, **63**:1505-10, 1970.
- GROSSMAN, E.F. Control of the cotton boll weevil by insect enemies. *Science*, **69**:361-2, 1929.
- GUIDE to cotton insect control. s.l., Miss. State Univ., 1984. 2p. (Coop. Ext. Ser. Bull., 242).
- GUTIERREZ, A.P.; WANG, Y. & DAL, R. The interaction of cotton and cotton boll weevil (Coleoptera: Curculionidae); a study of co-adaptation. *Can. Entomol.*, **111**:357-66, 1979.
- HAMNER, A.L. The effect of boll weevil infestation. *Miss. Farm. Res.*, **6**:4-5, 1973.
- HARDEE, D.D.; CROSS, W.H. & MITCHELL, E.B. Male boll weevils are more attractive than cotton plants to boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **62**:165-9, 1969.
- HEADLEY, J.C. What is the economic threshold? *Agric. Age*, 1971. p.8-9.
- HEDIN, P.A. Seasonal variations in the emission of volatiles by cotton plants growing in the field. *Environ. Entomol.*, **5**:1234-8, 1976.
- HINDS, W.E.; YOTHERS, W.W. & HUNTER, W.D. *Hibernation of the Mexican cotton boll weevil*. s.l., US Dep. Agric., 1909. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 77).

- HOPKINS, A.R.; TAFT, H.M. & AGEE, H.R. Movement of the boll weevil into and out of cotton fields as determined by flight screens. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **64**:254-7, 1971.
- HOPKINS, A.R.; TAFT, H.M. & JAMES, W. Life history on the boll weevil in field cages. *J. Econ. Entomol.*, **62**:964-5, 1969.
- HOWELL, A.H. **The relation of birds to the cotton boll weevil.** s.l., US Dep. Agric., 1907. 31p. (US Dep. Agric. Biol. Surv. Bull., 29).
- HUNTER, W.D. & HINDS, W.E. **The Mexican cotton boll weevil.** s.l., US Dep. Agric., 1905. 181p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 51).
- HUNTER, W.D. & PIERCE, W.D. **The Mexican cotton boll weevil; a summary of the investigation of this insect up to December 31, 1911.** s.l., s.ed., 1912. 188p. (US Senate Doc., 306).
- ISLEY, D. **Abundance of the boll weevil in relation to summer weather and to food.** s.l., Univ. of Arkansas, 1932. (Agric. Exp. Stn. Bull., 271).
- JOHNSON, D.R.; KIMBROUGH, J.J.; WALL, M.L. & BONNER, C.M. **Cotton insect management.** s.l., Univ. of Arkansas, 1983. 2p. (Coop. Ext. Serv. L., 52).
- JONES, D. & STERLING, W.L. Manipulation of red imported fire ants in a trap crop for boll weevil suppression. *Environ. Entomol.*, **8**:1073-7, 1979a.
- JONES, D. & STERLING, W.L. Rate and thresholds of boll weevil locomotory activity in response to temperature. *Environ. Entomol.*, **8**:874-8, 1979b.
- JONES, J.W.; BOWEN, H.D.; BRADLEY JUNIOR, J.R.; STINNER, R.E. & SOWELL, R.S. The boll weevil feeding process; a simulation model. *Ecol. Model.*, **1**:289-302, 1975a.
- JONES, J.W.; BOWEN, H.D.; STINNER, R.E.; BRADLEY JUNIOR, J.R. & BACHELER, J.S. Simulation of boll weevil population as influenced by weather, crop status and management practices. *Trans. ASAE*, **20**:121-5, 1977.
- JONES, J.W.; BOWEN, H.D.; STINNER, R.E.; BRADLEY JUNIOR, J.R.; SOWELL, R.S. & BACHELER, J.S. Female boll weevil oviposition and feeding processes; a simulation model. *Environ. Entomol.*, **4**:815-21, 1975b.
- KNIPLING, E.F. Use of insects for their own destruction. *J. Econ. Entomol.*, **53**: 415-20, 1960.
- LAMBERT, W.R. & HERZOG, G.A. **Cotton insect control.** s.l., Univ. of Georgia, 1982. 22p. (Coop. Ext. Ser. Circ., 501).

- LINCOLN, C.; DOWELL, G.C.; BOYER, W.P. & HUNTER, R.C. **The point sample method of scouting for boll weevil.** s.l., s.ed., 1963. 31p. (Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull., 666).
- LINCOLN, C. & LEIGH, T.F. **Timing insecticide applications for cotton insect control.** s.l., s.ed., 1957. 48p. (Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull., 588).
- LLOYD, E.P. & MERKL, M.E. A field cage study of population dynamics of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **59**:83-6, 1966.
- MCKIBBEN, G.H.; DAVICH, T.B.; GUELDNAR, R.C.; HARDEE, D.D. & HEDIN, P.A. **Polymeric composition for attracting boll weevils.** s.l., s.ed., 1974. US Pat. No. 3, 803, 303.
- MEINKE, L.J. & SLOSSER, J.E. Boll weevil parasite surveys in the northern Texas Rolling Plains. *J. Econ. Entomol.*, **74**:506-9, 1981.
- MISTRIC JUNIOR, W.J. & COVINGTON, B.M. The effects of square removal on cotton production with reference to boll weevil damage. *J. Econ. Entomol.*, **61**:1060-70, 1968.
- MITCHELL, E.R. & MISTRIC JUNIOR, W.J. Concepts of population dynamics and estimation of boll weevil populations. *J. Econ. Entomol.*, **58**:757-63, 1965.
- NAMKEN, L.N. & HEILMAN, M.D. Determinant cotton cultivars for more efficient cotton production on medium texture soils in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Agron. J.*, **65**:953-6, 1973.
- PARKER, R.D.; WALKER, J.K.; NILES, G.A. & MULKEY, J.R. **The short-season effect in cotton and escape from the boll weevil.** s.l., s.ed., 1980. 45p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1315).
- PIERCE, W.D. **The insect enemies of the cotton boll weevil.** s.l., US Dep. Agric., 1912. 99p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 100).
- ROACH, S.H.; RAY, L.; TAFT, H.M. & HOPKINS, A.R. Wing traps baited with male boll weevils for determining spring emergence of overwintered weevils and subsequent infestations in cotton. *J. Econ. Entomol.*, **64**:107-10, 1971.
- RUMMEL, D.R. & ADKISSON, P.L. Distribution of boll weevil infested cotton fields in relation to overwintering habitats in the High and Rolling Plains of Texas. *J. Econ. Entomol.*, 1906-9, 1970.
- RUMMEL, D.R. & CARROLL, S.C. Winter survival and effective emergence of boll weevil cohorts entering winter habitat at different times. *Southwest. Entomol.*, **8**:101-6, 1983.
- RUMMEL, D.R.; JORDAN, L.B.; WHITE, J.R. & WADE, L.J. Seasonal variation in the height of boll weevil flight. *Environ. Entomol.*, **6**:674-8, 1977.

- RUMMEL, D.R.; WHITE, J.R.; CARROLL, S.C. & PRUITT, G.R. Pheromone trap index system for predicting need for overwintered boll weevil control. *J. Econ. Entomol.*, **73**:806-10, 1980.
- SANDERSON, E.D. *Hibernation and development of the cotton boll weevil*. s.l., US Dep. Agric., 1907. 38p. (US Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull., 63).
- SHARPE, P.J.H.; CURRY, G.L.; DEMICHELE, D.W. & COLE, C.L. Distribution model of organisms development times. *J. Theor. Biol.*, **66**:21-38, 1977.
- SHARPE, P.J.H. & DEMICHELE, D.W. Reaction kinetics of poikilotherm development. *J. Theor. Biol.*, **64**:649-70, 1977.
- SHARPE, P.J.H. & HU, L. Reaction kinetic of nutrient dependent development. *J. Theor. Biol.*, **82**:317-33, 1980.
- SLOSSER, J.E.; PRICE, J.R. & JACOBY, P.W. Effect of two Shinnery oak habitats on winter survival and on spring and early summer emergence of the boll weevil. *Southwest. Entomol.*, **9**, 1984. Prelo.
- STERLING, W.L. Fortuituous biological suppression of the boll weevil by the red imported ant. *Environ. Entomol.*, **7**:564-8, 1978.
- STERLING, W.L. & ADKISSON, P.L. Population dynamics of the boll weevil inhabiting the High and Rolling Plains of Texas. *Environ. Entomol.*, **7**:439-44, 1978.
- STERLING, W.L. & ADKISSON, P.L. Seasonal rates of increase for a population of the boll weevil *Anthonomus grandis* in the High and Rolling Plains of Texas. *Environ. Entomol.*, **7**:439-44, 1970.
- STERLING, W.L. & LINCOLN, C. Survey, detection and economic thresholds. In: *THE BOLL weevil; management strategies*. s.l., s.ed., 1978. p.4-14. (Arkansas Agric. Exp. Stn. South. Coop. Ser. Bull., 228).
- STERN, V.M. Significance of the economic threshold in integrated pest control. In: *FAO SYMPOSIUM ON INTEGRATED PEST CONTROL*, Rome, Itália, 1965. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1966. v.2, p.41-56.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; BOSCH, R. van den & HAGEN, K.S. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Part I. The control concept. *Hilgardia*, **29**:81-101, 1959.
- SYLVEN, R. Threshold values in the economics of insect pest control in agriculture. *Statens Vaxtskyddsanst Medd.*, **14**:65-79, 1968.
- SYLVEN, E. Troskelvarden for bekampningsekonomi. *Nordisk Jordbrugforsk.* **49**:299, 1967.

- TAFT, H.M. & JERNIGAN, C.E. Elevated screens for collecting boll weevils flying between hibernation sites and cotton fields. *J. Econ. Entomol.*, **57**:773-5, 1964.
- TANSKIY, V.I. The harmfulness of the cotton bollworm *Heliothis obsoleta* F. (Lepidoptera, Noctuidae), in southern Tadzekistan. *Entomol. Rev. Wash.*, **48**:23-9, 1969.
- TUGWELL, N.P. & WADDLE, B.A. **Yield and lint quality of cotton as affected by varying production practices.** s.l., s.ed., 1964. 44p. (Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull., 682).
- WADE, L.J. & RUMMEL, D.R. Boll weevil immigration into winter habitat and subsequent spring and summer emergence. *J. Econ. Entomol.*, **71**:173-8, 1978.
- WALKER JUNIOR, J.K. The relationship of the fruiting of the cotton plant and overwintered boll weevils to the F₁ generation. *J. Econ. Entomol.*, **71**:173-8, 1966.
- WALKER JUNIOR, J.K. & BOTTRELL, D.G. Infestations of boll weevils in isolated plots of cotton in Texas, 1960-1969. *J. Econ. Entomol.*, **63**:1646-50, 1970.
- WALKER JUNIOR, J.K. & HANNA, R.L. Development of populations of the boll weevil in fields treated with various insecticides during 1959, 1960, and 1961. *J. Econ. Entomol.*, **56**:350-66, 1963.
- WALKER JUNIOR, J.K. & NILES, G.A. **Populations dynamics of the boll weevil and modified cotton types.** s.l., s.ed., 1971. 14p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1109).
- WHITE, J.R. & RUMMEL, D.R. Emergence profile of overwintered boll weevils and entry into cotton. *Environ. Entomol.*, **7**:7-14, 1978.

PLANTAS RESISTENTES AO BICUDO

Jack E. Jones
Department of Agronomy
Louisiana State University
Baton Rouge, LA 70803
USA

J.B. Weaver
Department of Agronomy
University of Georgia
Athens, GA 30602
USA

M.F. Shuster
Texas Agricultural Experiment Station
Dallas, TX 75252
USA

RESUMO

Vários genótipos de algodão têm características de resistência ao bicudo, algumas das quais têm sido transferidas para plantas com boas qualidades agrônômicas. O seu uso em larga escala dependerá de sua integração em programas de manejo de pragas do algodoeiro. O caráter "bráctea frego" confere um alto grau de resistência ao bicudo. A natureza da resistência é tal que os materiais resistentes podem ser plantados em campos extensos ou em esquemas de culturas armadilhas, onde algodões normais são plantados em faixas alternadas em, mais ou menos, 10% da área total, aplicando-se, somente aí, os inseticidas. A segunda opção parece a melhor, mas ambas garantem economia considerável em inseticidas. Há um grande número de linhagens experimentais com o caráter bráctea frego e que apresentam boas características agrônômicas, além da vantagem extra de apresentarem menores índices de apodrecimento de maçãs. Entretanto, os materiais de bráctea frego são muito sensíveis ao ataque de percevejos, o que tem limitado o seu uso em grande escala, nas regiões de grandes infestações desses sugadores. Há necessidade de se combinar o caráter bráctea frego com ausência de nectários e com outras características que confirmam resistência aos percevejos e a *Heliothis* spp., além de se desenvolverem esquemas de manejo para os percevejos, antes que o seu uso possa generalizar-se. Os caracteres de folha vermelha e caule vermelho (Ak Djura) conferem suficiente não-preferência, de maneira a poderem ser usados em esquemas de incidência de outras pragas importantes do algodoeiro, entretanto,

o caráter caule vermelho é menos adverso em relação ao rendimento que o caráter folha-vermelha. Os caracteres de folha-de-quaiabo e folha-de-quaiabo-super já estão presentes em algumas cultivares e em várias linhagens experimentais avançadas. Têm o potencial de ajudar no controle do bicudo, através de: 1^o) aumento da mortalidade de formas imaturas durante períodos quentes e secos; 2^o) aumento do nível de tolerância a danos em botões florais pelo aumento de seu número; e 3^o) redução da necessidade de aplicação de inseticidas no final da safra, pelo apressamento da maturação. O valor potencial desses caracteres varia de acordo com as condições climáticas. Trazem as vantagens adicionais de reduzirem as perdas por apodrecimento de maçãs, de facilitarem a penetração de inseticidas e de resistirem às infestações de moscas brancas, apesar de poderem intensificar os problemas com ervas daninhas. A macho-esterilidade e o número reduzido de anteras são fatores com grandes possibilidades de uso, tendo interferência na biologia do bicudo. Eles, assim como os fatores de supressão de postura presentes em algumas raças silvestres de *G. hirsutum* e em linhagens de *G. barbadense*, devem ser considerados como de grande valor potencial, uma vez que muita investigação ainda é necessária para determinar o seu real valor em programas de manejo do bicudo. Através da combinação de fatores de resistência ao bicudo com fatores de resistência a outras pragas, tornar-se-á possível o uso de variedades resistentes em programas de manejo de pragas do algodoeiro.

INTRODUÇÃO

O uso de variedades resistentes de algodão a uma praga importante como o bicudo traria muitas vantagens óbvias. Os algodões estariam protegidos contra sua praga mais séria, sem custos adicionais aos cotonicultores, sem dano para o meio ambiente, sem interferência no controle biológico natural de outras pragas e sem interferir com os insetos polinizadores. Além disso, seria totalmente compatível com outras medidas de controle de pragas.

A possibilidade de se encontrarem plantas resistentes ao bicudo foi muito explorada por algum tempo, após a introdução do bicudo nos Estados Unidos. Apesar de algumas pistas promissoras terem sido encontradas, esta área de pesquisa foi abandonada com o desenvolvimento de inseticidas eficientes e com a criação das variedades de crescimento semideterminado. Desde então, a tônica do controle do bicudo passou a ser a guerra química.

O sucesso no melhoramento de outras plantas para resistirem ao ataque de insetos, a publicação clássica de Painter (1951) e a retomada da pesquisa da década de 1950, em Arkansas (Hunter & Waddle 1958,

Black & Leigh 1963, Hunter et al. 1965) e Carolina do Norte (Stephens 1957, Wannamaker 1957, Wessling 1958a, b), em resistência do algodoeiro ao bicudo, foram muito importantes para redirecionar a atenção dos pesquisadores para esta área tão esquecida. O fato de o bicudo ter-se tornado resistente aos inseticidas organoclorados e a construção do laboratório de pesquisas do bicudo também adicionaram ímpeto àqueles interessados em resistência do algodoeiro à praga.

Nos últimos quinze anos, intensificou-se a pesquisa sobre resistência varietal ao bicudo e demais pragas do algodoeiro. Muito progresso foi alcançado pelos melhoristas e entomologistas no desenvolvimento de variedades resistentes, aceitáveis agronomicamente, e sua inclusão em sistemas integrados de manejo de pragas. Alguns problemas sérios têm sido encontrados no desenvolvimento e uso de variedades de algodão resistentes ao bicudo. Apesar disso, o objetivo final de se desenvolver uma boa variedade de algodão resistente ao bicudo parece ser alcançável.

Existem excelentes artigos de revisão sobre resistência de plantas a insetos, incluindo o bicudo, como os escritos por Painter (1951) e Maxwell et al. (1972). O presente capítulo trata daquelas características de plantas que são preteridas pelo bicudo (não-preferência), que podem afetar adversamente sua biologia (*antibiose*), que podem interagir com o clima para afetar as suas populações (bioclimáticas) e que podem aumentar a "tolerância" da planta ao ataque do inseto. Estes mecanismos de resistência, bem como sua caracterização, estão listados na Tabela 1. O valor da maturação precoce da planta no escape ao ataque da praga está discutido no Capítulo "Controle Cultural".

BRÁCTEA FREGO

Este formato mutante de bráctea, que leva o nome do cotonicultor de Arkansas que o descobriu (Waddle 1972), é, talvez, o caráter mais promissor para resistência do algodoeiro ao bicudo, até hoje encontrado. Caracteriza-se pelas brácteas estreitas, retorcidas e alongadas que tendem a se curvar para fora, deixando o botão floral e a futura maçã consideravelmente mais expostos ao bicudo do que as brácteas normais. Normalmente, o caráter está também associado à venação anormal da folha que resulta em leve dobra da lâmina foliar. O caráter bráctea frego é controlado por um par de genes recessivos (Green 1955), mas a variação na largura e grau de curvatura das brácteas e o grau de anormalidade nas folhas, entre biótipos de bráctea frego, sugerem que sua expressão seja modificada pela base genética da planta.

TABELA 1. Caracteres do algodoeiro que conferem resistência ao bicudo.

Carateres	Tipos de resistências
Bráctea Frego	Não-preferência/antibiose
Coloração vermelha	Não-preferência
1. Folha vermelha	
2. Talo vermelho (Ak Djura)	
3. Margem vermelha (N.C. Margin)	
Copa aberta	Fator bioclimático/tolerância
1. Folha-de-quiabo	
2. Folha-de-quiabo super	
Androceu reduzido	Não-preferência/antibiose
1. Esterilidade masculina	
2. Menor número de anteras	
Pilosidade	Não-preferência
1. Planta cabeluda	
2. Planta pilosa	
Fator desconhecido para supressão de oviposição	Não-preferência/antibiose

Hunter et al. (1965) foram os primeiros a observar a resistência ao bicudo associada a esse caráter, baseando-se em observações efetuadas em 1958 e 1961, em Hope-AK. Eles verificaram que a bráctea frego inibia a alimentação e a postura do bicudo, até que a pressão populacional se tornasse muito alta.

Jones et al. (1964) consubstanciaram as observações de Hunter e colaboradores e apresentaram dados para documentar o grau de resistência associado ao caráter. O comportamento de oviposição do bicudo foi estudado em uma linhagem com bráctea frego, em uma linhagem de folha vermelha (R1) e em uma cultivar de coloração normal verde com bráctea normal, como testemunha, em campo experimental, durante quatro anos, onde havia onze datas de amostragem. Após dois anos de seu início, os experimentos receberam um genótipo com ambos os caracteres de bráctea frego e folha vermelha. Seus resultados aparecem na Tabela 2 e mostram que a bráctea frego reduziu a postura, em média, 56% e que os dois caracteres combinados tinham um efeito cumulativo de não-preferência.

O alto grau de resistência de algodoeiros com bráctea frego ao bicudo tem sido confirmado por outros pesquisadores, trabalhando em condições ambientais, com procedimentos experimentais e materiais

genéticos diferentes (Lincoln & Waddle 1966, Jenkins et al. 1969, Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971, Jenkins & Parrott 1971, Lincoln et al. 1971, Weaver Junior 1972, Jenkins et al. 1973, Mitchell et al. 1973, Glover et al. 1975, Pieters & Bird 1977, Weaver Junior & Reddy 1977).

Alguns aspectos interessantes sobre o comportamento diferencial do bicudo em algodoeiro de bráctea frego e em algodoeiro normal foram observados por Mitchell et al. (1973). As fêmeas, em plantas com bráctea frego, apresentavam-se inquietas, movimentavam-se oito vezes mais de planta para planta, requeriam o dobro do tempo para fazer as picadas de alimentação e postura e colocavam, em espaço de uma hora, apenas a metade do número de ovos que colocavam nas plantas de bráctea normais. Além do mais, os bicudos pareciam mais dispersos em toda a planta com bráctea frego do que em plantas normais, nas quais havia grande concentração nos botões florais. As plantas normais tinham 74% da população de bicudos em seus botões florais e as de bráctea frego apenas 19%. Estas modificações de comportamento ajudam a explicar o alto grau de resistência associado ao caráter.

TABELA 2. Influência de diferentes genótipos de algodão na postura pelo bicudo, em Baton Rouge - LA.

Genótipos	1960	1961	1962	1963	Média ponderada
	% de oviposição ¹				
Deltapine 15 (testemunha)	28 a	34 a	49 a	39 a ²	36 a
Empire Red Leaf	12 b	13 b	20 b	17 b	15 b
Stoneville Frego	12 b	13 b	13 c	8 c	12 c
Frego - Red Leaf	-	-	7 d	5 d	-
N. ^o de repetições ³	18	18	12	8	-
N. ^o de botões/genótipo	900	4200	1400	800	-

¹ Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 0,05 de probabilidade.

² Em 1963, Deltapine 5 foi substituída por Fox-4.

³ Produto de blocos x datas de amostragem.

Fonte: Jones et al. (1964).

Possibilidade de uso

As pesquisas conduzidas por Jenkins & Parrott (1971), Jenkins et al. (1973) e Jenkins (1976) mostraram que os algodoeiros com bráctea frego reduziram a oviposição pelos bicudos, em área grande, ao mesmo

nível que havia reduzido em experimentos de parcelas pequenas, onde se dava alternativa de escolha ao inseto. Essas pesquisas foram conduzidas em campos pareados de 1,2 ha a 4 ha de algodoeiros de bráctea frego e bráctea comum, em várias fazendas na parte centro-sul do Estado do Mississippi, sob diferentes níveis populacionais da praga e sob diferentes esquemas de controle. Observou-se que a bráctea frego reduziu a postura de 29% a 94%, durante várias gerações, com a maioria dos campos situando-se na faixa de 50% a 70% de redução. Uma outra observação importante foi a de que os campos de bráctea frego demoravam mais a apresentar níveis de dano e requeriam, em média, apenas a metade do número de aplicações de inseticidas necessárias para os campos de bráctea comum. A conclusão dos autores mencionados foi a de que os algodoeiros de bráctea frego afetariam adversamente as populações de bicudos, tanto em condições de não-escolha como de baixa escolha pelo inseto.

O plantio de um algodoeiro preferido pelo bicudo, isto é, de floração precoce, bráctea normal e coloração verde, em áreas pequenas e isoladas, como armadilhas, em campos de algodoeiros não-preferidos (bráctea frego e/ou algodão vermelho), tem sido sugerido como uma maneira de se usarem os caracteres de não-preferência em programas de controle (Jones et al. 1964, Bradley Junior 1967, Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971). Sugere-se que, durante o tempo em que os bicudos são atraídos para as plantas-armadilhas, seja possível fazer seu controle com inseticidas em aplicações localizadas e na hora certa. Espera-se que, dessa maneira, se previna contra o aparecimento de altas populações e sua conseqüente dispersão pelo resto dos campos, adiando ou tornando desnecessárias as aplicações generalizadas de inseticidas nas áreas plantadas com o algodão não-preferido. As pesquisas no Estado da Luisiânia, com essa técnica de manejo, têm possibilitado o controle do bicudo, durante os meses de julho a agosto, com economia de até 80% dos custos de inseticidas (Clower, Jones, Williams e Benkwith Junior, dados não-publicados).

Não parece, entretanto, que a resistência de algodoeiros com bráctea frego ao bicudo seja suficiente para garantir a proteção durante toda a safra, sem o uso adicional de outras medidas de controle, especialmente em áreas de invernos amenos. De qualquer maneira, se a população que sobrevive ao inverno for drasticamente reduzida ao aparecimento dos primeiros botões florais, o nível de resistência nos algodoeiros de bráctea frego, provavelmente, será suficiente para eliminar ou adiar, em muito, a necessidade de controle químico durante as seis semanas de maior produção de maçãs. Esse adiamento na aplicação de

inseticidas contribuirá para o melhor controle biológico natural de *Heliothis* spp. e outras pragas, além de reduzir a quantidade total de inseticidas usados na lavoura de algodão.

Algumas estratégias para suprimir as populações de bicudos egresos de diapausa e que têm sido utilizadas, com sucesso, juntamente aos genótipos de bráctea frego são: a) controle de reprodução e diapausa (Jenkins et al. 1973); b) culturas armadilhas com aplicações de inseticidas restritos a elas (Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971); e c) uma ou duas aplicações generalizadas de inseticidas ao aparecimento dos primórdios florais para o controle dos bicudos que sobreviverem ao inverno (Jenkins et al. 1973, Jenkins 1976). As duas primeiras medidas mencionadas têm menor efeito negativo sobre as populações nativas de parasitas e predadores e deverão ser preferidas nas áreas onde não há necessidade de controle de membracídeos e percevejos. A terceira deve ser recomendada nos outros casos, tendo-se sempre em mente o malefício que poderá trazer aos inimigos naturais de *Heliothis* spp.

Os algodões de bráctea frego e outras pragas

A susceptibilidade dos algodões de bráctea frego aos percevejos *Pseudatomoscelis seriatus* Reuter e *Lygus lineolaris* P. de B. tem limitado o seu uso no controle do bicudo e no controle do apodrecimento das maçãs. As áreas onde não ocorram os dois insetos ou onde eles ocorram em populações baixas poderão, dessa maneira, beneficiar-se dos algodões de bráctea frego.

Há 17 anos notou-se a susceptibilidade desses algodões maior que os de bráctea normal aos referidos percevejos, com bases em estudos de linhas quase isogênicas, para rendimento e outras qualidades agrônômicas (Jones et al. 1969, Waddle 1972). Observou-se que os algodões de bráctea frego são mais atraentes e mais susceptíveis ao ataque dos hemípteros (Clower et al. 1970, Cowan & Lukefahr 1970, Benkwith Junior 1971, Lincoln et al. 1971, Jones 1972, Scales & Hacskaylo 1974, Jenkins 1976, Schuster et al. 1976). Ambas as pragas interferem na frutificação precoce, estimulam o crescimento vegetativo em excesso, atrasam a maturação e reduzem o rendimento, quando estão a níveis que não causariam danos a algodões de bráctea normal. Com certeza, os dois tipos de algodão têm diferentes níveis de danos a essas pragas.

A dificuldade de se utilizarem os genótipos de algodão com o caráter bráctea frego, em esquemas de manejo do bicudo onde ocorre o complexo de hemípteros citado, prende-se à alta sensibilidade das plantas, fazendo com que aqueles insetos tornem-se as pragas mais impor-

tantes. Quando isso ocorre, é preciso aplicar inseticidas antes da abertura da primeira flor, para controlá-los, o que ocasiona desequilíbrio nas populações nativas de inimigos naturais de *Heliothis* spp., criando necessidade de controle químico adicional.

O entendimento desse problema fez com que um grande esforço de pesquisa fosse desenvolvido em todo o Cinturão do Algodão, com o objetivo de: a) aumentar a resistência de algodões de bráctea frego aos hemípteros, de maneira a evitar que eles alcançassem a condição de praga-chave; e b) aumentar o nível de resistência dos mesmos algodões a *Heliothis* spp., para diminuir os riscos de seu desequilíbrio, caso sejam necessários inseticidas para controlar os hemípteros.

Aumentando a Resistência aos Hemípteros

O caráter ausência de nectários tem grande possibilidade de resolver o problema de susceptibilidade de algodões de bráctea frego aos hemípteros. Reduções de populações de *L. lineolaris* de 43% a 60% e de populações de *P. seriatus* de 24% a 60% têm sido atribuídas a esse caráter (Meredith Junior et al. 1973, Carter & Meredith Junior 1974). Estudos de laboratório demonstraram uma redução de 92% na postura e o dobro da mortalidade de adultos em algodões sem nectários, quando comparados aos algodões normais, em gaiolas, onde os adultos foram colocados por um período de duas semanas (Schuster et al. 1976). Um aspecto negativo da ausência de nectários é a sua interferência na população de inimigos naturais, tendo sido observadas reduções de 17% a 35%. Meredith Junior et al. (1973) demonstraram que esse caráter tem efeito neutro no rendimento e qualidade de fibra e não apresenta nenhum efeito deletério sobre qualquer caráter de importância econômica.

Outras fontes de resistência aos hemípteros foram descobertas e incluem alto teor de gossipol (Cowan & Lukefahr 1970, Lukefahr & Houghtaling 1975, Tingey et al. 1975), fatores "x" (Tingey et al. 1975), e algodões "upland" com citoplasma de outras espécies (Tingey et al. 1975). A resistência foi atribuída à não-preferência para postura e antibiose. Jenkins & Parrott (1976) identificaram doze fontes de resistência a *Lygus*, baseados em rendimento e precocidade, sob baixo e alto níveis populacionais da praga. Dentre as fontes, estão quatro linhagens derivadas da raça *Latifolium*, DESANDM-16 (genoma upland com citoplasma de *G. anomalum*, Bulgariam 3279, Hopi New México, Timok 811) e quatro biótipos Texas OR que combinavam os caracteres folha-de-quiabo e bráctea frego. A frutificação rápida foi considerada a base da resistência (tolerância) na metade dos materiais.

Sabe-se que os algodões glabros reduzem as populações de *P. seriatus* acima de 50%, quando comparados aos algodões hirsutos normais (Benkwith Junior 1971, Lukefahr et al. 1968, 1970). Entretanto, a ausência de pilosidade aumenta a susceptibilidade a algumas pragas precoces que causam queda excessiva de frutos, atrasam a maturação e diminuem o rendimento em determinadas condições climáticas. Os cientistas discordam entre si sobre o fato de a susceptibilidade às pragas precoces estar ligada à ausência de pilosidade ou ao fato de esse caráter tornar as plantas extremamente susceptíveis a *P. seriatus* (Walker et al. 1974, Niles et al. 1974), às cigarrinhas-verdes (Lukefahr 1975, Lukefahr et al. 1976) ou a ambas. Devido a esse problema, não parece que o caráter glabro ajudará a resolver o problema da necessidade de aplicações de inseticidas para controlar as pragas precoces, mas poderá ser importante para aumentar a resistência dos algodões de bráctea frego a *Heliothis* spp.

Aumentando a resistência a *Heliothis* spp.

O caráter glabro reduz a postura em 60%, se comparado aos algodões de pilosidade normal (Lukefahr et al. 1965, 1966, 1971). Essa redução pode ser suficiente para permitir o uso limitado de inseticidas para *L. lineolaris* e *P. seriatus* em um algodão glabro + bráctea frego, sem induzir desequilíbrio nas populações de *Heliothis* spp. Outros fatores de resistência a *Heliothis*, como alto teor de gossipol e fatores "x" (Lukefahr & Houghtaling 1969, Lukefahr et al. 1974), estão disponíveis para se aumentar, ainda mais, os níveis de resistência em algodões de bráctea frego, além de conferirem, também, resistência aos himépteros mencionados.

Outras vantagens

1) Parasitismo: Pesquisa desenvolvida por McGovern & Cross (1976) mostrou que o bicudo era mais parasitado por *Bracon mellitor* Say em algodões de bráctea frego do que em algodões de brácteas normais. Eles encontraram o dobro de formas imaturas em botões florais caídos e oito vezes mais em botões florais atacados, retidos nas plantas, em algodões de bráctea frego, do que em algodões de brácteas normais. As diferenças em níveis de parasitismo foram atribuídas à maior exposição dos botões florais atacados, de frego, aos parasitóides.

2) Eficiência dos Inseticidas: Os algodões de bráctea frego aumentam a eficiência dos inseticidas utilizados para controlar o bicudo (Parrott et al. 1973) e *Heliothis* spp. (Schuster & Anderson 1976).

Aproximadamente, recuperaram-se sete vezes mais resíduos de inseticidas de botões florais de algodões com bráctea frego do que de botões florais de algodões de bráctea normal, quando ambos os algodões foram tratados com baixos níveis de Paration Metílico (Parrott et al. 1973). A maior exposição dos botões ao jato do inseticida e a maior movimentação dos insetos nas plantas de bráctea frego, que em plantas de bráctea normal, devem ser os fatores responsáveis pela maior eficiência dos inseticidas.

3) Apodrecimento das maçãs: Segundo Jones & Andries (1969), os algodões de bráctea frego sempre têm menor incidência de maçãs podres que os algodões de bráctea normal, com reduções variando de 32% a 74%, com média de 50%. Weaver & Baker (1970, 1972) obtiveram resultados similares. Roncadori (1974) obteve até 80% de redução de apodrecimento de maçãs, na Georgia, com uma linhagem que combinava os caracteres bráctea frego, folha-de-quiabo e ausência de nectários.

4) Qualidades agronômicas: As isolinhas de algodão de bráctea frego igualaram ou excederam os rendimentos obtidos pelas isolinhas de algodões de bráctea normal, quando os hemípteros foram controlados ou ocorreram em populações baixas, entretanto, tiveram baixa produção, quando as populações foram altas e foram controladas no mês de julho, de acordo com dados publicados por Jones et al. (1969) e Jones (1972). Um atraso excessivo na maturação ocorreu nas plantas de bráctea frego, quando as populações de *L. lineolaris* e *P. seriatus* foram altas. O caráter frego também foi tido como associado à redução do peso da maçã e ao aumento do micronaire. Percival & Kohel (1975) fizeram avaliações similares em isolinhas com o caráter bráctea frego e concluíram que ele foi responsável pelo atraso no aparecimento da primeira flor, além de reduzir o índice de fibra.

Weaver & Baker (1972) fizeram avaliações agronômicas em materiais com o caráter bráctea frego, na Georgia, e concluíram que não havia nenhum fator indesejável óbvio, como redução no rendimento, atraso na maturação ou baixa qualidade de fibra, associado ao caráter, após quatro anos de estudos.

COLORAÇÃO VERMELHA DA PLANTA

A folha vermelha, que confere uma coloração intensa ao algodoeiro, foi o primeiro caráter reconhecido como um fator de resistência ao bocado. Isely (1928) observou que uma variedade de algodão de folha vermelha teve de 1,5 a 3 vezes menos botões florais danificados pelo bocado que uma variedade de coloração verde normal, em experimentos

realizados, há mais de 60 anos, em Fayetteville-AR. Uma vez que aquela variedade (Winesap) não tinha boas características agrônômicas, o seu plantio não foi recomendado. O próprio Isely também reconheceu que esse caráter de não-preferência poderia perder o seu valor, se aquela variedade fosse a única cultivada.

O grau de não-preferência pelo bicudo aos algodões de folha vermelha está indicado na Tabela 2. Esses resultados e outros confirmam as observações de Isely (Wessling 1958a, Stephens & Lee 1961, Merkl & Meyer 1963, Hunter et al. 1965, Jenkins et al. 1969, Clower et al. 1970).

Pesquisas mais recentes têm demonstrado que linhagens com folhagem de coloração vermelha, de tonalidade baixa ou média, também possuem níveis significantes de não-preferência (Hunter et al. 1965, Jenkins et al. 1969, Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971, Glover et al. 1975, Weaver Junior 1977). Ak Djura é um tipo de algodão de tonalidade vermelha mediana, suas folhas são de um vermelho de tonalidade mais clara, mas suas brácteas, botões florais, caules e nervuras foliares têm coloração vermelha mais intensa. Dados não-publicados da Luisiânia (Jones) e da Geórgia (Weaver Junior) indicam que o caráter é governado por um gen não-alélico ao que confere a coloração vermelha às folhas (R_1).

O algodão-margem-vermelha, também conhecido como N. C. Margin, é considerado um tipo de tonalidade clara, mais clara que Ak Djura. As folhas são bem claras, com tonalidade mais forte próximo das margens, mas as brácteas e os caules têm uma coloração mais forte. Esse caráter, também, não é alélico ao caráter folha-vermelha (J.E. Jones, dados não-publicados).

Experimentos de não-preferência com populações quase isogênicas dos três tipos de plantas vermelhas descritas mostraram que cada uma delas foi significativamente menos preferida pelo bicudo que as isolinhas verdes. Além do mais, o grau de não-preferência esteve relacionado à intensidade do vermelho (Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971, Jones 1972).

Pode-se obter um aumento de não-preferência combinando-se os caracteres de coloração vermelha com outros de não-preferência (Tabela 2). Observam-se efeitos cumulativos de não-preferência ao se combinarem cada caráter de coloração anteriormente mencionado com o caráter bráctea frego (Jones et al. 1964, Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971). Stephens & Lee (1961) e Hunter et al. (1965) conseguiram aumentar a não-preferência ao combinarem o caráter folha vermelha com o caráter para pilosidade (H_2). Além disso, Weaver & Reddy

(1977) conseguiram uma não-preferência cumulativa ao bicudo ao combinarem os caracteres bráctea frego, caule vermelho e macho-esterilidade citoplasmática. O genótipo que combinava os três caracteres dava 90% de supressão na postura aparente do bicudo e 99% de supressão na emergência de adultos, quando comparado com Coker 201.

A não-preferência do bicudo para a coloração vermelha está ligada à percepção das cores pelo inseto. Pesquisas antigas conduzidas por Jones, citadas por Hunter & Pierce (1912), demonstraram que a luz de coloração verde-calra era quase duas vezes mais eficientes em atrair os bicudos que a luz de coloração vermelha. Uma vez que os adultos localizam os botões florais de coloração vermelha, parece que eles os acham igualmente bons para a alimentação e postura, como os de coloração verde Stephens (1961).

Possibilidades de uso

As plantas de coloração vermelha, aparentemente, têm pequeno efeito sobre o desenvolvimento de populações de bicudos, quando cultivadas maciçamente. De qualquer modo, essa característica pode ser útil no controle do bicudo, se for utilizada em combinação com algodões preferidos de folha verde como culturas armadilhas, com aplicações periódicas de inseticidas às mesmas (Jones et al. 1964, Bradley Junior 1967, Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971).

Bradley Junior (1967) investigou o valor do uso de faixas estreitas de algodões de coloração normal verde, como armadilhas, em ambos os lados de um campo de algodão de coloração vermelha. Ele observou que os bicudos que saíam da diapausa eram atraídos pelo algodão verde e a aplicação de inseticidas somente àquelas faixas adiava a necessidade de se aplicar no campo todo. Mais para o fim da safra, a população aumentava tanto que a coloração vermelha não tinha nenhum efeito.

O sistema idealizado por Bradley Junior foi modificado, incluindo-se oito fileiras de algodão verde de bráctea normal como armadilha, por cada grupo de oito a 32 fileiras de algodão vermelho (Clower et al. 1970, Benkwith Junior 1971). Os bicudos foram atraídos para as faixas de algodão verde, onde foram controlados com inseticidas. Mais recentemente, um esquema de plantio de até 88 fileiras de algodão de caule vermelho, alternadas com oito fileiras de algodão verde precoce, provedor eficiente em Winnsboro-LA, apenas com aplicação de inseticidas às faixas de algodão verde (Clower, Jones, Williams e Phillips, dados não-publicados). Normalmente, entretanto, são necessárias, pelo menos, duas aplicações à área toda, mais para o final da safra.

Qualidades agronômicas

O uso dos fatores que conferem coloração vermelha às plantas de algodão para controlar o bocado vai depender, obviamente, da aceitação agronômica das variedades que se criarem. Testes de rendimento com linhas quase isogênicas de algodões de folha vermelha e de folha verde, em três bases varietais diferentes, conduzidos durante três anos, em três locais distintos da Luisiânia, indicaram uma redução de rendimento significativa e consistente, associada à coloração vermelha; variando de 7% a 30%, notaram que a coloração vermelha reduzia o rendimento.

Uma avaliação agronômica do caráter caule vermelho contra o caráter folha vermelha, conduzida na Luisiânia, mostrou que o primeiro tem menos efeito na redução de rendimento que o segundo (Jones et al. 1970). Outros testes na Luisiânia e no Mississippi também mostraram que o caráter caule vermelho era quase neutro em relação ao rendimento, com pequenas modificações, dependendo do tipo de solo. Ambos os caracteres têm maior expressão na redução do rendimento em locais onde as plantas crescem mais, sendo maior o seu rendimento potencial. A Tabela 3 compara algodões de coloração vermelha e algodões de coloração verde normal.

O caráter margem vermelha não foi avaliado agronomicamente em linhas quase isogênicas. Uma vez que as folhas dos algodões com este caráter são mais verdes que as dos algodões com o caráter caule vermelho, o primeiro poderá ter um efeito neutro no rendimento, mesmo sob condições que promovam maior crescimento das plantas e maior rendimento. Se assim for, seu uso será muito importante juntamente com o caráter bráctea frego.

Boas linhagens de coloração vermelha (R_1 e caule vermelho) foram desenvolvidas e testadas no Estado da Geórgia e parecem mais bem adaptadas a áreas e a práticas de manejo cultural que resultem em plantas de tamanho pequeno ou moderado, assim como em rendimento moderado (Weaver Junior, dados não-publicados).

Existem ainda outros tipos de caracteres ligados à coloração vermelha (nervura vermelha e vermelho de Darwini), mas ainda não foram avaliados, nem sob o ponto de vista de susceptibilidade ao bocado e nem sob o ponto de vista agronômico.

FOLHA-DE-QUIABO E FOLHA-DE-QUIABO-SUPER

Folha-de-quiabo (L^0) e folha-de-quiabo-super (L^S) são mutantes de formato de folha da mesma série alélica e diferem dos algodões normais por um único par de genes e ambos resultam em vegetação mais aberta.

TABELA 3. Rendimento em fibra (kg/ha) de algodões vermelhos e verdes de bases genéticas semelhantes, em Winnsboro, Luisiânia-EUA¹.

Genótipo	Com irrigação			Sem irrigação				Média
	1967	1968	1969	1972	1973	1974	1975	
Isolinha de caule vermelho ²	935 a	813 a	937 a	-	-	-	-	894
Isolinha verde	959 a	797 a	958 a	-	-	-	-	905
La. 45-A Red ak ³	-	-	-	472 a	327 b	448 a	813 a	516
Deltapine 45-A (testemunha)	-	-	-	509 a	345 b	528 a	851 a	558
La 13212 Red ak	-	-	-	-	416 a	550 a	843 a	603
Stoneville 213 (testemunha)	-	-	-	-	407 a	538 a	912 a	619
La 20040 Red ak ⁴	-	-	-	-	-	510 a	892 a	702
La 200049 Red mg ⁵	-	-	-	-	-	525 a	887 a	706
Stoneville 213 (testemunha)	-	-	-	-	-	538 a	912 a	725

¹ Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem no nível de 0,05 de probabilidade.

² Média de três bases varietais.

³ Linhagem com caule-vermelho, como base Deltapine 45-A.

⁴ Linhagem com caule-vermelho, como base Stoneville 7-A.

⁵ Linhagem de margem-vermelha, como base Stoneville 7-A.

Fonte: Jones, Phillips e Bartleson, dados não-publicados nos relatórios da Northeast Luisiânia Exp. Stn.

Plantas com o caráter folha-de-quiabo, quando maduras, têm 40% menos folhagem (Andries et al. 1969) e 70% mais penetração de luz solar que plantas de folhas normais (Major Junior 1971, Reddy 1974). Plantas com o caráter folha-de-quiabo-super, quando maduras, têm 60% menos folhagem e 190% mais penetração de luz solar que plantas de folhas normais (Reddy 1974). Ambos os caracteres conferem menor umidade relativa entre a copa das plantas e o solo, promovem seca mais rápida do solo e da planta, além de aumentarem, significativamente, a temperatura do solo e imediações (Reddy 1974).

É bastante conhecido o efeito negativo de clima quente e seco sobre populações de bicudos, mesmo em plantas normais. Esse efeito bioclimático é mais pronunciado nos algodões com folha-de-quiabo e com folha-de-quiabo-super. Botões florais de Stoneville 7 A, atacados pelo bicudo e caídos ao solo, foram redistribuídos sob plantas de folhas normais, de folha-de-quiabo e de folha-de-quiabo-super. A mortalidade das formas imaturas foi maior nas plantas de folha-de-quiabo-super, seguindo-se nas plantas de folha-de-quiabo (Jones 1972, Reddy 1974). A maior mortalidade foi atribuída ao efeito de dessecação pela alta temperatura que se desenvolveu ao nível do solo, nas plantas de folhagem mais aberta.

Além do mais, a taxa de frutificação de isolinhas com folha-de-quiabo e folha-de-quiabo-super, sendo, respectivamente, 50% e 150% maior que as isolinhas de folhas normais (Andries et al. 1969, 1970, Jones 1972, Major Junior 1971), sugere que esses materiais possam ter maior nível de tolerância ao bicudo e a outros insetos que se alimentam de botões florais que os algodões normais. Essa possibilidade baseia-se na premissa de que um aumento do número de botões florais por hectare possa diluir a percentagem daqueles atacados e, assim, atrasar o aparecimento do nível de dano. Essa e outras questões estão sendo estudadas na Universidade Estadual de Luisiânia.

Benefícios adicionais no controle de insetos, pelo uso dos dois caracteres anteriormente descritos, são a precocidade da maturação e escape às infestações tardias, uma vez que algodões com esses caracteres completam o ciclo uma ou duas semanas antes (Jones & Andries 1967, Andries et al. 1969, 1970, Jones 1972, Karami & Weaver Junior 1972). Além do mais, são resistentes à mosca-branca, *Trialeurodes abutilonea* Haldeman, (Jones et al. 1975) e reduzem as perdas causadas pelo apodrecimento das maçãs (Jones & Andries 1967, Andries et al. 1969, 1970, Jones 1972, Karami & Weaver Junior 1972, Roncadori 1974, Rao & Weaver Junior 1976).

Qualidades agronômicas

Algodões com folha-de-quiabo, em estudos com linhagens quase isogênicas, tiveram rendimentos aproximadamente iguais aos algodões de folhas normais. Em alguns casos, tiveram, inclusive, rendimentos superiores, talvez devido ao menor apodrecimento de maçãs e à maturação precoce (Jones & Andries 1967, Andries et al. 1969, Jones 1972, Karami & Weaver Junior 1972, Rao & Weaver Junior 1976). Kohel et al. (1967) observaram rendimentos menores associados à folha-de-quiabo, mas encontraram evidência de que a associação podia estar relacionada a genes ligados e não a efeito pleiotrópico.

O caráter folha-de-quiabo-super, igualmente, está associado a pequenas perdas em rendimento (Andries et al. 1970, Jones 1972), mas suas vantagens poderão, facilmente, compensá-las.

Pelo fato de a folhagem mais aberta permitir maior penetração de luz solar, os algodões com folha-de-quiabo e folha-de-quiabo-super sempre têm maior infestação de ervas daninhas, principalmente mais para o final do ciclo da cultura.

Em 1977 (Jones et al. 1978) a Estação Experimental Agrícola da Luisiânia lançou a variedade Gumbo, com folha-de-quiabo, e a variedade Pronto, com folha-de-quiabo super.

Androceu reduzido

Sabe-se que os botões florais são os locais preferidos pelo bicudo, tanto para a alimentação como para a postura. Uma vez que a alimentação se dá nas anteras em formação, é aí que devem estar localizados os fatores que estimulam a oviposição. Foi baseado nessa lógica que Everett & Earle (1964) procuraram e encontraram, nas anteras, uma substância solúvel em água que estimulava a postura. Esse estimulante era mais ativo em botões florais de 300 mg a 350 mg, apesar de estar também presente, em níveis inferiores, tanto em botões florais menores como em maiores. Alguns fatores que afetam o número e a fertilidade das anteras afetam também as respostas do bicudo à alimentação e à postura.

Macho-esterilidade

A macho-esterilidade completa em algodão foi obtida por Meyer (1975), com a transferência de cromossomos de *G. hirsutum* para um citoplasma de *G. herknessii* Brandg., uma espécie não-cultivada de algodão. Weaver Junior (1974) observou, pela primeira vez, que o bicudo apresentava uma grande não-preferência pelo agodoeiro macho-estéril

anteriormente mencionado. Sua observação foi baseada nas diferenças de oviposição pelo bicudo entre pares alternados de 20 fileiras de plantas macho-estéreis e plantas férteis normais, plantadas ao lado de grande área de algodoeiros normais. As contagens indicaram um maior número de picadas de oviposição nas fileiras de algodão normal que nas de macho-estéril. Além disso, a percentagem de botões florais com picada de oviposição era maior no plantio comercial ao lado, do que nas fileiras de algodão fértil normal intercaladas com fileiras de algodão macho-estéril. Essas observações foram confirmadas em experimentos adicionais conduzidos na Geórgia (Weaver Junior & Reddy 1977) e na Luisiânia (Glover et al. 1975).

Glover e colaboradores (Glover et al. 1975) concluíram que a resistência do bicudo em DES HAMS-16, uma linhagem macho-estéril de Deltapine 16 com citoplasma de *G. harknessii*, era devida à macho-esterilidade e não ao citoplasma de *G. harknessii* por si só. Essa conclusão foi baseada no fato de que DES HAF-16, também uma linhagem de Deltapine 16 com citoplasma de *G. harknessii*, mas com um gen restaurador de fertilidade, teve, inclusive, uma infestação mais alta que Deltapine 16, ao passo que a linhagem macho-estéril teve uma infestação bastante reduzida em relação à Deltapine 16. O nível de não-preferência na linhagem de macho-esterilidade citoplasmática foi comparável ao dos algodões de caule vermelho e um pouco menor que o dos algodões de bráctea frego.

Weaver Junior & Reddy (1977) determinaram a percentagem de botões florais com picadas de oviposição e a percentagem de emergência de adultos, baseados no número total de botões florais coletados para sete genótipos de algodão que não foram pulverizados com inseticidas. Os botões florais foram coletados duas vezes por semana, durante oito semanas, avaliando-se picadas aparentes de oviposição, mantendo-os no laboratório por quatro semanas e aguardando-se a saída dos adultos. As percentagens médias de botões com picada de oviposição, para quatro dos genótipos testados, foram: 1) Coker 201, uma cultivar com todos os caracteres normais, 50%; 2) Macho-estéril verde com bráctea normal, 26,2%; 3) Macho-fértil, com caule vermelho e bráctea frego, 13,8%; e 4) Macho-estéril com caule vermelho e com bráctea frego, 5,1%. As percentagens de emergência de adultos foram, respectivamente, 19,3%; 2,8%; 1,2%; e 0,2%. Os dados não só indicam uma gradação da não-preferência pelos diferentes caracteres, como também mostram seu efeito cumulativo.

Além da não-preferência descrita, há evidência de que a macho-esterilidade citoplasmática e a macho-esterilidade genética Ms₄, que

produzem anteras menores sem pólen, têm um fator de antibiose significativa. Weaver Junior (1971) publicou dados em que a emergência de adultos de botões florais de plantas macho-estéreis Ms₄, deixados à sombra, era de 7%, quando comparada a 63% de botões florais férteis, e que os adultos, no primeiro caso, eram 25% mais leves. Glover et al. (1975) determinaram os pesos de bicudos que nasceram de ovos implantados artificialmente no interior de botões florais de vários genótipos de algodão, incluindo uma linhagem macho-estéril de *G. harknessii* (DES HAMS 16). Os adultos eclodidos dos botões florais da referida linhagem eram significativamente menores que os de todos os demais algodões em teste, em média 63% menores que os bicudos criados em botões florais de Deltapine 16.

Weaver Junior & Reddy (1977) coletaram botões florais caídos ao solo, de algodões férteis normais e de algodões com macho-esterilidade citoplasmática. Aqueles que pareciam apresentar picada de postura foram abertos e examinados, e os resultados encontrados acham-se na Tabela 4. Os botões com picada de postura dos algodões férteis normais apresentavam um potencial de emergência de 71,5%, comparado a 14,7% dos de algodões macho-estéreis. Considerando-se apenas aqueles botões florais com evidência de desenvolvimento de formas imaturas, foram encontradas larvas e pupas mortas em 63% dos botões de algodões macho-estéreis, contra 9% em botões florais férteis normais.

TABELA 4. Percentagem de botões florais com vários estádios de desenvolvimento de bicudo, quando coletados no solo sob plantas férteis normais e macho-estéreis.

Estádio de desenvolvimento	Macho-férteis	Macho-estéreis
Número de botões florais examinados	214	413
Larvas vivas	7,5	7,0
Larvas mortas	5,6	22,0
Pupas vivas	8,4	5,3
Pupas mortas	1,4	3,4
Bicudos adultos		
Orifício de saída	43,5	0,7
Dentro do botão floral	12,1	1,7
Emergência potencial total	71,5	14,7
Sem desenvolvimento	15,4	53,5
Dano por <i>Heliothis</i> spp.	7,0	6,3

Fonte: Weaver Junior & Reddy (1977).

A resistência ao bicudo associada à macho-esterilidade citoplasmática pode, talvez, ser usada como armadilha, à maneira que foi descrita para bráctea frego e coloração vermelha da planta. Uma vez que a resistência aqui discutida é do tipo não-preferência, o seu uso em culturas armadilhas dependerá do uso simultâneo de um material ainda menos preferido, a fim de se estabelecer um diferencial de preferência e os bicudos serem atraídos para as fileiras macho-estéreis. A combinação dos caracteres de não-preferência até aqui discutidos e o aumento da atração pelas plantas macho-estéreis através da suplementação de feromônio "grandlure" podem ser necessários para que as armadilhas de plantas macho-estéreis se tornem eficientes.

A antibiose conferida pelo caráter de macho-esterilidade citoplasmática torna-a especialmente desejável para uso em culturas armadilhas, uma vez que conferirá alguma ação de controle independente da aplicação de inseticidas. Além do mais, sua eficiência como armadilha biológica talvez possa ser aumentada pela combinação da macho-esterilidade citoplasmática com o caráter folha-de-quiabo-super, como sugerido por Weaver Junior & Reddy (1977). A copa aberta conferida pelo último caráter contribui para maior mortalidade de formas imaturas em botões florais caídos ao solo (Jones 1972, Reddy 1974) e sua combinação com o caráter de macho-esterilidade citoplasmática, cujos botões florais tendem a dessecar mais rapidamente, pode ter um efeito cumulativo. É claro que temos que levar em conta a possibilidade de se perder em qualidades agrônômicas, à medida que adicionamos, em uma mesma planta, os caracteres de não-preferência.

Alguns melhoristas de algodão afirmam que é possível produzir e utilizar híbridos F_1 férteis através do uso da macho-esterilidade citoplasmática e do gen restaurador da fertilidade. Para se produzirem boas sementes nas plantas macho-estéreis, será necessária a manutenção de uma população adequada de abelhas durante toda a florada, impedindo-se, naturalmente, o uso corriqueiro de inseticidas. A forte antibiose ao bicudo na linhagem macho-estéril, que seria plantada em 75% da área, ajudaria a manter baixa a população da praga, garantindo boa produção de sementes e protegendo as abelhas.

Redução do número de anteras

Reduções significativas do número de anteras foram obtidas, quando o genoma do algodão "upland" foi transferido para o citoplasma das seguintes espécies asiáticas de *Gossypium*: *G. herbaceum* L., *G. arboreum* L., *G. anomalum* Wawr. e Peyr, e *G. longicalyx* Hutch. e Lee (Meyer 1965, 1971, 1972).

McCarty (1974) observou que três linhagens produzidas por Meyer (1973) tiveram redução de 34% a 38% na postura pelo bicudo em relação à Deltapine 16. As linhagens testadas por McCarty foram DES-ANOM-16, DES-ARB-16 e DES-HERB-16, que continham o genoma de Deltapine 16 e o citoplasma de *G. anomalum* e *G. herbaceum*, respectivamente. As referidas linhagens apresentavam menor número de anteras em relação à Deltapine 16, fator ao qual estaria ligada a resistência observada. Auburn 623 RNR, uma linhagem experimental de *G. hirsutum* procedente do Alabama, também apresentou um grau significativo de resistência à oviposição pelo bicudo no teste conduzido por McCarty.

Glover et al. (1975) também avaliaram as linhas de Meyer para resistência ao bicudo e à lagarta-das-maçãs, no Estado da Luisiânia. DES-HERB-16, DES-ARB-16 e DES-ANOM-16 tiveram infestações médias semanais de bicudo menores que Deltapine 16, apesar de nenhuma delas ter sido significativamente menor que a referida testemunha. Sugeriu-se que antibiose fosse o tipo de resistência envolvido, uma vez que os bicudos desenvolvidos de ovos implantados artificialmente em botões florais tendiam a ser menores, nas linhagens, que em Deltapine 16.

A níveis baixos de infestação, confirmou-se a resistência de DES-HERB-16 e DES-ARB-16 à praga, em testes de oviposição em laboratório (Jenkins, J.N. Comunicação pessoal). Essas linhagens, com número reduzido de anteras, podem ser de grande valor para suplementar as resistências de algodões de bráctea frego e de coloração vermelha. Deve-se notar que DES-ANOM-16 foi uma das linhagens dadas por Jenkins (1976) como tolerante a *Lygus lineolaris*. Isso pode sugerir a possibilidade de se reduzir a susceptibilidade de algodões de bráctea frego ao referido inseto. Há que se considerar, entretanto, que Glover et al. (1975) acharam DES-ARB-16 e DES-ANOM-16 com os botões florais mais atacados por *Heliothis* spp. que Deltapine 16.

OUTROS FATORES

Pilosidade da planta

Plantas com pubescência elevada, controlada pelos genes H_1 (cabaludo) e H_2 (piloso), reduziram significativamente a postura pelo bicudo, em testes conduzidos na Carolina do Norte e em Arkansas (Stephens 1957, Wannamaker 1957, Wessling 1958b, a, Stephens & Lee 1961, Hunter et al. 1965). A resistência foi atribuída à não-preferência, porque as brácteas em desenvolvimento, das plantas cabeludas e pilosas,

são intercaladas, protegendo, temporariamente, o botão floral em início de formação.

Apesar de o grau de resistência conferido por esses caracteres ser bastante alto, eles trazem algumas desvantagens que tendem a anular suas vantagens. Primeiramente, a sujeira que se acumula na fibra e a dificuldade de se removerem resíduos de folhas e brácteas no processamento da fibra agravam-se com ambos os caracteres, acentuando-se, ainda mais, quando a colheita é processada mecanicamente. Acrescentem-se os fatos de os materiais pubescentes serem preferidos por *Heliothis* spp. e sua fibra ter baixa qualidade. Aparentemente, o gen H₂ é pleiotrópico para fibra curta, grossa e pouco resistente.

Fatores indeterminados que suprimem postura

Alguns fatores de supressão de oviposição, que não estão ligados a caracteres morfológicos conhecidos, foram identificados em muitas linhagens de *G. hirsutum* e *G. barbadense*. Buford et al. (1968) falam de um fator existente em alguns algodões que suprimem a oviposição em 30% a 40%, baseados em observações de laboratório. A maior redução de postura foi em uma linhagem de *G. barbadense* (Sea Island Seaberry), cujo fator de supressão foi demonstrado como herdável. Jenkins et al. (1969) avaliaram vários algodões diferentes em parcelas de campo e encontraram linhagens de *G. barbadense*, inclusive a Sea Island Seaberry, com postura bem menor que em Deltapine Smooth Leaf.

Earnheart Junior (1973) identificou 49 raças silvestres de *G. hirsutum* como tendo níveis significativos de resistência ao bicudo, baseado em testes padrões de oviposição em laboratório. A maioria dos materiais resistentes foi coletada, originalmente, ao longo da costa dos Estados de Guerrero, Oaxaca e Vera Cruz, no México. As introduções consideradas resistentes, originárias de Guerrero, foram classificadas como raça Palmeri, as Oaxaca, como raça *morilli* ou *palmeri* e as de Vera Cruz não foram classificadas a nível de raça. Earnheart observou que a maioria dos algodões silvestres resistentes ao bicudo sofriam ação do fotoperíodo e eram de maturação tardia, além de apresentarem botões florais pequenos, maçãs pequenas e esféricas, pouca pilosidade e baixa produtividade, quando comparados aos algodões upland. Entretanto, algumas poucas introduções (T. 805, T. 1134, T. 1167, T. 1180 e Cardel VC) exibiram algumas características agrônomicas desejáveis, além de um significativo grau de supressão de postura. Jenkins (1976) avaliou 181 algodões silvestres sensíveis a fotoperíodo e encontrou 64, significativamente, mais resistentes ao bicudo que variedades comerciais de algodão upland, baseado em número de ovos postos por fêmea, por dia, quando

colocados em gaiolas, contendo botões florais das diferentes introduções. Supressão de postura de até 84% foi encontrada no material mais resistente e, em vários outros, ela variou de 50% a 60%. McCarty et al. (1977) avaliaram 22 raças silvestres, que haviam sido cruzadas e retrocruzadas duas vezes com o pai recorrente, Deltapine 16, para resistência ao bicudo e características agrônômicas. Três dos duploretrocruzamentos (BC₂) tiveram significativas reduções em postura em relação à Deltapine 16 e apresentavam características agrônômicas que se aproximavam às do pai recorrente.

Apesar da constatação de fatores de supressão de oviposição em certas linhagens de *G. barbadense* e em raças silvestres de *G. hirsutum*, que conferem resistência ao bicudo, sua transferência para algodões upland, visando a criação de cultivares resistentes e de boas características agrônômicas, requererá um programa de melhoramento abrangente e a longo prazo.

INTEGRAÇÃO DE VARIEDADES RESISTENTES EM PROGRAMAS DE MANEJO

Os dados até aqui disponíveis indicam que devemos aceitar os caracteres bráctea frego e coloração vermelha da planta como de grande valor na resistência do algodoeiro ao bicudo. A combinação dos referidos caracteres tem efeito cumulativo na expressão da não-preferência. A sua utilização em grande escala, entretanto, pode ser limitada pela susceptibilidade de algodões de bráctea frego a *Lygus lineolaris* e a outros percevejos, indicando a necessidade de se combinarem outros caracteres para se integrar a resistência ao bicudo em programas de manejo.

A ausência de nectários pode reduzir bastante o problema de *Lygus* em algodões de bráctea frego, sendo ajudada por aplicações específicas de inseticidas no início do ciclo da cultura. Uma vez que Jenkins & Parrott (1971) demonstraram que aplicações de inseticidas para bicudo, no início do aparecimento de botões florais, prolongam o período de resistência de algodões de bráctea frego ao bicudo, essas aplicações, também, poderão controlar infestações de *Lygus* e outros percevejos, ao mesmo tempo. Não se pode nunca descuidar que as aplicações precoces de inseticidas tendem a aumentar as populações de *Heliothis* spp. por reduzirem as populações de artrópodos benéficos. Esse problema poderia ser eliminado pela combinação do caráter bráctea frego com um ou mais caracteres de resistência a *Heliothis* spp., como ausência de pilosidade, alto teor de gossipol e fator "x".

Deve ficar claro que a combinação de vários fatores de resistência é sempre uma melhor escolha para programas de manejo que o uso de um fator isolado; por exemplo, podem ser utilizados caracteres como bráctea frego, coloração vermelha da planta e número reduzido de anteras, combinados com folha-de-quíabo, ausência de nectários, ausência de pilosidade e alto teor de gossipol, em uma mesma planta, conferindo resistência ao bicudo, à *Lygus* e à lagarta-da-maçã. A utilização de inseticidas seria recomendada apenas como medida complementar à ação dos caracteres de resistência.

Um método alternativo para uso dos caracteres bráctea frego e coloração vermelha da planta é o uso de culturas armadilhas, integrando-se no processo a utilização limitada de inseticidas e do feromônio "grandlure".

REFERÊNCIAS

- ANDRIES, J.A.; JONES, J.E.; SLOANE, L.W. & MARSHALL, J.G. Effects of okra leaf shape on boll rot, yield and other important characters of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. **Crop Sci.**, **9**:705-10, 1969.
- ANDRIES, J.A.; JONES, J.E.; SLOANE, L.W. & MARSHALL, J.G. Effects of super okra leaf shape on boll rot, yield and other characters of upland cotton *Gossypium hirsutum* L. **Crop Sci.**, **10**:403-7, 1970.
- BENKWITH JUNIOR, K.B. **Utilization of resistant plant characteristics for cotton insect control.** s.l., Louisiana State Univ., 1971. Tese Ph.D.
- BLACK, J.H. & LEIGH, T.F. The biology of the boll weevil in relation to cotton type. **J. Econ. Entomol.**, **56**:789-90, 1963.
- BRADLEY JUNIOR, J.R. **Oriented movement of the boll weevil in response to trap crop planting, foliage color and sex pheromone.** s.l., Louisiana State Univ., 1967. Tese Ph.D.
- BUFORD, W.T.; JENKINS, J.N. & MAXWELL, F.G. A boll weevil oviposition suppression factor in cotton. **Crop Sci.**, **8**:647-9, 1968.
- CLOWER, D.F.; JONES, J.E.; BENKWITH JUNIOR, K.B. & SLOANE, L.W. "Non-preference"; a new approach to boll weevil control. **La. Agric.**, **13**(4):10-1, 1970.
- COWAN, C.B. & LUKEFAHR, M.J. Characters of cotton plants that affect infestations of cotton fleahoppers. In: BELT-WIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1970. p.79-80.

- EARNHEART JUNIOR, A.T. Evaluation of cotton *Gossypium hirsutum* L., race stocks for resistance to boll weevil attack. s.l., Mississippi State Univ., 1973. Tese Mestrado.
- EVERETT, T.R. & EARLE, N.W. Boll weevil oviposition responses in cotton squares and various other substrates. *J. Econ. Entomol.*, **57**:651-6, 1964.
- GLOVER, D.; CLOWER, D.F. & JONES, J.E. Boll weevil and bollworm damages as affected by upland cotton strains with different cytoplasm. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1975. p.99-102.
- GREEN, J.M. Frego bract, a genetic marker in upland cotton. *J. Hered.*, **46**:232, 1955.
- HUNTER, R.C.; LEIGH, T.F.; LINCOLN, C.; WADDLE, B.A. & BARIOLA, L.A. Evaluation of a selected cross-section of cottons for resistance to the boll weevil. s.l., s.ed., 1965. (Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull., 700).
- HUNTER, R.C. & WADDLE, B.A. Cotton varieties resistant to boll weevils; a possibility. *Arkansas Farm Res.*, **7**(6):11, 1958.
- HUNTER, W.D. & PIERCE, W.D. *The Mexican cotton boll weevil*. s.l., US Dep. Agric., 1912. (US Entomol. Bur., 114).
- ISELY, D. The relation of leaf color and leaf size to boll weevil infestation. *J. Econ. Entomol.*, **21**:553-9, 1928.
- JENKINS, J.N. Boll weevil resistant cotton varieties. In: BOLL WEEVIL SUPPRESSION, MANAGEMENT AND ELIMINATION TECHNOLOGY CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1976. p.45-9. (US Dep. Agric. ARS, 71).
- JENKINS, J.N.; MAXWELL, F.G.; PARROTT, W.L. & BUFORD, W.T. Resistance to boll weevil (*Anthonomus grandis* Boh.) oviposition in cotton. *Crop. Sci.*, **9**:369-72, 1969.
- JENKINS, J.N. & PARROTT, W.L. Effectiveness of frego bract as a boll weevil resistant character in cotton. *Crop Sci.*, **11**:739-43, 1971.
- JENKINS, J.N. & PARROTT, W.L. Plant bug resistance in upland cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1976.
- JENKINS, J.N.; PARROTT, W.L. & MCCARTY JUNIOR, J.C. The role of a boll weevil resistant cotton in pest management research. *J. Environ. Qual.*, **2**: 337-40, 1973.

- JONES, J.E. Effect of morphological characters of cotton on insects and pathogens. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1972. p.88-92.
- JONES, J.E. & ANDRIES, J.A. Effect of frego bract on the incidence of cotton boll rot. **Crop Sci.**, 9:426-8, 1969.
- JONES, J.E. & ANDRIES, J.A. Okra leaf cotton for boll rot control. **La. Agric.**, 10(4):4-5, 1967.
- JONES, J.E.; ANDRIES, J.A.; SLOANE, L.W.; PHILLIPS, S.A. & MARSHALL, J. G. Effects of frego bract on boll rot, yield and other important characters of upland cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1969. p.111-2.
- JONES, J.E.; CALDWELL, W.D.; MILAM, M.R. & CLOWER, D.F. **Gumbo and Pronto**; two new open-canopy varieties of cotton. s.l., s.ed., 1978. (La. Agric. Exp. Stn. Circ., 103).
- JONES, J.E.; CLOWER, D.F.; MILAM, M.R.; CALDWELL, W.D. & MELVILLE, D.R. Resistance in upland cotton to the banded-wing whitefly *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman). In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1975. p.98-9.
- JONES, J.E.; NEWSON, L.D. & TIPTON, K.W. Differences in boll weevil infestation among several biotypes of upland cotton. In: COTTON IMP. CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1964. p.48-55.
- JONES, J.E.; SLOANE, L.W. & PHILLIPS, S.A. Isogenic studies of red plant color in upland cotton. **Agron. Abstr.**, 13, 1970.
- KARAMI, E. & WEAVER JUNIOR, J.B. Growth analysis of American upland cotton *Gossypium hirsutum* L., with different leaf shapes and colors. **Crop. Sci.**, 12:317-20, 1972.
- KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. & RICHMOND, J.R. Isogenic lines in American upland cotton *Gossypium hirsutum* L.; preliminary evaluation of lint measurements. **Crop. Sci.**, 7:67-70, 1967.
- LASTER, M.L. & MEREDITH JUNIOR, W.R. **Influence of nectarless cotton on insect populations, lint yield and fiber quality.** s.l., s.ed., 1974. (Miss. Agric. For. Exp. Stn. Inf. Sheet, 1241).
- LINCOLN, C.; DEAN, G.; WADDLE, B.A.; UEARIAN, W.D.; PHILLIPS, J.R. & ROBERTS, L. Resistance of frego-type cotton to boll weevil and bollworm. **J. Econ. Entomol.**, 64:1326-7, 1971.
- LINCOLN, C. & WADDLE, B.A. Insect resistance of frego-type cotton. **Arkansas Farm Res.**, 15(1):5, 1966.

- LUKEFAHR, M.J. Fleahoppers vs. leafhoppers as pests of glabrous cottons. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1975. p.93.
- LUKEFAHR, M.J.; COWAN, C.B.; BARIOLA, L.A. & HOUGHTALING, J.E. Cotton strains resistant to the cotton fleahopper. **J. Econ. Entomol.**, **61**: 661-4, 1968.
- LUKEFAHR, M.J.; COWAN, C.B. & HOUGHTALING, J.E. Field evaluation of improved cotton strains resistant to the cotton fleahopper. **J. Econ. Entomol.**, **63**:1101-3, 1970.
- LUKEFAHR, M.J.; COWAN, C.B.; PFRIMMER, T.R. & NOBLE, L.W. Resistance of experimental cotton strain 1514 to the bollworm and cotton fleahopper. **J. Econ. Entomol.**, **59**:393-5, 1966.
- LUKEFAHR, M.J. & HOUGHTALING, J.E. High gossypol cottons as a source of resistance to the fleahopper. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1975. p.93-4.
- LUKEFAHR, M.J. & HOUGHTALING, J.E. Resistance of cotton strains with high gossypol content to *Heliothis* spp. **J. Econ. Entomol.**, **62**:588-91, 1969.
- LUKEFAHR, M.J.; HOUGHTALING, J.E. & GRAHAM, J.M. Suppression of *Heliothis* populations with glabrous cotton strains. **J. Econ. Entomol.**, **64**: 486-8, 1971.
- LUKEFAHR, M.J.; JONES, J.E. & HOUGHTALING, J.E. Fleahopper and leafhopper populations and agronomic evaluations of glabrous cottons from different genetic sources. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1976. p.84-6.
- LUKEFAHR, M.J.; MARTIN, D.F. & MEYER, J.R. Plant resistance to five Lepidoptera attacking cotton. **J. Econ. Entomol.**, **58**:516-8, 1965.
- LUKEFAHR, M.J.; SHAVER, T.N.; CRUHM, D.E. & HOUGHTALING, J.E. Location, transference and recovery of a *Heliothis* growth inhibition factor present in three *Gossypium hirsutum* race stocks. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1974. p.93-5.
- MCCARTY, J.C. **Evaluation of species and primitive races of cotton for boll weevil resistance and agronomic qualities.** Mississippi State Univ., 1974. Tese Ph.D.
- MCCARTY, J.C.; JENKINS, J.N. & PARROT, W.L. Boll weevil resistance, agronomic characteristics and fiber quality in progenies of a cultivar crossed with 20 primitive stocks. **Crop Sci.**, **17**:5-7, 1977.
- MCGOVERN, W.L. & CROSS, W.H. Effects of two cotton varieties on levels of boll weevil parasitism (Col.: Curculionidae). **Entomophaga**, **21**:123-5, 1976.

- MAJOR JUNIOR, A.J. The interacting effects of okra leaf and frego bract on important agronomic characters in upland cotton. s.l., Louisiana State Univ., 1971. Tese Mestrado.
- MAREDITH JUNIOR, W.R.; RANNEY, C.D.; LASTER, M.L. & BRIDGE, R.R. Agronomic potential of nectarless cotton. *J. Environ. Qual.*, **2**:141-4, 1973.
- MAXWELL, F.G.; JENKINS, J.N. & PARROTT, W.L. Resistance of plants to insects. *Adv. Agron.*, **24**:187-265, 1972.
- MERKL, M.E. & MEYER, J.R. Studies of resistance of cotton strains to the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **56**:760-2, 1963.
- MEYER, V.G. Cytoplasmatic effects on another numbers interspecific hybrids of cotton. *J. Hered.*, **56**:292-4, 1965.
- MEYER, V.G. Cytoplasmic effects on another numbers in interspecific hybrids of cotton H. *Gossypium herbaceum* and *G. harknessii*. *J. Hered.*, **62**:77-8, 1971.
- MEYER, V.G. Cytoplasmic effects on another numbers in interspecific hybrids of cotton. III. *Gossypium longicalyx*. *J. Hered.*, **63**:33-4, 1972.
- MEYER, V.G. Male-sterility from *Gossypium harknessii*. *J. Hered.*, **66**:23-7, 1975.
- MEYER, V.G. Registration of sixteen germplasm lines of upland cotton. *Crop Sci.*, **13**:778, 1973.
- MITCHELL, H.C.; CROSS, W.H.; MCGOVERN, W.L. & DAWSON, E.M. Behavior of the boll weevil on frego bract cotton. *J. Econ. Entomol.*, **66**:677-80, 1973.
- NILES, G.A.; WALKER JUNIOR, J.K. & GANNAWAY, J.R. Breeding for insect resistance. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1974. p.84-6.
- PAINTER, R.H. *Insect resistance in crop plants*. New York, MacMillan, 1951.
- PARROTT, W.L.; JENKINS, J.N. & SMITH, D.B. Frego bract cotton and normal bract cotton; how morphology affects control of boll weevils by insecticides. *J. Econ. Entomol.*, **66**:222-5, 1973.
- PERCIVAL, A.E. & KOHEL, R.J. Characterization and performance evaluation of frego bract isolines. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1975. p.85.
- PIETERS, E.P. & BIRD, L.S. Field studies of boll weevil resistant cotton lines processing the okra leaf-frego bract characters. *Crop. Sci.*, **17**:431-3, 1977.
- RAO, M.J. & WEAVER JUNIOR, J.B. Effects of leaf shape on response of cotton to plant population, N rate and irrigation. *Agron. J.*, **68**:599-601, 1976.

- REDDY, P.S.C. **Effects of three leaf shape genotype of *Gossypium hirsutum* L. and row types of plant microclimate, boll weevil survival, boll rot and important agronomic characters.** s.l., Louisiana Univ., 1974. Tese Ph.D.
- RONCADORI, R.W. A new look at the cotton boll rot complex and promising approaches to control. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1974. p.115-8.
- SCALES, A.L. & HACSKAYLO, J. Interaction of three cotton cultivars to infestations of the tarnished plant bug. **J. Econ. Entomol.**, **67**:602-4, 1974.
- SCHUSTER, M.F. & ANDERSON, R.E. Insecticidal efficacy on insect resistant cottons. **J. Econ. Entomol.**, **69**:691-2, 1976.
- SCHUSTER, M.F.; HOLDER, D.G.; CHERRY, E.T. & MAXWELL, F.G. **Plant bugs and natural enemy insect populations on frego bract and smoothleaf cottons.** s.l., s.ed., 1976. (Miss. Agric. For. Exp. Stn. Tech. Bull., 75).
- SCHUSTER, M.F.; LUKEFAHR, M.J. & MAXWELL, F.G. Impact of nectarless cotton on plant bugs and enemies. **J. Econ. Entomol.**, **69**:400-2, 1976.
- STEPHENS, S.G. Sources of resistance of cotton strains to the boll weevil and their possible utilization. **J. Econ. Entomol.**, **50**:415-8, 1957.
- STEPHENS, S.G. & LEE, H.S. Further studies on the feeding and oviposition preferences of the boll weevil (*Anthonomus grandis*). **J. Econ. Entomol.**, **54**:1085-90, 1961.
- TINGEY, W.M.; LEIGH, T.E. & HYER, A.H. *Lygus hesperus*; growth, survival and egg laying resistance of cotton genotypes. **J. Econ. Entomol.**, **68**:28-30, 1975.
- WADDLE, B.A. The breeding behavior of the frego bract character in cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1972. p.62-3.
- WALKER, J.K.; NILES, G.A.; GANNAWAY, J.R.; ROBINSON, J.V.; COWAN, C.B. & LUKEFAHR, M.J. Cotton fleahopper damage to cotton genotypes. **J. Econ. Entomol.**, **67**:537-42, 1974.
- WANNAMAKER, W.K. The effect of plant hairiness of cotton strains on boll weevil attack. **J. Econ. Entomol.**, **50**:418-23, 1957.
- WEAVER JUNIOR, J.B. Boll weevil non-preference and bee activity in cytoplasmic male-sterile cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1974. p.95.
- WEAVER JUNIOR, J.B. Methods of utilizing male-sterility in cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1971. p.60-1.

- WEAVER JUNIOR, J.B. & BAKER, S. Results of two years testing for boll rot escape in Georgia. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1970. p.70.
- WEAVER JUNIOR, J.B. & BAKER, S. Studies on boll weevil non-preference, boll rot and agronomic characteristics of frego bract cotton. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1972. p.66-1.
- WEAVER JUNIOR, J.B. & GRANHAM, R. Behavior of boll weevils on cytoplasmic male-sterile cotton in isolated plots. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1977.
- WEAVER JUNIOR, J.B. & REDDY, M.S. Boll weevil non-preference, antibiosis, and hatchability studies utilizing cotton lines with multiple non-preferred characters. *J. Econ. Entomol.*, 70:283-5, 1977.
- WESSLING, W.H. Genotypic reactions to boll weevil attack in upland cotton. *J. Econ. Entomol.*, 51:508-12, 1958a.
- WESSLING, W.H. Resistance to boll weevil in mixed populations of resistant and susceptible cotton plants. *J. Econ. Entomol.*, 651:502-6, 1958b.

ADENDO DOS EDITORES

A excelente revisão sobre "Plantas Resistentes ao Bicudo", deste capítulo, foi publicada em 1978 (Southern Cooperative Series. Bul. n.º 228) e é reproduzida em seu todo, com permissão dos autores. Desde aquela data, vários artigos foram publicados sobre o assunto, os quais são citados a seguir, com um breve sumário.

I – Sobre Bráctea Frego

SCHUSTER, M.F.; ANDERSON, R.E. & CANON, C.E. Boll weevil oviposition on frego bract cotton. *J. Econ. Entomol.*, **74**:346-9, 1981.

Sumário - *Em estudos conduzidos em gaiolas e em campo, onde os algodões diferentes eram mantidos separados, não houve diferença de postura entre algodões de bráctea normal e de bráctea frego. Os autores concluíram que o caráter é de não-preferência.*

II – Raças Primitivas e Resistência ao Bicudo

MCCARTY, J.C.; JENKINS, J.N. & PARROTT, W.L. Boll weevil resistance, agronomic characteristics and fiber quality in progenies of a cotton cultivar crossed with 20 primitive stocks. *Crop Sci.*, **17**:5-7, 1977.

Sumário - *Linhagens que consistiam de progênies de BC_2F_2 e BC_2F_3 foram cultivadas em condições de campo e testadas em relação ao bicudo. Foram obtidas diferenças significativas, em alguns anos, na postura pelo bicudo nos diferentes materiais, apesar de as diferenças não excederem 5%.*

JENKINS, J.N.; PARROTT, W.L.; MCCARTY, J.C. & EARNHEART, A.T. **Evaluation of primitive races of *Gossypium hirsutum* L. for resistance to boll weevil.** s.l., Mississippi State Univ., 1978. (Miss. Agric. For. Exp. Stn. Tech. Bull., 91).

Sumário - *Raças primitivas de *G. hirsutum* foram cultivadas no campo e os botões florais foram colhidos e expostos a bicudos em laboratório, notando-se significativas diferenças em postura. Baseando-se em uma variedade comercial padrão, a postura nas raças primitivas variou de 15% a 69%. Não se discutiu nenhum mecanismo de resistência.*

LAMBERT, L.; JENKINS, J.N.; PARROTT, W.L. & MCCARTY, J.C. Evaluations of foreign and domestic cotton cultivars and strains for boll weevil resistance. *Crop. Sci.*, **20**:804-6, 1980.

Sumário - *Quarenta e quatro algodões americanos e introduzidos foram avaliados em laboratório para resistência ao bicudo, utilizando-se picadas de oviposição como medida. Nenhum dos materiais diferiu significativamente do 'Stoneville 213', uma variedade comercial.*

MCCARTY, J.C.; JENKINS, J.N. & PARROTT, W.L. Partial suppression of boll weevil oviposition by a primitive cotton. *Crop. Sci.*, **22**:490-2, 1982.

Sumário - *Quatro raças primitivas, que anteriormente já haviam sido submetidas a testes de resistência ao bicudo em condições de laboratório, foram retrocruzadas duas vezes com um padrão comercial, e as progênies da geração F_3 (BC_2F_3) foram também avaliadas nas mesmas condições. Apenas uma das raças primitivas exibiu resistência ao nível de 10% de significância.*

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALGODÕES DE CICLO CURTO PARA ÁREAS INFESTADAS PELO BICUDO

M.D. Heilman; L.N. Namken e K.R. Summy
Conservation and Production Systems Research and Subtropical
Crops Insects Research
ARS-USDA
Weslaco, TX 78596
USA

RESUMO

Nos Estados Unidos, há um grande número de cultivares de algodão que completam o ciclo entre 125 e 140 dias. O seu comportamento é variável de região para região e, por isso mesmo, nunca se poderia recomendar uma cultivar americana de ciclo curto para ser plantada em áreas infestadas pelo bicudo no Brasil. Há de se estabelecer um programa de seleção e testes a nível regional para se determinar as cultivares mais bem adaptadas a esta ou aquela região. A adoção de cultivares de frutificação rápida em um sistema onde se enfatizem práticas culturais, tomando-se proveito de condições climáticas prevalentes em uma região, poderá aumentar a eficiência da produção de algodão em áreas infestadas pelo bicudo. Os genótipos de frutificação rápida são excelentes, em condições de baixas populações de pragas, nos primeiros 30 dias após o início da produção de botões florais, por garantirem, nesse curto período, uma boa produtividade. Estratégias de manejo de pragas, como destruição imediata de restos culturais após a colheita e aplicação de inseticidas no início da produção de botões florais, recomendadas para baixar as populações de bicudo, podem tornar-se fatores muito importantes na redução das perdas em um algodão. Algumas práticas agrônômicas adotadas com o objetivo de abreviar a maturação das plantas, possibilitando um escape ao ataque de pragas, são, também, parte importante de um sistema de produção. A capacidade intrínseca que o bicudo tem de reproduzir-se em áreas subtropicais e tropicais é um parâmetro mais ou menos estável sobre o qual o agricultor quase não tem controle. Os algodões de maturação rápida aumentam significativamente a probabilidade de se produzir uma boa carga, antes que as gerações F_2 e F_3 de bicudos estejam presentes (Parker et al. 1980, Walker & Niles 1971), apesar de essa premissa poder não funcionar na presença de alta densidade populacional de bicudos egressos de diapausa e em condições de alta pluviosidade. Aplicações preventivas contra populações iniciais de bicudos podem gerar desequilíbrio nas populações de *Heliothis* spp. e de outras pragas secundárias e, por isso, são menos desejáveis que a destruição de restos culturais, quando se pode atingir o mesmo objetivo. A integração dessas duas estratégias complementares e de efeito sinérgico no baixo vale do Rio Grande, no Texas, resultou em um manejo

estável e abrangente do bicudo sobre uma grande área, exigindo poucas modificações nas práticas comumente seguidas pelos agricultores. Um sistema de produção, utilizando variedades de frutificação rápida, como o descrito para o Sul do Texas, deve exigir profundas modificações antes de poder ser adotado no Brasil. Para que ocorra, será necessário desenvolver e testar algodões de ciclo curto para as diferentes regiões produtoras, como resistência às pragas e às doenças mais comuns. Há, também, uma necessidade sempre premente de se desenvolverem práticas agrônômicas adicionais, que melhorem a produtividade e a eficiência da lavoura algodoeira. Em adição a isso tudo, é imprescindível estabelecer um banco de dados que descreva as dinâmicas populacionais do bicudo e de outras pragas, relacionadas à fenologia do cultivo, tanto para condições tropicais como subtropicais, de maneira que sistemas mais efetivos de produção e novas estratégias de controle de pragas possam ser implementados e utilizados.

INTRODUÇÃO

As práticas de produção de algodão variam em resposta a fatores que afetam o rendimento, a qualidade e a eficiência produtiva. O desenvolvimento de cultivares de ciclo curto e práticas culturais associadas às mesmas, nos Estados Unidos, devem-se a vários fatores. Dentre eles, sobressaem-se a necessidade de aumento de produção e melhoria da qualidade do algodão nas extremidades norte das regiões algodoeiras do País, o problema perene do bicudo (*Anthonomus grandis*), a resistência das lagartas-das-maçãs (*Heliothis zea* e *H. virescens*) aos inseticidas, o aumento do custo dos insumos e as condições climáticas adversas durante o crescimento da planta ou durante a colheita (Heilman & Namken 1978).

Em resposta a esses fatores adversos, desenvolveram-se cultivares de algodão com frutificação mais rápida e com resistência às pragas. O período de frutificação é encurtado, reduzindo-se o intervalo entre o plantio e a colheita. Ao se utilizarem essas cultivares avançadas, foram feitas modificações nos sistemas tradicionais de produção, para um efetivo e eficiente manejo de pragas do algodoeiro nos Estados Unidos.

A variação das condições climáticas e a diversidade de pragas e de sistemas de produção existentes no Brasil não deixam dúvidas de que uma única cultivar e um único sistema de produção não serão solução para a cotonicultura brasileira. Apesar disso, a probabilidade de sucesso na luta contra o bicudo será maior se tivermos cultivares de ciclo curto, se adotarmos práticas culturais específicas para as diferentes

regiões produtoras, se desenvolvermos sistemas de manejo de pragas baseados no conhecimento de sua dinâmica populacional e na fenologia do algodoeiro. Além do mais, precisamos da integração de esforços de fitotecnistas, entomologistas, melhoristas, engenheiros - agrícolas e economistas, se quisermos ter alguma chance de sucesso real.

Nosso primeiro objetivo é discutir a dinâmica populacional do bicudo sob condições subtropicais. O segundo é avaliar os avanços recentes em alterações genéticas da planta do algodão para precocidade em maturação, ou ciclo curto, e considerar o impacto potencial do uso das cultivares assim obtidas, na presença de sistema de manejo de pragas, envolvendo práticas culturais, em áreas infestadas pelo bicudo. O terceiro objetivo é discutir a integração dos diversos componentes de produção que incluem: controle do bicudo no início da safra, uso de cultivares de ciclo curto, estabelecimento de épocas de plantio e colheita e destruição imediata de restos culturais, abrangendo grandes áreas.

DINÂMICA POPULACIONAL DO BICUDO SOB CONDIÇÕES SUBTROPICAIS

A grande maioria dos resultados de pesquisas publicadas sobre o bicudo refere-se a estudos conduzidos em áreas temperadas da América do Norte. As fêmeas colocam seus ovos, preferencialmente, em botões florais grandes, que sofrem abscisão cerca de 4-5 dias após. A dessecação que o botão floral sofre, em seguida, parece constituir-se em fator de mortalidade mais importante do bicudo, em climas temperados (Curry et al. 1982). Inimigos naturais do bicudo, que, ocasionalmente, causam significativa mortalidade, não evitam que a praga atinja níveis de dano econômico, apesar de existirem algumas espécies bastante promissoras no México (Cross & Chesnut 1971). Mesmo com uma mortalidade acentuada nas populações de bicudos devido a fatores bióticos e abióticos, têm sido verificados incrementos populacionais de até 40 vezes, por geração, nas regiões de clima temperado (Sterling & Adkisson 1978).

As condições subtropicais do baixo vale do Rio Grande, no Texas, e, presumivelmente, das áreas tropicais ao sul são quase que ótimas para a sobrevivência e explosão populacional do bicudo. Para exemplificar, a infestação da praga em área não-tratada, próxima a Brownsville-TX, em 1980, mostrou um incremento de 23,5 vezes, entre os picos da geração F_1 (aprox. 23.500/ha) e da geração F_2 (535.000/ha) (Tabela 1). Danos elevados foram registrados após 27 dias do aparecimento da geração F_2 ,

TABELA 1. Variações populacionais do bicudo em algodão de sequeiro, não tratado com inseticidas. CV. Tamcot SP-37. Brownsville-TX, 1980^a.

Dia do ano	Bicudos/ha		Mortalidade (%) ^b		Botões florais/ha		Maçãs/ha	
	Adultos	Total	Par.	Des.	N ^o /ha	Dano (%)	N ^o /ha	Dano (%)
130 (F ₁)	402	23,465	0,0	0,0	273.676	15,3	0,0	-
157 (F ₂)	1.835	534.755	0,1	7,6	444.353	67,3	77,822	71,6

^a Estimativas baseadas em amostras de 1 m² (50 por dia de amostragem) consistindo de todas as formas frutíferas nas plantas e sobre o solo. Dados usados para validar modelo de população do bicudo no baixo vale do Rio Grande (Curry et al. 1980).

^b Mortalidade (%) devida a parasitismo (par.) e dessecação (des.).

com 67,3% de botões e 71,9% de maçãs danificados. Apesar de os aumentos de população como esse serem maiores do que em áreas tratadas com inseticidas, alguns pontos precisam ser realçados: 1. a incidência de parasitismo ao final da geração F_2 foi insignificante (0,9%); 2. a mortalidade devida à dessecação, que é tipicamente alta em condições de clima temperado, foi negligenciável (7,6%). A incidência de mortalidade atribuída à dessecação dos botões florais atacados caracteristicamente baixa nas condições subtropicais do baixo vale do Rio Grande, é resultado, em parte, das significativas quantidades de chuva que caem entre abril e maio, exatamente quando as gerações F_1 e F_2 desenvolvem-se em plantios comerciais do algodão. Tais condições ambientais conferem uma alta taxa de incremento de alguns insetos, como é o caso do bicudo, e devem ser levadas em consideração ao se implementarem estratégias de manejo de pragas. A filosofia de algodão de ciclo curto (Parker et al. 1980, Walker & Niles 1971) e vários controles culturais têm evoluído para permitir uma produção rentável de algodão, mesmo na presença de pragas com grande potencial de destruição, como é o caso do bicudo.

FRUTIFICAÇÃO RÁPIDA E MATURAÇÃO PRECOCE

Essas duas características foram percebidas pelos melhoristas do algodoeiro, há muito tempo, que viram nelas a possibilidade de seu uso pelos agricultores, em sua luta contra os insetos, principalmente o bicudo (Parencia Junior 1978). O valor das características de frutificação rápida e maturação precoce ficou evidente com a invasão dos Estados Unidos pelo bicudo do algodoeiro, no início do século, tornando-se, de novo, muito importante em fins da década de 1960 e na década de 1970, quando várias pragas do algodoeiro desenvolveram resistência aos inseticidas organofosforados. Sistemas de manejo de algodões de ciclo curto, de baixo investimento, associados com técnicas apropriadas de manejo de pragas, hoje são reconhecidos por melhoristas, fitotecnistas e entomologistas como um método promissor de controle, sem total dependência no uso de inseticidas. Genótipos de frutificação rápida podem aumentar a probabilidade de uma lavoura completar seu ciclo mais cedo, escapando aos elevados índices populacionais de pragas como o bicudo que, normalmente, ocorrem no final do ciclo.

Características de frutificação e qualidade da fibra

Uma das diferenças gritantes entre as cultivares de algodão recentemente lançadas e as cultivares antigas, criadas na região do Delta do Rio

Mississippi, é a rapidez com que as plantas das cultivares novas florescem (Gerard & Reeves 1975, Namken & Heilman 1973, Namken et al. 1975, 1983, Walker & Niles 1971, Wolfenbargen et al. 1979).

Namken et al. (1975) observaram que 'Tamcot SP-37' produzia 1,7 vezes mais flores durante os primeiros 20 dias da florada que 'Stoneville 213', diferença esta que foi atribuída a internós menores em 'Tamcot SP-37', tanto na haste principal, como nos ramos laterais. Mais tarde, verificou-se que havia uma alternância de internós curtos e longos, em alta percentagem de uma população de plantas de 'Tamcot SP-37' (Namken et al. 1979).

Dados adicionais (Namken et al. 1983) que corroboram com as primeiras observações sobre algodões de ciclo curto são apresentadas na Fig. 1A. Em 1^o de junho de 1977, 'Tamcot SP-37' havia produzido quase o dobro de flores por hectare que 'Stoneville 213'; e GH-11-9, uma linhagem experimental selecionada de 'Tamcot SP-37', com uma frequência maior de internós curtos, havia produzido 2,5 vezes mais flores por hectare que 'Stoneville 213' e 1,3 vezes mais que 'Tamcot SP-37'. Algumas dessas diferenças podem ser explicadas pelo aparecimento mais cedo da primeira flor, que é de cinco a sete dias mais cedo para 'Tamcot SP-37' e 'GH-11-9', em relação à 'Stoneville 213'. Entretanto, a regressão da taxa de frutificação contratempo mostrou taxas crescentes de florada. Por exemplo, quando se eliminou o efeito da precocidade do aparecimento da primeira flor, 'Tamcot SP-37' produziu 1,4 vezes mais flores que 'Stoneville 213' durante os primeiros 20 dias da florada e 'GH-11-9' produziu 1,4 a 1,9 vezes mais flores que 'Tamcot SP-37' e 'Stoneville 213', respectivamente. Os rendimentos seguiram as mesmas tendências. Aos 123 dias do plantio, os rendimentos foram de 575 kg, 369 kg e 100 kg de fibra por hectare, para 'GH-11-9', 'Tamcot SP-37' e 'Stoneville 213', respectivamente, e que representam 58%, 53% e 14% do rendimento total das três cultivares.

'GH-11-9' foi também comparada com 'Tamcot SP-37' e 'Stoneville 213', em 1978 e 1979, em Weslaco-TX (Namken et al. 1983). Os resultados de testes de quatro fileiras estão na Tabela 2. Os rendimentos variaram de um ano para outro, com valores mais altos em 1978 e mais baixos em 1979, talvez devido à alta incidência de nematóides. Apesar de tudo, a tendência foi a mesma em ambos os anos, constatando-se o potencial existente para se aumentar a precocidade na maturação e rapidez na frutificação.

FIG. 1A. Flores acumuladas/ha (x 1000).

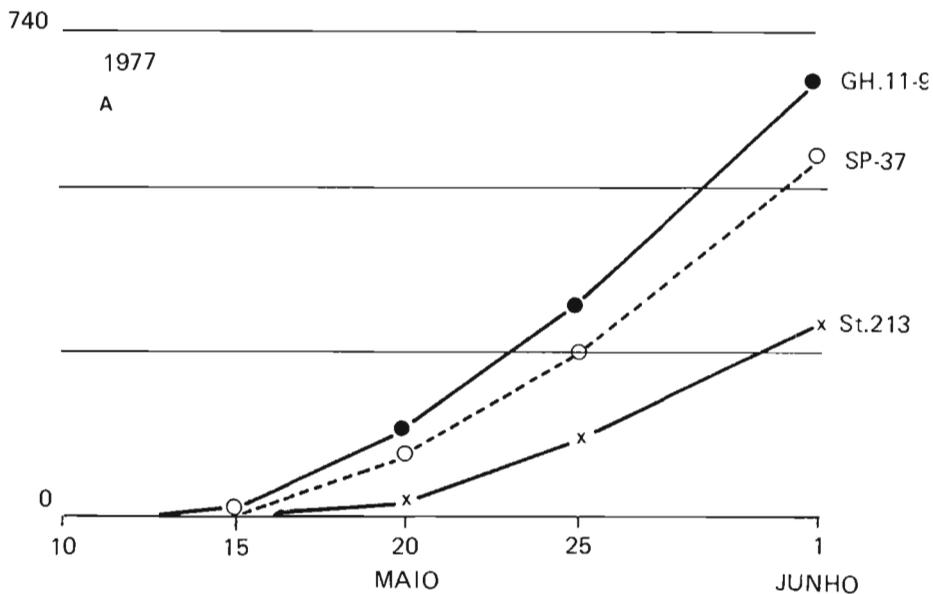


FIG. 1B. Flores acumuladas/ha (x 100).

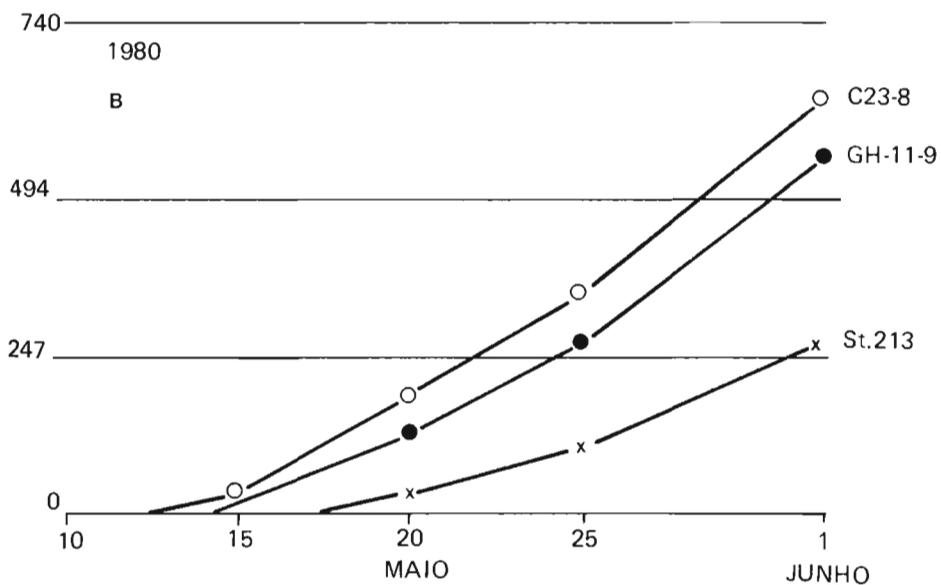


TABELA 2. Rendimentos de fibra para três genótipos de algodão, em 1978 e 1979. Weslaco-TX (Namken et al. 1983).

Cultivar ou linhagem	Rendimento de fibra (kg/ha) ¹			
	1978 ²		1979 ³	
	130 dias	Final	130 dias	Final
GH-11-9	1357 a	1567 a	513 a	853 a
Tamcot SP-37	1222 b	1373 ab	229 b	446 b
Stoneville 213	754 c	1103 c	68 b	378 b

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente ao nível de 5%, de acordo com o teste de Duncan.

² Médias de quatro repetições.

³ Médias de três repetições.

Baixa qualidade de fibra, isto é, fibra curta, micronaire baixo, fibra pouco resistente, tem sido um problema sério com várias cultivares de algodão de ciclo curto, particularmente na região do sudoeste. Por isso, vários pesquisadores resolveram estudar as relações entre frutificação rápida e qualidade de fibra.

Em Weslaco-TX, em 1977, foram feitos cruzamentos entre algumas seleções de frutificação rápida, aquelas de internós curtos, com algodões com alta qualidade de fibra (Namken et al. 1983). Das sementes retiradas de fileiras de geração F₃ das progênies obtidas, foi formado um composto e colocado em um teste de duas fileiras, com repetições, em 1980. A linhagem experimental (de ciclo curto) GH-11-9, a cultivar McNair 220 (de ciclo médio) e Stoneville 213 (de ciclo normal, longo) serviram como testemunhas, onde a precocidade das novas linhagens foi também testada. Os resultados, em número acumulado de flores até o dia 1^o de junho, para a linhagem experimental C 23-8, para 'GH-11-9' e 'Stoneville 213', são apresentados na Fig. 1B. A tendência é semelhante àquela observada em 1977 e que está na Fig. 1 A, com a linhagem C 23-8 apresentando uma taxa de floração superior a 'GH-11-9', que foi superior em 1977. Os passos seguintes foram comparações entre rendimentos de fibra e características de frutificação de cinco linhagens promissoras e duas testemunhas, McNair 220 e Stoneville 213, cujos resultados estão na Tabela 3. Das cinco linhagens testadas, uma foi GH-11-9, aqui já descrita. As quatro restantes eram seleções F₄ originárias dos cruzamentos CAMD-E X Paymaster 4298 e Tamcot SP-37 X Paymaster

TABELA 3. Características de frutificação e rendimentos de fibra de quatro linhagens de frutificação rápida comparadas com as cultivares McNair 220 e Stoneville 213 (Namken et al. 1983)^{1,2}.

Cultivar de linhagem	Número médio de dias até a 1ª flor	VFI médio ³ (dias)	Número acumulado de flores por ha em 1º de junho	Rendimento de fibra kg/ha	
				129 dias	Final
C 23-8	68,5 a	2,01 a	629.364 a	844 a	1313 a
C 27-5	69,5 a	1,98 a	613.302 a	625 b	1131 ab
C 27-1	68,5 a	1,98 a	652.344 a	668 b	1103 b
C 26-6	69,5 a	1,81 a	633.317 a	632 b	1107 b
GH-11-9	70,5 ab	1,99 a	554.245 a	624 b	1032 b
McNair 220	72,0 b	2,52 b	349.152 b	527 b	1060 b
Stoneville 213	72,5 b	2,51 b	271.069 b	323 c	995 b

¹ Média de quatro repetições.

² Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente ao nível de 5%, de acordo com o teste de Duncan.

³ Intervalo de florescimento vertical.

4298. As cinco linhagens apresentaram floração precoce, maior número acumulado de flores em 1.^o de junho e internós mais curtos, todas estas características significativamente diferentes de 'McNair 220' e 'Stoneville 213'. A linhagem experimental C 23-8 também teve rendimento maior aos 129 dias do plantio que qualquer um dos materiais presentes no teste. Uma vez que esta linhagem não diferiu significativamente das outras linhagens experimentais em nenhum dos índices de precocidade (Tabela 3), o aumento do rendimento deve ser atribuído a algum outro fator. Sob esse aspecto, deve-se frisar que os índices de precocidade refletem potencial, e o rendimento reflete o potencial que determinado genótipo alcança em um dado ambiente. Deve também ser dito que a linhagem C 23-8 teve rendimento final mais alto que todos os materiais testados, à exceção da linhagem C 27-5.

As propriedades de fibra dos sete materiais testados estão sumarizadas na Tabela 4. A seleção GH-11-9 que, geralmente, tem uma leitura de micronaire relativamente baixa e uma resistência semelhante a seu pai, 'Tancot SP-37', esteve dentro dos limites aceitáveis, com 3,9 de resistência, mas com o micronaire mais baixo de todas. Três das quatro linhagens tiveram leituras de micronaire significativamente maiores e duas (C 27-1 e C 26-6) tiveram fibra mais resistente que GH-11-9. Apesar de terem sido notadas diferenças significativas em comprimento de fibra entre os materiais testados, todos estiveram dentro dos limites aceitáveis.

Características de frutificação de cultivares de ciclo curto e de cultivares convencionais

Quatro estudos separados foram conduzidos em 1982, em Weslaco-TX, para comparar características de frutificação, precocidade, produção de fibra e qualidade de fibra de três cultivares — Stoneville 213, McNair 220, G & P 3774 — e uma linhagem de frutificação rápida, D-3, que é uma linhagem irmã de GH-11-9.

Os comprimentos médios de intervalos verticais de floração das populações (VFI) foram determinados por zona da planta, — parte baixeira, média e superior —, para os quatro materiais mencionados e 40 materiais de frutificação rápida adicionados, registrando-se a data do aparecimento das flores de cada ramo frutífero, em 40 plantas, contidos em 10 m de fileiras de cada tratamento. O comprimento dos internós foram medidos até o 13.^o dia, em cada planta, no final da safra. As razões de comprimento médio do internó (ILR) foram também determinadas por zonas de planta, para refletir a intensidade da seqüência de

TABELA 4. Propriedades de fibra de cinco linhagens de frutificação rápida comparadas com 'McNair 220' e 'Stoneville 213' (Namken et al. 1983)^{1,2}

Cultivar ou linhagem	Fibra (%)	Comprimento (mm)	Leitura micronaire	Desistência (escala 1/8'')	Uniformidade (m/uhm)
C 23-8	33,9 bc	27,69 e	4,8 ab	20,6	82,9 bc
C 27-5	35,8 a	29,72 a	4,2 cd	20,8	81,9 c
C 27-1	33,0 c	28,19 de	4,3 c	23,4	82,0 c
C 26-6	34,6 ab	28,70 bc	4,0 de	23,3	84,4 ab
GH-11-9	34,7 ab	28,19 cde	3,9 e	19,2	83,1 bc
McNair 220	34,8 ab	28,70 bcd	4,6 b	25,0	85,7 a
Stoneville 213	34,3 ab	28,96 b	5,0 a	25,0	84,8 ab

¹ Médias de quatro repetições.

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

internó curto e internó grande para cada cultivar. O comprimento do internó e o ILR foram também medidos e determinados para quinze plantas pegas ao acaso, de cada repetição, de 'Stoneville 213', McNair 220', 'G & P e D-3', nos quatro estudos.

O VFI médio por população esteve muito próximo do ILR médio por população, para as 44 cultivares, na zona baixa (R = 0,826) e zona média (R = 0,753) da planta. Os VFI médios caíram de 2,7 para 1,7 dias, ao passo que o ILR médio cresceu de 1,2 para 7,0 na parte baixa da planta. Na parte mediana da planta, o VFI médio decresceu de 2,7 para 2 dias, ao passo que o ILR médio cresceu de 1,2 para 3,5. Aproximadamente, 80% do decréscimo em VFI (aumento na taxa de florada) ocorreu à medida que o ILR cresceu para 3. Os resultados mostram que os VFIs médios para 'Stoneville 213', 'McNair 220' e 'G & P 3774' não foram significativamente diferentes em nenhuma zona da planta, de acordo com o teste de t (ao nível de 0,05). O VFI médio de 'D-3' foi significativamente menor que o de outras cultivares, apenas nas zonas baixa e mediana da planta. Os VFIs médios para 'Stoneville 213', 'McNair 220', 'G & P 3774' e 'D-3' foram 2,57; 2,53; 2,54 e 2,11 dias, respectivamente, na baixa; 2,71; 2,52; 2,54 e 2,29 dias, respectivamente, na zona mediana e 2,67; 2,68; 2,68 e 2,56, respectivamente, na parte superior da planta.

Houve uma diferença significativa (a nível de 0,05) em precocidade, em rendimento de fibra e em percentagem do rendimento total colhido aos 130 dias do plantio, entre as quatro cultivares (522 kg/ha, 704 kg/ha, 880 kg/ha e 1046 kg/ha para Stoneville 213, McNair 220, G & P 3774 e D-3, respectivamente). Os rendimentos finais de fibra para as quatro cultivares não diferiram significativamente entre Stoneville 213, McNair 220 e G & P 3774. 'D-3' apresentou rendimento final de fibra significativamente maior que 'Stoneville 213' e 'G & P 3774'. Os rendimentos finais de fibra foram de 1.214 kg/ha, 1.314 kg/ha, 1.210 kg/ha e 1.414 kg/ha para 'Stoneville 213', 'McNair 220', G & P 3774 e 'D-3', respectivamente.

As propriedades de fibra das quatro cultivares diferiram em que as fibras de G & P 3774' e 'D-3' tiveram significativamente (ao nível de 0,05) micronaire mais baixo (4,0 para ambas) do que 'Stoneville 213' ou 'McNair 220' (4,7 e 4,6). A resistência da fibra (20 g/tex) de 'D-3' foi significativamente menor que a de outras cultivares. A uniformidade da fibra produzida por 'G & P 3774' e 'D-3' foi menor que a de 'McNair 220'. Com relação ao comprimento de fibra, não houve diferença entre as quatro cultivares.

Os dados de um dos quatro testes foram usados para comparar características de frutificação, precocidade, rendimento e qualidade de fibra de 'Stoneville 213', 'McNair 220', 'G & P 3774' e 'D-3', incluindo-se, também, 21 cultivares de frutificação rápida. Aos 130 dias do plantio, quinze das cultivares acima referidas atingiram níveis de rendimento de fibra iguais ou superiores a 'G & P 3774'. Sete cultivares apresentaram rendimentos significativamente mais altos que 'G & P 3774'. Onze das quinze cultivares tiveram a qualidade de fibra igual ou melhor que 'Stoneville 213' e 'McNair 220', em termos de comprimento, micronaire e resistência. Nove cultivares tiveram rendimentos de fibra igual ou maior que 'D-3' no referido estágio, apesar de nenhum ter sido significativamente maior. Seis entre as nove cultivares tiveram fibra igual ou melhor que 'Stoneville 213' e 'McNair 220'. As comparações de rendimento final foram as mesmas obtidas aos 130 dias do plantio. A comparação do IRL das cultivares de frutificação rápida com o ILR, 'G & P 3774' e 'D-3' deram resultados similares nas partes baixeira, mediana e alta das plantas, indicando que é possível melhorar, simultaneamente, precocidade e qualidade de fibra. Testes iniciais da linhagem de frutificação rápida GH-11-9, no Brasil, indicam a possibilidade de se obter material ainda mais precoce (Lukefahr, MJ. Comunicação pessoal).

O impacto da frutificação rápida sobre populações de bicudos

Walker & Niles (1971) descreveram o valor de algodões de frutificação rápida no manejo de populações de bicudos. Primeiramente, os materiais de frutificação rápida aumentam a probabilidade de que uma produção aceitável se faça antes que as populações de bicudos alcancem nível de dano. Esta probabilidade aumenta, se práticas de manejo são tomadas para reduzir as populações de bicudos que sairão de diapausa na safra seguinte. Em segundo lugar, a maturação precoce da lavoura permite que os restos culturais sejam destruídos mais cedo, também reduzindo a quantidade de adultos que conseguem entrar em diapausa.

Aqueles autores concluíram que infestações perigosas de bicudos, provavelmente, só ocorrerão, após a segunda geração, se a população na primavera ultrapassar 50 bicudos por hectare. Eles também estabeleceram que as épocas de emergência da primeira e da segunda gerações são previsíveis, isto é, a segunda geração emergirá, aproximadamente, 45 dias após a lavoura apresentar o primeiro botão floral com 1/3 de seu desenvolvimento, ou 30 dias após a primeira flor. Os autores usaram, então, os dados disponíveis para os genótipos de frutificação rápida e desenvolveram um modelo que mostrava os referidos genótipos produzindo a maioria de suas flores e maçãs num período de 30 dias, antes

da emergência da segunda geração de bicudos. Além disso, a idade média das maçãs dos genótipos de frutificação rápida era mais alta que a idade média das maçãs dos genótipos de ciclo longo, os quais tinham menos maçãs 30 dias após a florada e a grande maioria das maçãs tinha idade inferior a doze dias.

Estudos conduzidos por Walker et al. (1977) e Parker et al. (1980) indicaram que maçãs com doze dias de idade ou mais velhas não são tão susceptíveis ao ataque do bicudo como o são as mais jovens. Por isso, é muito importante obter uma alta percentagem de maçãs com doze dias de idade ou mais velhas, antes da emergência da segunda geração de bicudos; caso contrário, haverá necessidade de intenso controle com inseticidas para garantir um bom rendimento.

O desenvolvimento de cultivares de frutificação rápida terá um impacto significativo na eficiência dos sistemas de produção de algodoeiros de ciclo curto. Seguem-se alguns objetivos dos sistemas de produção de algodão de ciclo curto: 1) alta percentagem do total de maçãs deve produzir-se nos primeiros 20-25 dias da florada; 2) redução do número total de aplicações de inseticidas; e 3) colheita mais cedo e total de destruição dos restos culturais.

SISTEMA DE MANEJO DE ALGODÃO DE CICLO CURTO

Um sistema integrado de produção de algodão de ciclo curto, ao Sul do Texas, foi testado em condições de campo, em 1976, 1977 e 1978 (Heilman et al. 1977, 1979). Em cada ano, campos de 4 a 6 ha (sete em 1976, cinco em 1977 e quatro em 1978) foram selecionados onde um sistema de produção de algodão de ciclo curto pudesse ser comparado com um sistema de produção convencional. Os locais dos testes tinham solo de textura fina ou textura média, de maneira que os impactos de solo, clima e populações de insetos pudessem contrastar-se. Algodões de ciclo curto (Tancot SP-37 e Tancot CAMD-E), uma cultivar de ciclo médio (McNair 220) e uma cultivar de ciclo longo (Stoneville 213) foram plantados entre fins de fevereiro e início de março, nos três anos mencionados. Os campos foram preparados, adubados e tratados com herbicidas. Apenas uma irrigação foi necessária após o plantio, no solo de textura média, e duas, no de textura fina (Tabela 5).

Nos anos de 1976 e 1977, campos adjacentes de produção comercial de 'Stoneville 213' foram usados como testemunha para rendimento e uso de insumos. Em 1978, rendimento e custos de produção, nos locais dos testes, foram comparados com as médias alcançadas por agricultores que haviam plantado 'Stoneville 213' e que participaram de

um Programa de Manejo Integrado de Pragas do Serviço de Extensão da Texas A & M University.

Na produção de algodão de ciclo curto, o manejo de pragas é muito importante porque as maçãs do baixeiro e da parte mediana da planta precisam desenvolver-se sem danos para se alcançar produção máxima. Por isso, nos testes realizados, 30 kg/ha de Azinfós Metílico foram aplicados quando 25% – 50% das plantas apresentavam os primeiros botões do tamanho da cabeça de alfinete. Uma segunda aplicação, do mesmo produto, na dose de 400 g/ha, foi feita sete a dez dias após, um pouco antes ou coincidindo com o aparecimento do primeiro botão floral, 1/3 desenvolvido. O primeiro objetivo dessas aplicações precoces foi reduzir a população que saiu de diapausa, de maneira a evitar que populações perigosas estivessem presentes até o aparecimento da segunda geração, que se dá 30 dias após a primeira flor, no sul do Texas. As aplicações precoces também dão, no mínimo, proteção parcial contra percevejos e outros insetos, durante esse período crítico de crescimento das plantas.

TABELA 5. Comparação dos diferentes insumos gastos pelo algodão de ciclo curto e a testemunha do agricultor, 1976-78 (Heilman et al. 1979).

Insumos	Algodão de ciclo curto	Testemunha do agricultor (ciclo longo)
Aplicações de inseticidas durante a safra	6	10
Irrigação de pós-plantio:		
– solo de textura média	1	2
– solo de textura fina	2	3
Fertilizante (kg de nitrogênio por ha)	34	68

As datas das aplicações de inseticidas são apresentadas na Tabela 6. Por volta do dia 15 de junho, a última data para a terceira aplicação, a segunda geração de bicudos estava por emergir, assim a primeira aplicação de inseticidas após a florada era, na maioria das vezes, dirigida contra o complexo *Heliothis* e, não, contra o bicudo. Entretanto, às vezes, tanto *Heliothis* como bicudos precisavam ser controlados. Então, as aplicações de inseticidas controlavam os problemas causados pelos insetos durante os primeiros 30-35 dias do período de floração.

TABELA 6. Datas e intervalos de tempo médios entre a segunda aplicação para controlar bicudos egressos de diapausa e qualquer aplicação subsequente para controlar bicudo ou *Heliothis* spp. (Heilman et al. 1979).

Ano	Data da		Intervalos entre 2 ^a e 3 ^a aplicações
	2 ^a aplicação para controlar bicudos egressos de diapausa ¹	Próxima aplicação necessária ²	
1976	18/04	15/06	58
1977	26/04	15/06	50
1978	01/05	10/06	40
Média	-	-	49

¹ Segunda aplicação de 370 g/ha de Azinfós Metílico, com botões florais a 1/3 de seu crescimento.

² Próxima aplicação necessária, quando o nível de limiar de dano é atingido pelo bicudo ou por *Heliothis* spp.

Os rendimentos de fibra dos algodões de ciclo curto e dos algodões de ciclo mais longo são comparados na Tabela 7. Geralmente, os materiais de frutificação mais rápida tinham rendimentos aceitáveis ou maiores que a média. Uma vez que grande parte das maçãs eram produzidas durante um período de 30 dias entre o aparecimento da primeira flor e a emergência da segunda geração de bicudos, o agricultor tinha apenas que proteger as maçãs já formadas, o que é muito mais fácil que proteger botões florais, até se transformarem em flor e, em seguida, em maçãs.

TABELA 7. Rendimentos médios de fibra em 1976-1978 (Heilman et al. 1979).

Cultivar	Rendimento (kg/ha) ¹			Média
	1976	1977	1978	
Tamcot SP-37	782 b	639 a	754 bc	725 ab
McNair 220	910 a	743 a	1030 a	894 a
CAMD-E	731 a	752 a	900 ab	795 ab
Stoneville 213	694 b	549 b	768 bc	670 b
Test. do Agricultor	724 b	588 b	621 c	645 b

¹ Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Pluviosidade e predição de populações de insetos

A versatilidade do sistema de produção de algodão de ciclo curto (145 dias), no baixo vale do Rio Grande, no Sul do Texas, quando comparada ao de algodões tradicionais de ciclo longo (180 dias), é ilustrada na Fig. 2. Dois picos de chuva ocorrem, em maio (B) e agosto (D), durante a safra. A estratégia de produção de algodões de ciclo curto aproveita as chuvas de maio para frutificação e a probabilidade de baixa precipitação em julho. A aplicação de desfolhantes inicia-se antes do pico de chuva de agosto (D). Os algodões de ciclo mais longo são vulneráveis às chuvas de agosto (D) porque os insetos são de controle mais difícil, além de dificultar a aplicação de desfolhante, fatores que reduzem o rendimento e a qualidade da fibra.

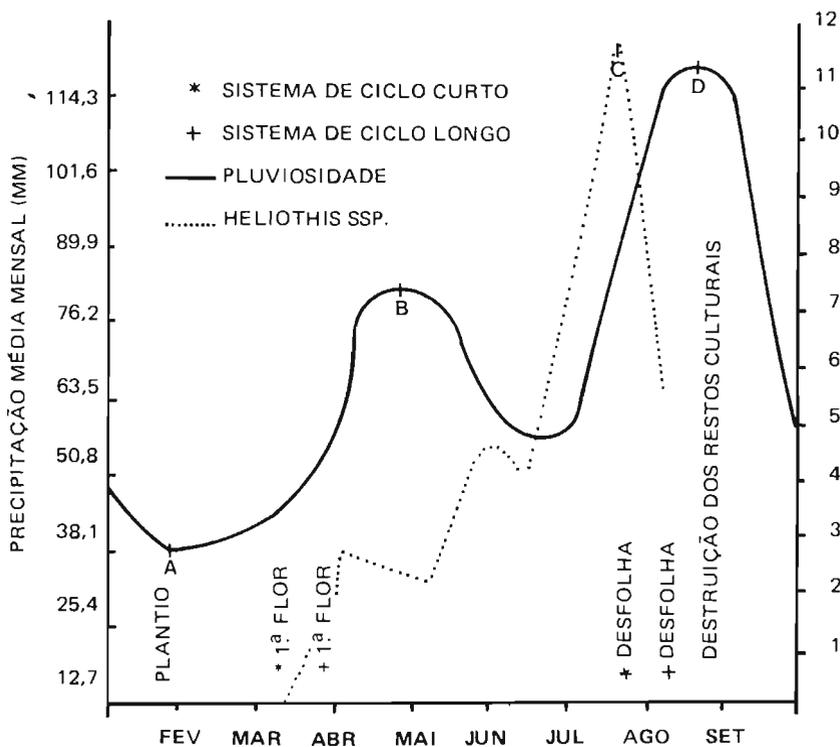


FIG. 2. Número médio semanal de larvas de *Heliothis* spp./LOO plantas.

A dinâmica populacional do complexo *Heliothis* também está ligada aos picos de frutificação da planta e de pluviosidade. Os picos populacionais normalmente ocorrem em fins de julho ou início de agosto (C). Com o sistema de produção de ciclo curto, a safra já se garante, quando ocorre o pico de postura de *Heliothis*, ou, pelo menos, os 2/3 inferiores da planta, restando alguma decisão a se tomar apenas em relação ao terço superior. Devido ao uso reduzido de inseticidas para controle de bicudo durante o período inicial de florada, as populações de inimigos naturais de *Heliothis*, normalmente, garantem o seu controle.

Em climas subtropicais, o número de dias sem geada permitiria a mudança da estação de plantio, para coincidir ou escapar de alguns dos fenômenos climáticos descritos na Fig. 2. Um atraso uniforme na época de plantio poderia ser outra opção importante para regiões temperadas (Rummel et al. 1983), apesar de sua aplicabilidade a regiões tropicais e subtropicais ainda não ter sido elucidada. Os padrões de pluviosidade de uma área e os de ocorrência de pragas devem ser bem identificados para reduzir os riscos e os custos de produção, ao se adiar a data de plantio.

A IMPORTÂNCIA DA DESTRUIÇÃO COLETIVA DOS RESTOS CULTURAIS

A importância da destruição dos restos culturais por todos os agricultores de uma mesma área, o mais cedo possível, como controle cultural do bicudo, foi reconhecida há quase um século (Mally 1901) e é de fundamental importância para a produção econômica do algodão, nas áreas infestadas pelo bicudo (Parker et al. 1980, Walker et al. 1977). A não-destruição ou destruição mal feita dos restos culturais é ainda mais detrimental em áreas subtropicais, como no baixo vale do Rio Grande, onde as temperaturas de inverno mantêm-se o suficiente elevadas para garantir a vegetação do algodoeiro e a reprodução do bicudo. A filosofia de destruição de restos culturais e sua integração com sistemas modificados de produção no baixo vale do Rio Grande são discutidas aqui e em outro capítulo deste livro.

A importância da destruição dos restos culturais baseia-se na alta especificidade do bicudo pelo algodão (*Gossypium*), como hospedeiro de reprodução, na maioria das áreas de sua ocorrência (Cross et al. 1975). Uma destruição efetiva dos restos culturais em uma grande área faz expandir-se o período em que o bicudo fica sem hospedeiro, exercendo um impacto duplo sobre suas populações: I) reduzindo a produção de adultos para entrar em diapausa e II) eliminando a possibilidade de formas reprodutivas sobreviverem o período de entressafra, em am-

bientes subtropicais e tropicais. O efeito final é uma redução geral nas densidades de adultos que sobreviverão ao próximo período de plantio, o que foi demonstrado empiricamente em um campo experimental de 250 ha, em Arkansas (Isley 1930). A efetiva destruição dos restos culturais possibilita uma redução de população equivalente aos tratamentos preventivos de início de safra, sem trazer malefícios concomitantes da eliminação de inimigos naturais de *Heliothis* e pressão seletiva de inseticidas sobre as populações de bicudos. Esse último aspecto tem merecido grande atenção após a divulgação recente de dados indicando que os valores de LD 50 e Azinfós Metílico são de três a seis vezes maiores para populações de bicudos de baixo vale do Rio Grande do que para populações da parte central do Texas (Teague 1983).

Integração com sistemas modificados de produção

As normas atuais de plantio de algodão, aplicáveis ao baixo vale do Rio Grande, especificam o período de plantio previsto em lei, que vai de 1.º de fevereiro a 31 de março, e a data limite de destruição de restos culturais, variando entre 1.º de setembro, na maioria das áreas, e 25 de setembro nas áreas do nordeste do vale. O completo cumprimento da legislação garante um período de ausência de algodoeiros no campo, de sete a oito meses. Devido a alguns problemas operacionais, o cumprimento da legislação de destruição de restos culturais foi relaxado no vale, entre fins da década de 1970 e início da de 1980. Isso permitiu que grandes áreas permanecessem com os restos culturais, do final de uma safra até o início de outra, possibilitando o desenvolvimento de enormes populações de bicudos, nos anos de 1979, 1980 e 1981 (Cate & Summy, dados não-publicados).

Essa escalada do bicudo fez com que se renovasse o interesse pela destruição completa dos restos culturais, feita o mais cedo possível, como um componente cultural de controle nos sistemas de produção de algodão de ciclo curto. A Associação dos Produtores de Grãos e Algodão do Vale organizou, em 1981, um comitê constituído por pesquisadores e especialistas em manejo de pragas dos setores federal, estadual e privado para enfrentar o grave problema de restos culturais deixados da safra anterior (Wofford, C. Comunicação pessoal). Daí, saiu um programa que incluiu os seguintes elementos-chave: I) um intenso programa de relações públicas voltado para informar os produtores sobre a magnitude do problema e solicitar a participação de cada um para que todos destruam os restos culturais, II) desenvolvimento e implementação de um sistema de rastreamento aéreo (Summy et al. 1984). para facilitar a

detecção de algodoads plantados ilegalmente e III) desenvolvimento de uma programação específica de pesquisa para avaliar o impacto da destruição de restos culturais sobre a dinâmica populacional do bicudo e melhorar a metodologia de destruição usada. Esse esforço resultou em uma redução de cerca de 97% da área mantida ilegalmente com restos culturais (Summy et al. 1984). Um atraso significativo foi observado no tempo necessário, para a população de bicudos atingir 15% de botões florais perfurados, ou seja, 15 de junho, em 1981, e 6 de julho, em 1983, resultando numa grande diminuição do uso de inseticidas e aumento correspondente em produtividade.

A integração da destruição coletiva dos restos culturais com sistemas modificados de produção no baixo vale do Rio Grande constituiu-se a base para um sistema de manejo eficiente o ano todo, não só para o bicudo, mas também para outras pragas, requerendo mínimas modificações nas atividades corriqueiras dos agricultores.

REFERÊNCIAS

- BUFORD, W.T.; JENKINS, J.N. & MAXWELL, F.G. A boll weevil oviposition suppression factor in cotton. *Crop. Sci.*, **8**:647-9, 1968.
- CROSS, W.H. & CHESNUT, T.H. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 1. An annotated list. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **64**(2):516-27, 1971.
- CROSS, W.H.; LUKEFAHR, M.J.; FRYXELL, P.A. & BURKE, H.R. Host plants of the boll weevil. *Environ. Entomol.*, **4**:19-26, 1975.
- CURRY, G.K.; CATE, J.R. & SHARPE, P.J.H. Cotton bud drying; contributions to boll weevil mortality. *Environ. Entomol.*, **11**:334-50, 1982.
- CURRY, G.L.; SHARPE, P.J.H.; DEMICHELE, D.W. & CATE, J.R. Towards a management model of the cotton boll weevil ecosystem. *J. Environ. Manage.*, **11**:187-223, 1980.
- GERARD, C.J. & REEVES, S.A. Influence of climatic conditions and moisture levels on earliness and yields of different cotton cultivars on irrigated vertisols. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. *Proceedings...* s.l., s.ed., 1975. p.76-8.
- HALL, P.K.; PARROTT, W.L.; JENKINS, J.N. & MCCARTY JUNIOR, J.C. Use of tobacco budworm, eggs and larvae for establishing field infestations on cotton. *J. Econ. Entomol.*, **73**:393-5, 1980.

- HEILMAN, M.D.; LUKEFAHR, M.J.; NAMKEN, L.N. & NORMAN, J.W. Field evaluation of a short-season production system in Lower Rio Grande Valley of Texas. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings** . . . s.l., s.ed., 1977. p.80-3.
- HEILMAN, M.D. & NAMKEN, L.N. Short-season cotton production system for increased efficiency. In: PLENARY Meeting of the International Cotton Advisory Committee, Cultural Management of Cotton for Higher Profitability. s.l., s.ed., 1978. p.95-9. (Document, 8).
- HEILMAN, M.D.; NAMKEN, L.N.; NORMAN, J.W. & LUKEFAHR, M.J. Evaluation of an integrated short-season management production system for cotton. **J. Econ. Entomol.**, **72**:896-900, 1979.
- ISLEY, D. Control of the boll weevil in the winter. In: ARKANSAS. Agricultural Experiment Station. **42nd annual report**. s.l., s.ed., 1930. p.55-6.
- MALLY, F.W. **The Mexican boll weevil**. s.l., US Dep. Agric., 1901. 30p. (US Dep. Agric. Farmers Bull., 130).
- NAMKEN, L.N. Fruiting characteristics, yield and fiber quality of rapid fruiting cotton strains in south Texas. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings** ... s.l., s.ed., 1983. p.46-7.
- NAMKEN, L.N. & HEILMAN, M.D. Determinate cotton cultivars for more efficient cotton production on medium - texture soils in the Lower Rio Grande Valley of Texas. **Agron. J.**, **65**:953-6, 1973.
- NAMKEN, L.N.; HEILMAN, M.D. & BROWN, R.C. Flowering intervals, days to initial flower and seedling uniformity as factors for development of short-season cotton cultivars. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings** ... s.l., s.ed., 1975. p.80-5.
- NAMKEN, L.N.; HEILMAN, M.D. & DILDAY, R.H. Arrangement of sympodia and earliness potential of cotton. **Crop Sci.**, **19**:620-2, 1979.
- NAMKEN, L.N.; HEILMAN, M.D.; JENKINS, J.N. & MILLER, P.A. Plant resistance and modified cotton culture. In: RIDGWAY, R.L.; LLOYD, E.P. & CROSS, W.H., ed. **Cotton insect management with special reference to the boll weevil**. s.l., 1983. p.73-01. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- NARMAN, J.W.; SUMMY, K.R. & CATE, J.R. Boll weevil management through cotton stalk destruction. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings**... s.l., s.ed., 1984. Prelo.
- PARENIA JUNIOR, C.R. **One hundred twenty years of research on cotton insects in the United States**. s.l., US Dep. Agric., 1978. (US Dep. Agric. Handb., 515).

- PARKER, R.D.; WALKER, J.K.; NILES, G.A. & MULKEY, J.R. **The short-season effect and escape from the boll weevil.** s.l., Texas A & M Univ., 1980. 44p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1315).
- RUMMEL, D.R.; LESER, J.R.; SLOSSER, J.E.; PUTERKA, G.J.; NEEB, C.W.; WALKER, J.K.; BENEDICT, J.H.; HEILMAN, M.D.; NAMKEN, L.N.; NORMA, J.W. & YOUNG, J.H. **Cultural control of *Heliothis* spp. in southwest United States cropping systems.** s.l., s.ed., 1983. (Southwest Coop. Ser. Bull. Reg. Proj., S-59). Prelo.
- STERLING, W.L. & ADKISSON, P.L. Population dynamics of the boll weevil inhabiting the High and Rolling Plains of Texas. **Environ. Entomol.**, 7:439-44, 1978.
- SUMMY, K.R.; HART, W.G. & CATE, J.R. Aerial surveillance for regrowth cotton in the Lower Rio Grande Valley of Texas. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1984. Prelo.
- TEAGUE, T.C.; CATE, J.R. & PLAPP JUNIOR, F.W. Toxicity of azinphosmethyl and methylparathion to three population of boll weevil. **Southwest. Entomol.**, 8:107-12, 1983.
- WALKER, J.K.; GANNAWAY, J.R. & NILES, G.A. Age distribution of cotton bolls and damage from the boll weevil. **J. Econ. Entomol.**, 70:5-8, 1977.
- WALKER, J.K. & NILES, G.A. **Population dynamics of the boll weevil and modified cotton types.** s.l., Texas A & M Univ., 1971. 14p. (Tex. Agric. Exp. Stn. Bull., 1109).
- WOLFENBARGER, D.A.; DILDAY, R.H. & DAVIS, J.W. Fruiting requirements of short-season cottons to avoid damage by the boll weevil in the Lower Rio Grande Valley. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1979. p.83-90.

PLANTAS HOSPEDEIRAS DO BICUDO COM REFERÊNCIA ESPECIAL À FLORA BRASILEIRA

Maurice J. Lukefahr
Consultor EMBRAPA/IIICA
Centro Nacional de Pesquisa do Algodão — CNPA
59100 - Campina Grande, PB

Sebastião Barbosa
EMBRAPA Caixa Postal 040315
70312 - Brasília, DF

Raimundo Braga Sobrinho
Centro Nacional de Pesquisa do Algodão — CNPA
58100 - Campina Grande, PB

O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis*, Boheman, foi coletado pela primeira vez, no Estado de Vera Cruz - México, no início da década de 1830 (Lukefahr et al. 1984). Àquela época, o inseto não foi associado a nenhum hospedeiro, pelos coletores franceses, apesar de eles terem feito anotações sobre os hospedeiros de vários insetos que coletaram durante a mesma expedição. Esse fato pode sugerir que o bicudo não foi coletado de uma planta de importância econômica tão conhecida como é o algodoeiro. O primeiro registro de associação do bicudo com o algodoeiro cultivado deu-se em 1855, quando o inseto foi encontrado causando danos a algodoadas próximas a Monclava, Estado de Coahuila-México (Howard 1894). Essa região é muito isolada e encontra-se em zona climática completamente distinta da zona climática de Vera Cruz.

Após o bicudo ter sido constatado nos Estados Unidos, em 1892, reavivou-se o interesse em se conhecer melhor seu local de origem e seu hospedeiro nativo (Howard 1894). Fizeram-se muitas expedições ao México e à América Central, no início do século, com o objetivo de se obter aquelas informações (Cook 1906). Após vários estudos, concluiu-se, àquela época, que o bicudo apenas se desenvolvia em formas cultivadas e selvagens de espécies do gênero *Gossypium*.

Nos últimos 25 anos, muitos outros gêneros de plantas foram adicionados como hospedeiros do bicudo. Em 1975, publicou-se uma revisão sobre hospedeiros do bicudo (Cross et al. 1975), na qual foram apresentados novos registros de hospedeiros e informações adicionais

que haviam sido obtidas, sobre a situação taxonômica dos novos hospedeiros. No presente capítulo, será dada ênfase especial às plantas hospedeiras que ocorrem no Brasil e se discutirá sua importância na manutenção de populações de bicudos.

Com poucas exceções, todas as plantas hospedeiras do bicudo pertencem à tribo Gossypieae, da família Malvaceae. Esta tribo contém oito gêneros, os quais foram motivo de revisão recente, publicada em 1982 (Fryxell 1982) e que são:

- a - *Gossypium*
- b - *Cienfuegosia*
- c - *Thespesia*
- d - *Hampea*
- e - *Kokia*
- f - *Cephaloibiscus*
- g - *Gossypiodes*
- h - *Lebronnecia*

Os quatro últimos gêneros são plantas raras, com distribuição geográfica muito limitada, e nenhum deles está presente nas áreas atuais de ocorrência do bicudo. Por estas razões, não nos ateremos a discussões sobre eles.

Gossypium: São reconhecidas trinta e seis espécies do gênero *Gossypium* (Fryxell 1982), a maioria com origem no continente americano e com distribuição geográfica bastante comum à do próprio bicudo. Vários registros de muitas destas espécies foram feitos pelo primeiro autor, em estudos realizados em viveiros de inverno, mantidos pelo Conselho Americano de Algodão e outras instituições, em Iguala, Estado de Guerrero-México. Durante muitos anos, manteve-se, lá, uma coleção viva de germoplasma de todas as espécies conhecidas de *Gossypium*. Foi daquela coleção de germoplasma que os dados da Tabela 1 foram obtidos. Para efeito de comparação, a atração relativa destas espécies é examinada em relação a *G. hirsutum*. É bom lembrar que as comparações são muito relativas uma vez que os hábitos de floração, altura das plantas e número de estruturas frutíferas são muito variáveis.

Então, das trinta e seis espécies reconhecidas de *Gossypium*, vinte e cinco servem de hospedeiros do bicudo e apenas a espécie *G. sturtianum*, de aroma fortíssimo, parece incapaz de suportar o desenvolvimento do bicudo. Sem dúvida, muitas das outras espécies servirão como hospedeiros do bicudo, se expostas a essa praga.

Cienfuegosia: Trinta e seis espécies de *Cienfuegosia* são também reconhecidas (Fryxell 1982) e, apesar de a maioria não ocorrer nas áreas atuais de ocorrência do bicudo, todas as que já foram submetidas ao

ataque da praga funcionaram como bons hospedeiros. *C. affinis* foi a primeira planta fora do gênero *Gossypium* reconhecida como hospedeiro do bicudo (Szumkowski 1952).

Durante muitos anos, o primeiro autor manteve um viveiro, em Brownsville-TX, com várias espécies de bicudos. Algumas espécies estão, agora, sendo mantidas no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, em Campina Grande, PB, onde algumas das informações contidas na Tabela 2 foram obtidas.

TABELA 1. Espécies de *Gossypium*, sua distribuição geográfica e atração relativa ao bicudo, se comparadas com *G. hirsutum*.

Espécies	Distribuição geográfica	Atração relativa
Espécies Tetraplóides		
<i>G. hirsutum</i>	México, América Central	Padrão
<i>G. barbadense</i>	América Central e América do Sul	Alta
<i>G. mustelinum</i>	Nordeste do Brasil (registro novo)	Média
<i>G. tomentosum</i>	Hawaii	Média
<i>G. lanceolatum</i>	México	Média
<i>G. darwinii</i>	Ilhas Galápagos	Média
Espécies Diplóides		
<i>G. arboreum</i>	Ásia	Média
<i>G. herbaceum</i>	África	Média
<i>G. anomalum</i>	África	Média
<i>G. longicalyx</i>	África	Baixa
<i>G. areysianum</i>	Oriente Médio	Baixa
<i>G. thurberi</i>	México e Estados Unidos	Baixa
<i>G. trilobum</i>	México	Baixa
<i>G. aridum</i>	México (registro novo)	Muito baixa
<i>G. armourianum</i>	México	Muito baixa
<i>G. harknessii</i>	México	Alta
<i>G. davidsonii</i>	México	Alta
<i>G. lobatum</i>	México	Média
<i>G. laxum</i>	México	Média
<i>G. gossypoides</i>	México	Pesada
<i>G. raimundii</i>	Peru	Pesada
<i>G. robinsonii</i>	Austrália	Baixa
<i>G. sturtianum</i> ¹	Austrália	Não-infestada
<i>G. bickii</i>	Austrália (registro novo)	Baixa
<i>G. Klotzchianum</i>	Ilhas Galápagos	Pesada
<i>G. somalense</i>	África	Pesada

¹ *G. sturtianum* foi examinado por um período de mais de quatro anos e não apresentou nenhuma evidência de infestação.

TABELA 2. Espécies de *Cienfuegosia*, sua distribuição geográfica e atração relativa ao bicudo, comparadas com *C. affinis*.

Espécies	Distribuição geográfica	Atração relativa
<i>C. affinis</i>	Brasil, Bolívia, Paraguai e Venezuela	Padrão
<i>C. heterophylla</i>	Brasil, Venezuela e Ilhas do Caribe	Baixa
<i>C. yucatanensis</i>	México, Cuba, Bahamas, Sul dos EUA	Baixa
<i>C. tripartita</i> ¹	Peru, Equador (registro novo)	Média
<i>C. glabrifolia</i> ¹	Brasil (registro novo)	Média
<i>C. sulfurea</i>	Paraguai e Argentina	Média
<i>C. drumondii</i>	Paraguai, Argentina e Sul dos EUA	Média
<i>C. argentina</i>	Bolívia, Paraguai e Argentina	Média
<i>C. digitata</i>	África	Baixa
<i>C. rosei</i>	México	Média
<i>C. hildebrandtii</i>	África	Baixa
<i>C. hearnii</i>	Oriente Médio (registro novo)	Baixa

¹ Dados obtidos em viveiro do CNPA/EMBRAPA.

Thespesia: Reconhecem-se dezessete espécies (Fryxell 1982), mas *T. populnea* é a mais conhecida e de distribuição geográfica mais ampla. Trata-se de planta bastante comum em áreas tropicais e é cultivada como planta ornamental em alamedas, avenidas e fundos de quintal. O bicudo desenvolve-se apenas em seus botões florais. A Tabela 3 apresenta a atração relativa de três espécies em relação ao inseto.

Não se sabe se as demais espécies de *Thespesia* foram sujeitas a ataque do bicudo, mas algumas delas ocorrem nas áreas atuais de ocorrência do inseto e poderão ser reconhecidas como hospedeiros no futuro.

Hampea: Antes de 1969, este gênero estava incluído na família Bombacaceae, da qual alguns gêneros eram dióicos (Fryxell 1969). Entretanto, baseado na descoberta de que certas espécies serviam como hospedeiros do bicudo, o gênero foi reexaminado e colocado na família Malvaceae (Fryxell & Lukefahr 1967).

TABELA 3. Espécies de *Thespesia*, sua distribuição geográfica e atração relativa ao bicudo, se comparadas com *T. populnea*.

Espécies	Distribuição geográfica	Atração relativa
<i>T. populnea</i>	Pantropical	Padrão
<i>T. lampas</i>	Ásia	Baixa
<i>T. danis</i>	África	Muito baixa

É muito provável que uma das espécies de *Hampea*, possivelmente *H. nutricia*, tenha sido o hospedeiro original do bicudo. Pode ter sido nesta espécie, largamente distribuída no Estado de Vera Cruz, que os entomologistas franceses coletaram os espécimens originais, mais tarde descritos por Boheman, como *Anthonomus grandis* (Lukefahr et al. 1984). A provável seqüência de eventos que levaram o inseto a transferir-se de *Hampea* para *Gossypium* é discutida por Lukefahr et al. (1984).

O gênero *Hampea* é constituído por plantas do Continente Americano e não ocorre ao sul do equador. Reconhecem-se dezessete espécies neste gênero, e treze delas ocorrem nas áreas atuais de distribuição do bicudo. Na maioria dos casos, não se conhecem tentativas que tenham sido feitas para verificar o papel destas espécies como hospedeiros potenciais do bicudo. Suas árvores atingem até 30 m de altura e têm o potencial de manter enormes populações da praga (Fryxell 1967). Este gênero merece ser mais estudado para um melhor entendimento da dinâmica populacional do bicudo em alguns países tropicais. A Tabela 4 apresenta a atração relativa de quatro espécies de *Hampea* em relação ao bicudo.

TABELA 4. Espécies de *Hampea*, sua distribuição geográfica e atração relativa ao bicudo, se comparadas com *H. nutricia*.

Espécies	Distribuição geográfica	Atração relativa
<i>H. nutricia</i>	México	Padrão
<i>H. integerrima</i>	México	Baixa
<i>H. rovirosae</i>	México	Baixa
<i>H. latifolia</i>	México e Guatemala	Média

Plantas em que o bicudo pode ter reprodução esporádica

Como já foi mencionado anteriormente, os hospedeiros de maior importância para a reprodução do bicudo pertencem à tribo Gossypieae, entretanto, pode haver uma exceção, que é o *Hibiscus pernambucensis*. Em 1977, publicou-se que *H. tilliaceous* estava suportando uma população de bicudos em área do Estado de Chiapas, no México (Bodegas Valera et al. 1977). Esta planta tem uma distribuição muito ampla, não só no México, como em outras partes do mundo. Em 1977, o primeiro autor visitou o Estado de Chiapas e observou a baixa, porém endêmica, população de bicudos que se mantinha em plantas, tidas como *H. tilliaceous*. Foi notada uma diferença marcante entre o *H. tilliaceous*

encontrado em Chiapas e plantas da mesma espécie que vegetavam em outras áreas do México (Bodegas Valera et al. 1977). As flores das plantas de Chiapas não apresentavam mancha típica de *H. tilliaceus* em suas pétalas. Estudos mais recentes mostraram que as plantas sem manchas nas pétalas de suas flores pertencem a uma outra espécie, *H. pernambucensis*. Outros caracteres menos conspícuos são também usados para separar as duas espécies muito próximas de *Hibiscus* (Fryxell, P.A. Comunicação pessoal, 1984).

Há outras plantas que servem como hospedeiros esporádicos para o bicudo, que foram discutidas com detalhe em reunião feita em 1975 (Cross et al. 1975), e que se encontram na Tabela 5. Muitos dos registros necessitam de confirmação e nenhuma das espécies listadas pertence à triplo *Gossypiae*.

Deve-se deixar bem claro que, das seis espécies listadas, apenas *H. pernambucensis* foi demonstrada como capaz de manter populações de bicudos. As demais são, provavelmente, hospedeiros acidentais, onde uma fêmea pode colocar um ovo antes de sua morte, como em mecanismo de preservação da espécie, como já foi, muitas vezes, observado em laboratório.

TABELA 5. Hospedeiros esporádicos do bicudo, sua distribuição geográfica e sua importância na manutenção de populações.

Espécies	Distribuição geográfica	Importância na manutenção de populações de bicudo
<i>Hibiscus pernambucensis</i>	Do Nordeste e Norte do Brasil até o México	Pode suportar baixas populacionais por tempo prolongado.
<i>H. syriacus</i>	Ornamental, presente em várias partes do mundo.	Reprodução limitada. Insignificante.
<i>Pseudabutilon lozani</i>	México - EUA	Insignificante. Apenas suspeita de ser hospedeiro
<i>Sphaeralcea</i> spp.	México - EUA	Insignificante. Apenas suspeita de ser hospedeiro
<i>Malva viscus drummondii</i> <i>Gallirrhoe involucrata</i>	México - EUA EUA	Muito suspeita Não é infestada naturalmente

Hospedeiros do bicudo encontrados no Brasil

Como já foi dito antes, vários gêneros de plantas hospedeiras do bicudo ocorrem no Brasil. Discutiremos, a seguir, a abundância relativa dessas plantas no Brasil e a sua importância na manutenção de populações da praga. É necessário frisar que, uma vez que o bicudo somente foi constatado no Brasil em 1983, os estudos definitivos sobre o papel dos hospedeiros ainda estão por se realizar. A maioria dos hospedeiros ocorre em áreas ainda não infestadas, e os dados obtidos referem-se a hospedeiros cultivados em viveiro, na área infestada, no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, da EMBRAPA, em Campina Grande, PB. Por esta razão, não se determinaram os hábitos de crescimento e frutificação das plantas em seu ambiente natural.

A — *Thespesia populnea*: O nome comum desta espécie no Nordeste do Brasil é "algodão-do-pará". Baseando-se em exame de espécimens em herbáceos e em inspeções de campo, pode-se concluir que é uma planta com ampla distribuição no Nordeste. Parece mais concentrada na faixa litorânea, mas pode ser encontrada em alamedas e avenidas de cidades, até mesmo do sertão. Nunca ocorre nativamente, mas sempre como planta ornamental, podendo atingir até dez metros de altura.

Distribuição: Pode ser observada em quase todas as cidades dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Na Bahia, já foi observada em Salvador e em espécimens de herbário em Cruz das Almas. Não há registro de que esta espécie esteja presente no sul da Bahia. Apesar de seu nome comum sugerir que ela abunde no Estado do Pará, não há nenhuma evidência de sua presença naquele estado. Ao examinar espécimens em herbário de Belém, PA, encontrou-se *T. populnea*, coletada na Venezuela e na Bahia. Em várias visitas ao Estado do Pará, o primeiro autor não encontrou um único espécimen vivo.

As observações feitas em Campina Grande, PB, mostraram que *T. populnea* pode produzir frutos o ano inteiro, havendo umidade suficiente no solo. Os bicudos apenas se reproduzem nos botões florais, nunca tendo sido observada a reprodução do inseto nos frutos, apesar de serem notadas picadas de postura nos mesmos. Há uma preferência muito grande por algodão e é muito difícil achar um botão floral de *T. populnea* infestado, se existem botões florais de algodão disponíveis à volta. Várias centenas de botões florais de *T. populnea* com picadas de oviposição foram colocadas em gaiolas de laboratório e apenas 27% deram origem a adultos, alguns dos quais bem maiores que aqueles criados em botões florais de algodão. Como pode ser visto na Tabela 7, a longevi-

dade de adultos de bicudo alimentando-se de botões florais de *T. populnea* é menor que quando alimentados de botões florais de algodoeiro. Por outro lado, a longevidade em frutos novos de "algodão-do-pará" é bem menor que em botões florais da mesma planta. A sobrevivência de adultos em frutos de tamanho médio foi a mesma que se obteve quando foram expostos somente à água, indicando que os frutos não são aceitáveis como alimentos.

B — *Cienfuegosia affinis*: O nome comum desta planta é "algodão-bravo" ou "algodão-do-campo" (Fryxell 1969). Em seu ambiente natural, as plantas crescem até 1,5 m de altura. Seu sistema radicular perene torna-a resistente às queimadas. As plantas, normalmente, são encontradas em colônias, de algumas centenas e, na maioria das vezes, as colônias são bem distantes entre si. Até o momento, o bicudo não foi detectado nas áreas onde *C. affinis* ocorre em seu estado nativo.

Distribuição: A espécie é conhecida em toda a região dos cerrados e já foi localizada nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Bahia, Rondônia e Acre. Há um registro bastante questionável de sua presença no Estado do Ceará.

Esta espécie está sendo cultivada no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, a partir de sementes coletadas em Minas Gerais. Nas condições de viveiro, ela floresce e produz cápsulas durante um período de quatro meses. Os bicudos se desenvolvem tanto em botões florais como nas cápsulas, e são atraídos com a mesma intensidade que o são pelo algodoeiro. Também, a longevidade de adultos, observada em laboratório, é a mesma, se alimentados em botões florais e frutos, quer de *C. affinis* ou de algodoeiro. Tudo indica que esta espécie poderá manter populações de bicudos em uma área, mesmo que aí não exista algodão.

C — *C. glabrifolia*: Parece que a distribuição geográfica desta espécie está restrita ao Estado de Mato Grosso. Ela foi, originalmente, descrita como *C. cuyabensis* (Fryxell 1969), não tendo mais sido coletada desde 1902, até que os autores a coletaram, com relativa facilidade, em 1983, em Cuiabá, MT. Hoje, existem espécimens vivos mantidos no viveiro de Campina Grande. Apesar de suas flores guardarem grande semelhança com as de *C. affinis*, o formato da folha e os hábitos de crescimento da planta são muito diferentes. A atração de *C. glabrifolia* é igual à da espécie anterior, e o bicudo se desenvolve bem, tanto nos botões florais, como nas cápsulas. Há, entretanto, um problema de esterilidade, e muito poucas sementes são produzidas em Campina Grande. A distribuição desta espécie precisa de elucidação, a fim de se determinar o impacto que poderá ter na manutenção de populações de bicudos em áreas algodoeiras de Mato Grosso, quando a praga lá chegar.

A Tabela 6 mostra a sobrevivência de adultos de bicudos em *C. affinis* e *C. glabrifolia*, quando comparada à sobrevivência em *G. hirsutum*.

D — *C. drummondii*: Esta espécie tem uma distribuição geográfica muito ampla, ocorrendo na Argentina, Paraguai, Brasil e EUA (Texas). No Brasil, a primeira coleta foi feita em 1903, nas proximidades do rio Apa, em Porto Murtinho e em Porto Pacheco (Fryxell 1969), no Estado do Mato Grosso do Sul. Taxonomicamente, é a mesma espécie que foi encontrada como excelente hospedeiro do bicudo no Texas (Lukefahr & Martin 1962). Como para a espécie anterior, são necessários estudos mais abrangentes sobre *C. drummondii*, no Brasil.

TABELA 6. Sobrevivência de bicudos em espécies de *Cienfuegosia*, comparada a *G. hirsutum*.

Espécies	Longevidade (dias) em botões florais	Longevidade (dias) frutos verdes
<i>G. hirsutum</i> (padrão)	28,6	36,2
<i>C. affinis</i>	24,8	30,4
<i>C. glabrifolia</i>	29,2	32,6

E — *C. heterophylla*: A literatura cita a ocorrência desta espécie em dois pontos do território brasileiro (Fryxell 1969). Nenhuma das coletas é recente. Uma delas recebeu a etiqueta de Piauí, mas, provavelmente, foi coletada no Estado do Ceará. A segunda foi coletada nas montanhas próximas a Jacobina, no Estado da Bahia. Há necessidade de se estudar melhor esta espécie no Brasil, uma vez que ela pode estar distribuída por outros pontos que não apenas aqueles dois, tão separados geograficamente.

F — Outras espécies de *Cienfuegosia*: Muitas outras espécies ocorrem na Argentina e no Paraguai (Fryxell 1969). Alguns dos locais de coleta estão apenas a alguns quilômetros do território brasileiro, fazendo-nos acreditar que, no Brasil, haja outras espécies além daquelas aqui mencionadas.

G — *Hibiscus pernambucensis*: A confusão sobre o estatus desta espécie, que é conhecida com o nome vulgar de algodão-da-mata, já foi discutida. Como ela pode manter baixas populações da praga, é muito importante conhecê-la bem.

Distribuição: Paraíba, Pernambuco, São Paulo e Santa Catarina. Desenvolve-se em lugares baixos e encharcados e tem um crescimento bastante ramificado. Grandes colônias desta planta foram observadas próximas a João Pessoa, PB e Goiana, PE. Os botões florais coletados nestes locais não se apresentam infestados pelo bicudo; há, entretanto, que se notar a inexistência de algodão próximo àquelas duas cidades. Botões florais e cápsulas jovens foram coletados e usados em laboratório para verificar a sobrevivência de bicudos sobre eles, quando comparados com estruturas semelhantes de *H. tilliaceous* e de outras malváceas. Os resultados encontram-se na Tabela 7.

Como pode ser visto na Tabela 7, nenhuma das plantas listadas foi comparável ao algodoeiro na manutenção de populações de bicudos adultos. Entretanto, como plantas de alimentação, elas poderão manter os adultos vivos até que estes localizem plantações de algodão.

Uma vez que o bicudo já se estabeleceu ao sul do equador, ele terá acesso a muitas novas espécies de plantas em sua expansão geográfica. Muitas dessas espécies poderão servir como novos hospedeiros e é, por isso, que um programa de identificação dessas plantas deve ser seriamente considerado.

TABELA 7. Longevidade de bicudos, alimentados com botões florais e frutos de malváceas diversas, em comparação com algodão.

Espécies	Nome comum	Longevidade de adultos em:	
		Botões florais	Frutos jovens
<i>G. hirsutum</i> (padrão)	Algodão	41,6	43,6
<i>H. pernambucensis</i>	Algodão-da-mata	13,3	26,0
<i>H. tilliaceous</i>	Algodão-da-praia	10,5	22,3
<i>Abelmoschus esculentus</i>	Quiabo	14,6	5,3
<i>T. populnea</i>	Algodão-do-pará	12,7	10,3
Água pura	-	3,4	-

REFERÊNCIAS

- BODEGAS VALERA, R.; GARCIA FLORES, R. & COSS FLORES, M.E. de. Aspectos de interesse sobre las hospederas alternantes del bicudo del algonodero *A. grandis* y avances en la investigación respectiva en la Soxonusco, Chiapas, México. Tapachula, Cent. Invest. Ecol. Sureste, 1977. 14p. (OEA-CIES. Bol. Inf., 3).

- COOK, O.F. **Weevil resisting adaptations of the cotton plant.** s.l., s.ed., 1906. 87p. (Bur. Plant. Ind. Bull., 88).
- CROSS, W.H.; LUKEFAHR, M.J.; FRYXELL, P.A. & BURKE, H.R. Host plant of the boll weevil. **Environ. Entomol.**, 4(1):19-26, 1975.
- FRYXELL, P.A. The genus *Cienfuegosia* Cov. (Malvaceae). **Ann. Mo. Bot. Gard.**, 56(2):179-250, 1969.
- FRYXELL, P.A. The genus *Hampea* (Malvaceae). **Brittonia**, 21:359-96, 1969.
- FRYXELL, P.A. **The natural history of the cotton Tribe.** s.l., Texas A & M Univ. Press, 1982. 245p.
- FRYXELL, P.A. & LUKEFAHR, M.J. *Hampea* Scheeht; possible primary host of the boll weevil. **Science**, 155:1568-9, 1967.
- HOWARD, L.O. A new cotton insect in Texas. **Insect Life**, 7:273, 1894.
- LUKEFAHR, M.J.; BARBOSA, S. & BRAGA SOBRINHO, R. **Aspectos históricos do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman.** Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1984. 8p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 29).
- LUKEFAHR, M.J. & MARTIN, D.F. A native host plant of the boll weevil and other cotton insects. **J. Econ. Entomol.**, 55(1):150-1, 1962.
- SZUMKOWSKI, W. El agodon de sabana *Cienfuegosia affinis* (HBK) Hochs huespede del "picudo del algodón" *Anthonomus grandis* Boh. en Venezuela. **Agron. Trop.**, Maracay, 1:279-86, 1952.

REGULADORES DE CRESCIMENTO DE INSETOS E SEU USO EM PROGRAMAS DE CONTROLE DO BICUDO DO ALGODOEIRO

D. L. Bull
Cotton Insects Research Laboratory
ARS - USDA
College Station, TX 77843
USA

RESUMO

Muitos reguladores de crescimento de insetos (RCI) têm sido avaliados em experimentos de campo e de laboratório, como alternativas aos inseticidas convencionais de espectro amplo, atualmente em uso, para controlar as pragas do algodoeiro. Somente algumas uréias substituídas têm demonstrado potencial para uso prático. Apenas Diflubenzuron é registrado na Agência para Proteção do Meio Ambiente, nos Estados Unidos, para uso em algodão. No Brasil, o produto acha-se registrado no Ministério da Agricultura, para uso contra o curuquerê, *Alabama argillacea* Hubner. No momento, procura-se estender o registro de uso contra o bicudo do algodoeiro. Nos Estados Unidos, este RCI tem sido eficientemente usado contra o bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, e parece ter pouco efeito adverso, tanto contra outras pragas importantes do algodoeiro, como contra seus inimigos naturais. Os resultados de vários experimentos de campo sugerem que Diflubenzuron possa ser usado para suprimir populações baixas e moderadas de bicudos, entretanto, o produto deve ser aplicado com um óleo vegetal emulsificável, para sua maior eficiência. As aplicações devem iniciar-se com o aparecimento dos primeiros botões florais, isto é, antes que a população de bicudos da safra anterior inicie a postura. Também, as aplicações devem repetir-se a cada cinco a sete dias, para garantir uma boa proteção contra os adultos que já estejam no campo ou que continuem a chegar dos pontos onde passaram a entressafra. O uso mais efetivo do Diflubenzuron, ou outros RCI, contra o bicudo, será como componente de um sistema integrado de manejo, onde sua aplicação, cobrindo várias lavouras de uma mesma área, complementará outras estratégias, tais como, destruição total dos restos da cultura, aplicação de inseticidas no final da safra e plantio de variedades de ciclo curto. Se necessário, o uso racional e estratégico de inseticidas pode ser feito, antes da aplicação do RCI, para baixar as populações iniciais.

INTRODUÇÃO

O bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman) é uma das pragas mais importantes do algodoeiro. Acha-se distribuído por quase todo o Cintu-

rão do Algodão dos Estados Unidos, assim como em algumas áreas do México, América Central e América do Sul. Devido à sua capacidade de aumentar rapidamente suas populações, essa praga tem que ser controlada nas áreas onde ocorre, a fim de que os agricultores não incorram em prejuízos. Apesar de existirem alternativas de controle, a técnica principal envolve a aplicação de inseticidas de espectro amplo. Como resultado, as populações de inimigos naturais, que biologicamente mantêm as populações de pragas secundárias sob controle, são reduzidas a tal ponto que as pragas secundárias atingem o status de pragas-chaves. Quando isso acontece, o produtor sofre grandes prejuízos ou engaja-se em um círculo de aplicar inseticidas durante toda a safra.

No momento, as pragas secundárias do algodoeiro que atingem maior importância são as lagartas-das-maçãs (*Heliothis virescens* (F.) e *H. zea* (Boddie)). Na verdade, estas espécies tornaram-se pragas-chaves em grande parte do Cinturão do Algodão dos Estados Unidos (Bottrell & Adkisson 1977). De acordo com estimativas recentes (Cotton... 1975), elas são responsáveis por mais de 20% dos prejuízos atribuídos aos insetos na produção de algodão. O problema tornou-se particularmente sério em áreas onde *H. virescens* desenvolveu resistência aos inseticidas organofosforados, havendo necessidade de utilizar produtos mais caros para seu controle.

Outras pragas secundárias do algodoeiro que poderão tornar-se mais sérias pelo uso de inseticidas são: *Trichoplusiani* (Hübner), *Estigmene acrea* (Drury), *Bucculatrix thurberiella* Busk, *Spodoptera exigua* (Hübner) e diferentes espécies de ácaros.

Pelos problemas levantados, estão sendo feitos esforços para se conseguir produtos mais seletivos e outros métodos de controle que possam constituir-se em alternativas aos inseticidas de espectro amplo, em luta contra o bicudo e outras pragas. Neste Capítulo, estaremos tratando das potencialidades de se utilizar reguladores de crescimento, os quais são produtos químicos que perturbam o crescimento normal dos insetos.

AS URÉIAS SUBSTITUÍDAS COMO REGULADORES DE CRESCIMENTO

Há uma enorme lista de produtos químicos sintéticos que se enquadram como reguladores de crescimento de insetos (RCI) e que são considerados a terceira geração de inseticidas. Apesar de muito diferentes entre si, têm duas características em comum: (I) manifestam sua atividade biológica, interferindo no desenvolvimento normal ou no funcionamento de estágios específicos da vida dos insetos tratados e (II) aque-

les que estão aprovados ou que estão sendo considerados para uso em controle de pragas parecem menos detrimenais aos insetos benéficos que os inseticidas convencionais.

Apesar de ter havido grande entusiasmo pela possibilidade de uso de análogos de hormônio juvenil (AHJ) contra pragas do algodoeiro, nenhum mostrou potencial suficiente para justificar seu desenvolvimento comercial; por exemplo, o período de máxima vulnerabilidade da AHJ por lagarta-rosada, *Pectinophora gossypiella* (Cawich 1974), por *H. virescens* (Benskin 1973, Guerra 1970, Guerra et al. 1973) e pelo bicudo (Whitten & Bull 1978) é, aparentemente, durante o último ínstar larval e no início da fase de pupa. O comportamento de alimentação e desenvolvimento dessas espécies dificulta que as fases acima mencionadas entrem em contato com os produtos. Daí, os resultados até hoje alcançados não serem promissores.

De todos os RCI já avaliados para uso em programas de manejo de pragas, apenas algumas uréias substituídas têm sido promissoras para uso prático. Atualmente, quatro desses produtos estão sendo investigados com muita intensidade: (1) Diflubenzuron (N - { (4 - Clorofenil) amino } = Carbonil } - 2,6 - Difluorobenzamida), Dimilin, TH - 6040; (2) BAY-SIR-8514 (2 - cloro - N - { { { 4 - (Trifluorometoxi) fenil } amino } Carbonil } Benzamida), Alystin; (3) CGA - 112913 (N - { 4 - (3 - cloro - 5 - Trifluorometil - 2 - Piridimiloxi) - = 3,5 - Diclorofenilamicocarbonil } - 2,6 - Difluorobenzamida), IKI - 7899; e (4) CME - 134 { 1 - (3,5 - Dicloro - 2,4 - Difluorofenil) - 3 - (2,6 - Difluorobenzonil) - uréia }.

O Diflubenzuron (Fig. 1) foi criado pela Phillips - Duphar B.V., localizada em Amsterdã, na Holanda. Esse produto foi inicialmente desenvolvido nos Estados Unidos pela Thompson - Hayward Chemical Co. Atualmente, o produto é comercializado nos Estados Unidos pela Uniroyal Chemical Co. e, no Brasil, pela BASF. A Duphar é a firma que ainda se encarrega de pesquisa e desenvolvimento. Das quatro uréias substituídas mencionadas, apenas Diflubenzuron é aprovado pela Agência de Proteção do Ambiente (EPA), para uso comercial nos Estados Unidos. Tem registro provisório para uso em algodão contra o bicudo e, em florestas, contra larvas da mariposa cigana, *Lymantria dispar, n-quele país*. No Brasil, o produto encontra-se em fase de pesquisa e desenvolvimento para uso contra o bicudo do algodoeiro.

O BAY-SIR-8514 (Fig. 1) foi criado pela BAYER A.G., Leverkusen, República Federal Alemã, e, nos Estados Unidos, está sendo desenvolvido pela Mobay Chemical Corp. No Brasil, está sendo desenvolvido pela própria BAYER. Esse RCI tem-se mostrado mais eficiente que o Diflubenzuron contra a mosca-doméstica (Chang 1979), lagarta-militar

(Zoebelein et al. 1980) e borrachudos, *Simulium vittatum* (Lacey & Mulla 1978). Resultados de campo o têm indicado como tão eficiente quanto Diflubenzuron para controle do bicudo (Conley & Luttrell 1983a, Hopkins et al. 1984), podendo ter alguma atividade contra larvas de *Heliothis* (Conley & Luttrell 1983b). No Brasil, vem sendo testado contra uma série de pragas.

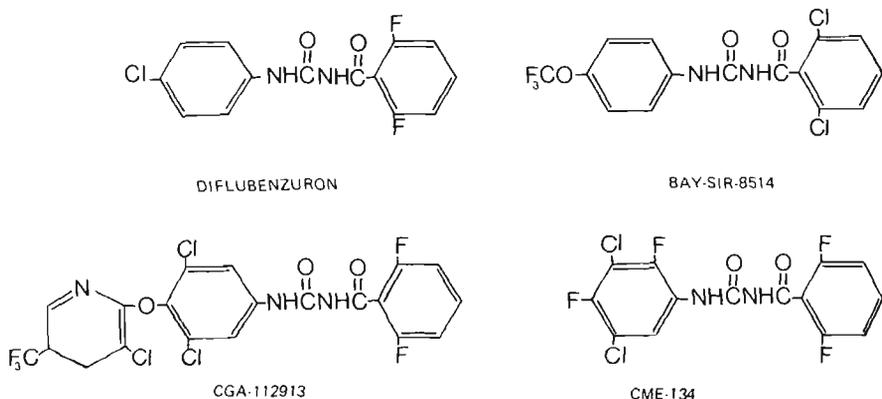


FIG. 1. Estruturas de algumas uréias substituídas, sendo investigadas para manejo de pragas do algodoeiro.

O CGA-112913 (Fig. 1) é um produto da CIBA - GEIGY. Testes preliminares de laboratório e de campo têm indicado que esse RCI tem boa atividade contra um grande número de pragas do algodoeiro, incluindo lagartas-da-maçã, lagartas-militares, falsas medeiras e bicudo, sendo, entretanto, inócuo contra pulgões, moscas-brancas e ácaros (Technical Release; CIBA - GEIGY Corp.; Greensboro, NC, USA). Testes em campos de algodão no Estado de Mississippi demonstraram que, na dose de 140 g/ha, CGA-112913 foi eficiente contra lagartas-da-maçã (Conley & Luttrell 1983b), alcançando rendimentos mais altos que a testemunha sem tratamento; entretanto, foi ineficiente contra o bicudo, na mesma dose (Conley & Luttrell 1983a). Por outro lado, Hopkins et al. (1984) apresentam dados, mostrando que a emergência de adultos de maçãs, obtidas de campos tratados com esse RCI (140 g/ha), foi significativamente reduzida ao serem comparadas com maçãs obtidas de campos não-tratados. Em Oklahoma, Price e colaboradores (Price et al. 1983) tiveram êxito ao combinarem aplicações de CGA-112913 com Chlordimeform, 140 g/ha de cada, para o controle de larvas de *Heliothis*

em algodão, conseguindo resultados semelhantes aos obtidos com o Piretróide Sintético Permetrina, na dose de 112 g/ha. Em seus testes de campo, o dano observado em botões florais e maçãs, nas parcelas tratadas com 140 kg/ha ou 280 g/ha, foi significativamente menor que nas parcelas não-tratadas.

CME-134 (Fig. 1) é um produto de CELAMERK GmbH & Co. KG de Ingelheim, República Federal Alemã. Nos Estados Unidos, está sendo desenvolvido pela EM Industries, Inc., em Hawthorne, NY. Becher et al. (1983) apresentam dados, mostrando que CME - 134 foi mais ativo que Diflubenzuron contra larvas de *Prodenia litura*, *Plutella maculipennis* e *Epilachna verivestis*, e ambos foram igualmente eficientes para o controle do bicudo, na dose de 140 g/ha. Conley & Luttrell (1983a, b) testaram 264 g/ha de CME-134, conseguindo resultados animadores para o controle do bicudo e da lagarta-da-maçã, em campos de algodão. Por outro lado, Price et al. (1983) apresentam dados, mostrando que 157 g/ha ou 314 g/ha de CME-134 não diferiram da testemunha, em relação ao dano por bicudo em botões florais e maçãs.

Os resultados preliminares de pesquisa sobre a atividade das uréias substituídas contra pragas do algodoeiro são muito encorajadores, porque esses RCI parecem ter boa atividade contra as lagartas-da-maçã e sobre o bicudo. Além do mais, avaliações preliminares de campo indicam que BAY-SIR-8514, CGA-112913 e CME-134 não causam dano excessivo às populações de inimigos naturais, nas dosagens recomendadas. Diflubenzuron é eficiente contra o bicudo apenas empregado via oleosa, o que aumenta sua toxicidade contra os inimigos naturais. Aparentemente, os demais RCI aqui discutidos não requerem aplicação oleosa para sua eficiência.

Há suficiente evidência de que BAY-SIR-8514, CGA-112913 e CME-134 tenham basicamente o mesmo modo de ação, o que será discutido com mais detalhes a seguir.

DIFLUBENZURON

Preponderante parte da informação disponível sobre o uso de uréias substituídas no manejo de pragas do algodoeiro foi conseguida com o Diflubenzuron. Testes de laboratório mostraram que ele é ativo contra a lagarta-rosada, quando certos estágios larvais são alimentados com dietas tratadas com o produto (Flint & Smith 1977), mas, aparentemente, ele não é eficiente contra esta praga, em condições de campo (Flint et al. 1978). Esta última observação também foi válida para as lagartas-das-maçãs (Bull et al. 1979, House et al. 1978, Nemeč 1978,

Stell & Leopold 1978), para *Lygus* sp., *Pseudatomoscelis seriatus*, para *Tetranychus cinnabarinus* e *Aphis gossypii* (Nemec 1978, Taft & Hopkins 1975). Por outro lado, testes em gaiolas de campo (Flint et al. 1977, 1978) mostraram que Diflubenzuron pode ocasionar bom controle do perfurador de folhas, *Bucculatrix thurberiella*. Em testes de laboratório e de campo, Diflubenzuron mostrou-se altamente eficaz contra o bicudo. Após ter sido estabelecido que este produto afetava a reprodução do bicudo (dados preliminares não-publicados e revisados por Taft (1978), Moore & Taft (1975) conduziram o primeiro estudo registrado na literatura sobre o assunto. Demonstraram, conclusivamente, que Diflubenzuron inibia a quebra do ovo do bicudo, em laboratório. Com base nas observações obtidas através de investigação intensiva, pode-se concluir que o bicudo é a única praga importante do algodoeiro que é significativamente afetada por aplicações de Diflubenzuron, a nível de campo, nos Estados Unidos.

MODO DE AÇÃO DO DIFLUBENZURON SOBRE O BICUDO

A atividade biológica do Diflubenzuron contra invertebrados é atribuída a processos fisiológicos de destruição, que são disparados quando o produto interfere na síntese de quitina, um componente essencial à estrutura da cutícula (Hajjar & Casida 1979, Mulder & Gipwijt 1973, Post et al. 1974, Verloop & Ferrell 1977). Aparentemente, quando os adultos de alguma espécie entram em contato com o Diflubenzuron ou dele se alimentam, os ovos, que daí em diante são colocados, não dão origem a larvas. Esse fenômeno já foi observado no bicudo (Moore & Taft 1975) e em várias outras espécies de insetos, como *Spodoptera littoralis* (Ascher & Nemmy 1974), *Musca domestica* (Grosscurt 1976), *Stomoxys calcitrans* e *Haemotobia irritans* (Wright & Harris 1976, Wright & Spates 1976), além de algumas espécies de curculionídeos que atacam plantas cítricas (Lovestrand & Beavers 1980, Schroeder et al. 1976). O efeito é causado mais pela ação ovicida do RCI que pela esterilização dos adultos tratados (Grosscurt 1976, Ivie & Wright 1978, Verloop & Farrell 1977). Tipicamente, o desenvolvimento embrionário de um ovo, colocado por uma fêmea tratada, parece normal até à hora da eclosão. Grosscurt (1976, 1978) concluiu que os embriões afetados, de *M. domestica* e *Leptinotarsa decemlineata*, desenvolveram-se em larvas que não conseguiram sair do ovo. Ele atribuiu esta dificuldade aos efeitos de Diflubenzuron interferindo na formação de quitina da cutícula larval, resultando na incapacidade da função muscular. Moore et al. (1978) fizeram observações semelhantes ao

estudarem o efeito de Diflubenzuron sobre o bicudo, além de observarem que as larvas, que conseguiram eclodir de ovos colocados por fêmeas tratadas, morriam.

Há muita evidência para provar que a ação principal do Diflubenzuron contra o bicudo é manifestada em fêmeas adultas e que o produto é eficiente por ingestão e por contato. Há, também, evidência de que é a secreção do Diflubenzuron não-metabolizado nos ovos das fêmeas tratadas que, aparentemente, responsabiliza-se pelos efeitos ovicidas (Bull & Ivie 1980). O mesmo aplica-se para *M. domestica* e *S. calcitrans* (Chang 1980, Ivie & Wright 1978). As fêmeas têm que se expor diretamente ao produto para se obter o máximo de resultados. Moore et al. (1978) concluíram que machos tratados provavelmente não pudessem transferir quantidade suficiente de Diflubenzuron para a fêmea, durante a cópula. Apesar disso, mantendo-se machos tratados topicamente, junto com fêmeas não-tratadas, em pequenas gaiolas, produziu-se alguma inibição, mas não parece que essa exposição indireta tenha importância significativa em condições de campo.

Em estudos com Diflubenzuron marcado com ^{14}C , aplicado topicamente em fêmeas virgens, Bull & Ivie (1980) demonstraram que o produto é absorvido muito lentamente, não havendo grande acúmulo no interior do inseto; por exemplo, aos oito dias do tratamento, cerca de 64% do Diflubenzuron aplicado ainda não havia sido absorvido e o material radioativo interno excedeu 4%, durante todo o período experimental. Além disso, apenas cerca de 3% do Diflubenzuron aplicado foi metabolizado. Still & Leopold (1978) não encontraram evidência de que Diflubenzuron tivesse sido metabolizado por bicudos tratados por imersão, injeção, ou por alimentarem-se em botões florais tratados. Por outro lado, Chang & Stokes (1979) publicaram dados, mostrando que os bicudos, que foram injetados com uma dose de Diflubenzuron, metabolizaram e excretaram 19% do produto.

Bull & Ivie (1980) examinaram excreções e seguiram o caminho de Diflubenzuron marcado com ^{14}C em ovos, após uma dose de 1 mg por inseto (Fig. 2). Quatro dias depois, os ovos das fêmeas tratadas continham cerca de 2,24 ppm de equivalentes de Diflubenzuron com ^{14}C , mas essa quantidade caiu, progressivamente, a 0,4 ppm, aos 26 dias após o tratamento. Esta diminuição ocorreu mesmo considerando-se o fato de que o Diflubenzuron aplicado nas fêmeas manteve-se bastante persistente. Análises periódicas de ovos revelaram que todo carbono radioativo encontrado era de Diflubenzuron não-metabolizado.

Os mesmos autores (Bull & Ivie 1980) fizeram observações diárias de amostras de ovos das fêmeas tratadas e concluíram que a eclosão foi

inibida em 80% dos ovos, até dez dias após o tratamento. Daí por diante, a taxa de eclosão foi aumentando e, aos 22 dias, já atingia 80% - 90% (Fig. 2). À taxa de eclosão de 50%, que ocorreu aos 16 dias após o tratamento, a quantidade de Diflubenzuron encontrada nos ovos era de, aproximadamente, 0,6 ppm. Chang & Borkovec (1980) encontraram relação similar entre secreção de RCI (Diflubenzuron e Penfluron marcados com ^{14}C) em ovos e sua taxa de eclosão, em mosca-doméstica. Os resultados de Bull & Ivie (1980) estão de acordo com McLaughlin e Moore, e ajudam a esclarecer as observações de laboratório, feitas por

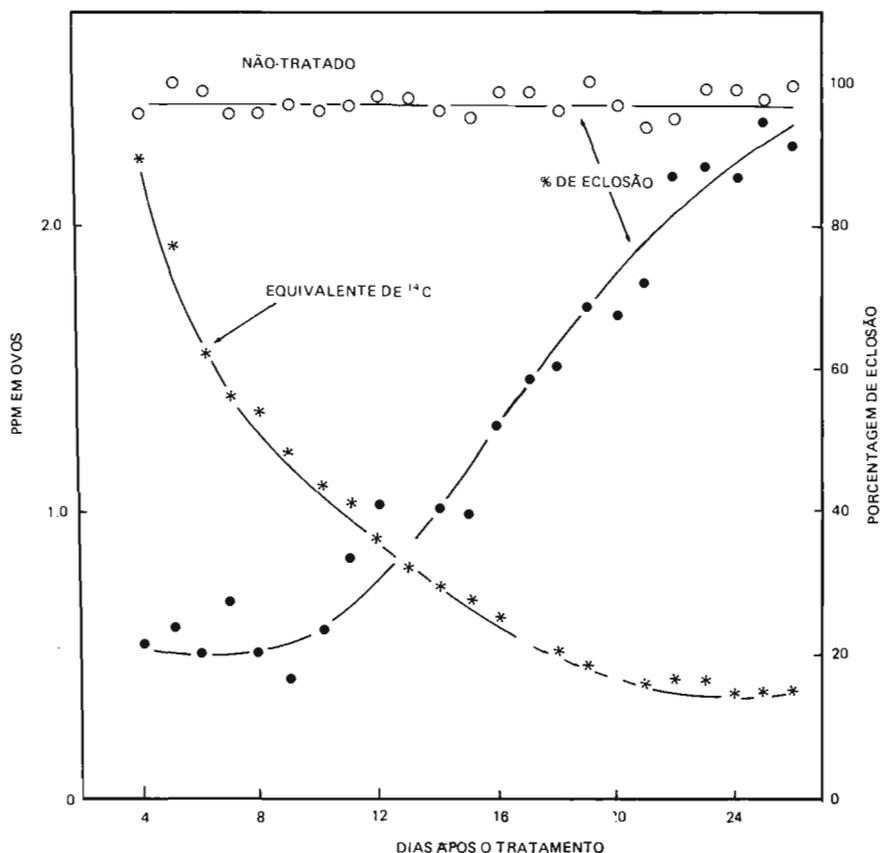


FIG. 2. Secreção de Diflubenzuron marcado com ^{14}C em ovos, e eclosão de ovos após tratamento de fêmeas virgens de bicudos que foram, então, pareadas com machos não-tratados. Dose de $1\ \mu\text{g}$ por inseto (adaptado de Bull & Ivie 1980).

McLaughlin (1976) e Moore et al. (1978), de que os efeitos de uma única aplicação, oral ou tópica, de Diflubenzuron em bicudos são transitórios. Como resultado dessas observações, sabe-se, hoje, que o Diflubenzuron tem que ser aplicado a intervalos regulares para inibir, continuamente, a eclosão dos ovos.

DESTINO DO DIFLUBENZURON NO MEIO AMBIENTE

Ao se aplicar um inseticida, é essencial conhecer o seu paradeiro no meio ambiente, a fim de que seu uso se torne seguro e eficiente. Além disso, fica mais fácil o estabelecimento de doses e a avaliação da persistência de sua atividade biológica, após o tratamento e a determinação do potencial de risco de seus resíduos contra outros seres vivos.

O evidência disponível (Bull & Ivie 1978, Mansager et al. 1979) indica que, qualquer que seja o método de aplicação foliar de Diflubenzuron, apenas em torno de 5% da dose é absorvida pelo algodoeiro e que os resíduos são bastante persistentes na folhagem. Bull & Ivie (1978), em estudos de campo, encontraram cerca de 90% de uma dose de Diflubenzuron marcado com ^{14}C , duas semanas após o tratamento. Em ambos os trabalhos acima mencionados as análises revelaram que os 18% do material, absorvido e não-absorvido, não haviam sofrido qualquer alteração. Tudo indica que o produto é altamente resistente à decomposição, seja através de fotodecomposição dos depósitos nas folhas e ou de metabolização pela planta. Resultados semelhantes, referentes à persistência de Diflubenzuron em folhagem de soja, repolho, milho e macieira, foram publicados por Verloop & Ferrell (1977).

Acompanhando toda uma safra de algodão, em pequenas parcelas, Bull & Ivie (1978) fizeram seis a dez aplicações de Diflubenzuron marcado com ^{14}C , a intervalos de cinco dias, na dose de 70 g.i.a/ha, em 9,35 l de óleo vegetal e 93,5 l de água por ha. Como resultado, encontraram menos de 0,01 ppm de Diflubenzuron nos caroços de algodão produzidos nas parcelas que receberam seis aplicações e, apenas, cerca de 0,02 ppm nas parcelas que receberam dez aplicações. Entretanto, a presença de resíduos radioativos na folhagem e outras partes da planta era muito alta, variando de 40 ppm a 125 ppm.

Uma vez que Diflubenzuron é bastante persistente em algodão, as plantas apenas o perderão pelo efeito abrasivo dos ventos, lavagem por água de chuva e queda de folhas senescentes. A recomendação de, no máximo, seis aplicações, não excedendo o total de 421 g.i.a/ha, aplicado durante uma safra, deve dar uma boa cobertura foliar, sem deixar resíduos perigosos nos caroços.

O solo pode contaminar-se com Diflubenzuron através do excesso de calda usada na pulverização, da queda de folhas, da lavagem das plantas pela água da chuva e do próprio contato com a planta. Estudos realizados em solo tratado diretamente com Diflubenzuron, feitos por Metcalf et al. (1975), revelaram uma degradação muito lenta, mas Verloop & Ferrell (1977) e Mansager et al. (1979) observaram uma degradação rápida, ao efetuarem o mesmo tratamento, em solos diferentes. Parte das diferenças observadas talvez possam, também, justificar-se pelas partículas de Diflubenzuron de diferentes tamanhos, usadas pelos autores. Verloop & Ferrell (1977) demonstraram que a meia-vida de partículas de 10 micra, no solo, varia de 8 a 16 semanas, ao passo que a de partículas de 2 micra varia de três a sete dias. As partículas das formulações antigas de Diflubenzuron mediam em torno de 10 micra, ao passo que as formulações modernas têm partículas que variam de 2 a 5 micra.

Bull & Ivie (1978) observaram um comportamento bem estável de Diflubenzuron no solo, quando o produto foi aplicado indiretamente; Por exemplo, ao final da safra, as plantas que haviam sido tratadas foram picadas e incorporadas ao solo e os resíduos de Diflubenzuron só começaram a ter um declínio apreciável, cerca de nove meses depois. Durante aquele período, grande parte do material residual radioativo (cerca de 80%), associado ao solo, poderia ser recuperado através da extração por solventes, contendo, ainda, mais de 95% de Diflubenzuron puro. Também, em testes de laboratório (Bull & Shaver 1980) e em testes de campo (Bull & Ivie 1978), a lixiviação de Diflubenzuron não foi considerável em diferentes tipos de solo, estando os resíduos concentrados próximo à superfície, entre zero e 7,5 cm de profundidade. Assim, o declínio eventual de resíduos após a colheita é, provavelmente, causado pelo aumento da exposição das moléculas de Diflubenzuron a diferentes mecanismos de degradação, possibilitado pela decomposição gradativa do material vegetal ao qual o Diflubenzuron estava associado.

Felizmente, há evidência (Bull & Ivie 1978) de que outras lavou-
ras, que seguem o algodão plantado na safra anterior e tratado com Diflubenzuron nos níveis recomendados, não absorvem níveis significan-
tes de resíduos.

EFEITOS DO DIFLUBENZURON SOBRE INIMIGOS NATURAIS DE PRAGAS

Como já foi discutido, nos Estados Unidos o Diflubenzuron não tem efeito apreciável sobre outras pragas importantes do algodoeiro,

além do bicudo, como é o caso das lagartas-das-maçãs. Daí precisarmos de outras alternativas de controle para um sistema total de manejo das pragas. Uma alternativa bastante viável para as lagartas-das-maçãs é a conservação de seus inimigos naturais que, normalmente, ocorrem no campo, parasitando ou predando ovos e larvas, e mantendo suas populações sob controle (McDaniel & Sterling 1979, Ridgway & Lingren 1972, Whitcomb & Bell 1964).

Ables et al. (1977), Wilkinson et al. (1978) e House et al. (1980) conduziram testes de laboratório para determinar o efeito de Diflubenzuron sobre várias espécies de artrópodes entomófagos. Pulverizações de 7,7 ppm de Diflubenzuron sobre a joaninha *Hippodamia convergens* reduziram a eclosão de ovos e inibiram o desenvolvimento larval, efeitos que diminuiriam gradualmente após os tratamentos (Ables et al. 1977). Keever et al. (1977) obtiveram resultados similares ao coletar adultos de *H. convergens* em campos de algodão recém-tratados com Diflubenzuron (140 g.i.a/ha, 9 - 10 aplicações) e mantidos em condições de laboratório. Wilkinson et al. (1978) verificaram que aplicações tópicas, em concentrações ≤ 10.000 ppm, não tiveram nenhum efeito físico aparente sobre adultos da mesma espécie. Estudos dos efeitos de Diflubenzuron sobre *Chrysopa carnea* mostraram que a eclosão de ovos foi inibida, quando os adultos foram tratados topicamente, e aumentou-se a taxa de mortalidade de larvas e pupas, quando as larvas da espécie foram alimentadas com presas tratadas (Ables et al. 1977). Wilkinson et al. (1978) também reportaram que aplicações tópicas de Diflubenzuron em larvas de *C. carnea* aumentavam, significativamente, a mortalidade das pupas produzidas.

Testes de laboratório mostraram que pulverizações de Diflubenzuron, em suspensões aquosas, não tiveram efeitos aparentes sobre *Geocoris punctipes*, *Apanteles marginiventris* e *Trichogramma pretiosum* (Ables et al. 1977, Wilkinson et al. 1978). Entretanto, quando aplicações de campo foram feitas, usando-se suspensões aquosas de Diflubenzuron em óleo vegetal, para controle do bicudo, em combinação com soltura em massa de *Trichogramma* para controle de *Heliothis* spp., House et al. (1980) observaram que o Diflubenzuron parecia causar uma passageira redução na taxa de parasitismo de ovos de *Heliothis* spp., cuja redução variava de 5% a 44%, nos dois ou três dias após a aplicação. Estes autores conduziram, então, testes de laboratório, para melhor estudar este efeito, e concluíram que somente as formulações que continham óleo (Savol[®]) ou quando o óleo era aplicado isoladamente causavam redução nas taxas de parasitismo, assim mesmo, só se os ovos ainda não tivessem sido expostos aos parasitas. House

et al. (1980) também demonstraram que o tratamento de ovos de *Heliothis* com óleo de milho, soja ou algodão tinha o mesmo efeito em reduzir a taxa de parasitismo por *Trichogramma*.

Apesar da relativa consistência dos resultados obtidos nos experimentos de laboratório, não seria aconselhável fazer extrapolações para as condições de campo. É sabido que as aplicações tópicas colocam o inseto em contato muito mais direto com o produto do que normalmente ocorre no campo. Além disso, as dosagens de laboratório são sempre maiores que aquelas a que os insetos estão sujeitos durante o tratamento da lavoura. Os efeitos das aplicações de Diflubenzuron sobre predadores de pragas do algodoeiro foram estudados, na Carolina do Norte, por Keever et al. (1977) e, no Texas, por Ables et al. (1977) e por Rummel et al. (1979). Keever et al. (1977) verificaram que Diflubenzuron, a 140 g.i.a em 3,8 l de óleo vegetal por ha, em 9-10 aplicações, causava uma redução significativa nas populações de *G. punctipes*; outras espécies de predadores, aparentemente, não foram afetadas. Turnipseed et al. (1974) observaram que as populações de *Geocoris* spp. e *Nabis* spp. foram reduzidas, seguindo-se aplicação de Diflubenzuron, nas doses de 281 e 562 g.i.a/ha, sobre folhagem de soja. Esses autores, entretanto, não puderam determinar se a redução foi causada pelo RCI em si, pela população baixa de presas, ou se foi causada pela combinação desses fatores.

Estudos conduzidos por Ables et al. (1977, 1980b), na parte Central do Estado do Texas, indicaram que o Diflubenzuron não tinha quase nenhum ou nenhum efeito sobre as populações de predadores, quando as pulverizações eram feitas seis vezes durante a safra, a intervalos de cinco dias e doses de 35, 70 e 140 g.i.a/ha, em 4,5 l de óleo vegetal de 13,6 l de água por hectare. As populações de predadores eram um pouco mais altas nas parcelas não-tratadas, entretanto, todos os demais tratamentos de inseticidas apresentavam número muito inferior de predadores, em relação aos tratamentos com o RCI. É claro que outros fatores como a fenologia da planta e a própria abundância de presas podem, também, ser responsáveis pelas diferenças observadas. Por outro lado, comprovou-se que aplicações dos inseticidas Paration Metílico + Toxafeno + Chlordimeform reduziram sensivelmente o número de predadores (Ables et al. 1977). Também, Rummel et al. (1979), em estudo conduzido no Oeste do Texas, demonstraram que o número médio de predadores durante a safra era maior nas parcelas tratadas com Diflubenzuron, na dose de 140 g.i.a/ha, do que nas parcelas que receberam doses mais baixas ou nenhum RCI. As parcelas tratadas com Azim-

phós Metfílico, na dose de 336 g.i.a/ha, foram as que tiveram maior redução nas populações de predadores.

Concluindo, podemos dizer que os dados disponíveis sugerem que Diflubenzuron pode trazer impacto negativo sobre as populações de inimigos naturais de pragas do algodoeiro, principalmente em formulações oleosas, como, na verdade, o produto deve ser usado. Entretanto, esses efeitos são relativamente pequenos e parecem diminuir assim que os tratamentos terminam. Deve ficar claro que Diflubenzuron é muito mais seletivo que a maioria dos inseticidas usados na cotonicultura. Se for utilizado de acordo com as recomendações, ou seja, dose de 70 g.i.a/ha, muitas espécies de artrópodes úteis serão conservadas.

EFEITOS DE DIFLUBENZURON SOBRE POPULAÇÕES DE BICUDO

A maioria dos testes de campo tem sido conduzida com formulação 25% PM de Diflubenzuron, preparada com uma finura que garante um tamanho de partículas entre 2 e 5 micra. Taft & Hopkins (1975) foram os primeiros a documentar os efeitos de Diflubenzuron sobre populações naturais de bicudo, em campos de algodão. Misturas desse RCI, com iscas de açúcar invertido e melão, causaram reduções dramáticas na reprodução da praga; por exemplo, a emergência de adultos, de botões florais com picadas de postura, foi de apenas 2% nas parcelas tratadas com Diflubenzuron e de 89% nas parcelas tratadas com os inseticidas convencionais. Apesar de as doses utilizadas nesse primeiro teste terem sido exageradamente altas (14 aplicações de 280-560 g.i.a/ha), os resultados foram muito encorajadores para o desenvolvimento do produto.

Lloyd et al. (1977) continuaram avaliando formulações de Diflubenzuron em casas de vegetação e determinaram que sua mistura com alguns óleos vegetais dava os mesmos resultados que a antiga isca de açúcar invertido e melão, além de ser de uso mais prático. Eles também observaram que a simples mistura do RCI com água não funcionava. Quando pulverizações de Diflubenzuron (280 g.i.a/ha, em 16 aplicações), em suspensão com azeite de algodão, foram feitas no campo, a reprodução do bicudo foi de tal maneira suprimida, a ponto de não serem notados novos bicudos no campo até a proximidade do fim da safra.

Ganyard et al. (1977) conduziram um trabalho em que 141, 282 e 564 g.i.a/ha de Diflubenzuron, formulado em azeite de algodão, foram aplicados a pequenas parcelas de 0,07 ha a 0,09 ha de algodão plantado em uma área isolada de outras plantações, na Carolina do Norte. As par-

celas foram infestadas artificialmente através da soltura de quantidades conhecidas de bicudos que haviam sobrevivido ao inverno. Todas as dosagens utilizadas do RCI, num total de doze aplicações durante a safra, apresentaram níveis superiores a 99% de supressão de reprodução. Durante o mesmo período, as populações de bicudos das parcelas testemunhas, não-tratadas, cresceram muito, alcançando 90.000 insetos por hectare, ao passo que apenas cinco insetos foram encontrados em todas as parcelas tratadas.

Com base nos seus resultados e nos de outros, Ganyard et al. (1977) concluíram que Diflubenzuron deveria ser usado regularmente, por períodos prolongados, para manter os níveis de supressão, devido à tendência de os insetos recuperarem a fertilidade, após o término dos tratamentos.

Devido à impraticabilidade de se usar formulações de açúcar invertido, melão ou azeite bruto de algodão para tratamento de algodais em grande escala, foram instalados alguns experimentos no México, antes da safra americana, para testar a eficácia da mistura de Diflubenzuron com óleos vegetais disponíveis comercialmente (Johnson et al. 1978). Demonstrou-se, então, que combinações de RCI com Savol® ou Sun Oil 7N® eram tão eficientes quanto as anteriormente feitas com azeite de algodão. Desde então, a maioria dos experimentos de campo tem sido feita com suspensão de Diflubenzuron e óleo vegetal emulsificável em água. Hopkins et al. (1982) compararam os efeitos de diferentes volumes de óleo (2,3; 4,7; e 9,4 l/ha de Sun Oil 7N® ou Dimoil®) sobre a atividade de Diflubenzuron (70 g/ha) contra bicudos e não observaram diferenças significativas. O rótulo de registro atual nos Estados Unidos especifica que as aplicações de Diflubenzuron devem incluir Dimoil®, na dose de 4,68 a 9,35 l/ha, com, no mínimo, duas partes de água para cada parte de óleo.

Um teste de campo em grande escala, para verificar o efeito de Diflubenzuron sobre pragas do algodoeiro, foi conduzido em 1976 (Ganyard et al. 1978) no município de Chowan-NC, achando-se 40 km afastado do campo de algodão mais próximo. O RCI foi aplicado 9-10 vezes, na dose de 140 g/ha, em 76 campos, abrangendo uma área total de 262 ha. Conseguiu-se reduzir 90% a reprodução das populações nativas de bicudos, ao passo que campos, com população inicial semelhante, com distância de 40 km e que foram tratados com inseticidas convencionais, tiveram sua população de bicudos aumentada doze vezes (Ganyard et al. 1978). Além disso, as populações de *Heliothis*, nos campos tratados com Diflubenzuron, foram controladas durante quase toda a estação pelos inimigos naturais (Keever et al. 1977).

Estabeleceu-se, com os trabalhos de Ganyard et al. (1978), que: (I) pode-se suprimir populações baixas e moderadas de bicudos, através da aplicação de Diflubenzuron em grandes áreas, iniciando-se as aplicações ao aparecimento dos primeiros botões florais; (II) as aplicações repetidas semanalmente têm um efeito cumulativo; (III) a maioria dos botões florais que contêm picadas de postura, nos quais as larvas não se desenvolvam pela aplicação de Diflubenzuron, além de não abortarem, desenvolvem-se normalmente; e (IV) a lavoura tende a completar o ciclo mais cedo, quando tratada com Diflubenzuron, em relação aos inseticidas convencionais. Este último aspecto também foi observado por Harris (1980), cuja causa ainda não foi estabelecida; possivelmente, devido à maior carga de maçãs na parte inferior da planta em razão do eficiente controle do bicudo, ou por se evitar o atraso na maturação que normalmente ocorre com a aplicação de inseticidas organofosforados, ou por uma resposta fisiológica da planta. *Qualquer que seja a explicação*, esse fenômeno seria vantajoso se realmente existisse e fosse consistente.

Os resultados de experimentos de campo, conduzidos no Texas para testar a eficiência do Diflubenzuron, diferiram daqueles na região Leste, talvez devido à impossibilidade de se isolar as áreas tratadas das áreas contíguas, infestadas pelo bicudo. Além disso, as doses testadas foram menores, na verdade, acompanhando aquelas em que o produto, hoje, está registrado para uso; por exemplo, House et al. (1978) compararam três doses de Diflubenzuron em sete aplicações (35, 70 e 140 g/ha) e concluíram que houve suspensão de reprodução em todos os tratamentos, havendo uma gradação de eficiência das doses. A emergência de adultos de botões florais coletados nos diferentes tratamentos, em relação à testemunha, foi de, respectivamente, 38%, 22% e 16%. Os resultados de dois anos de testes na parte Central do Texas (Ables et al. 1980a, House et al. 1980) indicaram que o efeito de Diflubenzuron era maior contra a geração F_1 . As gerações posteriores tiveram seu potencial de reprodução aumentado, em relação a F_1 , mesmo com a continuidade das aplicações do RCI. Este efeito é atribuído ao influxo de bicudos das áreas não-tratadas, no que concorda com Ganyard et al. (1978) que enfatizam a importância de se tratar uma área grande para obter melhores resultados.

Testes comparativos sobre a eficiência de suspensões aquosas de Diflubenzuron (70 g.i.a/ha, em seis aplicações) com e sem Dimoil® (4,67 l/ha) indicaram que a adição de Dimoil® dobrava a eficiência do produto contra o bicudo (Bull et al. 1983). Esta foi a primeira comprovação, em campo, da eficiência que o óleo vegetal adiciona ao RCI, con-

substanciando os resultados obtidos por Lloyd et al. (1977), em casa de vegetação. Bull et al. (1983) também observaram, concordando com Ganyard et al. (1978), uma aparente precocidade na maturação das maçãs, em campos tratados com Diflubenzuron; por exemplo, quando os capulhos foram contados no dia 7 de agosto representavam 74% das maçãs produzidas nas parcelas tratadas com Diflubenzuron-óleo-água, 46% nas parcelas testemunhas, sem tratamento, e 17% nas parcelas tratadas com inseticidas convencionais.

Em experimento de controle integrado de bicudos e lagartas-da-maçã, Bull et al. (1979) demonstraram que o tratamento com Diflubenzuron (70 g.i.a/ha, 7-9 aplicações) era compatível com a soltura de *T. pretiosum* e com aplicações de inseticidas microbiológicos. Os métodos biológicos utilizados para controle de *Heliothis* spp. foram eficientes para reduzir populações altíssimas (cerca de 140.000 ovos e 40.000 larvas por hectares nos campos não-tratados) baixo do nível de dano, sendo que não se notou efeito adverso de Diflubenzuron sobre os parasitas. Apesar de as aplicações do RCI terem-se iniciado depois que as fêmeas remanescentes da safra anterior começaram a postura nos botões florais, a sobrevivência da praga nos botões ovipositados foi substancialmente reduzida, com uma média de 22% de emergência de adultos, comparada a 66% nas parcelas não-tratadas. A taxa de emergência de adultos, dos botões florais das parcelas tratadas, aumentou com o passar do tempo de aplicação do Diflubenzuron e, com três semanas após a última aplicação, não havia diferença entre parcelas tratadas e não-tratadas. Provavelmente, isto se deve ao fato de os insetos tratados terem recuperado sua fertilidade e a imigração de insetos de áreas não-tratadas.

Nas planícies ondulantes do Texas, em 1976, desenvolveram-se testes, em campos de algodão, com Diflubenzuron, para se controlar populações extremamente altas de bicudos (mais de 8.000 adultos/ha) sobreviventes da safra anterior (Rummel et al. 1979) e foram repetidos em 1977 (Rummel 1980) contra populações um pouco mais baixas. Em 1976, os campos a serem testados foram pulverizados com Malation, na tentativa de reduzir população tão alta, antes de se iniciarem as aplicações de Diflubenzuron, que se fizeram nas doses de 35, 70 e 140 g.i.a/ha, em oito aplicações, sendo que a primeira aplicação coincidiu com a ocorrência dos primeiros botões florais do tamanho de cabeça de alfinete. Mesmo sob estas condições de alta densidade populacional da praga, que não são as ideais para o uso do Diflubenzuron, o RCI reduziu a reprodução dos bicudos à metade do que se verificou na testemunha não-tratada. Os rendimentos das parcelas tratadas com os ní-

veis mais altos de Diflubenzuron foram significativamente maiores que os da testemunha e equivalentes àqueles das parcelas tratadas com Azimphós Metílico.

Os resultados de 1977 (Rummel 1980), em testes sem repetições, em grandes áreas, mostraram que o Diflubenzuron foi muito eficiente contra populações mais baixas de bicudos. Os três níveis citados (52,5; 70; e 140 g.i.a/ha, em quatro aplicações) promoveram níveis distintos de supressão de emergência de adultos dos botões florais com picadas de oviposição (24,5%; 13,4%; e 9,7%, respectivamente), quando comparados com a testemunha não-tratada (69,2%). Em síntese, os resultados dos experimentos de Rummel (1980) e House et al. (1978) sugerem que a dose de 35 g/ha de Diflubenzuron é insuficiente para controlar o bicudo do algodoeiro.

Algumas avaliações feitas, em grandes áreas plantadas com algodão no Sudeste do Texas (Cole 1980), demonstraram que três a cinco aplicações de Diflubenzuron, na dose de 70 g/ha, suprimiram a reprodução de baixas populações de bicudos à metade do que foi observado em campos não-tratados ou tratados com Azimphós Metílico. Cole (1980) também observou que a sobrevivência de larvas no interior de botões florais aumentava à medida que se passava o tempo da última aplicação, sendo que a capacidade reprodutiva da população recuperava-se com uma a duas semanas.

Contrastando todos os estudos até aqui descritos, os testes com Diflubenzuron, realizados no baixo vale do Rio Grande, no Texas, durante um período de dois anos (1976 e 1977), não apontaram diferenças em sobrevivência de bicudos ou rendimentos de algodão, entre parcelas tratadas e não-tratadas, em doses que variaram de 35 a 140 g/ha (Harding 1980). Uma vez que essa área é tradicionalmente infestada por altas populações da praga, a migração de bicudos das áreas vizinhas para as áreas tratadas pode ter sido tão grande, de maneira a mascarar os resultados. Não se observou nenhuma supressão nas populações de predadores, pelo uso de Diflubenzuron.

POSSIBILIDADES DE USO DO DIFLUBENZURON EM PROGRAMAS DE MANEJO DE PRAGAS DO ALGODOEIRO

Há evidência de que, sob certas condições, o Diflubenzuron é, provavelmente, outras uréias substituídas de atividade comparável possam propiciar um controle eficiente e seletivo do bicudo do algodoeiro. Ficou claro que a população que sobrevive de uma safra para outra é ponto crítico dos sistemas e é quando as aplicações de Diflubenzuron

têm suas maiores chances. É, por isso, que se torna muito importante o monitoramento dos campos no início da safra, porque as aplicações do RCI devem ser feitas antes que as fêmeas comecem a infestar os botões florais. A primeira aplicação deve ocorrer quando a maioria das plantas em um campo de algodão começa a mostrar primórdios de botões florais. Os tratamentos devem repetir-se a intervalos menores que sete dias, porque as fêmeas tendem a recuperar a fertilidade depois de 7-10 dias e porque continua havendo saída de adultos das periferias para os campos (White & Rummel 1978). Essa necessidade de aplicações repetidas de Diflubenzuron pode parecer paradoxal, uma vez que é fato conhecido a alta persistência de depósitos do RCI nas folhagens. Entretanto, o crescimento das plantas é muito rápido nesse período, ficando a folhagem e outros órgãos recém-produzidos sem o RCI, caso as aplicações não se repetissem. Além do mais, para eficiência máxima do produto, sabe-se que os insetos têm que entrar em contato com o mesmo ou com superfícies recentemente tratadas.

Se os ovos colocados em botões florais por fêmeas tratadas não eclodem, ou se as larvas recém-nascidas morrem sem alimentar-se, a maioria dos botões florais continuará a desenvolver-se normalmente e não abortará, desde que haja condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Se, por um lado, isso é um aspecto vantajoso, por outro, pode complicar no levantamento de níveis de dano, baseado em número de botões florais com postura (Ganyard et al. 1978). As normas de levantamento de infestação, com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão em relação a tratamentos, são baseadas em levantamentos de campo, onde se contam os adultos ou, na maioria das vezes, os botões danificados.

Como um exemplo típico, o Serviço de Extensão Agrícola do Texas recomenda que, em campos onde populações de bicudos com potencial de dano forem encontradas antes do aparecimento de botões florais, devendo, portanto, ser controladas, as pulverizações de inseticidas devem iniciar-se quando os primórdios de botões florais estiverem do tamanho da cabeça de um palito de fósforo. Se necessário, o tratamento deve ser repetido aos 3-5 dias. Daí por diante, a decisão sobre a necessidade de aplicar ou não o inseticida é baseada na contagem de 100 botões florais com, pelo menos, 1/3 de seu tamanho normal, colhidos ao acaso, em áreas representativas de um campo. Se o dano por bicudos, de alimentação ou de oviposição, alcançar 15% - 20%, os tratamentos devem ser iniciados e repetidos a cada cinco dias, ou menos, se a pressão populacional for muito grande, interrompendo-se, apenas, quando não mais forem necessários. Obviamente, estas normas não são válidas para o Diflubenzuron.

As decisões, para o engajamento do cotonicultor nas recomendações acima descritas, são baseadas em alguns critérios, tais como: (I) conhecimento histórico das infestações do bicudo na área em apreço; (II) disponibilidade de dados sobre a sobrevivência de adultos da safra anterior, acumulados por vários anos; e (III) estimativa da sobrevivência no início da safra em questão e seu potencial de infestação, baseados em armadilhas de feromônio e observações visuais. Apesar de toda a tecnologia necessária para se fazer estas estimativas ainda não estar disponível, a pesquisa poderá desenvolver modelos matemáticos que facilitarão as decisões sobre quais técnicas de controle o agricultor deve usar, inclusive os RCI.

No momento, já enfatizamos bastante, não há dúvida de que o Diflubenzuron deva ser aplicado com óleo vegetal para ser eficiente contra o bicudo. Se as pesquisas futuras mostrarem que outras uréias substituídas como BAY-SIR-8514, CGA-112913 ou CME-134 tenham grande eficiência sem o uso de óleos, obviamente, o seu uso será mais vantajoso que o de Diflubenzuron. Nesse caso, os custos adicionais do óleo e seu efeito deletério sobre as populações de inimigos naturais serão eliminados. É claro que precisamos de muita pesquisa para determinar o efeito que esses outros RCI teriam sobre populações de inimigos naturais.

Também, ficou patente que Diflubenzuron é mais eficiente quando usado contra populações baixas e moderadas de bicudos, em grandes áreas, onde a possibilidade de imigração é reduzida ou eliminada. Integrado com outros métodos de controle, o Diflubenzuron poderá auxiliar muito no manejo das pragas do algodoeiro, em regiões onde o bicudo seja praga-chave.

Um programa integrado de manejo do bicudo, além de fazer uso máximo de inimigos naturais de outras pragas do algodoeiro, como as lagartas-das-maçãs, deve incluir: (I) aplicações de inseticidas no final da safra; (II) destruição dos restos de cultivo, o mais rapidamente possível, após a colheita; (III) uso de variedades de ciclo curto, plantadas durante um período o mais curto possível; (IV) seis aplicações de Diflubenzuron, a intervalos de sete dias, iniciando-se ao aparecimento dos primeiros botões florais; e (V) aplicações de inseticidas microbiológicos e outros métodos biológicos, para se obter bom controle de lagartas-das-maçãs.

É óbvio que tal programa pode encontrar alguns obstáculos; por exemplo, se tivermos altas infestações de *Lygus* spp., no início da safra, teremos que aplicar inseticidas, os quais interferirão nas populações de inimigos naturais que mantêm as lagartas sob controle. Além disso, pode ser que o RCI não dê o controle esperado e tenhamos que usar os

inseticidas convencionais, ocasionando também desequilíbrios na entomofauna benéfica. Por outro lado, pode ser que a população de inimigos naturais, mesmo preservada, não seja grande o suficiente para controlar as lagartas. Aí, teremos que interferir através da criação e soltura em massa de inimigos naturais, ou aplicar micróbios e usar inseticidas convencionais.

REFERÊNCIAS

- ABLES, J.R.; HOUSE, V.S.; JONES, S.L. & BULL, D.L. Effectiveness of Diflubenzuron on boll weevils in central Texas River bottoms area. **Southwest. Entomol.**, 5(1):15-21, 1980a. Suplemento.
- ABLES, J.R.; JONES, S.L. & BEE, M.J. Effect of Diflubenzuron on beneficial arthropods associated with cotton. **Southwest. Entomol.**, 2:66-72, 1977.
- ABLES, J.R.; JONES, S.L.; HOUSE, V.S. & BULL, D.L. Effect of Diflubenzuron on entomophagous arthropods associated with cotton. **Southwest. Entomol.**, 5(1):31-5, 1980b. Suplemento.
- ASCHER, K.R.S & NEMMY, N.E. The ovicidal effect of pH 60-40 (1-(4-Chlorophenyl)-3-(2,6-Difluorobenzoyl)- urea) in *Spodoptera littoralis* Boisid. **Phytoparasitica**, 2:131-3, 1974.
- BECHER, H.M.; BECKER, P.; PROKIC-IMMEL, R. & WIRTZ, E. CME-134; a new chitin synthesis inhibiting. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PROTECTION 10., 1983. **Proceedings...** s.l., s.ed., 1983. v.1, p.408-15.
- BENSKIN, J. & VINSON, S.B. Factors affecting juvenile hormone analogue activity in the tobacco budworm. **J. Econ. Entomol.**, 66:15-20, 1973.
- BOTTRELL, D.G. & ADKISSON, P.L. Cotton insect pest management. **Annu. Rev. Entomol.**, 22:451-81, 1977.
- BULL, D.L.; ABLES, J.R. & LLOYD, E.P. Insect growth regulators with emphasis on the use of Benzoylphenyl ureas. In: RIDGWAY, R.L.; LLOYD, E.P. & CROSS, W.H., ed. **Cotton insect management with special reference to the boll weevil.** s.l., US Dep. Agric., 1983. p.207-35. (US Dep. Agric. Handb., 589).
- BULL, D.L.; HOUSE, V.S.; ABLES, J.R. & MORRISON, R.K. Selective methods for managing insect pests of cotton. **J. Econ. Entomol.**, 72:841-6, 1979.
- BULL, D.L. & IVIE, G.W. Activity and fate of Diflubenzuron and certain derivatives in the boll weevil. **Pestic. Biochem. Physiol.**, 13:41-52, 1980.

- BULL, D.L. & IVIE, G.W. Fate of Diflubenzuron in cotton, soil and rotational crops. *J. Agric. Food Chem.*, **26**:515-20, 1978.
- BULL, D.L. & SHAVER, T.N. Fate of potassium 3,4-Dicloro-5-Isothiazolecarboxylate in soil. *J. Agric. Food Chem.*, **28**:982-5, 1980.
- CAWICH, A.; CROWDER, L.A. & WATSON, T.F. Effects of a juvenile hormone mimic on the pink bollworm. *J. Econ. Entomol.*, **67**:173-6, 1974.
- CHANG, S.C. Laboratory evaluation of Diflubenzuron, penfluron and BAY-SIR-8514 as female against the house fly. *J. Econ. Entomol.*, **72**:479-81, 1979.
- CHANG, S.C. & BORKOVEC, A.B. Effects of Diflubenzuron and Perfluron on viability of house fly eggs. *J. Econ. Entomol.*, **73**:285-7, 1980.
- CHANG, S.C. & STOKES, J.B. Conjugation; the major metabolic pathway of ¹⁴C-Diflubenzuron in the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **72**:15-9, 1979.
- COLE, C.L. Effectiveness of Diflubenzuron in the upper Gulf Coast of Texas. *Southwest. Entomol.*, **5**(1):22-6, 1980. Suplemento.
- CONLEY, J. & LUTTRELL, R.G. Control of boll weevil in cotton, 1982. *Insectic. Acaricide Tests*, **8**:188-9, 1983a.
- CONLEY, J. & LUTTRELL, R.G. Control of *Heliothis* spp. in cotton with insect growth regulators and microbials, 1982. *Insectic. Acaricide Tests*, **8**:189, 1983b.
- COTTON INSECT RESEARCH AND CONTROL CONFERENCE, 37., Atlanta, EUA. *Annual report ... s.l., s.ed.*, 1984.
- COTTON pest control. In: PEST control; an assessment of present and alternative technologies. Washington, Natl. Acad. Sci., 1975. v.3.
- FLINT, H.M. & SMITH, R.L. Laboratory evaluations of TH-6040 against the pink bollworm. *J. Econ. Entomol.*, **70**:51-3, 1977.
- FLINT, H.M.; SMITH, R.L.; FOREY, D. & HORN, B. Diflubenzuron; evaluation for control of the pink bollworm, cabbage looper and cotton leafperforator in a field cage test. *J. Econ. Entomol.*, **70**:237-9, 1977.
- FLINT, H.M.; SMITH, R.L.; NOBLE, J.M.; SHAW, D.; DEMILO, A.B. & KHALIL, F. Laboratory tests of Diflubenzuron and four analogues against the pink bollworm and a field cage test with Diflubenzuron and EL-494 for control of the pink bollworm and cotton leafperforator. *J. Econ. Entomol.*, **71**:616-9, 1978.
- GANYARD, M.C.; BRADLEY, J.R.; BOYD, J.F. & BRAZZEL, J.R. Field evaluation of Diflubenzuron (Dimilin) for control of boll weevil reproduction. *J. Econ. Entomol.*, **70**:347-50, 1977.

- GANYARD, M.C.; BRADLEY, J.R. & BRAZZEL, J.R. Wide-area test of Diflubenzuron for control of an indigenous boll weevil population. *J. Econ. Entomol.*, **71**:785-8, 1978.
- GROSSCURT, A.C. Diflubenzuron; some aspects of its ovicidal and larvicidal mode of action and an evaluation of its practical possibilities. *Pestic. Sci.*, **9**:373-86, 1978.
- GROSSCURT, A.C. Ovicidal effects of Diflubenzuron on the housefly (*Musca domestica*). *Meded. Rijksfac. Landbouwwet. Gent.*, **41**:949-63, 1976.
- GUERRA, A.A. Effect of biologically active substances in the diet on development and reproduction of *Heliothis* spp. *J. Econ. Entomol.*, **63**:1518-21, 1970.
- GUERRA, A.A.; WOLFENBARGER, D.A. & GARCIA, R.D. Activity of juvenile hormone analogs against the tobacco budworm. *J. Econ. Entomol.*, **66**:833-5, 1973.
- HAJJAR, N.P. & CASIDA, J.E. Structure-activity relationships of Benzoylphenyl ureas as toxicants and chitin synthesis inhibitors in *Oncopeltus fasciatus*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **11**:35-45, 1979.
- HARDING, J.A. & WOLFENBARGER, D.A. Evaluation of Diflubenzuron for boll weevil control in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Southwest. Entomol.*, **5**(1):27-30, 1980. Suplemento.
- HARRIS, W. Dimilin status, cotton boll weevil. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION MECHANICAL CONFERENCE, St. Louis, EUA, 1980. Proceedings... s.l., s.ed., 1980. p.78.
- HOPKINS, A.R.; MOORE, R.F. & JAMES, W. Efficacy of Diflubenzuron diluted in three volumes of oils on boll weevil progeny. *J. Econ. Entomol.*, **75**:385-6, 1982.
- HOPKINS, A.R.; MOORE, R.F. & JAMES, W. Field evaluation of insect growth regulator formulations on cotton insects. *J. Agric. Entomol.*, **2**, 1984. Prelo.
- HOUSE, V.S.; ABLES, J.R.; JONES, S.L. & BULL, D.L. Diflubenzuron for control of the boll weevil in unisolated cotton fields. *J. Econ. Entomol.*, **71**:797-800, 1978.
- HOUSE, V.S.; ABLES, J.R.; MORRISON, R.K. & BULL, D.L. Effect of Diflubenzuron formulations on the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. *Southwest. Entomol.*, **5**:133-8, 1980.
- IVIE, G.W. & WRIGHT, J.E. Fate of Diflubenzuron in the stable fly and house fly. *J. Agric. Food Chem.*, **26**:90-4, 1978.

- JOHNSON, W.L.; MOODY, D.L.; LLOYD, E.P. & TAFT, H.M. Boll weevil; egg hatch inhibition with four formulation of Diflubenzuron. *J. Econ. Entomol.*, **71**:179-80, 1978.
- KEEVER, D.W.; BRADLEY JUNIOR, J.R. & GANYARD, M.C. Effects of Diflubenzuron (Dimilin) on selected beneficial arthropods in cotton fields. *Environ. Entomol.*, **6**:732-6, 1977.
- LACEY, L.A. & MULLA, M.S. Biological activity of Diflubenzuron and three new IGR' against *Simulium vittatum* (Diptera: Simuliidae). *Mosq. News*, **38**1:377-81, 1978.
- LLOYD, E.P.; WOOD, R.H. & MITCHELL, E.B. Boll weevil; suppression with TH-60-40 applied in cotton-seed oil as a foliar spray. *J. Econ. Entomol.*, **70**:442-4, 1977.
- LOVESTRAND, S.A. & BEAVERS, J.B. Effect of Diflubenzuron on four species of weevils attacking citrus in Florida. *Fla. Entomol.*, **63**:112-5, 1980.
- MCDANIEL, S.G. & STERLING, W.L. Predator determination and efficiency on *Heliothis virescens* eggs in cotton using ^{32}P . *Environ. Entomol.*, **8**:1083-7, 1979.
- MCLAUGHLIN, R.E. Response of the boll weevil to TH-6040 administered by feeding. *J. Econ. Entomol.*, **69**:317-18, 1976.
- MANSAGER, E.R.; STILL, G.G. & FREAR, D.S. Fate of (^{14}C) Diflubenzuron on cotton and in soil. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **13**:172-82, 1979.
- METCALF, R.L.; YOUNG, L.P. & BOWLUS, S. Degradation and environmental fate of 1-(2,6-Difluorbenzoyl)-3-(4-Chlorophenyl) urea. *J. Agric. Food Chem.*, **23**:359-64, 1975.
- MOORE, R.F.; LEOPOLD, R.A. & TAFT, H.M. Boll weevils; mechanism of transfer of Diflubenzuron from male to female. *J. Econ. Entomol.*, **71**:587-90, 1978.
- MOORE, R.F. & TAFT, H.M. Boll weevils; chemosterilization of both sexes with Busulfan plus Thompson - Hayward TH-6040. *J. Econ. Entomol.*, **58**:96-8, 1975.
- MULDER, R. & GIJSWIJT, M.J. The laboratory evaluation of two promising new insecticides which interfere with deposition. *Pestic. Sci.*, **4**:737-45, 1973.
- NEMEC, S. How a consultant looks at Dimilin. In: DIMILIN; breakthrough in pest control. Willoughby, Agri-Fieldman, 1978. p.19-20.
- POST, L.C.; DEJONG, B.J. & VINCENT, W.R. 1-(2,6-Disubstituted Benzoyl)-3-Phenylurea insecticides; inhibitors of chitin synthesis. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **4**:473-83, 1974.

- PRICE, R.; MUSSETT, K.; YOUNG, J. & STEWARD, B. Chemical control of the cotton bollworm and tobacco budworm, 1982. *Insectic. Acaricide Tests*, **8**: 198, 1983.
- RIDGWAY, R.L. & LINGREN, P.D. Predacious and parasitic arthropods as regulators of *Heliothis* populations. In: DISTRIBUTION, abundance, and control of *Heliothis* species in cotton and other host plants. s.l., s.ed., 1972. p.48-56. (South. Coop. Serv. Bull., 169).
- RUMMEL, D.R. Effectiveness of Diflubenzuron on boll weevils in the Texas rolling plains. *Southwest. Entomol.*, **5**(1):8-14, 1980. Suplemento.
- RUMMEL, D.R.; PRUITT, G.R.; WHITE, J.R. & WADE, L.J. Comparative effectiveness of Diflubenzuron and Azinphosmethyl for control of boll weevils. *Southwest. Entomol.*, **4**:315-20, 1979.
- SCHROEDER, W.J.; BEAVERS, J.B.; SUTTON, R.A. & SELHIME, A.G. Ovicidal effect of TH-6040 in *Diaprepes abbreviatus* on citrus in Florida. *J. Econ. Entomol.*, **69**:780-2, 1976.
- STILL, G.G. & LEOPOLD, R.A. The elimination of (N- ((4-Chlorophenyl) amino) Carbonyl)-2,6-Difluorobenzamine) by the boll weevil. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **9**:304-12, 1978.
- TAFT, H.M. Early tests with Dimilin on the boll weevil. In: DIMILIN; breakthrough in pest control. Willoughby, Agri. Fieldman, 1978. p.10-1.
- TAFT, H.M. & HOPKINS, A.R. Boll weevils; fields populations controlled by sterilizing emerging overwintered females with a TH-6040 sprayable bait. *J. Econ. Entomol.*, **68**:551-4, 1975.
- TURNIPSEED, S.G.; HEINRICHS, E.A.; SILVA, R.F.P. da & TODD, J.W. Response of soybean insects to foliar application of a chitin synthesis inhibitor TH-6040. *J. Econ. Entomol.*, **67**:760-2, 1974.
- VERLOOP, A. & FERRELL, C.D. Benzoylphenyl ureas; a new group of larvicides interfering with chitin synthesis. In: PLIMMER, J., ed. *Pesticide chemistry in the 20th Century*. Washington, Am. Chem. Soc., 1977. p.237-70. (ACS Symp. Ser., 37).
- WHITCOMB, W.H. & BELL, K. Predacious insects, spiders and mites of Arkansas cotton fields. s.l., s.ed., 1964. 83p. (Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull., 690).
- WHITE, J.R. & RUMMEL, D.R. Emergence profile of overwintered boll weevils and entry into cotton. *Environ. Entomol.*, **7**:7-14, 1978.
- WHITTEN, C.J. & BULL, D.L. *In vivo* effect of a juvenile hormone analogue on the nonspecific esterases of the boll weevil. *Southwest. Entomol.*, **3**:226-31, 1978.

- WILKINSON, J.D.; BIEVER, K.D.; IGNOFFO, C.M.; PONS, W.J.; MORRISON, R. K. & SEAY, R.S. Evaluation of Diflubenzuron formulations on selected parasitoids and predators. *J. Ga. Entomol. Soc.*, **13**:227-36, 1978.
- WRIGHT, J.E. & HARRIS, R.L. Ovicidal action of Thompson-Hayward TH-6040 in the stable fly and horn fly after surface contact by adults. *J. Econ. Entomol.*, **69**:728-30, 1976.
- WRIGHT, J.E. & SPATES, G.E. Reproductive inhibition activity of the insect growth regulator TH-6040 against the stable fly and the house fly; effects on hatchability. *J. Econ. Entomol.*, **69**:365-8, 1976.
- ZOEBELEIN, G.; HAMMANN, I. & SIRRENBURG, W. BAY-SIR-8514; a new chitin synthetase inhibitor. *Z. Angew. Entomol.*, **89**:289-97, 1980.

CONTROLE BIOLÓGICO DO BICUDO DO ALGODOEIRO

NOTA DOS EDITORES

O Dr. James R. Cate, Professor do Departamento de Entomologia da Texas A & M University, foi convidado a escrever o Capítulo sobre Controle Biológico do Bicudo. Desafortunadamente, devido a seus inúmeros afazeres e compromissos, não conseguiu submeter o manuscrito dentro do limite de prazo que lhe foi concedido. Por essa razão, este livro não traz um capítulo sobre Controle Biológico.

A fim de prover os leitores com informações bibliográficas sobre o assunto, os editores compilaram a seguinte lista bibliográfica:

A – PATÓGENOS

BELL, M.R. & MCLAUGHLIN, R.E. Influence of the protozoan *Mattesia grandis* McLaughlin on the toxicity to the boll weevil of four insecticides. *J. Econ. Entomol.*, **63**(1):266-9, 1970.

MCLAUGHLIN, R.E. Development of the bait principles for boll weevil control. II. Field-cage tests with a feeding stimulant and the protozoan *Mattesia grandis*. *J. Invertebr. Pathol.*, **9**(11):70-7, 1967.

MCLAUGHLIN, R.E. *Glugea gasti* sp.; a microsporidan pathogen of the boll weevil *Anthonomus grandis*. *J. Protozoal.*, **19**(1):84-92, 1969.

MCLAUGHLIN, R.E. Infection of the boll weevil with *Mattesia grandis* induced by a feeding stimulant. *J. Econ. Entomol.*, **59**(4):909-11, 1966.

MCLAUGHLIN, R.E. Infectivity tests with *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on *Anthonomus grandis* Boheman. *J. Insect Pathol.*, **4**(3):387-8, 1962.

MCLAUGHLIN, R.E. Laboratory techniques for rearing disease-free insect colonies; elimination of *Mattesia grandis* McLaughlin and *Nosema* sp. from colonies of boll weevils. *J. Econ. Entomol.*, **59**(2):401-4, 1966.

MCLAUGHLIN, R.E. *Mattesia grandis* n. sp. a sporozoan pathogen of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman. *J. Protozoal.*, **12**(3):405-13, 1965.

MCLAUGHLIN, R.E. Some relationships between the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman and *Mattesia grandis* McLaughlin (Protozoa: Neogregarinida). *J. Invertebr. Pathol.*, **7**(4):464-73, 1965.

- MCLAUGHLIN, R.E. & ADAMS, C.H. Infection of *Bracon mellitor* (Hymenoptera: Braconidae) by *Mattesia grandis* (Protozoa: Neogregarinida). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 59(4):800-2, 1966.
- MCLAUGHLIN, R.E. & BELL, M.R. Mass production *in vivo* of two protozoan pathogens, *Mattesia grandis* and *Glugea gasti*, of the boll weevil *Anthonomus grandis*. *J. Invertebr. Pathol.*, 16(1):84-8, 1970.
- MCLAUGHLIN, R.E.; BELL, M.R. & DAUM, R.J. Suspension of microorganisms in a thixotropic solution. *J. Invertebr. Pathol.*, 9(1):35-9, 1967.
- MCLAUGHLIN, R.E.; BELL, M.R. & VEAL, S.D. Bacteria and fungi associated with dead boll weevils (*Anthonomus grandis*) in a natural population. *J. Invertebr. Pathol.*, 8(3):401-8, 1965.
- MCLAUGHLIN, R.E.; CLEVELAND, T.C.; DAUM, R.J. & BELL, M.R. Development of the bait principle for boll weevil control. IV. Field tests with a bait containing *Glugea gasti* and *Mattesia grandis*. *J. Invertebr. Pathol.*, 13(3):429-41, 1969.
- MCLAUGHLIN, R.E.; DAUM, R.J. & BELL, M.R. Development of the bait principle for boll weevil control. III. Field-cage tests with a feeding stimulant and the protozoans *Mattesia grandis* (Neogregarinida) and a microsporidan. *J. Invertebr. Pathol.*, 12:168-74, 1968.
- MCLAUGHLIN, R.E. & SIKOROWSKI, P.P. Observations of boll weevil midgut when fed natural food or on bacterially contaminated artificial diet. *J. Invertebr. Pathol.*, 32:64-70, 1978.
- ROBERTS, D.W. & YENDOL, W.G. Use of fungi for microbial control of insects. In: MICROBIAL control of insects and mites. s.l., s.ed., 1971. p.125-49.
- THOMPSON, A.C. & MCLAUGHLIN, R.E. Comparison of the lipids and fatty acids of *Mattesia grandis* and the fat body of the host *Anthonomus grandis*. *J. Invertebr. Pathol.*, 30:108-9, 1977.
- VAURA, J. & MCLAUGHLIN, R.E. The fine structure of some development stages of *Mattesia grandis* McLaughlin (Sporozoa: Neogregarinida), a parasite of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman. *J. Protozool.*, 17(3):483-96, 1970.

B – PARASITAS E PREDADORES

- ADAMS, C.H.; CROSS, W.H. & MITCHELL, H.C. Biology of *Bracon mellitor*, a parasite of the boll weevil. *J. Entomol.*, 62(4):889-96, 1969.
- CHESNUT, T.L. & CROSS, W.H. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 2. Comparison of their importance in the United States over a period of thirty-eight years. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 64(3):549-57, 1971.

- CROSS, W.H. & CHESNUT, T.L. Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 1. An annotated list. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **64**(2):516-27, 1971.
- CROSS, W.H.; MCGOVERN, W.L. & MITCHELL, H.C. Biology of *Bracon kirkpatricki* and field releases of the parasite for control of the boll weevil. *J. Econ. Entomol.*, **62**(2):448-54, 1969.
- CROSS, W.H. & MITCHELL, H.C. Distribution and importance of *Heterolaccus grandis* as a parasite of the boll weevil. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **62**(1):235-6, 1969.
- JOHNSON, W.L.; CROSS, W.H.; MCGOVERN, W.L. & MITCHELL, H.C. Biology of *Heterolaccus grandis* in a laboratory culture and its potential as an introduced parasite of the boll weevil in the United States. *Environ. Entomol.*, **2**(1):112-8, 1973.
- MARSH, P.M. Two new species of *Heterospilus* (Hymenoptera: Braconidae) from Mexico being introduced against the cotton boll weevil *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, **84**(4):849-54, 1982.
- WHARTON, R.A. New species of *Illidops* and *Bracon* (Hymenoptera: Braconidae) of potential use in biological control. *Can. Entomol.*, June 1983. p.667-72.

Departamento de Difusão de Tecnologia - DDT
Brasília, DF

Chefe: Ivan Sérgio Freire de Sousa

Coordenadoria de Comunicação Técnico-Científica - COTEC

Coordenadora: Evanir Pimenta Figueiredo

Tratamento Editorial

Antonio Carlos Naves

Aparecida M. Neiva Barbalho

Carlota Célia Germano

Cecília Maria Pinto Mac-Dowell

Glória Balué Gil

Mary Coeli Grangeiro Ferrer

Patrícia Maia Souto Maior

Vania Grace Nogueira

Composição

Francisca Bezerra de Assis Soares

Montagem e arte-final

Katiana Vieira de Melo

Capa

Cláudia Maria da Silva Pereira