



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-graduação em Ecologia

**ECOLOGIA DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO *Anthonomus grandis*
BOHEMAN, 1843 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) NO
CERRADO DO BRASIL CENTRAL**

Foto: Paulina Ribeiro



Paulina de Araújo Ribeiro

2007



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-graduação em Ecologia

**ECOLOGIA DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO *Anthonomus grandis*
BOHEMAN, 1843 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) NO
CERRADO DO BRASIL CENTRAL**

Paulina de Araújo Ribeiro

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ecologia, sob orientação da Prof^a. Dra. Ivone Rezende Diniz e co-orientação da Dra. Eliana Maria Gouveia Fontes.

**Brasília, DF
2007**

OFEREÇO

Aos meus queridos pais **LAELSON** e **VERA LÚCIA** pela vida, pelo amor, carinho e afeto. Pelos incentivos na vida profissional e por serem meus exemplos de vida. A minha eterna gratidão pelo melhor presente que me deram, a educação;

A minha irmã **ELVE** pelo carinho, atenção e por ser uma pessoa muito especial que me incentivou a prosseguir nessa jornada;

Aos meus sobrinhos **ERUS** e **CAMILA** por toda alegria que me proporcionam com a sua existência;

Ao meu marido **NILTON ROGÉRIO** por todo amor, carinho, atenção, muita paciência e compreensão, pelo apoio incondicional e pelas palavras de incentivo durante todo o curso;

DEDICO

A minha querida irmã **ELKE**, pela força que sempre me deu em todos os momentos e pela eterna saudade que me deixou! A meu filho (a) que mesmo antes de vir ao mundo me dar forças para continuar nessa caminhada!

AGRADECIMENTOS

A **DEUS** pela vida e por permitir que esse trabalho fosse realizado e por me dar forças para superar os obstáculos;

A minha orientadora Prof^a. Dra. Ivone Rezende Diniz (UnB) por ter tornado possível o ingresso no curso, pela orientação sempre com muita dedicação, carinho, compreensão, amizade e por ter realmente me ajudado.

A minha co-orientadora Dra. Eliana Fontes pela oportunidade de trabalhar no projeto de algodão na Embrapa Cenargen e pelo apoio logístico, por ser uma pessoa muito humana, pela compreensão e por todo carinho com que sempre me tratou.

Ao Dr. Edison Sujii (Embrapa-Cenargen) pela valiosa colaboração que deu a esse trabalho, pelo apoio incondicional com idéias e inúmeras discussões e sugestões e pela amizade;

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade de Brasília. Ao Prof. John DuVall Hay e Prof^a. Helena C. Morais, coordenadores do Programa de Pós graduação em Ecologia e aos professores, pelos valiosos ensinamentos. Ao CNPq pela bolsa concedida para realização deste estudo e à FAT/FINEP/Embrapa pelo apoio financeiro. À Aida, secretária do Instituto de Ciências Biológicas da UnB, pela sua atenção e por facilitar os contatos com a professora Ivone. Aos funcionários do Departamento de Ecologia, Fabiana, Hugo, Iriode e Fábio por me ajudarem quando necessário;

Aos queridos amigos, Dra. Marina Frizzas e Gustavo Ortis pela ajuda nos trabalhos de campo e pelos momentos felizes que passamos juntos no laboratório. À amiga Maria Alice pela amizade, pelas parcerias nos trabalhos das disciplinas, por ter tornado possível as análises de pólen e por me incentivar a concluir este trabalho. À amiga Carolina Cardoso, pela amizade, apoio nos trabalhos de campo e de laboratório e pela força nas horas mais difíceis;

À Dra. Carmen Pires pela ajuda no desenvolvimento do trabalho realizado na Embrapa Hortaliças e pela participação em congresso. À Dra. Marina Castelo Branco, por ter ensinado a técnica de acetólise para análise de pólen e pela revisão de manuscrito. À professora Maria Lea Labouriau, pela paciência e disponibilidade em ensinar a identificar os grãos de pólen e por ser um exemplo de pesquisadora a ser seguido. A Benedito Pereira, botânico do IBGE, pela valiosa colaboração na

identificação de plantas do cerrado e revisão de manuscrito. À amiga Dalva Gabriel pelo carinho, atenção, amizade, envio de publicações e pela revisão da tese. Ao Dr. Sebastião Barbosa, pela revisão de manuscrito e importantes sugestões;

A Francisco Schmidt, pela ajuda de campo na montagem das armadilhas e pelas sugestões para montagem dos experimentos de campo. A Dr. Raul Laumann pela disponibilidade em ensinar a separar por sexo os adultos de bicudo. A João Sávio e Hélio Moreira pelas importantes ajudas de campo e pela amizade e a Rogério Fernandes pelas informações sobre o comportamento do bicudo. A Vinícius Vasconcelos pela ajuda de campo e tomada dos pontos das coordenadas geográficas das áreas de estudo, com a elaboração de mapa;

Aos queridos amigos e amigas, Patrícia, Ísis, Karla, Paulo, Tainã, Pedro, Eliana, Fernanda, Thabata, Gisele, Viviane, Laura, Erich Nakasu, João Paulo, Kelly, Lídia e Verônica Mota, pela convivência tão agradável e porque realmente fizeram a diferença na participação dos trabalhos, tanto em campo quanto em laboratório, principalmente aqueles que aprenderam a identificar o sexo do bicudo e os danos nos botões florais. A todos vocês a minha eterna gratidão! A Laudicéa, Viviane, Clarissa, Ana Paula, Diana, Bem Hur, Benito e Márcia, pelo companheirismo nos trabalhos das disciplinas que fizemos no curso de Ecologia;

A Rose Monnerat, Simoni Dias e José Miranda pelo empréstimo de materiais importantes para a execução dos trabalhos. A Cida, Cristiano, Andréa e Carol da Secretaria da Área de Controle biológico, por serem muito eficientes e prestativos comigo;

Aos motoristas da Embrapa Cenargen Camilo e Carlos Henrique pelas ajudas em campo e aos demais pelas viagens agradáveis. A Genival gerente da Fazenda Coperbrás, por nos permitir trabalhar na área de sua responsabilidade e por ser muito prestativo, quando precisávamos de suas experiências. Aos funcionários da Embrapa Hortaliças, Paulo Vítor, Vítor e Jéferson (Moita) pela valiosa colaboração nas atividades de campo e a Luís Póvoa pelo preparo do campo experimental;

A Miguel Michereff Filho e a Dra. Maria Esther Boiteaux por permitir o uso de laboratórios e equipamentos sob suas responsabilidades e a Heloísa Frazão e Irene Martins pela disponibilidade para ajudar na microscopia óptica e pelo carinho. Ao Eng^o Agrônomo Ronaldo Setti do laboratório de entomologia da Embrapa Hortaliças, pela valiosa ajuda no processo de acetólise.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

*Se não houver frutos, valeu a beleza das flores
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas
Se não houver folhas, valeu a intenção da semente*

Henfil

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Figuras.....	xi
Resumo.....	xv
Abstract.....	xvii
Introdução geral	1
Capítulo I - Abundância e movimento do bicudo-do-algodoeiro <i>Anthonomus grandis</i> Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) na safra e entressafra do algodoeiro	
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	21
Resultados.....	24
Discussão.....	29
Capítulo II - Recursos alimentares utilizados pelo bicudo-do-algodoeiro <i>Anthonomus grandis</i> Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) na safra e entressafra da cultura do algodoeiro no cerrado de Brasília	
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	52
Resultados.....	57
Discussão.....	60
Capítulo III – Danos causados pelo bicudo-do-algodoeiro <i>Anthonomus grandis</i> Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) em plantios de algodoeiro no cerrado de Brasília	
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	76
Resultados.....	79
Discussão.....	84
Referências.....	101

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Número mensal de adultos do bicudo *Anthonomus grandis* capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, de novembro de 2003 a dezembro de 2004 na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF..... 35

Capítulo II

Tabela 1. Número mensal de adultos de bicudo *Anthonomus grandis* capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, de novembro de 2003 a dezembro de 2004 na Fazenda Coperbrás, localizada no Núcleo Rural Rio Preto, DF..... 65

Tabela 2. Número de bicudos adultos analisados, porcentagem de grãos de pólen encontrado no trato digestório dos insetos e suas respectivas famílias de plantas, nas quatro áreas..... 66

Tabela 3. Ocorrência de famílias, gêneros e espécies de plantas identificadas através dos grãos de pólen ingeridos por adultos de bicudo coletados nas quatro áreas, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, maio, julho, agosto, setembro e outubro em área de cerrado..... 67

Tabela 4. Número, famílias e espécies de plantas presentes em 0,05 ha da área de cerrado da Fazenda Coperbrás, DF..... 68

Capítulo III

Tabela 1. Número mensal de estruturas reprodutivas do algodoeiro coletadas nas plantas e no solo das parcelas convencionais e controles nos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006 na Embrapa Hortaliças, DF..... 89

Tabela 2. Número e estágios de desenvolvimento do *Anthonomus grandis* em botões florais e maçãs coletadas em 20 plantas e no solo das parcelas convencionais na safra do algodoeiro dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, na Embrapa Hortaliças, DF..... 90

Tabela 3. Número e estágios de desenvolvimento do *Anthonomus grandis* em botões florais e maçãs coletadas em 20 plantas e no solo das parcelas controles na safra do algodoeiro dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, na Embrapa Hortaliças, DF..... 91

Tabela 4. Estágios do bicudo e tamanho das estruturas reprodutivas do algodoeiro, coletadas nas parcelas convencionais e controles dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF..... 92

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1.** Carta Imagem da Fazenda Coperbrás, DF com a localização das áreas de algodoeiro, cerrado e mata de galeria..... 35
- Figura 2.** Distribuição das armadilhas com o feromônio Bio Bicudo nas quatro áreas de estudo..... 36
- Figura 3.** Modelo da armadilha “Boll Weevil Accountrap” usada com o feromônio Bio bicudo, para captura de adultos do bicudo-do-algodoeiro contendo pedaço de coleira usada contra carrapatos em cães..... 37
- Figura 4.** Número total de adultos do bicudo capturado por mês nas armadilhas com o feromônio Bio bicudo, posicionadas dentro da área de algodão cerrado (A) no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, (B) na área de algodão mata, (C) na área de cerrado e (D) na área de mata. Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF..... 38
- Figura 5.** Número médio de adultos do bicudo capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, posicionadas dentro da área de algodão cerrado, em cinco distâncias diferentes da borda, (A) no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, (B) no período de colonização (dezembro-2003 a fevereiro-2004), (C) no período de estabelecimento (março a maio-2004) e (D) no período de dispersão (junho-2004). Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF..... 39
- Figura 6.** Número médio de adultos do bicudo capturado semanalmente em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, posicionadas dentro da área de algodão mata, em quatro distâncias diferentes da borda, (A) no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, (B) no período de colonização (dezembro-2003 a fevereiro-2004), (C) no

período de estabelecimento (março a julho-2004) e (D) no período de dispersão (agosto-2004). Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF..... 40

Figura 7. Número médio de adultos do bicudo capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, em cinco distâncias diferentes da borda, no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro (A) área de cerrado (B) área de mata. Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF..... 41

Figura 8. Número de machos e fêmeas de bicudos coletado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de algodão cerrado, na Fazenda Coperbrás, DF..... 42

Figura 9. Número de machos e fêmeas de bicudos coletado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de algodão mata, na Fazenda Coperbrás, DF..... 42

Figura 10. Número de machos e fêmeas de bicudos coletado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de cerrado, na Fazenda Coperbrás, DF..... 43

Figura 11. Número de machos e fêmeas de bicudos coletado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de mata, na Fazenda Coperbrás, DF..... 43

Capítulo II

Figura 1. Porcentagem de grãos de pólen e suas respectivas famílias de plantas encontradas no trato digestório dos bicudos, capturados nas armadilhas com o feromônio Bio bicudo, em duas áreas de algodoeiro e de cerrado, no início da safra do algodoeiro (janeiro e fevereiro) 69

Figura 2. Porcentagem de grãos de pólen e suas respectivas famílias de plantas encontradas no trato digestório dos bicudos, capturados nas armadilhas com o

feromônio Bio bicudo, em duas áreas de algodoeiro, de cerrado e de mata de galeria, no final do ciclo do algodoeiro (agosto e setembro) 70

Figura 3. Plantas do gênero *Smilax* (Smilacaceae), encontradas nas margens da área de cerrado e dentro da mata de galeria, respectivamente, na Fazenda Coperbrás, DF..... 71

Capítulo III

Figura. 1. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação nos botões florais das parcelas convencionais no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF 93

Figura. 2. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nas maçãs das parcelas convencionais no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF..... 93

Figura. 3. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nos botões florais das parcelas controles no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF..... 94

Figura. 4. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nas maçãs das parcelas controles no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF..... 94

Figura. 5. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nos botões florais das parcelas convencionais no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF..... 95

Figura. 6. Porcentagem dos danos, causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação causados nas maçãs das parcelas convencionais no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF..... 95

Figura. 7. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nos botões florais das parcelas controles no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.....	96
Figura. 8. Porcentagem dos danos, causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nas maçãs das parcelas controles no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.....	96
Figura. 9. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas convencionais; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2004/2005.....	97
Figura. 10. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas controles; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2004/2005.....	98
Figura. 11. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas convencionais; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2005/2006.....	99
Figura. 12. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas controles; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2005/2006.....	100

Resumo

O bicudo *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), considerado a principal praga do algodoeiro, foi introduzido no Brasil em 1983. Essa praga provoca os maiores danos ao induzir a queda de botões florais, destruir maçãs e impedir a formação de capulhos. As razões pelas quais o bicudo tem sido uma praga tão bem sucedida no Brasil são: a alta capacidade reprodutiva do inseto, a baixa eficiência de inimigos naturais, o elevado poder destrutivo e a dificuldade de controle das larvas devido ao hábito alimentar e desenvolvimento no interior das estruturas reprodutivas. Dessa forma, as larvas se abrigam da ação dos inseticidas que atingem só os adultos. O presente trabalho foi realizado com os objetivos de: (1) verificar os padrões de movimentação das populações de bicudo ao longo do ano, entre duas áreas cultivadas com o algodoeiro e duas áreas de vegetação natural vizinhas, que compreenderam o cerrado sentido restrito e a mata de galeria e a utilização pelo bicudo dessas áreas naturais no período de safra e entressafra da cultura; (2) identificar quais as espécies de plantas utilizadas como recursos alimentares pelo bicudo, através da análise dos grãos de pólen ingeridos pelos insetos no início e no final do ciclo da cultura e, ainda, (3) verificar a colonização e os danos causados pelo bicudo na cultura do algodoeiro, em uma área experimental distante aproximadamente 70km das outras regiões produtoras de algodoeiro. Em cada área de estudo (n=4) foi estabelecida uma grade formada por quatro transectos com 280m cada. Em cada transecto, armadilhas contendo feromônio foram instaladas a uma distância de 70m entre si, sobre estacas a aproximadamente 1m acima do solo. Adultos do bicudo coletados pelas armadilhas de feromônio foram submetidos ao processo de acetólise para recuperação e identificação dos grãos de pólen ingeridos pelos insetos. Foram feitos, ainda, experimentos nos anos agrícolas 2004/2005

e 2005/2006 em quatro parcelas com controle químico de pragas e quatro parcelas testemunhas sem controle de pragas. Foram feitas avaliações semanais, por caminhamento em ziguezague, em cinco pontos de amostragens dentro de cada parcela, coletando-se botões florais e maçãs do terço médio superior da planta, assim como os botões florais e maçãs caídos no solo abaixo da mesma, para análise dos danos causados por orifícios de oviposição e alimentação. A planta selecionada em cada um dos pontos era a que apresentava melhor desenvolvimento vegetativo entre as demais. Os bicudos migraram do cerrado para a área de algodoeiro próxima ao cerrado, no início da safra do algodoeiro de 2005 na fazenda Coperbrás, sem apresentar um padrão definido de colonização das bordas para o interior. Não houve migração de bicudos da mata de galeria para a área de algodoeiro próxima à mata, no início da safra do algodoeiro. O período de saída do bicudo das áreas de algodoeiro para as áreas de vegetação natural ocorreu com maior intensidade após a colheita da cultura. Foram capturados bicudos nas armadilhas instaladas na área de cerrado, durante o ano inteiro. O bicudo utilizou grãos de pólen de 19 famílias de plantas, tanto na safra como na entressafra da cultura do algodoeiro. A família Smilacaceae foi o recurso alimentar mais utilizado pelo inseto, seguida das famílias Proteaceae, Melastomataceae-Combretaceae e Myrtaceae. A família Smilacaceae ainda não havia sido constatada como recurso utilizado pelo bicudo, em trabalhos semelhantes. O bicudo possui a capacidade de colonizar novas áreas de algodoeiro e causar danos acima do nível de controle já no primeiro ano de plantio. Durante a entressafra da cultura, parte da população de adultos não abandona as maçãs secas no final do ciclo do algodoeiro possivelmente como uma estratégia de sobrevivência do inseto.

Abstract

The boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), one of the main pests of cotton, was introduced in Brazil in 1983. It causes the most serious damage to the crop, such as the falling of the flower buds, destruction of bolls and reduced linter production. The serious pest status of the boll weevil is mainly due to its high reproductive capacity, highly efficient rate of colonization and spread, serious damage caused to commercially valued plant parts, and low efficiency of natural biological control agents in regulating boll weevil population. Furthermore, the endophagous feeding habit of larvae protect them from insecticidal sprays and only adults are affected by chemical control tactics. A better understanding of the biology and ecology of this insect could help in the development of more effective control strategies. The objectives of this work were: (1) to describe the patterns of boll weevil movement from cotton fields to neighboring natural areas (Cerrado and Gallery Forest), the distribution and abundance of the boll weevil inside cotton fields, and the possible locations used as refuge outside cotton fields; (2) to investigate the boll weevil feeding behavior by identifying the plant species fed by adult boll weevil outside the cotton fields through the analysis of the pollen grains found in the insect's digestive system; and (3) to study the patterns and dynamics of the boll weevil infestation. The study was conducted in two experimental sites. The first site consisted of two cotton fields and two areas of natural vegetation bordering the fields, one covered by Cerrado vegetation and the other one by a Gallery Forest. Pheromone traps were placed in each experimental area, distributed in a grid consisting of four transects and five lines of traps. The lines represented the distance from the cotton fields and were distant 70m from each other. The pheromone traps were placed one meter above the ground in the

intersections between transects and lines. Adults collected in the traps throughout the year were submitted to an acetolysate process for the identification of the pollen grains ingested by the insects. The second study consisted of eight experimental plots, four treated with chemical insecticides and four controls (not treated). Samples were collected every week throughout the cropping season by walking in zigzag inside each plot, collecting flower buds and bolls from the above one third of five plants and from the soil immediately below each plant. The results showed that the boll weevil migrated from the Cerrado to the cotton field with no defined pattern of colonization from the borders to the center of the field. Movement of the boll weevil from the Gallery Forest to the cotton field was not observed. The movement from the cotton fields to the natural vegetation areas was predominantly observed just after harvesting. In the cotton field close to the Cerrado the insect abundance was higher in the center, and in the field close to the Gallery Forest abundance was higher in the border. Insects were captured in the Cerrado during the whole year. The classification of the pollen grains ingested by the insects showed that the boll weevil fed on 19 different plant families during and between cropping seasons. The Smilacaceae family was the most frequently used as food resource, followed by the families Proteaceae, Melastomataceae-Combretaceae and Myrtaceae. This is the first record of Smilacaceae as food plant of the boll weevil. Furthermore, the results show that this pest has the capacity to colonize and cause damage above control level early in new areas cropped with cotton for the first time. During the fallow period in the dry season in the Cerrado, part of the adult population does not leave the old bolls and stay in the area, possibly as a survival strategy.

Introdução geral

A cultura do algodoeiro

O algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. já era cultivado desde 4.000 e 2.500 a.C. na Índia e no norte do Peru, respectivamente. No Velho Mundo o algodoeiro teve origem na Índia e expandiu-se para o Paquistão, Tailândia, China, Irã, Síria, Turquia e Grécia. Nos séculos IX e X os conquistadores árabes (a palavra algodão vem do árabe “al-qutun”) disseminaram o algodoeiro pelas regiões mediterrâneas. Presume-se que, no Novo Mundo, o algodoeiro seja originário da América Central, possivelmente nas regiões que abrangem o México e Guatemala. Depois se propagou para Nicarágua, Colômbia, Brasil e Argentina (Carvalho 1996).

A família Malvaceae, a qual pertence o algodoeiro, apresenta distribuição mundial, com centro de dispersão nas regiões tropicais. Esta família possui 85 gêneros e mais de 1.500 espécies, de hábito variado, com diferentes formas de crescimento como, ervas, arbustos e árvores (Joly 1983). A importância econômica dessa família está nas espécies produtoras de fibras e o algodoeiro é a planta produtora de fibra mais importante do mundo (Hayward 1938, Berrie 1977). O gênero *Gossypium*, ao qual pertence o algodoeiro, possui 52 espécies de ampla distribuição, mas apenas quatro espécies do gênero são cultivadas e exploradas economicamente. Quarenta e seis espécies do gênero são diplóides ($2n=26$) e as demais são alotetraplóides ($2n=52$). As diplóides dividem-se em dois grupos: (1) do velho mundo, originárias da África, Ásia e Oceania, e (2) do novo mundo, originárias das Américas. As alotetraplóides são todas originárias das Américas e foram formadas pela hibridação, seguida de duplicação cromossômica, entre espécies de cromossomos pequenos e grandes (Barroso & Freire 2003). No Brasil são encontradas três espécies, todas alotetraplóides: *G. hirsutum* L., *G.*

barbadense L. e *G. mustelinum* (Mier). Destas, *G. mustelinum* é a única espécie nativa do Brasil, especificamente da Região Nordeste do país. Entretanto, não é uma espécie cultivada e hoje são conhecidas apenas pequenas e médias populações naturais em sítios específicos (Paulo Barroso, Embrapa Algodão, comunicação pessoal). *G. barbadense* é encontrado na forma semi-domesticada. *G. hirsutum* apresenta duas raças, dentre elas *G. hirsutum latifolium* Hutch, denominado de algodoeiro anual (Barroso & Freire 2003), que é o algodoeiro herbáceo amplamente cultivado no Brasil e responsável por mais de 95% da produção mundial de algodão (Beltrão & Carvalho 2004).

A espécie *G. hirsutum* é cultivada em mais de 60 países no mundo. Entretanto, apenas cinco países como a China, Índia, Paquistão, Estados Unidos e Uzbequistão, dividem 75% da produção, 71% da área com a cultura e 70% do consumo mundial do algodão. Essa situação tem permanecido assim por décadas, apesar da produção e do consumo terem variado bastante entre esses países. A produtividade média prevista para o ano 2006/07 é de 716kg/ha de fibra entre esses países. Mas, na safra anterior, as maiores produtividades foram obtidas, em ordem decrescente, por Israel, Austrália, Síria, Turquia, Espanha, Brasil, China, Grécia e México, que tiveram médias superiores a 1.000kg/ha de fibra de algodão (Chaudhry 2006). O Brasil atualmente encontra-se como o sétimo produtor mundial de algodão, respondendo por 5% do comércio mundial do setor, segundo o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA e, destaca-se no mercado mundial como, grande produtor, consumidor e exportador de algodão, pois é considerado como um setor produtivo empreendedor que utiliza a mais avançada tecnologia e uma indústria têxtil consolidada (IICA 2006).

O algodão representa um dos principais agronegócios do Brasil (Freire & Beltrão 1997) e está classificado entre as dez principais culturas agrícolas, em virtude da crescente utilização da fibra, do óleo e dos demais subprodutos, do volume de produção

obtido e da expansão da superfície cultivada em áreas de cerrado. A fibra do algodão tem uma grande importância econômica, dada a sua utilidade e ampla diversidade de aplicações (Carvalho 1996). Entretanto, se não houver rigor, por parte do cotonicultor ou mesmo do empresário agrícola, na adoção do sistema de produção e insumos esses fatores fundamentais podem afetar a produtividade da cultura algodoeira no Brasil (Carvalho & Chiavegato 1999). Porém, se a planta for cultivada em meios favoráveis e com boa técnica cultural, a cultura apresentará altos rendimentos bastante compensadores para o cotonicultor (Carvalho 1996).

O bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843

O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), é conhecido também como “boll weevil” na língua inglesa e “picudo del algodonero” na língua espanhola (Silva *et al.* 1995). *Anthonomus* é o gênero mais rico da subfamília Anthonominae com 350 espécies registradas (Burke 1986). Esse inseto foi registrado pela primeira vez no século XIX, no início da década de 30 e descrito, posteriormente, a partir de espécimes coletados em Vera Cruz, no México. Informações anteriores mostram que este inseto foi citado pelo entomologista francês L.A.A. Chevrolat em sua obra *Coleopteres du Mexique*, publicada em 1834, mas sem estabelecer com precisão onde o inseto foi coletado (Braga Sobrinho & Lukefahr 1983). Estudo sobre a filogenia do bicudo associado ao conhecimento sobre os hospedeiros, apóia a hipótese de que o gênero *Hampea* (Malvales: Malvaceae) e não o algodoeiro (*Gossypium*) seja o hospedeiro original da espécie *A. grandis* (Jones 2001).

O bicudo invadiu o Texas, nos Estados Unidos, em 1892, em 1949 foi encontrado na Venezuela e em 1950 na Colômbia (Silva *et al.* 1995). Em 1983 foi

registrado pela primeira vez no Brasil, no estado de São Paulo (Barbosa *et al.* 1983), no mês de fevereiro, nas regiões produtoras de algodoeiro em Sorocaba e Campinas e, em julho, já atingia a região Nordeste, mais precisamente o Estado da Paraíba, no município de Ingá (Busoli *et al.* 1994, Silva *et al.* 1995). Na região Centro-Oeste, o bicudo foi constatado em Mato Grosso em junho de 1993 nos municípios de Mirassol D'Oeste e Cáceres. Em Goiás, a ocorrência foi detectada nos municípios de Itumbiara, Cachoeira Dourada, Inaciolândia e Panamá em maio de 1996 (Bastos *et al.* 2005).

De acordo com Braga Sobrinho & Lukefahr (1983) cerca de 42 espécies de artrópodes são conhecidas como parasitas e predadores do bicudo. No entanto, mesmo na área considerada como centro de origem do inseto, os parasitas e predadores não funcionam efetivamente como reguladores da sua população. O parasita mais freqüente é um microhimenóptero, *Bracon mellitor*, com parasitismo variável, mas atingindo em média 5% de controle e, constituindo-se em 80% dos parasitas encontrados sobre larvas de bicudo (Degrande, 1991a).

Com a modernização da agricultura e a conseqüente obtenção de inseticidas eficientes, previa-se que os problemas relacionados com as pragas estivessem resolvidos, mas as intensas aplicações desses produtos ocasionaram efeitos colaterais indesejáveis como surtos de pragas secundárias, ressurgência e resistência de pragas. O uso de defensivos químicos no mundo em 2004 chegou a US\$ 32,35 bilhões. Estimativas apontam que 8,5% de todos os herbicidas, inseticidas, fungicidas e outros produtos foram utilizados somente na cultura do algodoeiro em 2004, e representam 19% de todo o inseticida utilizado no mundo nesse mesmo ano (Chaudhry 2006). É evidente que o manejo do bicudo só será satisfatório se for considerado o agroecossistema como um todo, o ano inteiro, isto é, na safra, nos períodos de pós-safra e nos que antecedem o plantio do algodoeiro (Busoli *et al.* 1994).

Biologia e ecologia

O bicudo é um inseto fitófago considerado como a praga mais importante do algodoeiro, em função da sua alta capacidade reprodutiva, do elevado poder destrutivo, da dificuldade de controle e também pelos danos causados ao produto final destinado à comercialização (Degrande 1998). Após seu estabelecimento no Brasil disseminou-se por todas as regiões produtoras do país, acarretando um grande aumento no custo de produção (Ramalho *et al.* 2001).

O bicudo apresenta metamorfose completa, passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. A reprodução do inseto inicia-se quando os botões florais do algodoeiro atingem cerca de seis milímetros de diâmetro. As fêmeas depositam os ovos no interior dos botões florais e das maçãs do algodoeiro (Santos 1999). Os ovos são colocados isoladamente, de sete a 11 por fêmea por dia, atingindo em média 150 ovos por fêmea em 21 dias. A eclosão do ovo ocorre no terceiro dia. A larva possui três ínstar, sendo os dois primeiros com duração média de dois dias cada e, o terceiro instar com duração média de quatro dias. O período pupal dura de quatro a seis dias quando, então emergem os adultos. As fêmeas jovens precisam alimentar-se por três a cinco dias antes de iniciarem a nova postura e, no campo, podem ocorrer de cinco (Lloyd 1986) até sete gerações (Zucchi *et al.* 1993) durante o ciclo da cultura do algodoeiro.

A maior indicação da presença do bicudo nos campos de algodoeiro é a separação das brácteas dos botões florais e, a conseqüente queda dos mesmos, que ocorre entre cinco a 10 dias após a oviposição (Braga Sobrinho & Lukefahr 1983). As larvas se alimentam no interior dos botões florais e das maçãs (Busoli *et al.* 1994).

Depois que o botão floral cai ao solo, a larva ainda continua seu desenvolvimento por cerca de 10-11 dias até a emergência do adulto (Lloyd 1986). O adulto mede cerca de sete milímetros de comprimento e a variação do seu tamanho é influenciada pela quantidade de alimento ingerido durante o período larval (Degrande 1998).

Na ausência de botões florais, flores e maçãs novas, os adultos podem alimentar-se de folhas jovens, do pecíolo e da parte terminal do caule (Degrande 1998). O período crítico de ataque do bicudo ocorre geralmente entre 50 a 90 dias após a emergência das plantas de algodoeiro (Gondim *et al.* 2001).

No Brasil, o controle do bicudo é feito principalmente através do controle químico e nos Estados Unidos, com mais de 100 anos de experiência com a presença do bicudo, as únicas medidas que têm valor real de supressão contra a praga são as de ordem química e cultural. Entretanto, os inseticidas apresentam efeito local e passageiro, além de oferecerem o perigo de intoxicação direta como também através de resíduos. Essa praga é de difícil controle sob altas infestações e pode ocasionar perdas superiores a 85% na produção de fibras (Barbosa *et al.* 1983, Busoli *et al.* 1994). Quando o bicudo foi introduzido no Brasil, Barbosa *et al.* (1983) já alertavam que seriam necessárias, no mínimo, 12 aplicações para o controle da praga, caso não fossem tomadas as devidas providências, com medidas imediatas e eficazes. Isso não mudou e atualmente o número de aplicações para o controle do bicudo, na grande maioria, é superior a 15. Freire *et al.* (1985) sugeriram também que após a colheita do algodoeiro, deveria-se ainda encoivarar e queimar os restos culturais imediatamente após o corte, para evitar que os adultos sobreviventes voassem para as áreas laterais do campo.

Em lavouras bem conduzidas, com a destruição de soqueiras da safra anterior, o ataque do bicudo inicia-se pelas bordaduras, geralmente próximo a refúgios naturais da

praga. Por outro lado, quando há presença de soqueiras anteriores o ataque é generalizado, dificultando o controle (Degrande 1998).

Dinâmica populacional

O crescimento populacional do bicudo é favorecido por uma série de fatores, presentes principalmente na época do cultivo do algodoeiro, agravado pelo fato de todas as suas formas imaturas se desenvolverem no interior das estruturas de frutificação, pois, desta forma, o inseto fica protegido de inimigos naturais, das condições adversas do meio ambiente e da ação dos inseticidas (Busoli *et al.* 1994).

Alguns autores brasileiros afirmam que após o ciclo da cultura do algodoeiro, o bicudo migra para refúgios onde entra em diapausa (Degrande 1991a, Santos 1999, Gondim *et al.* 2001). A entressafra do algodoeiro nos Estados Unidos coincide com o período de inverno e os bicudos permanecem em diapausa facultativa e normalmente passam esse período na forma adulta, sob vegetação morta, que circunda os campos de algodoeiro (Lloyd 1986).

Essa população, terminada a diapausa, migra dos locais de refúgio para as lavouras de algodoeiro, principalmente, no início da produção de botões florais, cuja atração é muito intensificada pelo feromônio de agregação produzido pelos machos, logo após se alimentarem das primeiras estruturas florais. O número de bicudos encontrado nos campos da cultura antes que os botões florais apresentem um diâmetro de aproximadamente seis milímetros é relativamente pequeno (Rummel 1986), mas aumenta com o crescimento e o desenvolvimento dessas estruturas reprodutivas.

Recursos alimentares

Até 1986 os estudos indicavam, com algumas exceções, que todas as plantas hospedeiras do bicudo pertenciam à tribo Gossypieae, da família Malvaceae. Essa tribo contém oito gêneros que são: *Gossypium*, *Cienfuegosia*, *Thespesia*, *Hampea*, *Kokia*, *Cephalohibyscus*, *Gossypiodes* e *Lebronnecia*. Os quatro últimos gêneros são plantas raras, com distribuição geográfica muito limitada (Lukefahr *et al.* 1986). Dessa maneira, plantas dos gêneros *Cienfuegosia*, *Thespesia*, *Hampea*, além de *Gossypium*, podem ser consideradas como hospedeiras do bicudo.

Outras espécies de Malvaceae como *Hibiscus pernambucensis* Arruda, *H. syriacus* L., *Pseudabutilon lozani* (Rose) R.E. Fries, *Sphaeralcea* spp. e *Malvaviscus drummondii* Torr. & Gray, podem funcionar como hospedeiras esporádicas para o bicudo. Entretanto, apenas a espécie *H. pernambucensis* foi capaz de manter as populações do inseto. As demais são, provavelmente, hospedeiras acidentais, nas quais a fêmea, muitas vezes, pode ovipositar, mas não há o desenvolvimento dos ovos, como foi observado em laboratório por Lukefahr *et al.* (1986).

Pesquisa sobre a ecologia e a fenologia do bicudo em *H. pernambucensis* constatou que num total de 15.033 botões florais examinados, 2.198 (14,6%) apresentaram perfurações de oviposição do bicudo. Entretanto, os frutos dessa espécie não estavam infestados (Arzaluz & Jones 2001). Em condições de laboratório Gabriel (2002b) testou a longevidade do bicudo, criado em diferentes espécies de Malvaceae, *H. tiliaceus* L., *H. rosa-sinensis* L., *H. schizopetalus* (Mast.) Hook. f., *Malvaviscus arboreus* Cav. e *Abutilon striatum* Dick ex Lindl e constatou que as espécies de

Hibiscus são importantes na sobrevivência do bicudo. *H. tiliaceus* foi a espécie em que o bicudo alcançou maior longevidade. Os danos causados pelos insetos variaram entre os componentes florais e de acordo com a espécie da planta considerada. Chandler & Wright (1991) constataram que *Hibiscus rosa-sinensis* L., no laboratório, pode ser uma fonte de recurso importante para os adultos de bicudo, durante o período de entressafra da cultura do algodoeiro.

Uma das técnicas utilizadas para determinar quais são os recursos alimentares que o inseto adulto utiliza na época da entressafra do algodoeiro e que o mantêm vivo até a próxima safra é baseada nos estudos palinológicos.

O estudo palinológico apresenta múltiplas e variadas aplicações, baseado na grande diversidade morfológica dos grãos de pólen e na estabilidade química da sua membrana externa, a exina (Salgado-Labouriau 1984). Além disso, os grãos de pólen depois de ingeridos por insetos, passam de 10 a 18 horas para serem excretados (Cate & Skinner 1978). Assim, esses estudos permitem a avaliação da utilização de determinadas plantas na alimentação do bicudo, por meio da recuperação de grãos ingeridos através do processo de acetólise.

Cuadrado & Garralla (2000), por exemplo, identificaram os recursos alimentares utilizados pelo bicudo ao analisarem o conteúdo do trato digestório desse inseto em quatro localidades da província de Formosa, Argentina, e constataram que de 647 bicudos dissecados, 70% apresentaram pólen no trato digestório. Foram registrados 2.404 grãos de pólen agrupados em 37 tipos polínicos pertencentes, principalmente, às famílias Asteraceae (Compositae), Malvaceae e Solanaceae e em porcentagens inferiores a 1%, a outras famílias como: Amaranthaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae (Leguminosae) e Polygonaceae.

Cuadrado (2002) também avaliou os grãos de pólen como fonte alimentar, em insetos adultos de bicudo e identificou-os com sendo, 45,1% de Malvaceae, 30,6% de Asteraceae (Compositae), 14,7% de Solanaceae, 8,5% de Euphorbiaceae e 1,1% de Fabaceae (Leguminosae).

O presente estudo foi desenvolvido tanto em áreas de cultura do algodoeiro, como também em áreas de cerrado sentido restrito e de mata de galeria. A seguir, algumas informações sobre essas vegetações:

Cerrado

Entre os grandes tipos de vegetação no mundo, o cerrado pode ser classificado como uma savana tropical (Eiten 1979). As formações savânicas na América do Sul ocupam 2,5 milhões de km², dos quais aproximadamente 80% correspondem ao bioma cerrado, cuja distribuição ocorre principalmente no planalto central brasileiro, constituindo o segundo maior bioma do país em área (Ribeiro & Walter 1998). Considerando a existência de grandes extensões de cerrado na Amazônia e no Sul do Brasil, a área total abrange quase 23% do território nacional (Goodland & Ferri 1979).

O cerrado apresenta um mosaico de fisionomias que variam desde formações mais abertas como campo limpo, com ausência do estrato lenhoso, até formações florestais mais fechadas como o cerradão (Eiten 1994). O cerrado *sensu stricto* caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se dispersos, com algumas espécies apresentando órgãos

subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após queima ou corte (Ribeiro & Walter 1998).

O cerrado foi considerado impróprio para a agricultura durante muito tempo. Hoje este bioma responde por mais de 50% da produção brasileira de grãos e por uma fatia expressiva das exportações do agronegócio e, atualmente concentra 89% da produção nacional de algodão (Lobato 2006).

Em 1986 houve uma crise na cotonicultura brasileira, em virtude da expansão do bicudo para as principais regiões produtoras no Nordeste e em São Paulo, além da mudança nas regras de comercialização, do encarecimento dos custos de produção internos e do início das importações em volumes crescentes (Fontes *et al.* 2006). Esses fatores contribuíram para que as indústrias têxteis constatassem que o produto importado, além da vantagem financeira, também possuía qualidade superior em termos de resistência de fibras e baixa proporção de contaminantes, por ser colhido mecanicamente. Então, a partir dessa década foram iniciadas as primeiras experiências de produção de algodoeiro no cerrado, com o uso de tecnologias da região Sul-Sudeste. Devido a falta de mão-de-obra para colheita, procurou-se mecanizar todas as operações culturais, como já era utilizado para a soja (Freire *et al.* 1999).

Atualmente, a primeira estimativa de algodão herbáceo para 2007, indica uma produção de 3,7 milhões de toneladas em relação à obtida em 2006 que foi de 2,9 milhões de toneladas. Esse aumento é decorrente da recuperação dos preços da pluma, tanto no mercado interno quanto no externo, da menor produção mundial e também da necessidade de rotação de culturas, com o objetivo de controlar pragas e doenças, entre outras funções em cujos objetivos estão os controles fitossanitários. No Mato Grosso, maior produtor nacional dessa Malvaceae, que produz 53% do algodão brasileiro,

espera-se colher uma produção da ordem de 1,9 milhão de toneladas, 36,7% superior à colhida em 2006 (IBGE 2007).

Mata de Galeria

A mata de galeria consiste de uma vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água (Ribeiro & Walter 2001). Essa fisionomia é perenifólia, não apresentando caducifolia durante a estação seca. Quase sempre é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens e, em geral, ocorre uma transição brusca com formações savânicas e campestres. A transição é quase imperceptível quando ocorre com matas ciliares, matas secas ou mesmo cerradões, o que é mais raro, muito embora pela composição florística seja possível diferenciá-las (Ribeiro & Walter 1998).

A altura média do estrato arbóreo varia entre 20 e 30 metros, apresentando uma superposição das copas que fornecem cobertura arbórea de 70 a 95%. De acordo com a composição florística e características ambientais, como topografia e variação na altura do lençol freático ao longo do ano, a mata de galeria pode ser de dois subtipos: mata de galeria não-inundável e inundável (Ribeiro & Walter 1998).

Por mata de galeria não-inundável entende-se a vegetação florestal que acompanha um curso de água, no qual o lençol freático não está próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos o ano todo, mesmo na estação chuvosa. Apresenta trechos longos com topografia acidentada, sendo poucos os locais planos. Possui solos bem drenados e uma linha de drenagem (leito do córrego) definida. Caracteriza-se pela grande importância fitossociológica de espécies das famílias Apocynaceae, Lauraceae, Rubiaceae e um número expressivo de espécies das famílias Fabaceae e Myrtaceae (Ribeiro & Walter 1998).

Por mata de galeria inundável entende-se a vegetação florestal que acompanha um curso de água, onde o lençol freático está próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos durante o ano todo, mesmo na estação seca. Apresenta trechos longos com topografia bastante plana, sendo poucos os locais acidentados. Possui drenagem deficiente e linha de drenagem (leito do córrego) muitas vezes pouco definida e sujeita a modificações. Caracteriza-se pela grande importância fitossociológica de espécies das famílias Burseraceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae e Magnoliaceae e, por um número expressivo de espécies da família Melastomataceae, Piperaceae e Kubiaceae. Algumas espécies podem ser encontradas indistintamente tanto na mata de galeria inundável quanto na mata de galeria não-inundável (Ribeiro & Walter 1998).

Escopo da tese

Há inúmeros trabalhos na literatura mundial sobre a cultura do algodoeiro e a sua principal praga, bicudo-do-algodoeiro *A. grandis*. Apesar disso, há ainda grandes lacunas de conhecimento sobre a biologia e comportamento do inseto praga em diferentes biomas. Questões básicas ainda permanecem sem resposta, principalmente, para as regiões do cerrado como: (a) Quando e como os insetos se movimentam entre áreas de cultivo do algodoeiro e áreas naturais contíguas, durante os períodos de safra e entressafra da cultura. (b) Quais são os refúgios desses insetos durante a entressafra do algodoeiro. (c) Quais são as principais plantas do cerrado e mata que servem como alimentos para o inseto, principalmente, na ausência da cultura algodoeira.

Também desde a introdução do bicudo no Brasil, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de fornecer informações adequadas para o controle dessa praga. Porém, a grande parte dos esforços têm se concentrado no aspecto agrônomo,

sem levar em consideração muitas vezes a capacidade de sobrevivência do inseto durante o período de entressafra da cultura do algodoeiro.

O presente trabalho foi planejado devido à urgente necessidade de estudos ecológicos, tanto em áreas de cultura de algodoeiro, quanto em áreas de vegetação natural algodoeiras, para tentar entender o comportamento do bicudo no cerrado, tanto na safra como na entressafra. Apesar da importância dessa cultura para a região Centro-Oeste há falta de pesquisas locais, para conhecer as estratégias utilizadas pelo inseto para sobreviver sem o algodoeiro.

A tese está organizada em três capítulos, cujos principais objetivos estão descritos a seguir:

1 – Capítulo I: Abundância e movimento do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) na safra e entressafra do algodoeiro.

Hipóteses:

O bicudo se movimenta entre a plantação de algodoeiro e áreas de refúgio tanto no período de safra quanto no de entressafra da cultura.

O bicudo migra das áreas de algodoeiro para as áreas de refúgio com maior intensidade após a colheita da cultura.

A abundância e movimento do bicudo foram estudados através de coletas semanais em armadilhas de feromônio para bicudo, dispostas em duas áreas cultivadas com algodoeiro, em uma área de cerrado e outra em mata de galeria, que fazem parte da Fazenda Coperbrás, a aproximadamente 50km de Brasília. Os seguintes objetivos fazem parte desse capítulo: 1 - verificar o período e o movimento do bicudo entre duas áreas

cultivadas com o algodoeiro e duas áreas na vegetação natural vizinhas; 2 - verificar o local de maior abundância de captura do bicudo dentro das áreas estudadas; 3 - observar a utilização pelo bicudo das áreas de vegetação natural no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro e 4 - verificar se o inseto se abriga no solo durante a entressafra.

2 – Capítulo II: Recursos alimentares do bicudo-do-algodoeiro, na safra e entressafra do algodoeiro no cerrado de Brasília.

Hipóteses:

Após a colheita do algodoeiro, o bicudo voa para abrigos na vegetação natural e, se alimenta de grãos de pólen de diferentes espécies de plantas.

Pelo menos, parte da população de bicudos que consegue sobreviver na entressafra do algodoeiro, não entra em diapausa.

O capítulo teve como objetivo: identificar os recursos alimentares utilizados pelo bicudo no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, através da identificação dos grãos de pólen recuperados do trato digestório de bicudos coletados das armadilhas de feromônio em áreas de algodoeiro e em áreas de cerrado e mata de galeria, pertencentes à Fazenda Coperbrás, Distrito Federal.

3 – Capítulo III: Danos causados pelo bicudo-do-algodoeiro em plantios de algodoeiro no cerrado de Brasília.

Hipóteses:

O bicudo adulto possui capacidade de se deslocar a grandes distâncias, para colonizar novas áreas de algodoeiro.

O bicudo pode causar danos acima do nível de controle em plantações algodoeiras no primeiro ano de plantio.

O capítulo aborda os seguintes objetivos: 1- verificar a colonização e a progressão dos danos causados pelo bicudo na cultura do algodoeiro, nos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, em uma área experimental da Embrapa Hortaliças, distante aproximadamente 70km das outras áreas produtoras de algodoeiro, na região; 2- verificar os padrões de utilização pelo inseto das estruturas reprodutivas e o período de maior infestação da praga.

As citações dos autores no texto da tese e as referências bibliográficas foram referenciadas de acordo com as normas de publicação da revista *Neotropical Entomology*.

CAPÍTULO I

ABUNDÂNCIA E MOVIMENTO DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO

***Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843 (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) NA SAFRA E ENTRESSAFRA DO
ALGODOEIRO**

Introdução

O algodão, *Gossypium hirsutum* L., é a fibra vegetal mais cultivada e utilizada pelo homem (Carvalho 1996). Nos últimos anos a cotonicultura brasileira teve uma grande expansão, principalmente no cerrado, porque adotou um sistema de produção altamente tecnificado e uso intensivo de insumos agrícolas, colocando o Brasil entre os maiores produtores de algodão do mundo (IICA 2006). No entanto, a cultura do algodoeiro é considerada de risco, em virtude do elevado custo de produção associado ao seu cultivo, fazendo com que as perdas toleradas sejam mínimas. Assim, alternativas que diminuam estas perdas e reduzam os custos de produção são extremamente necessárias para tornar o cultivo mais econômico (Almeida *et al.* 1998a).

Os insetos-praga constituem um dos principais problemas agronômicos dessa cultura, causando consideráveis prejuízos econômicos. O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) é considerado uma praga de grande importância para o algodoeiro, em função de sua alta capacidade reprodutiva, do elevado poder destrutivo e da dificuldade de controle (Degrande 1998). Este inseto foi registrado pela primeira vez no Brasil em 1983, no estado de São Paulo (Barbosa *et al.* 1983). Após seu estabelecimento disseminou-se por todas as regiões produtoras do país, acarretando um grande aumento no custo de produção (Ramalho *et al.* 2001). Em função disso, várias práticas culturais e de manejo da cultura do algodoeiro têm sido efetuadas e aperfeiçoadas, visando o controle eficiente dessa praga. Assim, produzir algodão com baixo teor de resíduos tóxicos e diminuir o custo de produção é o grande desafio de toda a cadeia produtiva.

A redução do uso de inseticidas químicos de largo espectro resulta na diminuição dos custos de produção, na conservação de inimigos naturais e da diversificada entomofauna associada à cultura do algodoeiro (Fontes *et al.* no prelo), além da diminuição do potencial de contaminação do solo, do ar, da água e da taxa de intoxicação aguda e crônica das pessoas que trabalham direta ou indiretamente com defensivos agrícolas (NAS 2000). Gutierrez *et al.* (1991) sugeriram que as medidas de controle usadas para o bicudo devem ser desenvolvidas visando a redução dos níveis de infestação iniciais sem o uso de inseticidas, que devem ser usados como último recurso. Diferentes alternativas deveriam ser exploradas como variedades de ciclo curto, destruição dos restos culturais e uso de armadilhas, entre outros. Para tanto é de fundamental importância conhecer a fenologia e as adaptações deste inseto às condições ambientais prevalentes na região de cultivo.

Os adultos de bicudo remanescentes de refúgios, locais onde passam o período de entressafra, colonizam os campos de algodoeiro antes da ocorrência de botões florais e agregam-se nas plantas mais desenvolvidas. Os machos se alimentam da parte terminal das plantas, produzem feromônio e aumentam a agregação desses insetos. Após o início da produção de botões florais, a resposta da fêmea ao feromônio do macho é principalmente sexual (Lloyd 1986, Rummel 1986, Parker *et al.* 2000). O feromônio emitido pelos bicudos machos, após sua alimentação nos botões florais, é um atrante poderoso que assegura adequada colonização das plantas e posterior reprodução dos insetos. Entretanto, as próprias plantas ao iniciarem a produção de botões florais, parecem demarcar o processo de colonização pelos bicudos, que saem dos seus refúgios naturais (Rummel 1986).

Vários autores pesquisaram o comportamento de colonização pelo bicudo em lavouras de algodoeiro e registraram uma movimentação maior do inseto na época do

aparecimento dos botões florais e, logo após o período de colheita (Braga Sobrinho & Lukefahr 1983, Leggett 1986, Degrande 1991a, Busoli *et al.* 1994).

Outros autores buscaram entender o comportamento e estimar o tamanho de populações do bicudo durante o período de entressafra distribuindo armadilhas de feromônio em áreas que poderiam ser usadas como abrigo. Estes autores conseguiram capturar o inseto em diferentes locais (Gabriel 1984, Campanhola *et al.* 1988) e a distâncias de até 5km do campo originalmente cultivado com algodoeiro (Hardee *et al.* 1998). Em área de algodoeiro próxima aos refúgios da praga, foi observado que após a aplicação de feromônio “grandlure” nas plantas, os bicudos foram atraídos imediatamente (Fernandes *et al.* 2001).

Visando complementar estes estudos e melhor caracterizar o comportamento do bicudo em áreas potenciais de refúgio nas condições prevalentes no Brasil Central, e assim contribuir para o aprimoramento de metodologias de manejo desta praga, o presente trabalho foi realizado com os objetivos de: verificar o período e o movimento do bicudo entre duas áreas de algodoeiro e duas de vegetação natural vizinhas; verificar o local de maior captura do bicudo dentro das áreas estudadas e investigar se o inseto se abriga no solo da área cultivada com algodoeiro durante a entressafra da cultura e na serrapilheira da área de cerrado.

Material e Métodos

Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no Núcleo Rural Rio Preto, no Distrito Federal (15°45' S e 47°45' W), em área da Fazenda Coperbrás, de propriedade do grupo Schneider, no período de novembro de 2003 a dezembro de 2004, compreendendo a safra e entressafra da cultura do algodoeiro.

O plantio do algodoeiro foi realizado no período de 20 a 25 de novembro de 2003 e de 24 a 26 de novembro de 2004, com a variedade de algodão Delta Opal numa área total de 1.500ha, onde também havia sido plantado algodão na safra anterior. O espaçamento utilizado foi de 0,8m entre linhas e 10 sementes por metro linear, resultando em uma densidade mínima de oito plantas por metro. O solo foi corrigido e adubado com fertilizantes químicos e as plantas daninhas foram controladas com uso de herbicidas e capina manual. Foram realizadas 13 aplicações de inseticidas para o bicudo.

Quatro áreas foram utilizadas no presente trabalho e podem ser localizadas na Figura 1.

Algodão Cerrado – Área com algodoeiro contígua à área de cerrado (plantio 20 a 25 de novembro de 2003; colheita em junho de 2004); **Algodão Mata** - Área com algodoeiro contígua à área de mata de galeria (plantio 20 a 25 de novembro; colheita em agosto de 2004); **Cerrado** – Área de vegetação natural que margeava a cultura do algodoeiro;

Mata de Galeria – Área de vegetação natural que também margeava a cultura do algodoeiro.

As áreas de algodoeiro eram separadas das áreas naturais apenas por uma estrada vicinal. Em cada área foi estabelecida uma grade formada por quatro transectos (T1-T4) com 280m cada, distantes 80m entre si e iniciando a 10m da borda da área (Fig. 2). Em cada transecto das áreas de algodão cerrado e cerrado, foi instalado um conjunto de cinco armadilhas a uma distância de 70m uma da outra. Dessa forma foram formadas cinco linhas (L1-L5) de amostragens de bicudos a partir de 10m da borda para o interior da área, equidistante 70m entre elas. Nas áreas de algodão mata e mata de galeria, em função da mata possuir uma faixa mais estreita do que o cerrado, foram instaladas quatro armadilhas por transecto, formando quatro linhas (L1-L4) de amostragens. A distância das armadilhas do cerrado para as armadilhas da mata foi de 1.100m. As armadilhas das áreas de refúgio foram instaladas em novembro de 2003, no período de plantio do algodoeiro e as armadilhas das áreas de algodoeiro foram instaladas em dezembro, após a emergência das plântulas da cultura. O período de amostragem das armadilhas foi de novembro de 2003 a dezembro de 2004. Todas as armadilhas utilizadas eram de cor verde fluorescente “Boll Weevil Accountrap”, usadas com BIO bicudo, que é um liberador impregnado com feromônio sintético do macho (comunicação química), (Ari Gitz, Bio Controle, comunicação pessoal) (Fig. 3). A cor da armadilha age em sinergismo com a isca de feromônio tornando-se uma armadilha que captura o inseto mesmo quando a população se encontra em número reduzido. As armadilhas foram instaladas sobre estacas, aproximadamente 1m acima do solo. Em cada armadilha foram colocados um liberador de feromônio e um pedaço (2cm) de coleira contra carrapatos, utilizada em cães. Essa coleira mata e evita a fuga dos bicudos, devido à ação do carbamato e do piretróide existentes em sua composição.

As capturas de bicudos e a manutenção das armadilhas foram feitas semanalmente e a troca do feromônio a cada 30 dias, seguindo a recomendação do fabricante. Os bicudos capturados nas armadilhas foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Bioecologia, Semioquímicos e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, onde foram contados e mantidos em freezer dentro de frascos de vidro de 5ml. Os insetos capturados foram separados quanto ao sexo, através de observação, feita em lupa, dos escleritos do extremo do abdome (Sappington & Spurgeon 2000).

Na última semana de junho e nas duas primeiras de julho, fez-se necessária a retirada das armadilhas da área de algodoeiro contígua ao cerrado, para a colheita do algodoeiro.

Durante o período de entressafra foram coletadas 100 amostras de serrapilheira da área de cerrado, em parcelas de 10m x 10m e 30 amostras de solo às profundidades de 5, 10 e 15cm, na área de algodoeiro contígua ao cerrado, após a colheita da cultura. As amostras de serrapilheira foram processadas através de triagem manual do material e as amostras de solo foram peneiradas em peneira com malha de 2mm de diâmetro, para coleta de bicudos encontrados enterrados.

Os resultados das capturas de bicudos das armadilhas foram submetidos à análise de variância seguido do teste de comparação de médias (Tukey $P < 0,05$) ou a análise de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparação de médias (Dunn's $P < 0,05$), utilizando o programa SigmaStat 3.1. (Systat Software Inc 2004).

Resultados

Áreas de algodoeiro: contígua ao Cerrado (algodão cerrado) e contígua à Mata de Galeria (algodão mata)

O total de insetos capturados nas armadilhas da área de algodão cerrado foi de 1.809, sendo 1.533 (85%) na safra e 276 (15 %) na entressafra de 2004. Foi constatada a presença de bicudos a partir de dezembro de 2003 (Tabela 1). O número de insetos capturados nessa área, entre dezembro de 2003 e março de 2004 foi pequeno (121 adultos, que representou 7% do total de indivíduos capturados) (Tabela 1 e Fig. 4A). Em seguida houve um aumento gradativo da população do bicudo com um pico populacional em junho (Fig. 4A) no final do ciclo da cultura.

O número médio de bicudos capturados a diferentes distâncias da borda em direção ao centro da área de algodão cerrado, não apresentou diferença significativa nas diferentes distâncias testadas durante a safra (Kruskal - Wallis $H = 3,540$, g.l. = 4, $P = 0,472$) ou na entressafra (Kruskal - Wallis $H = 9,173$, g.l. = 4, $P = 0,057$) (Fig. 5A). Também não houve diferença significativa na comparação das médias de bicudos capturados entre as cinco distâncias testadas, da borda da área do algodoeiro para o interior, entre os meses de dezembro de 2003 a fevereiro de 2004, período de colonização do inseto na área de algodão cerrado (ANOVA $F = 0,552$, g.l. = 4, $P = 0,701$) (Fig. 5B). Não houve diferença significativa nas capturas dos meses de março a maio de 2004, período de estabelecimento da praga na cultura (Kruskal-Wallis $H =$

5,375, g.l. = 4, $P = 0,614$; Fig. 5C), assim como também nas capturas do mês de junho, período de dispersão do bicudo (Kruskal-Wallis $H = 8,380$, g.l. = 4, $P = 0,079$; Fig. 5D).

Na área de algodão mata, foi capturado um total de 2.931, sendo 2.567 (88 %) bicudos na safra e 364 (12 %) na entressafra de 2004 (Tabela. 1). Nessa área, assim como na área de algodão cerrado, o bicudo também foi capturado desde dezembro de 2003, com o maior pico no mês de agosto (Fig. 4B), mês que ocorreu a colheita da cultura. A colheita, realizada por talhões foi tardia na área de algodão mata, em relação à área de algodão cerrado, a qual foi colhida em junho de 2004.

Os resultados do número médio de bicudos capturados a diferentes distâncias da borda da área de algodão mata, não apresentaram diferença significativa entre as distâncias testadas durante a safra da cultura (ANOVA $F = 0,548$, g.l. = 3, $P = 0,651$), como daqueles capturados nas diferentes distâncias durante a entressafra (Kruskal-Wallis $H = 1,908$, g.l. = 3, $P = 0,592$) (Fig. 6A). Não houve diferença significativa entre os dados médios das capturas de bicudos da borda até o interior da área de algodoeiro, nas quatro distâncias de amostragens, entre os meses de dezembro de 2003 a fevereiro de 2004 (Fig 6B), período de colonização do inseto (ANOVA $F = 1,681$ g.l. = 3, $P = 0,224$). Entre os meses de março a julho de 2004, período de estabelecimento da praga na cultura, não houve diferença significativa no número médio de bicudos capturados entre as quatro distâncias (ANOVA $F = 0,497$ g.l. = 3, $P = 0,449$) (Fig. 6C). No mês de agosto de 2004, período de dispersão da praga na área de algodão mata, também não houve diferença significativa entre o número médio de bicudos capturados nas armadilhas posicionadas nas diferentes distâncias (ANOVA $F = 1,222$, g.l. = 3, $P = 0,344$) (Fig. 6D).

Áreas de vegetação natural: Cerrado sentido restrito e Mata de Galeria

Na área de cerrado foi capturado um total de 2.504 bicudos, sendo 291 (12%) durante a safra e 2.213 (88%) na entressafra do algodoeiro no ano de 2004 (Tabela. 1). O bicudo foi capturado nas armadilhas do cerrado desde novembro de 2003, período que ainda havia escassez de estruturas florais no algodoeiro, das quais o bicudo se alimenta, mantendo-se com números que variaram de cinco a 21 insetos até o mês de maio, quando o número de insetos capturados começou a aumentar. A partir de junho houve um aumento com o pico de abundância no mês de julho, período seguinte à colheita na área de algodão cerrado (Fig. 4C). A partir de agosto houve uma fase de decréscimo na captura de adultos dos bicudos, porém com capturas até o mês de dezembro, quando iniciava uma nova safra do algodoeiro.

Não houve diferença significativa entre o número médio de bicudos capturados na área de cerrado, entre as distâncias testadas durante a safra do algodoeiro (Kruskal - Wallis $H = 6,122$, g.l. = 4, $P = 0,190$). Entretanto, durante o período de entressafra, houve diferença significativa entre as capturas das linhas (1) e (4) (Kruskal - Wallis $H = 12,723$ g.l = 4, $P = 0,013$), que ficavam a 10m e 220m da borda da área de cerrado, respectivamente, com maior abundância do inseto a 220m da borda do cerrado (Fig. 7A).

Nas armadilhas da mata foi capturado um total de 198 bicudos, sendo 148 (75%) no período de entressafra de 2004 e 50 insetos (25%) na safra seguinte (Tabela 1). O pico de abundância do bicudo nessa área ocorreu no mês de setembro, período seguinte

à colheita do algodoeiro na área de algodão mata (Fig. 7B). Não houve diferença significativa entre o número médio de bicudos capturados entre as armadilhas posicionadas a diferentes distâncias no interior da mata na entressafra (Kruskal - Wallis $H = 0,410$, g.l. = 3, $P = 0,938$) ou na safra (Kruskal - Wallis $H = 0,275$, g.l. = 3, $P = 0,965$) do algodoeiro.

Dos 7.442 bicudos adultos capturados nas armadilhas de feromônio (Tabela 1), 7.346 foram separados por sexo. Os demais foram descartados, por não apresentarem condições propícias para a separação. Na área de algodão cerrado dos 1.781 adultos do bicudo, 57% eram machos e na área de algodão mata dos 2.919, 76% também eram machos. Na área de cerrado, de 2.458, 47% eram machos e a mesma porcentagem de machos foi encontrada na área de mata, dos 188 bicudos examinados.

Na figura 8 são apresentados os dados da proporção sexual dos bicudos coletados nas armadilhas da área de algodão cerrado. O primeiro registro do bicudo adulto foi constatado no dia 22 de dezembro de 2003, aproximadamente um mês após o plantio da cultura. Durante os meses de capturas, o número de fêmeas foi maior que o número de machos, apenas nos meses de fevereiro, março e maio. Pode-se observar ainda, que o número de machos foi superior ao número de fêmeas em junho, mês de colheita daquela área. O mesmo comportamento ocorreu na área de algodão mata (Fig. 9) no mês de agosto, período da colheita naquela área, o número de machos capturados ultrapassou o número de fêmeas. Na área de cerrado, considerada como refúgio para os insetos no final do ciclo da cultura, a proporção do número de machos e de fêmeas foi semelhante (Fig. 10), assim como para a área de mata, em que a proporção de machos e de fêmeas foi similar (Fig. 11).

No início do ciclo do algodoeiro, nas duas áreas cultivadas a proporção sexual foi de 1:1. Nas mesmas áreas, em meados do ciclo, foram capturados 41% de machos na

área de algodão cerrado e 61% de machos na área de algodão mata. No final do ciclo o percentual de machos foi o dobro do de fêmeas, para essas áreas.

Na área de cerrado no início da safra do algodoeiro, quando os bicudos estavam migrando para a cultura, foram encontrados mais machos do que fêmeas (Fig. 10). Em meados do ciclo do algodoeiro, a proporção de fêmeas foi maior do que de machos. No final do ciclo, quando os insetos estavam saindo da área de algodoeiro para o cerrado, o número de fêmeas foi superior ao número de machos. Na área de mata foram encontradas mais fêmeas do que machos e, em setembro, após a colheita do algodoeiro, o número de machos e de fêmeas foi similar (Fig. 11).

Foram encontrados 15 bicudos nas amostras de serrapilheira do cerrado, oito bicudos nas amostras de solo à profundidade de 5cm e quatro bicudos à profundidade de 10cm. Como os bicudos estavam imóveis, para verificar se esses estavam vivos, aplicou-se uma corrente de ar quente, proveniente de um secador de cabelo, pois foi observado que insetos de laboratório, aparentemente mortos, se movimentam quando são expostos ao calor (Rogério Fernandes, Embrapa Cenargen, comunicação pessoal). Foi constatado que todos os bicudos encontrados na serrapilheira e no solo estavam mortos.

Discussão

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que os adultos do bicudo sobrevivem durante toda a entressafra da cultura do algodoeiro em áreas de vegetação natural do cerrado do Distrito Federal, possivelmente se alimentando de grãos de pólen. Em trabalhos anteriores, outros autores, constataram que adultos do bicudo são realmente polinívoros e se alimentam de pólen de espécies de diferentes famílias de plantas (Jones & Coppedge 1996, 1999, Hardee *et al.* 1998, Cuadrado & Garralla 2000, Cuadrado 2002). Entretanto, para a oviposição as fêmeas do bicudo somente utilizam plantas de algodoeiro, rejeitando outras espécies, inclusive de Malvaceae. Em laboratório, quando os ovos foram transferidos do algodoeiro para outras malváceas, houve desenvolvimento das larvas nas estruturas florais (Gabriel 2002b). As plantas do bioma cerrado disponibilizam recursos alimentares, como grãos de pólen, principalmente devido à riqueza de espécies da flora, entre 300-450 espécies vasculares por hectare, que florescem em diferentes épocas do ano (Eiten 1994). Como o bicudo foi coletado em armadilhas ao longo de toda a entressafra do algodoeiro, esse inseto parece estar bem adaptado às situações de estresse hídrico no cerrado, uma vez que foi capturado em períodos que apresentaram índices pluviométricos bastante baixos como o ocorrido no período da entressafra do ano de 2003 (entre 0 - 43,5mm).

As capturas nas armadilhas da área de cerrado indicaram que a população de bicudo se movimentou em direção ao campo cultivado com algodoeiro a partir do mês de dezembro, ou seja, menos de um mês após o plantio da cultura, antes mesmo do início da produção de botões florais. No entanto, não foi capturado nenhum bicudo nas

armadilhas da mata, no período de início da safra da cultura do algodoeiro. Portanto, esta é uma indicação de que o bicudo utiliza mais a área de cerrado como refúgio do que a mata de galeria, possivelmente pela diversidade de recursos alimentares existentes durante o ano inteiro. A área de cerrado estudada parece ser, portanto, mais importante para a sobrevivência do bicudo do que a mata de galeria, não só no período da entressafra como também, durante a safra do algodoeiro.

Em concordância com Busoli *et al.* (1994) foi observado que a população de bicudos encontrada nos campos de algodoeiro antes do aparecimento dos botões florais é relativamente pequena. Reardon & Spurgeon (2003), no Texas, USA, também constataram a colonização precoce em algodoeiro por bicudos remanescentes de refúgios, antes mesmo da disponibilidade de botões florais no campo.

As armadilhas localizadas dentro das áreas com algodoeiro capturaram um número menor de insetos entre dezembro de 2003 e março de 2004, período em que há uma maior abundância de alimento e estruturas para oviposição. As maiores capturas nas armadilhas de feromônio foram observadas em meados e no final do ciclo do algodoeiro, quando as plantas encontravam-se em fase de maturação, já não oferecendo muitos recursos para alimentação e oviposição do bicudo. Esses resultados eram esperados, pois Rummel (1986) e Lloyd (1986) já haviam observado que as armadilhas de feromônio capturam menos bicudos dentro dos campos de algodoeiro durante o período de produção de botões florais, uma vez que estas estruturas exercem uma atração maior sobre o bicudo do que as próprias armadilhas. Um volume maior de captura em meados do ciclo da cultura pode indicar um crescimento da população de bicudo na área. Uma população muito alta competindo por locais de oviposição pode tornar o inseto mais susceptível à atração exercida pelas armadilhas. E ainda, um maior número de insetos capturados pelas armadilhas ao final do ciclo pode ser o resultado da

diminuição da produção de botões florais e início do período de dispersão do bicudo para as áreas de refúgio. Resultados semelhantes a estes foram obtidos também por Toledo *et al.* (2000). No entanto, Braga Sobrinho & Lukefahr (1983) e Leggett (1986) observaram um maior número de bicudos no início do ciclo do algodoeiro. Segundo Degrande (1991a), em anos com entressafra chuvosa os bicudos podem aparecer no início do plantio.

Vários autores observaram que o ataque do bicudo começa nas bordaduras dos campos de algodoeiro (Braga Sobrinho & Lukefahr 1983, Leggett 1986, Degrande 1991a, Busoli *et al.* 1994). No entanto, neste trabalho não foi observado um padrão definido de colonização pelo bicudo, uma vez que o inseto foi capturado em todas as distâncias no período de colonização, desde as armadilhas da primeira linha, que ficavam a 10m da borda do algodoeiro, até as últimas armadilhas que ficavam a 290m, no interior da área. Resultados semelhantes foram observados nos Estados Unidos por Reardon & Spurgeon (2003).

As armadilhas da área de algodão mata capturaram mais bicudos em relação às áreas da área de algodão cerrado. Porém, observando-se a média do número de insetos capturados nos meses de julho no cerrado, período de pós-colheita do algodoeiro, e no mês de setembro na mata, também período pós-colheita, verifica-se um movimento dos insetos para as áreas de refúgios, com maior intensidade para a área de cerrado, possivelmente em busca de alimento nas plantas do cerrado. Esse movimento foi verificado nas duas áreas de refúgio, no momento seguinte à colheita do algodoeiro, independentemente do estágio fenológico da planta, uma vez que a colheita na área de algodão mata foi realizada em agosto, período em que as plantas já estavam completamente secas.

O bicudo foi coletado nas armadilhas do cerrado durante todo o período de entressafra da cultura do algodoeiro e, houve ocorrência de um maior número de insetos capturados nas armadilhas instaladas mais distantes da cultura. Campanhola *et al.* (1988), em São Paulo, também capturaram insetos em todo o período de entressafra e coletaram mais insetos em armadilhas colocadas em locais como matas, capineiras, bambuais, canaviais, bananais, nas bordas da lavoura de algodoeiro e distantes até 300m da borda da cultura. Hardee *et al.* (1998) também encontraram, no Delta do Mississippi (USA), um número maior de bicudos na entressafra a distâncias que variaram de 1 a 5km. Isto quer dizer que o bicudo é capaz de sobreviver no estágio adulto durante a entressafra da cultura do algodoeiro, resistindo às condições de clima prevalentes nos meses de inverno e seca das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, como também em regiões dos Estados Unidos e Argentina.

No início do ciclo do algodoeiro, nas duas áreas cultivadas com a cultura, a proporção sexual foi de 1:1, o que também foi observado por Leggett (1984) que menciona que no início do ciclo do algodoeiro, o feromônio funciona como agente de agregação e a proporção sexual dos insetos capturados gira em torno de 1:1. Em meados do ciclo, também nas duas áreas, a captura maior foi de machos e no final do ciclo o percentual de machos foi o dobro do de fêmeas, também para as duas áreas. Esses resultados corroboram constatações de Roach (1979) e diferem daqueles observados por Leggett (1984) que constatou que em meados do ciclo do cultivo, o feromônio funciona como atraente sexual e a porcentagem de fêmeas capturadas nas armadilhas pode variar de 60% a 100%.

Também foi investigado se o bicudo se abrigava no solo durante a entressafra, apesar dos tratamentos culturais adotados naquele ano, para impedir sua sobrevivência, tais como eliminação dos restos da cultura e gradagem do solo. Não foram encontrados

insetos vivos nas amostras coletadas a diferentes profundidades do solo, logo após a colheita e gradagem, como também nas amostras de serrapilheira retiradas do cerrado.

Em dados não publicados de outro experimento com armadilhas de solo (“pitfall”), armadilhas janela e armadilhas adesivas, instaladas ao redor de uma área experimental com algodoeiro, no período de entressafra, foi constatada a ineficiência dessas armadilhas para verificar a altura de vôo alcançada pelos adultos de bicudo e possíveis locais utilizados como refúgios quando os mesmos saem da cultura do algodoeiro. Indicando que um dos melhores métodos para captura do inseto é o uso de armadilhas com feromônio.

Concluindo, neste trabalho foi verificado que os bicudos migraram do cerrado para a área de algodoeiro contígua ao cerrado sem apresentar um padrão definido de colonização das bordas para o interior. Não houve migração de bicudos da mata de galeria para a área de algodoeiro contígua à mata, no início da safra do algodoeiro. O período de saída do bicudo das áreas de algodoeiro para as áreas de vegetação natural ocorreu com maior intensidade após a colheita da cultura. A maior abundância do inseto no algodoal localizado contíguo ao cerrado foi observada no interior da área. No cerrado, um maior número de insetos foi capturado nas armadilhas mais distantes da borda, o que indica que os bicudos dispersam bem durante o forrageamento. A área de vegetação natural mais utilizada pelo bicudo foi o cerrado, no período de entressafra da cultura do algodoeiro.

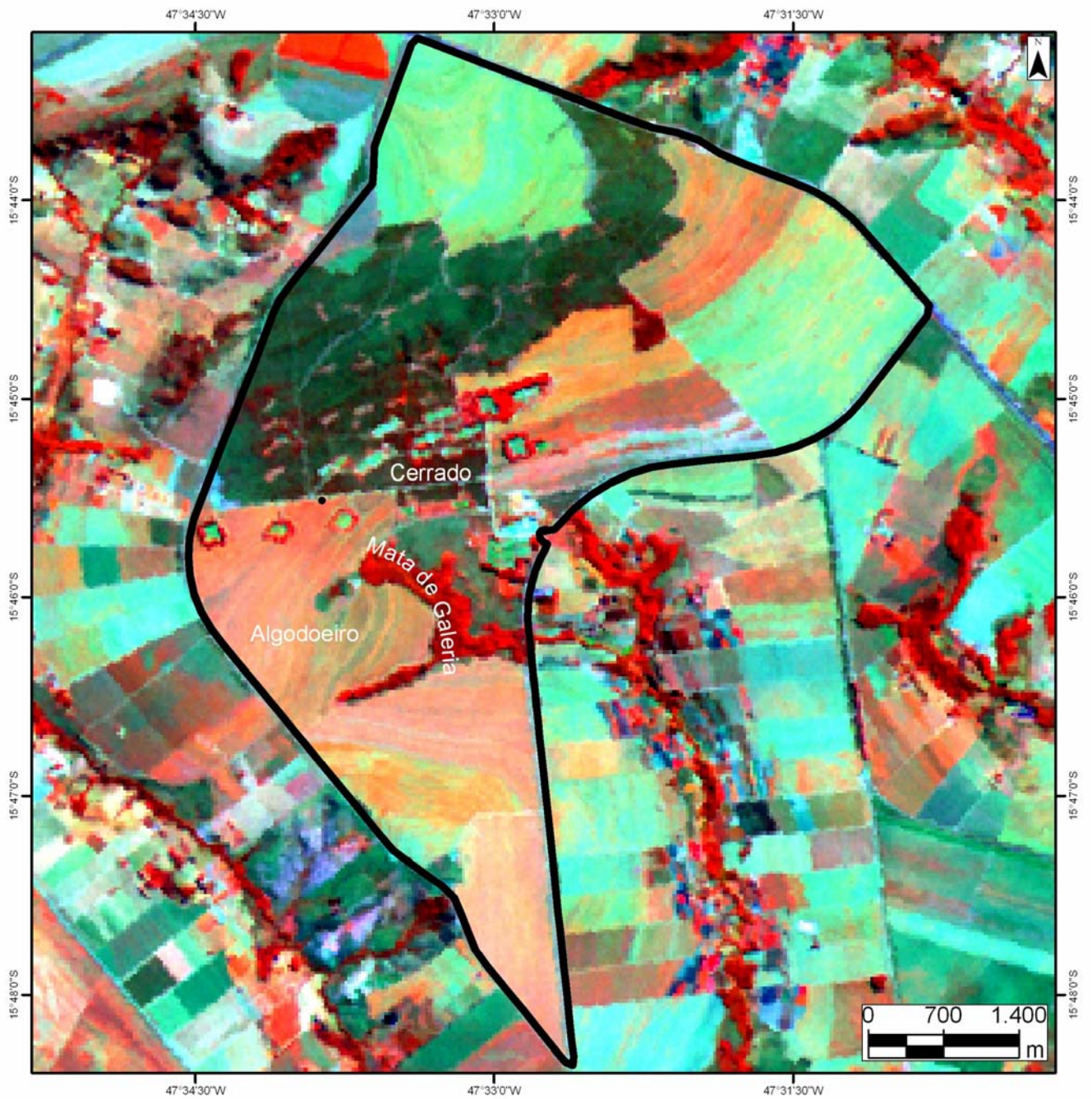
As informações obtidas neste trabalho, adicionadas às já disponíveis na literatura, fornecem evidências importantes sobre o comportamento do bicudo do algodoeiro que podem subsidiar o desenvolvimento de novas estratégias ou aperfeiçoamento daquelas já indicadas para o controle da praga na região Centro-Oeste. As características da vegetação do cerrado, já comentadas anteriormente, fazem com

que o cerrado desempenhe um papel fundamental na manutenção da população de bicudos até a safra seguinte do algodoeiro. No entanto, ainda é necessário conhecer melhor os mecanismos de sobrevivência do bicudo durante a entressafra do algodoeiro no cerrado, uma vez que não foi realizado estudo na área, para esclarecer se os adultos que deixam os campos de algodoeiro procuram um abrigo e entram em diapausa como acontece em outras regiões do Brasil e nos Estados Unidos, ou se passam a entressafra nas flores de outras plantas, alimentando-se de pólen, por um prolongado período de cinco a seis meses. No capítulo II serão discutidas as principais questões relativas aos recursos alimentares (grãos de pólen) utilizados pelos adultos dos bicudos.

Tabela 1. Número mensal de adultos do bicudo *Anthonomus grandis* capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, de novembro de 2003 a dezembro de 2004 na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF.

	Período de Amostragens														Total bicudos coletados
	2003		2004												
Áreas	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
(1) Algodoeiro próximo ao Cerrado	-	1	4	46	70	151	243	1.018	43	224	8	1	0	0	1.809
(2) Algodoeiro próximo a mata	-	3	7	33	61	69	22	566	437	1.367	358	6	2	0	2.931
(3) Cerrado <i>sensu stricto</i>	5	10	29	4	7	21	31	128	1.085	676	366	86	35	21	2.504
(4) Mata de Galeria	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	128	20	6	13	198
Total	5	14	40	83	138	241	296	1.712	1.566	2.297	860	113	43	34	7.442

* As áreas em cinza representam o período pós-colheita da cultura do algodoeiro.



Fonte: Landsat ETM+, WRS-2, 221/071, composição RGB 4-5-3 de nível 1G. Sioux Falls, South Dakota: USGS.U.S. Geological Survey. data: 05/06/2002
 Elaborador: Vinícius Vasconcelos de Souza

Fig. 1. Carta Imagem da Fazenda Coperbrás, DF com a localização das áreas de algodoeiro, cerrado e mata de galeria.

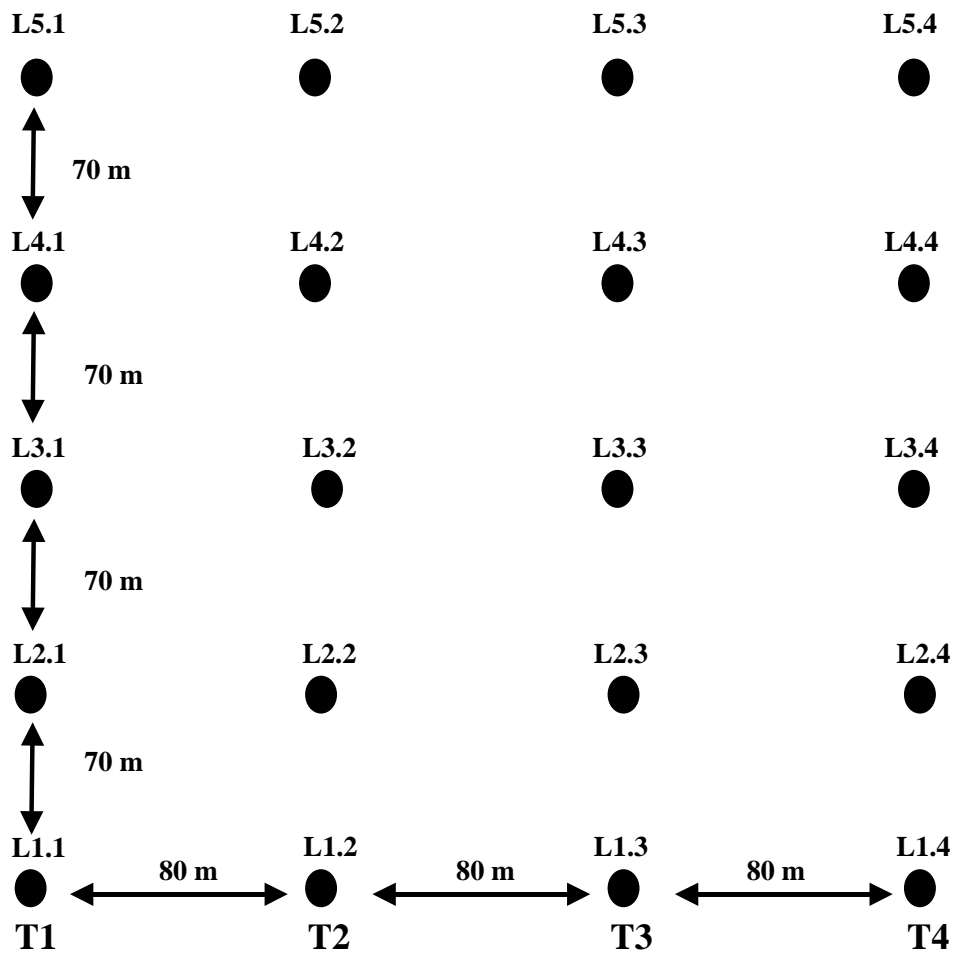


Fig. 2. Distribuição das armadilhas com o feromônio Bio Bicudo nas quatro áreas de estudo.

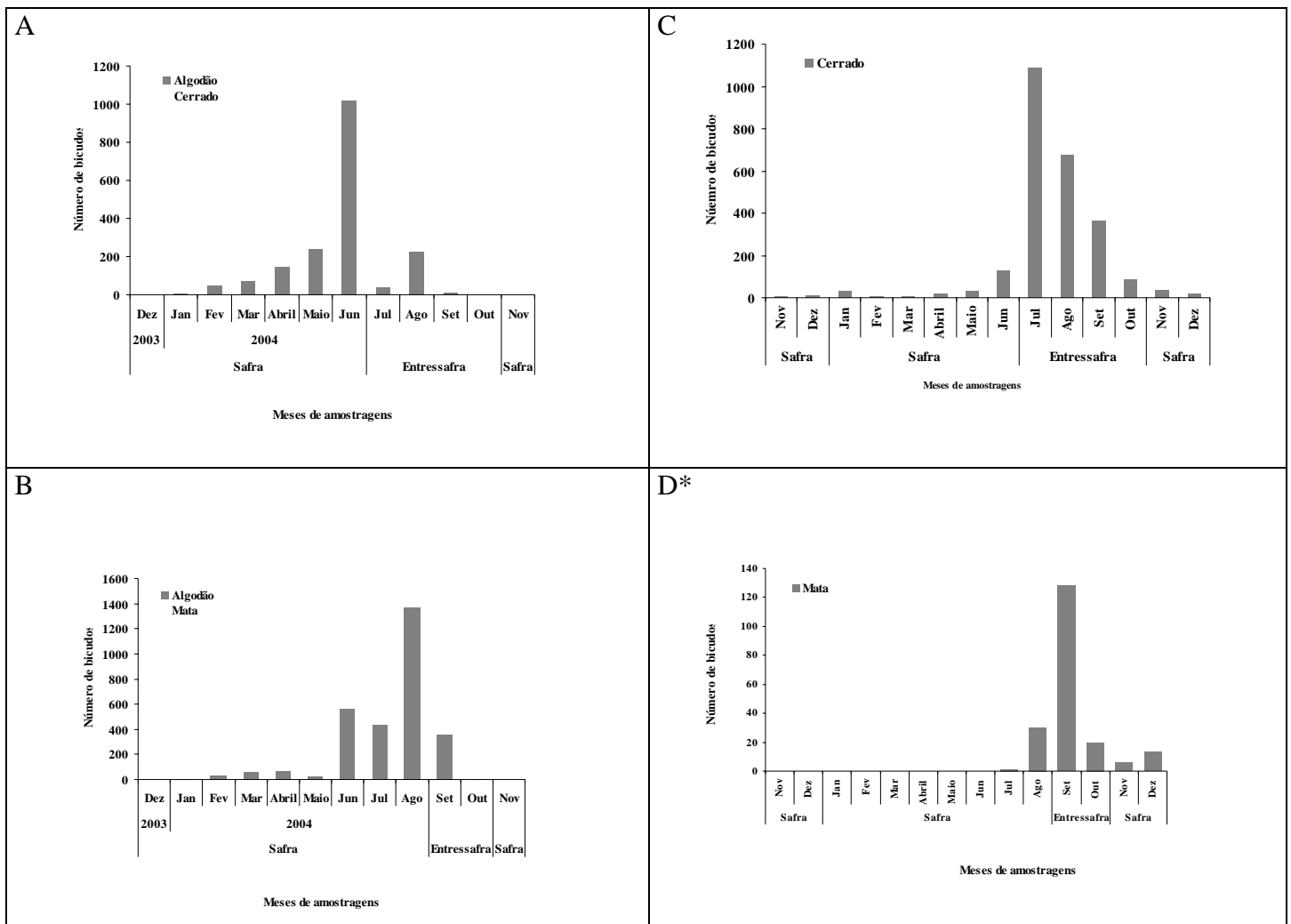
T = Transectos

L = Linhas



Foto: Paulina Ribeiro

Fig. 3. Modelo da armadilha “Boll Weevil Accountrap” usada com o feromônio Bio bicudo, para captura de adultos do bicudo-do-algodoeiro contendo pedaço de coleira usada contra carrapatos em cães.



* Os resultados das capturas nas armadilhas da mata de galeria estão em escala diferente dos demais gráficos.

Fig. 4. Número total de adultos do bicudo capturado por mês nas armadilhas com o feromônio Bio bicudo, posicionadas dentro da área de algodão cerrado (A) no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, (B) na área de algodão mata, (C) na área de cerrado e (D) na área de mata. Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF.

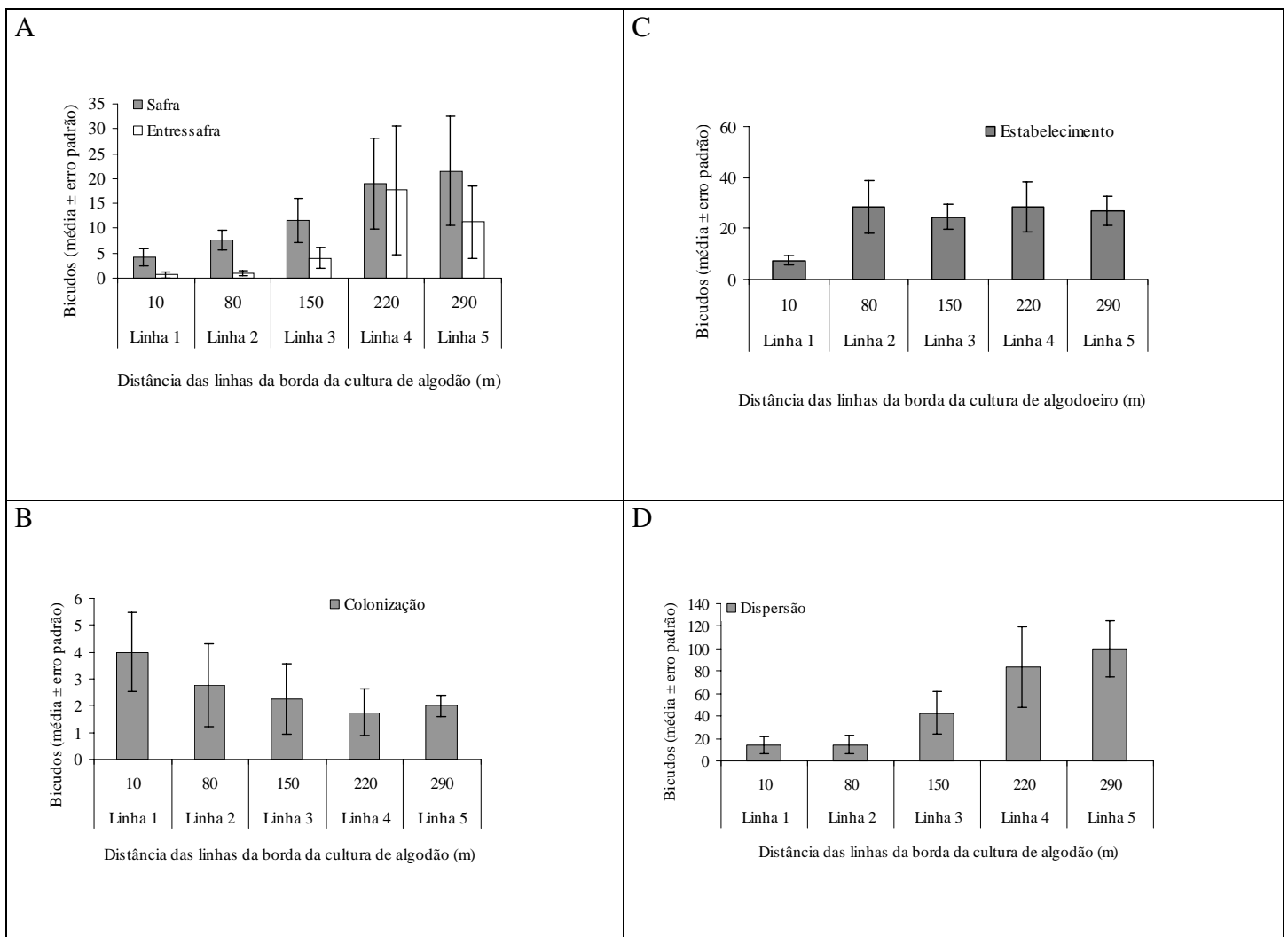


Fig. 5. Número médio de adultos do bicudo capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, posicionadas dentro da área de algodão cerrado, em cinco distâncias diferentes da borda, (A) no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, (B) no período de colonização (dezembro-2003 a fevereiro-2004), (C) no período de estabelecimento (março a maio-2004) e (D) no período de dispersão (junho-2004). Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF.

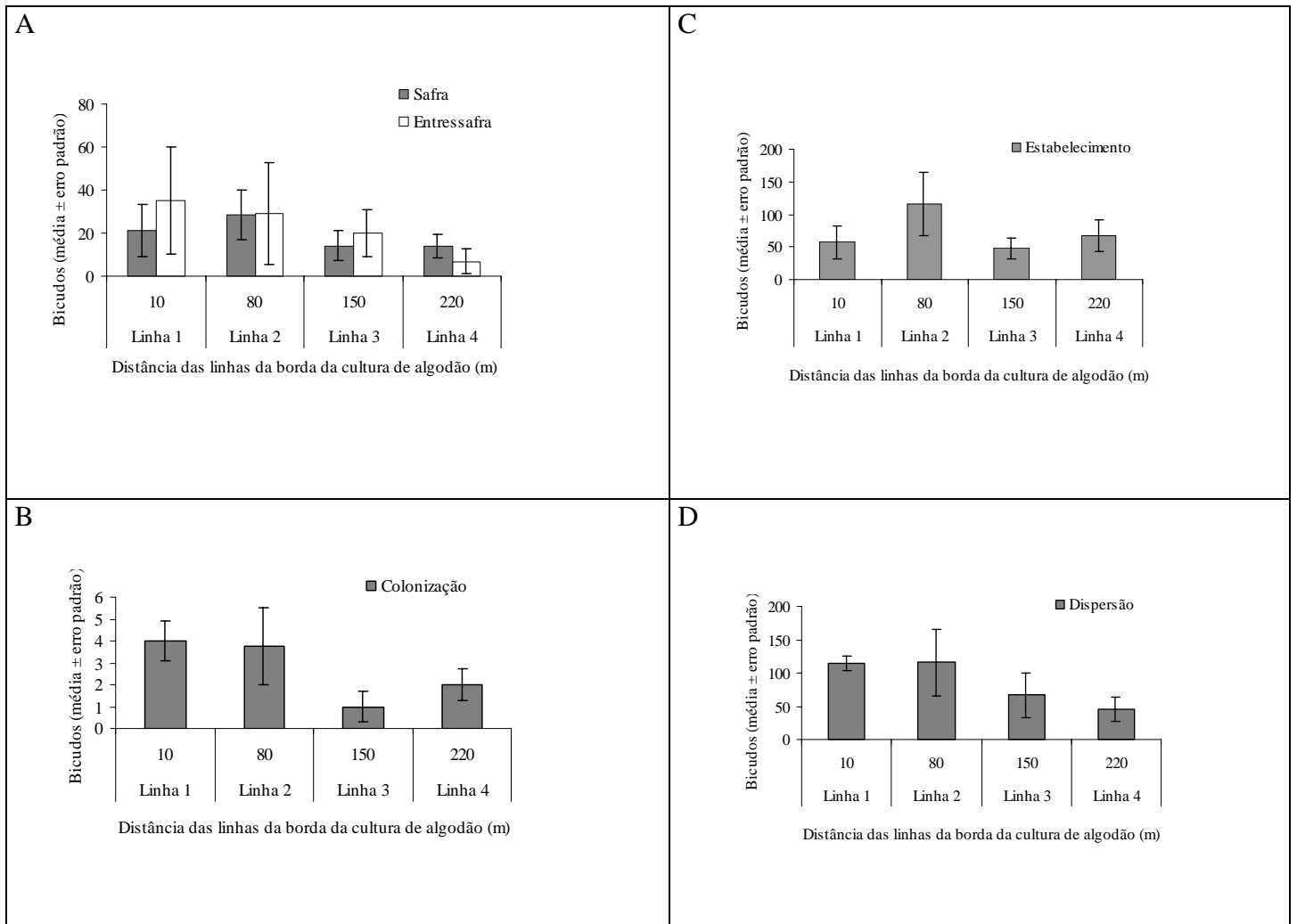


Fig. 6. Número médio de adultos do bicudo capturado semanalmente em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, posicionadas dentro da área de algodão mata, em quatro distâncias diferentes da borda, (A) no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro, (B) no período de colonização (dezembro-2003 a fevereiro-2004), (C) no período de estabelecimento (março a julho-2004) e (D) no período de dispersão (agosto-2004). Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF.

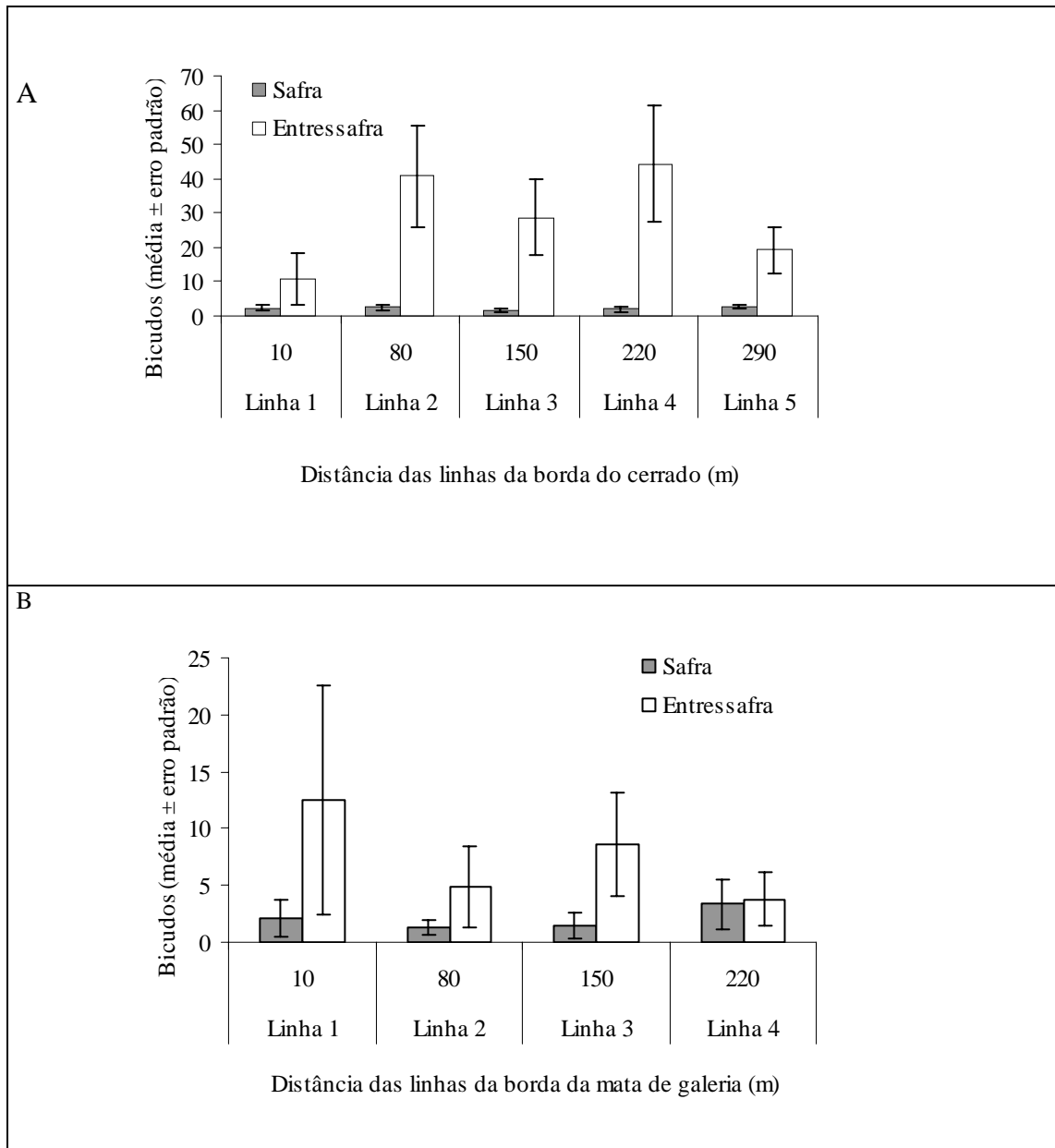


Fig. 7. Número médio de adultos do bicudo capturado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, em cinco distâncias diferentes da borda, no período de safra e entressafra da cultura do algodoeiro (A) área de cerrado (B) área de mata. Todas as coletas foram realizadas na Fazenda Coperbrás, Núcleo Rural Rio Preto, DF.

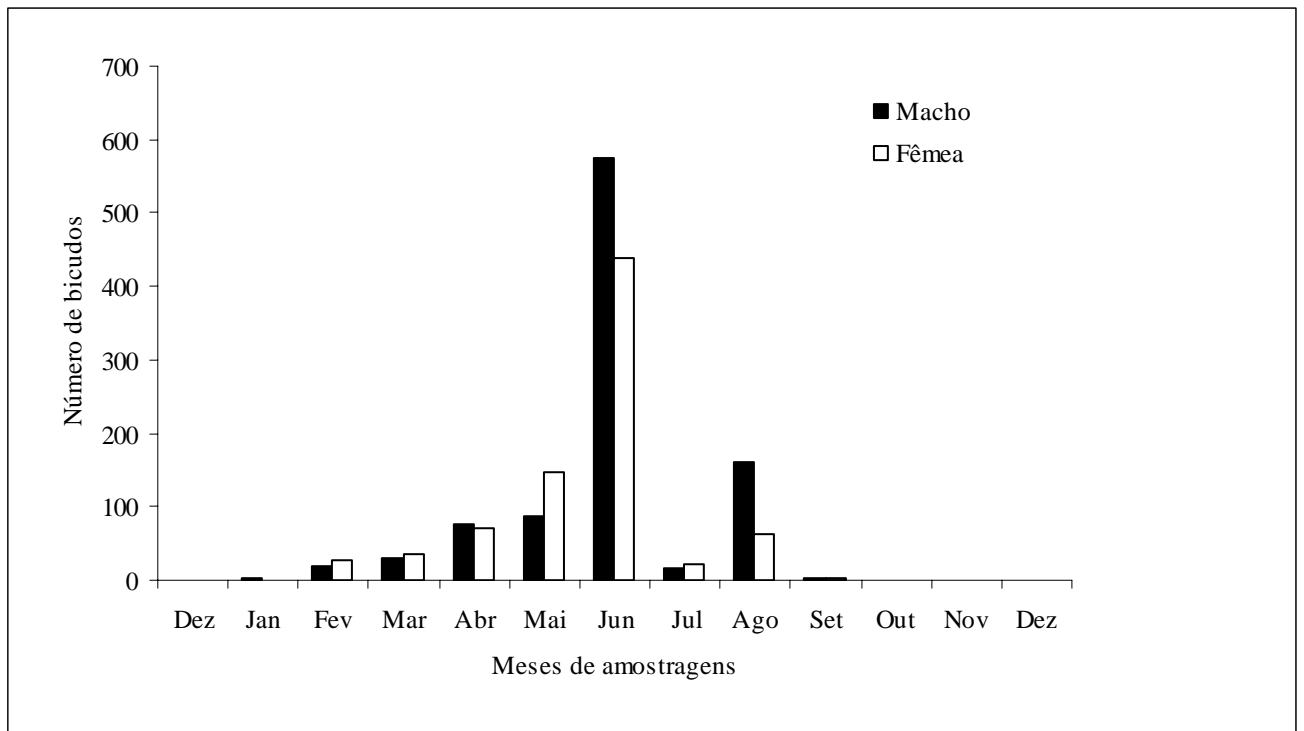


Fig. 8. Número de machos e fêmeas de bicudos coletados em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de algodão cerrado, na Fazenda Coperbrás, DF.

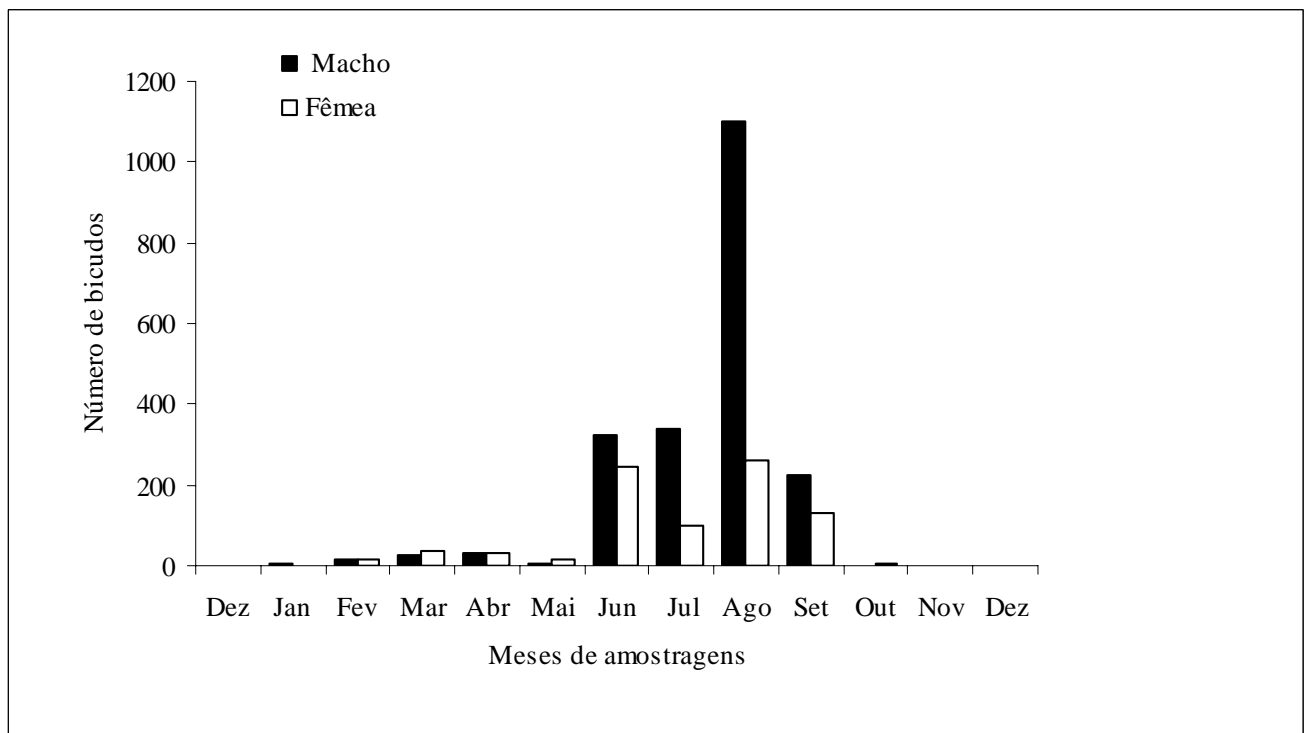


Fig. 9. Número de machos e fêmeas de bicudos coletados em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de algodão mata, na Fazenda Coperbrás, DF.

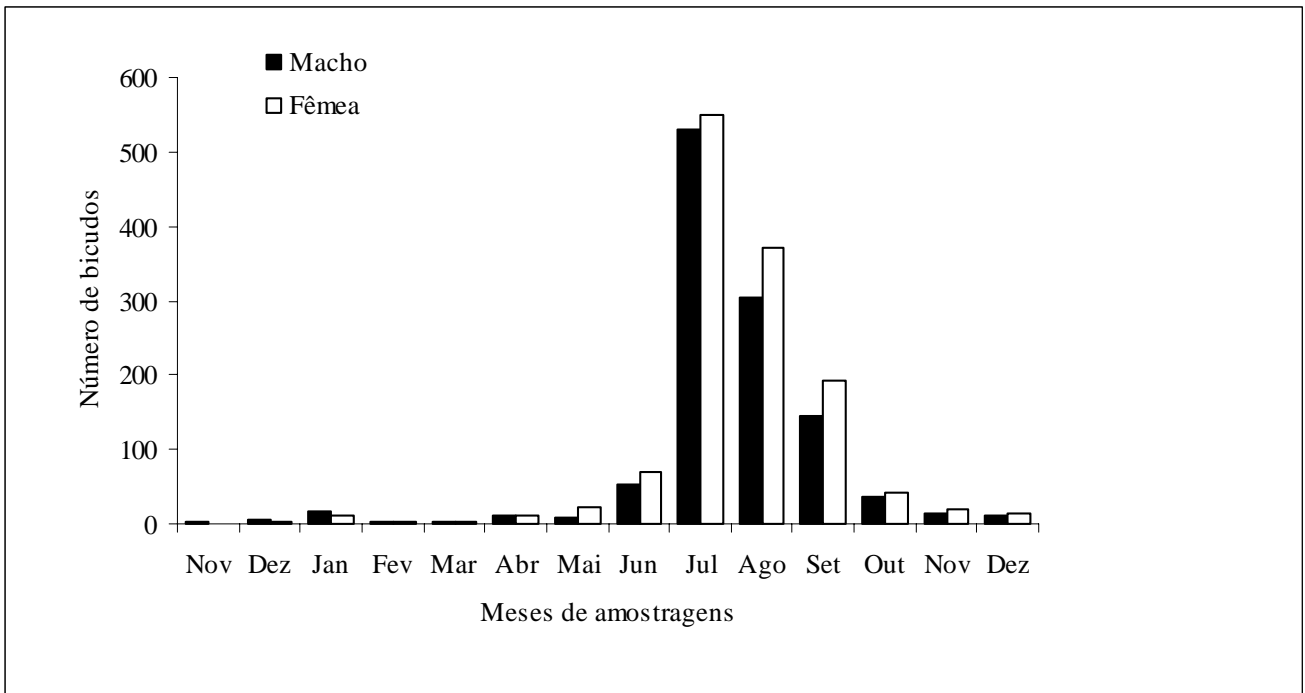


Fig. 10. Número de machos e fêmeas de bicudos coletados em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de cerrado, na Fazenda Coperbrás, DF.

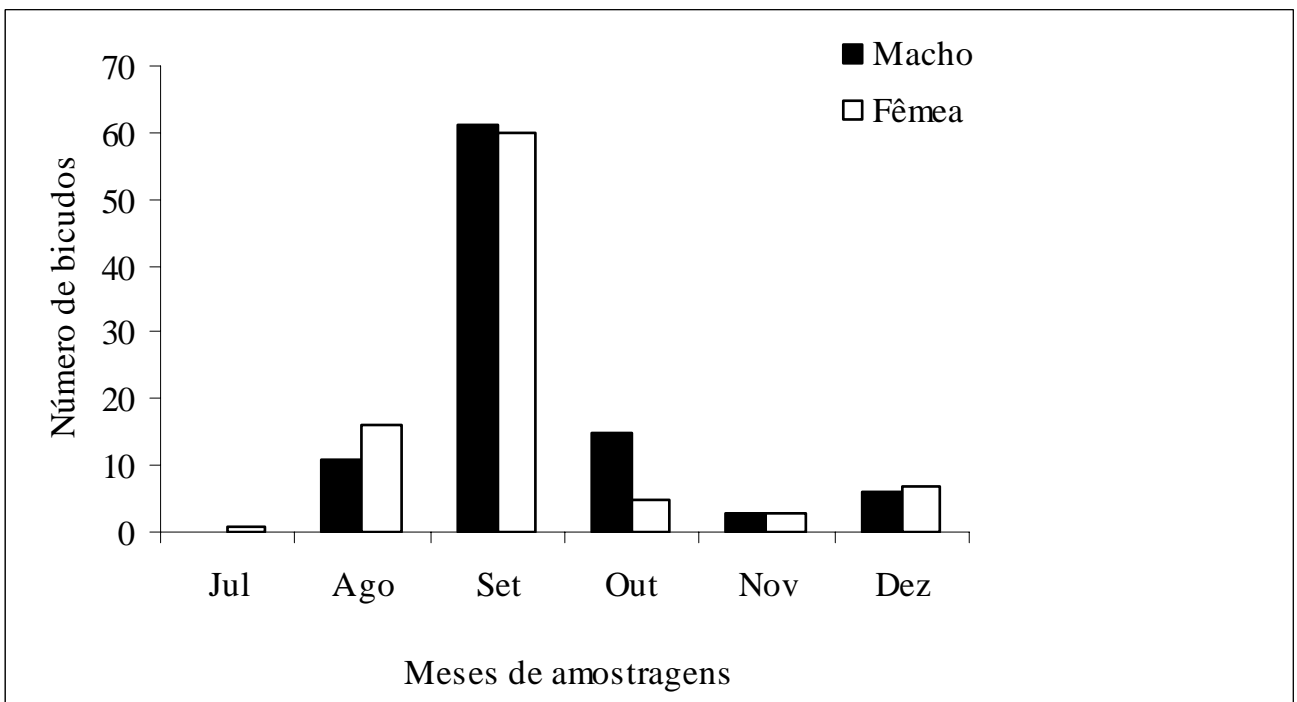


Fig. 11. Número de machos e fêmeas de bicudos coletado em armadilhas com o feromônio Bio bicudo dentro da área de mata, na Fazenda Coperbrás, DF.

CAPÍTULO II

RECURSOS ALIMENTARES DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO

Anthonomus grandis BOHEMAN, 1843 (COLEOPTERA:

CURCULIONIDAE) NA SAFRA E ENTRESSAFRA DO

ALGODOEIRO

Introdução

O agronegócio da cultura do algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L., cresce anualmente em áreas de cerrado, tentando buscar maior qualidade e produtividade. No entanto, aliado a esse fator surge a preocupação do controle de pragas como o bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), que causa anualmente os mais sérios danos, em virtude do hábito endófago e pela dificuldade de controle (Degrande 1998). O inseto vem sendo amplamente estudado desde a sua introdução no Brasil em 1983 (Barbosa *et al.* 1983). Várias pesquisas têm sido conduzidas visando gerar tecnologias que sejam econômica e ecologicamente viáveis para serem utilizadas no seu controle. Porém, grande parte dos esforços realizados têm se concentrado no aspecto agrônômico, através de manejo integrado de pragas, melhoramento de plantas visando o desenvolvimento de variedades de ciclo curto, desenvolvimento de armadilhas e novos inseticidas, entre outros. E, mesmo com essas tentativas o bicudo se estabeleceu em todas as regiões produtoras algodoeiras. Assim, nota-se a necessidade de pesquisas onde se compreenda a ecologia da praga, as quais podem propiciar um manejo mais adequado e que também leve em consideração a preservação do meio ambiente.

Vários estudos já enfocaram alguns aspectos da ecologia do bicudo. Alguns autores afirmam que em outras regiões do Brasil, após o ciclo da cultura do algodoeiro, os bicudos migram para abrigos naturais e aí permanecem em diapausa, em refúgios localizados nas matas, nos capinzais (Gondim *et al.* 2001), nos arbustos e nas capoeiras (Degrande 1991a).

Em municípios do estado de São Paulo, foram constatados bicudos em diapausa em pomares de mangueiras, capineiras, bambuais e bosques de eucalipto ao longo das cercas. Os locais mais próximos aos algodoads sempre apresentaram um número maior

de adultos em diapausa que os mais distantes (Campanhola & Martin 1987). Estes autores ainda afirmam que nos Estados Unidos, os bicudos geralmente procuram locais próximos às lavouras algodoeiras, onde entram em diapausa e qualquer vegetação que apresente boa quantidade de detritos (material orgânico) sobre o solo é potencialmente importante na manutenção de adultos em diapausa. Estes locais geralmente são aqueles sombreados e úmidos, mas não encharcados.

Algumas pesquisas têm mostrado que a sobrevivência de apenas 50 adultos/ha é suficiente para causar danos consideráveis ao algodoeiro na segunda geração (Barbosa *et al.* 1983). Antes da migração os adultos acumulam reservas de gordura, no período de maturação da cultura do algodoeiro, que lhes possibilitam sobreviver, nas condições brasileiras de entressafra, por longos períodos em estado fisiológico conhecido como diapausa intermitente, de acordo com Santos (2001). Cerca de 10% dos adultos que passam por esse processo têm uma vida longa e iniciam uma nova infestação do algodoeiro (Barbosa *et al.* 1983). Portanto, o tamanho da população que consegue sobreviver influenciará a taxa de crescimento populacional durante um novo ciclo do algodoeiro. Essa população migra dos locais de refúgio para as lavouras, principalmente, no início da produção de botões florais, cuja atração é muito intensificada pelo feromônio de agregação produzido por machos, logo após se alimentarem das primeiras estruturas florais (Rummel 1986).

Estudos anteriores indicam que, com algumas exceções, todas as plantas hospedeiras do bicudo pertencem à tribo Gossypieae, da família Malvaceae (Lukefahr *et al.* 1986). O gênero *Gossypium* possui 52 espécies, sendo que a maioria é originária do continente americano e com distribuição geográfica comum à do próprio bicudo. No Brasil são encontradas três espécies: *G. hirsutum*, *G. barbadense* e *G. mustelinum*. Esta última é a única espécie nativa do Brasil, a qual encontra-se atualmente em situação de

risco de extinção. A segunda espécie encontra-se na forma semidomesticada e a primeira espécie, *G. hirsutum*, constitui o algodoeiro anual cultivado (Barroso & Freire 2003).

Na América do Sul, o bicudo primeiramente, se estabeleceu ao sul do Equador e teve acesso a novas espécies de plantas hospedeiras em sua expansão geográfica (Lukefahr *et al.* 1986). No Brasil, estudos em viveiros, no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Embrapa, mostraram que as espécies de Malvaceae *Thespesia populnea* (L.) Soland, *Cienfuegosia affinis* (H.B.K) Hochr., *C. glabrifolia*, *Hibiscus pernambucensis* Arruda, *H. tiliaceus* L. e *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, não foram capazes de manter populações de bicudos adultos como o algodoeiro, porém essas espécies, como plantas de alimentação, poderão manter os adultos vivos até que estes localizem plantações de algodoeiro (Lukefahr *et al.* 1986).

Também no Brasil, em estudos de laboratório com as espécies de Malvaceae, *H. tiliaceus* L., *H. rosa-sinensis* L., *H. schizopetalus* (Mast.) Hook. f., *H. sabdariffa* L. e *A. esculentus*, foi constatado que o bicudo se desenvolve nessas espécies, mas as fêmeas quando atingem a fase adulta não conseguem ovipositar nelas. Assim essas espécies servem como fontes de alimento para os adultos, mas não como hospedeiras alternativas do bicudo. Dessa forma, essas espécies podem ser de grande importância na sobrevivência dos adultos do bicudo durante a entressafra da cultura do algodoeiro (Gabriel 2002a). O bicudo apresenta a seguinte ordem de preferência para alimentar-se e ovipositar, primeiro nos botões florais do *G. hirsutum*, depois nos botões florais de *G. barbadense* e por último em *C. affinis* (Lozada & Whitcomb 1993).

Várias espécies de insetos, assim como o bicudo, alimentam-se de pólen, néctar e outros exsudatos de plantas frequentemente associados às flores (Jones 1995). O

desenvolvimento dos ovos no organismo da fêmea do bicudo é dependente dessa dieta de pólen (Rummel 1986).

Os grãos de pólen, quando recuperados do trato digestório dos insetos são distintos e facilmente reconhecíveis. Isto porque a sua parede externa, a exina, é quimicamente muito estável e morfológicamente muito variada (Salgado-Labouriau 1973). Esta resiste aos ácidos acético, clorídrico, sulfúrico e fluorídrico, que são usados em seu processo de recuperação (Salgado-Labouriau 1984). O pólen é utilizado nos estudos sobre os mecanismos de polinização, os recursos de forrageamento, as rotas de migração e dispersão. É empregado também em outras áreas de conhecimento como análises paleoambientais de rochas terrestres e, recentemente, também para objetivos forenses (Jones & Jones 2001, Jones 2004). Também é considerada uma ferramenta útil e versátil para localizar movimentos a pequenas e longas distâncias de insetos herbívoros, porém ainda pouco utilizada para movimentos de predadores nos agroecossistemas (Silberbauer *et al.* 2004).

Em busca de fontes alternativas de alimentação do bicudo, Hardee *et al.* (1998) analisaram grãos de pólen ingeridos por adultos coletados de armadilhas durante um ano no Delta do Mississippi (USA) e constataram que as plantas da família Asteraceae (Compositae) foram os recursos alimentares mais utilizados pelo inseto. Além dessa, outras famílias importantes foram Anacardiaceae, Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Fagaceae, Malvaceae e Poaceae (Gramineae). Jones & Coppedge (1996, 1999), também em estudos realizados no Estados Unidos, encontraram as famílias Asteraceae (Compositae), Fabaceae (Leguminosae), Fagaceae, Poaceae (Gramineae), Rhamnaceae e Salicaceae como importantes recursos utilizados por bicudos capturados em armadilhas de feromônio. Na Argentina, os grãos de pólen recuperados de bicudos indicaram que o inseto utilizou plantas das famílias Amaranthaceae, Compositae,

Euphorbiaceae, Fabaceae (Leguminosae), Malvaceae, Polygonaceae e Solanaceae como fonte de alimentação (Cuadrado & Garralla 2000, Cuadrado 2002). Desse modo, constata-se que plantas não pertencentes à família Malvaceae servem como fonte alimentar para o bicudo na ausência do algodoeiro.

A análise de grãos de pólen encontrado no exoesqueleto de bicudos coletados de armadilhas de feromônio nos Estados Unidos apresentou 19 famílias de plantas, das quais a família Rosaceae ocorreu com maior frequência (Jones & Coppedge 1998).

Além de grãos de pólen, esporos de fungos também já foram encontrados no trato digestório do bicudo (Jones 1997); no entanto não foi investigado se os fungos servem como recurso para adultos do inseto (Jones & Coppedge 1999).

O cerrado apresenta uma vegetação rica, com mais de 6.400 espécies de plantas vasculares (Mendonça *et al.* 1998), onde as florações ocorrem em diferentes períodos do ano. Atualmente, a região Centro-Oeste representa mais de 80% da produção nacional de algodoeiro. A grande maioria dos esforços para o controle do bicudo consiste em programas que utilizam o uso de inseticidas químicos de largo espectro, que atingem os diferentes níveis tróficos. O uso indiscriminado desses inseticidas pode provocar mortalidade de todas as espécies presentes na área, principalmente de inimigos naturais das pragas relacionadas com a cultura do algodoeiro (Fontes *et al.* no prelo), uma vez que foi constatado que aproximadamente 42 espécies de predadores e parasitas são componentes dominantes ou constantes da comunidade de artrópodes na cultura do algodoeiro (Sugonyaev 1994).

A região Centro-Oeste, pela sua crescente atividade na área agrícola e particularmente na cultura algodoeira, necessita de pesquisas com enfoques ecológicos, que possibilitem um manejo mais adequado de pragas. O estudo de plantas que servem como alimento para o bicudo na entressafra do algodoeiro, realizado em países como

Argentina, Estados Unidos e México, indicam que o inseto no campo alimenta-se de outras plantas que não pertencem à família Malvaceae. No Brasil esses estudos foram realizados em laboratórios e viveiros, nas regiões Nordeste e Sudeste, que atualmente não respondem pela maior produção do país. Assim é importante a identificação das plantas que servem de recurso alimentar para o bicudo na região de cerrado, onde a cultura tem uma colonização recente. Esses dados poderão ser utilizados como instrumento nas questões sobre as práticas que ainda dificultam as técnicas de controle dessa praga, e que também contribuirão no controle e prevenção de plantios em áreas ainda não infestadas pelo bicudo.

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de identificar quais os recursos alimentares são utilizados pelo bicudo-do-algodoeiro no início e no final do ciclo da cultura do algodoeiro. Para isso, foram identificados grãos de pólen recuperados do trato digestório de bicudos coletados das armadilhas com feromônio Bio bicudo na Fazenda Coperbrás, Distrito Federal.

Material e Métodos

Procedência dos bicudos

O estudo foi realizado no Núcleo Rural Rio Preto, no Distrito Federal (15°45'S e 47°45' W), em área da Fazenda Coperbrás, de propriedade do grupo Schneider, no período de novembro de 2003 a dezembro de 2004, compreendendo a safra e entressafra da cultura do algodoeiro.

A variedade de algodoeiro plantada foi Delta Opal. O plantio foi realizado no período de 20 a 25 de novembro de 2003 e de 24 a 26 de novembro de 2004 numa área total de 1.500 ha, onde também havia sido plantado algodoeiro no ano anterior. O espaçamento utilizado foi de 0,8m entre linhas e 10 sementes por metro linear, resultando em uma densidade mínima de oito plantas por metro. O solo foi corrigido e adubado com fertilizantes químicos e as plantas daninhas foram controladas com uso de herbicidas e capina manual. Foram realizadas 16 aplicações de inseticidas para todas as pragas, sendo dessas 13 para controlar o bicudo.

As armadilhas foram dispostas em quatro áreas (Fig. 1. ver Cap. I. p. 36).

Algodão cerrado – Área contígua à área de cerrado (plantio 20 a 25 de novembro de 2003; colheita em junho de 2004); **Algodão mata** – Área contígua à área de mata de galeria (plantio 20 a 25 de novembro; colheita em agosto de 2004); **Cerrado** - Área de vegetação natural que margeava a cultura do algodoeiro; **Mata de Galeria** – Área de vegetação natural que também margeava a cultura do algodoeiro.

As áreas de algodoeiro eram separadas das áreas naturais apenas por uma estrada vicinal. No mês de junho foi aplicado inseticida em todas as áreas cultivadas com o algodoeiro, como também dessecante e herbicida para eliminar a possibilidade de alimento para a geração de bicudos que por ventura entrariam em diapausa.

Em cada área foi estabelecida uma grade formada por quatro transectos (T1-T4) com 280m cada, distantes 80m entre si e iniciando a 10m da borda da área (Fig. 2 Cap. I). Em cada transecto das áreas de algodão cerrado e cerrado foi instalado um conjunto de cinco armadilhas a uma distância de 70m uma da outra. Dessa forma foram formadas cinco linhas (L1-L5) de amostragens de bicudos a partir de 10m da borda para o interior da área, equidistante 70m entre elas. Nas áreas de algodão mata e mata, em função da mata de galeria possuir uma faixa mais estreita do que o cerrado, foram instaladas quatro armadilhas por transecto, formando quatro linhas (L1-L4) de amostragens. A distância das armadilhas do cerrado para as armadilhas da mata foi de 1.100m. Todas as armadilhas utilizadas eram de cor verde fluorescente “Boll Weevil Accountrap”, usadas com BIO bicudo, que é um liberador impregnado com feromônio sintético do macho (comunicação química), (Ari Gitz, Bio Controle, comunicação pessoal) (Fig. 3 Cap. I). A cor da armadilha age em sinergismo com a isca de feromônio tornando-se uma armadilha que captura o inseto mesmo quando esse se encontra em número reduzido. As armadilhas foram instaladas sobre estacas, aproximadamente 1m acima do solo. Em cada armadilha foram colocados um liberador de feromônio e um pedaço (2cm) de coleira contra carrapatos, utilizada em cães. Essa coleira mata e evita a fuga dos bicudos, devido à ação do carbamato e do piretróide existentes em sua composição.

As capturas de bicudos e a manutenção das armadilhas foram feitas semanalmente e a troca do feromônio a cada 30 dias, seguindo a recomendação do fabricante. Os bicudos capturados nas armadilhas foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Bioecologia, Semioquímicos e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, onde foram contados e mantidos em freezer dentro de frascos de vidro de 5ml.

Após as capturas do bicudo entre os meses de novembro de 2003 e dezembro de 2004 (Tabela 1), foram determinados os períodos em que seriam avaliados quanto às análises dos grãos de pólen ingeridos pelos adultos. Janeiro foi o mês analisado para a área de cerrado, devido ao baixo número de insetos capturados em fevereiro, que foi o mês analisado para as áreas cultivadas com o algodoeiro. Esse período correspondeu ao início do ciclo da cultura do algodoeiro. Também foram analisados os meses de agosto e setembro, período final do ciclo do algodoeiro, para as quatro áreas. O tamanho da amostra foi definido, em função do número de bicudos capturados mensalmente, com no mínimo oito e no máximo 16 insetos. A amostra foi tomada aleatoriamente.

Foi realizado um levantamento de campo, por meio de transecto, na área de cerrado, em área total de 0,05ha, da densidade dos indivíduos das espécies de plantas pertencentes às famílias identificadas nos grãos de pólen recuperados do trato digestório dos bicudos.

Descrição do processo de acetólise

Para determinação dos recursos alimentares utilizados pelos bicudos capturados nas armadilhas das quatro áreas, foram processados 216 adultos do inseto. A análise de grãos de pólen presentes no trato digestório dos bicudos foi realizada com a técnica de acetólise de Erdtman (1960), no Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças – Embrapa, no Distrito Federal.

As amostras por área foram as seguintes:

Algodão Cerrado - 48 bicudos, sendo 16 insetos para cada um dos meses de fevereiro, agosto e setembro; **Algodão Mata** - 48 bicudos, sendo também 16 insetos para cada um dos meses de fevereiro, agosto e setembro; **Cerrado** – 96 bicudos, sendo oito insetos

para cada um dos meses de dezembro e maio e 16 insetos para cada um dos meses de janeiro, julho, agosto, setembro e outubro; **Mata de Galeria** – 24 bicudos, sendo oito insetos em agosto e 16 em setembro.

Nas armadilhas do cerrado, o bicudo foi coletado durante o ano inteiro. Por esse motivo, além dos meses comuns às outras áreas, também foi realizada acetólise em amostras dos meses de dezembro e maio (período do início e meados do ciclo do algodoeiro) e em julho e outubro (período pós-colheita).

Os bicudos acondicionados em freezer foram retirados um dia antes da realização da acetólise. No dia seguinte os insetos foram lavados com álcool etílico (99,3%) e, em seguida, foram colocados em papel absorvente para secar. Cada bicudo foi colocado em um tubo de Ependorph (1,5ml) e macerado com um palito de madeira. O processo de acetólise é um processo químico que destrói o corpo do bicudo, mas não os grãos de pólen (Jones & Coppedge 1996).

Os passos seguintes foram realizados em capela: para cada conjunto de 48 tubos foi preparada uma solução de anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção de 9:1 (27ml: 3ml), respectivamente. Em cada tubo de Ependorph foi colocado cerca de 0,5ml da solução e levado à fervura a 120°C por sete minutos em Termolyne®. Após a fervura foi adicionado em cada tubo ácido acético glacial para paralisar a reação de acetólise. Depois cada conjunto de 16 tubos foi centrifugado por três minutos em centrífuga horizontal em velocidade máxima 5.000rpm. Após a centrifugação o sobrenadante foi descartado. Em seguida foi colocada água destilada em cada tubo para lavar o pólen, por três vezes, centrifugando cada vez que a água era adicionada. Antes de cada centrifugação a solução era misturada com um palito. Depois da última água, o excesso de cada tubo foi descartado e adicionado duas gotas de corante safranina + álcool etílico. Em seguida, foi colocado mais uma vez para centrifugar por mais três minutos.

Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e, adicionadas oito gotas de glicerina. Após esse processo cada conjunto de 16 tubos foi colocado para aquecer por cerca de 16 horas a 32°C para a evaporação do álcool.

Preparação e identificação das lâminas

Após a evaporação do álcool as lâminas foram preparadas com a solução restante. Em cada lâmina foram adicionadas duas gotas da solução de cada tubo, que correspondia ao pólen ingerido por um inseto. As gotas da solução foram cobertas com uma lamínula, fixada com esmalte nas laterais. As lâminas foram fotografadas em microscópio óptico Axophot com câmara fotográfica.

As identificações dos grãos de pólen foram feitas em microscópio óptico com auxílio da chave geral de identificação dos tipos polínicos da flora dos Cerrados e de outras publicações pertinentes (Heusser 1971, Salgado-Labouriau 1973, 1982, 1984, Franz *et al.* 1986, Faegri & Iversen 1989, Salgado-Labouriau & Rinaldi 1990). A confirmação dos tipos polínicos foi feita pela Prof^a. Maria Lea Salgado Labouriau (IG/UnB), até a identificação mais inferior possível, ou seja, família, gênero ou espécie.

Com os dados das amostras dos meses de janeiro, fevereiro, agosto e setembro foram calculados a Percentagem de Similaridade e o Índice de Diversidade de Simpson das quatro áreas estudadas. O programa utilizado foi o Ecological Methodology (Krebs 2002).

Resultados

Foram encontrados grãos de pólen em 117 bicudos (54%) com um total de 465 grãos, dos quais 371 (80%) foram identificados como pertencentes a 19 famílias de plantas. Dessas, somente oito gêneros e duas espécies foram identificados. Também foram encontrados sete esporos de Pteridophyta e 481 esporos de fungos, além de 356 cistos de algas.

O maior número de famílias de plantas identificadas nos grãos de pólen ingeridos pelo bicudo, foi encontrado nos insetos capturados nas armadilhas da área de algodão cerrado (Tabela 2).

As famílias Asteraceae (Compositae), Chenopodiaceae, Smilacaceae, Myrtaceae, Poaceae (Gramineae) e Proteaceae apresentaram mais de um tipo de pólen (Tabela 3). A família Smilacaceae apresentou 49% dos grãos de pólen encontrados no trato digestório dos bicudos, a família Proteaceae 8% e as famílias Melastomataceae-Combretaceae e Myrtaceae 5%. As famílias Fabaceae (Leguminosae), Malvaceae e Poaceae (Gramineae) apresentaram mais de 1% dos grãos de pólen encontrados. Enquanto que as famílias Annonaceae, Acanthaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Clusiaceae, Convolvulaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Pinaceae, Rosaceae, Saxifragaceae e Scheuchzeriaceae apresentaram menos de 1% dos grãos de pólen encontrados.

Na Figura 1 são apresentados os resultados dos grãos de pólen recuperados do trato digestório dos bicudos coletados nas quatro áreas e as respectivas famílias de plantas, em janeiro e fevereiro de 2004, período do início do ciclo da cultura do algodoeiro. Pode-se observar que os grãos de pólen da família Malvaceae foram comuns no trato digestório de bicudos coletados nas duas áreas de algodoeiro. A área de algodão mata apresentou maior número de famílias de plantas identificadas nos grãos de pólen

ingeridos pelo bicudo e a área de cerrado apresentou famílias com maior percentual de grãos de pólen.

Avaliando as famílias de plantas identificadas nos grãos de pólen ingeridos pelo bicudo durante o início do ciclo do algodoeiro (áreas cultivadas com algodoeiro), encontrou-se uma similaridade relativamente baixa (Coeficiente de Renkonen = 25). Não foi encontrada nenhuma similaridade com a área de cerrado. A área de mata não pode ser analisada para essa comparação porque na mata não foi coletado nenhum bicudo naquele período.

Na figura 2 são apresentadas as porcentagens das famílias de plantas, cujos grãos de pólen foram recuperados do trato digestório de bicudos em agosto e setembro de 2004, período que coincide com o final do ciclo do algodoeiro. Pode-se observar que a família Smilacaceae foi a mais abundante e presente em todas as áreas. A família Proteaceae foi constatada nos meses de agosto e setembro nas duas áreas cultivadas com algodoeiro.

As famílias dos grãos de pólen ingeridos pelo bicudo nas quatro áreas, no final do ciclo do algodoeiro, apresentaram maior similaridade entre as áreas de algodão mata e algodão cerrado (Coeficiente de Renkonen = 83,52) e menor similaridade entre as áreas de algodão cerrado e cerrado (Coeficiente de Renkonen = 11,11).

A área de algodão cerrado apresentou maior diversidade de grãos de pólen recuperados do trato digestório dos bicudos do que as outras áreas, tanto no início do ciclo do algodoeiro (Índice de Simpson = 0,626), quanto no final do ciclo da cultura (Índice de Simpson = 0,743).

Em bicudos capturados na área de cerrado, em dezembro de 2003, foram recuperados grãos de pólen das famílias Smilacaceae, Myrtaceae e Acanthaceae. Em maio de 2004, período correspondente à produção de botões e maçãs nas plantas, foram

encontrados grãos de pólen das famílias Smilacaceae e Poaceae (Gramineae). No período de pós-colheita da cultura do algodoeiro, em julho de 2004 foi encontrado pólen das famílias Asteraceae, Smilacaceae e Melastomataceae-Combretaceae e, em outubro de 2004 das famílias Smilacaceae, Melastomataceae-Combretaceae, Myrtaceae e Poaceae (Gramineae).

No levantamento feito com transecto na área de cerrado, foram encontradas 155 plantas pertencentes a 10 famílias (Tabela 4) correspondentes às 19 famílias identificadas através dos grãos de pólen recuperados do trato digestório dos bicudos. Como a área amostrada foi de 0,05ha, a estimativa para 1ha seria possivelmente de 3.100 plantas dessas mesmas famílias. Foi observado também que os indivíduos de *Smilax* (Smilacaceae), subarbustos semi-prostrados, ocorrem com maior abundância em locais perturbados, na margem da área de cerrado (Fig. 3). Esses indivíduos foram identificados como sendo da espécie *Smilax campestris* Griseb. (Benedito Alísio da Silva Pereira, Botânico do IBGE, comunicação pessoal) que ocorre em cerrados e áreas campestres e que costuma tornar-se abundante em áreas perturbadas ou que sofrem incêndios com frequência. Por exemplo, foram encontradas quatro plantas dessa espécie em um raio de 50m. Também foram observados indivíduos de *Smilax* de hábito trepador na mata de galeria ao lado da plantação de algodoeiro (Fig. 3).

Discussão

No início da safra do algodoeiro foram encontrados grãos de pólen de diferentes famílias no trato digestório de bicudos capturados nas duas áreas cultivadas, indicando que a população de bicudo possivelmente migrou de refúgios utilizados na entressafra para a cultura do algodoeiro, como mencionado por Rummel (1986). No entanto, vale salientar que, no início do ciclo do algodoeiro, das áreas de vegetação natural que margeavam a cultura, apenas foi capturado bicudo nas armadilhas da área de cerrado. Na mata de galeria só foram capturados insetos no mês de julho. Estas observações permitem sugerir que, quando não há algodoeiro plantado o bicudo utiliza mais a área de cerrado como refúgio. É possível que nem todos os insetos que chegaram ao final do ciclo da cultura entraram no processo de diapausa, como mencionado por Santos (2001), porque em todos os meses entre a colheita e o plantio do algodoeiro, foram capturados bicudos nas armadilhas da área do cerrado e foi encontrado pólen no trato digestório de insetos capturados em todas as amostras dessa área.

Dentre as famílias de plantas identificadas, os grãos de pólen do gênero *Smilax* (Smilacaceae) foram os recursos mais utilizados pelo bicudo. Esse gênero é representado por trepadeiras, ervas ou sub-arbustos eretos ou semiprostrados (Almeida *et al.* 1998b, Souza & Lorenzi 2005). Algumas espécies são muito frequentes em áreas de cerrado (Gemtchújnicov 1976). Segundo Joly (1983) as plantas da família Smilacaceae são trepadeiras espinhentas dos cerrados e outras associações. De acordo com a compilação de Mendonça *et al.* (1998), cerca de 20 espécies do gênero *Smilax* ocorrem no bioma cerrado, sendo na maioria trepadeiras distribuídas em matas de galeria. No Distrito Federal existe cerca de 10 espécies, sendo três delas de hábito ereto ou semiprostrado e sete espécies de mata de galeria (Andreatta 1997).

A espécie *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) foi identificada em grãos de pólen recuperados do trato digestório de bicudos coletados nas duas áreas cultivadas com algodoeiro, após a colheita da cultura. Os grãos de pólen de Proteaceae foram os mais representativos, depois da família Smilacaceae. Essa espécie é um arbusto ou árvore, bastante comum, que ocorre em mata de galeria, cerradão mesotrófico e distrófico, cerrado denso, sentido restrito e ralo e campo limpo, com floração de março a novembro (Almeida *et al.* 1998b), reforçando a idéia da movimentação do bicudo entre as áreas estudadas, mesmo durante a safra do algodoeiro. É possível que o adulto do bicudo deixe os campos cultivados e se alimente de pólen na vegetação ao redor, após o período de floração da cultura.

O gênero *Eugenia* (Myrtaceae) floresce entre setembro e outubro, com ocorrência no cerradão mesotrófico e distrófico, cerrado sentido restrito e cerrado ralo (Almeida *et al.* 1998b). Coincidentemente foi exatamente nestes meses que grãos de pólen desse gênero foram encontrados no trato digestório de insetos coletados nas áreas de algodão cerrado, algodão mata e cerrado. Também foi identificado pólen do gênero *Eucalyptus* (Myrtaceae) ingeridos por bicudos que foram coletados dentro da área de cerrado.

Foram encontrados grãos de pólen da família Annonaceae, no trato digestório de bicudos capturados na área de algodão cerrado, no período pós-colheita do algodoeiro. Representantes dessa família são espécies lenhosas encontradas em áreas de cerrado. Nesse caso, possivelmente o inseto se alimentou em área de cerrado e dispersou para áreas algodoeiras próximas. A época de floração de plantas desta família é principalmente de setembro a novembro (Almeida *et al.* 1998b), período em que os insetos foram coletados. As espécies encontradas no cerrado local foram *Annona crassiflora* Mart. e *A. tomentosa* R. E. Fries.

Pólen da família Clusiaceae foi encontrado em bicudo coletado na área de algodão mata, no início da safra da cultura. Representantes dessa família como *Clusia criuva* Camb. e *Callophylum brasiliense* Camb., ocorrem em matas e florescem principalmente de agosto a novembro. No entanto, também existem algumas espécies do gênero *Kielmeyera*, principalmente *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart., bastante comum em áreas de cerrado, com floração distribuída por quase todo o ano (Almeida *et al.* 1998b). Portanto, esses resultados indicam a movimentação do inseto entre áreas naturais e de algodoeiro, particularmente para o cerrado.

Com base nestes resultados, pode-se inferir que as fontes de recursos alimentares existentes no cerrado têm um papel primordial na sobrevivência de adultos do bicudo, principalmente em períodos de entressafra da cultura do algodoeiro, o que pode ter contribuído para a adaptação desse inseto na área, assim como para a manutenção do inseto durante todo o ano na ausência de seu principal hospedeiro (Jones 1995). Os resultados reforçam a constatação de Lukefahr *et al.* (1986) de que após a introdução do bicudo no Brasil, o inseto teria acesso às múltiplas espécies de plantas em sua expansão geográfica, alimentando-se de uma grande variedade de plantas durante o ano inteiro.

O bicudo possui a capacidade de se dispersar entre áreas de vegetação natural e campos de algodoeiro durante e após a colheita em busca de pólen de diversas plantas. O inseto se alimentou de grãos de pólen de famílias de plantas que ocorrem tanto em áreas de cerrado quanto na mata de galeria, e foi capturado em armadilhas nas áreas de algodoeiro, após a colheita da cultura. Esse fato reforça mais uma vez a hipótese da capacidade de sobrevivência e o movimento do inseto adulto entre as áreas estudadas. Outro fato que comprova essa afirmação é que em apenas um único bicudo da amostra da área de algodão cerrado, em setembro, foram encontrados grãos de pólen de seis

diferentes famílias de plantas. Portanto, a polifagia ocorre tanto na espécie quanto no indivíduo, em particular.

Outros autores em trabalhos semelhantes, realizados em países como Argentina e Estados Unidos, também constataram que as fontes alimentares utilizadas pelo bicudo adulto, não estão somente restritas a família Malvaceae (Jones & Coppedge 1996, 1999, Hardee *et al.* 1998, Santos 1999, Cuadrado & Garralla 2000, Cuadrado 2002).

É importante ressaltar que o bicudo do algodoeiro é uma das mais sérias pragas dos algodoais também em campos contínuos de milhares de hectares, sem intercalação com vegetação nativa.

Os resultados obtidos nesse trabalho reforçam a necessidade da manutenção e preservação de áreas naturais que circundam as plantações de algodoeiro. As plantas que foram mais utilizadas pelo bicudo fora da área de cultivo do algodoeiro são características de áreas degradadas (Benedito Pereira, IBGE, Comunicação pessoal). Além disto, de acordo com Silberbauer *et al.* (2004) predadores generalistas visitam e movimentam-se entre os numerosos tipos de vegetação que circundam os campos de algodoeiros, como também nos campos da cultura.

Concluindo, o bicudo utilizou 19 famílias de plantas durante o ano inteiro, tanto na safra como na entressafra da cultura do algodoeiro na Fazenda Coperbrás, DF. A família Smilacaceae foi o recurso alimentar mais importante utilizado pelo bicudo, principalmente no período de entressafra da cultura do algodoeiro, seguida das famílias Proteaceae, Melastomataceae-Combretaceae e Myrtaceae. A importância deste estudo está na constatação de que os grãos de pólen de Smilacaceae são o principal recurso para o bicudo na área do cerrado e, que as plantas dessa família, encontradas na área de cerrado estudada, ocorrem principalmente em áreas degradadas. Essa família ainda não

havia sido encontrada como recurso alimentar utilizado pelo bicudo, em trabalhos semelhantes realizados em outros países como Estados Unidos e Argentina.

Estudos posteriores poderão investigar o comportamento do bicudo em relação à reprodução, nessas famílias de plantas mais utilizadas, principalmente da família Smilacaceae, para fundamentar a adoção de práticas de manejo da cultura do algodoeiro, levando em consideração o período de entressafra e preservação das áreas naturais.

Tabela 1. Número mensal de adultos de bicudo *Anthonomus grandis* capturados em armadilhas com o feromônio Bio bicudo, de novembro de 2003 a dezembro de 2004 na Fazenda Coperbrás, localizada no Núcleo Rural Rio Preto, DF.

	Período de Amostragens														Total bicudos coletados
	2003		2004												
Áreas	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
(1) Algodoeiro próximo ao Cerrado	-	1	4	46	70	151	243	1.018	43	224	8	1	0	0	1.809
(2) Algodoeiro próximo a mata	-	3	7	33	61	69	22	566	437	1.367	358	6	2	0	2.931
(3) Cerrado <i>sensu stricto</i>	5	10	29	4	7	21	31	128	1.085	676	366	86	35	21	2.504
(4) Mata de Galeria	0	0	0	0	0	0	0	0	1	30	128	20	6	13	198
Total	5	14	40	83	138	241	296	1.712	1.566	2.297	860	113	43	34	7.442

Tabela 2. Número de bicudos adultos analisados, porcentagem de grãos de pólen encontrado no trato digestório dos insetos e suas respectivas famílias de plantas, nas quatro áreas.

	Algodão Cerrado	Algodão Mata	Cerrado	Mata de Galeria
Nº bicudos analisados	48	48	96	24
Nº bicudos com pólen	18	21	70	13
Nº grãos de pólen	78	151	203	56
% com pólen	37,5	43,7	73	54
Famílias*	11	10	9	5

* Algumas famílias são comuns às áreas.

Tabela 3. Ocorrência de famílias, gêneros e espécies de plantas identificadas por meio dos grãos de pólen ingeridos por adultos de bicudo coletados nas quatro áreas, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, maio, julho, agosto, setembro e outubro em área de cerrado.

Grupos/Família	Gênero/Espécie	Algodão Cerrado	Algodão Mata	Cerrado	Mata de Galeria
Gimnosperma					
Pinaceae					X
Angiospermas					
Monocotiledôneas					
Poaceae n ^o 1				X	
Poaceae n ^o 2				X	
Poaceae n ^o 3		X			
Poaceae n ^o 4		X			
Poaceae n ^o 5		X	X		
Poaceae n ^o 6		X			
Poaceae n ^o 7					X
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	X	X	X	X
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	X	X	X	X
Angiospermas					
Dicotiledôneas					
Acanthaceae	<i>Ruellia</i>			X	
Annonaceae	<i>Annona</i>	X			
Asteraceae n ^o 1			X	X	
Asteraceae n ^o 2	<i>Aspilia – Bacharis – Bidens</i>		X		
Asteraceae n ^o 3		X			
Asteraceae n ^o 4		X			
Chenopodiaceae n ^o 1				X	
Chenopodiaceae n ^o 2				X	
Convolvulaceae		X			
Clusiaceae			X		
Fabaceae		X	X		X
Malvaceae		X	X		
Malpighiaceae		X	X		
Melastomataceae-		X	X	X	X
Combretaceae					
Moraceae				X	
Myrtaceae n ^o 1	<i>Eucalyptus</i>			X	
Myrtaceae n ^o 2	<i>Eugenia</i>	X	X	X	
Proteaceae n ^o 1		X			
Proteaceae n ^o 2	<i>Roupala montana</i>	X	X		
Rosaceae			X		
Saxifragaceae	<i>Chrysosplenium glecjomaefolium</i>	X			
Scheuchzeriaceae	<i>Scheuchzeria</i>			X	

Tabela 4. Número, famílias e espécies de plantas presentes em 0,05 ha da área de cerrado da Fazenda Coperbrás, DF.

Família	Gênero/Espécie	Nº de indivíduos
Acanthaceae	<i>Ruellia</i>	14
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i>	1
Annonaceae	<i>Annona tomentosa</i>	4
Asteraceae	Espécie não identificada 1	2
Asteraceae	Espécie não identificada 2	1
Asteraceae	<i>Eremanthus glomerulatus</i>	2
Asteraceae	<i>Vernonia ferruginea</i>	1
Combretaceae	<i>Terminalia fragifolia</i>	3
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i>	9
Fabaceae	<i>Ascomium dasycarpium</i>	7
Fabaceae	<i>Bauhinia pulchella</i>	19
Fabaceae	<i>Bauhinia unguolata</i>	1
Fabaceae	<i>Boudichia virgilioides</i>	4
Fabaceae	<i>Calliandra dysantha</i>	9
Fabaceae	<i>Calliandra virgata</i>	2
Fabaceae	<i>Mimosa clausenii</i>	7
Fabaceae	<i>Chamaecrista basifolia</i>	1
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i>	6
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	4
Fabaceae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	1
Fabaceae	<i>Plathymenia reticulata</i>	1
Fabaceae	<i>Sclerolobium aureum</i>	8
Fabaceae	<i>Senna rugosa</i>	1
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	12
Fabaceae	<i>Stylosanthes capitata</i>	1
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	2
Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassa</i>	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	4
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	4
Melastomataceae	<i>Miconia fallax</i>	2
Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i>	1
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	3
Myrtaceae	<i>Eugenia desinterica</i>	1
Myrtaceae	<i>Eugenia linearifolia</i>	1
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	7

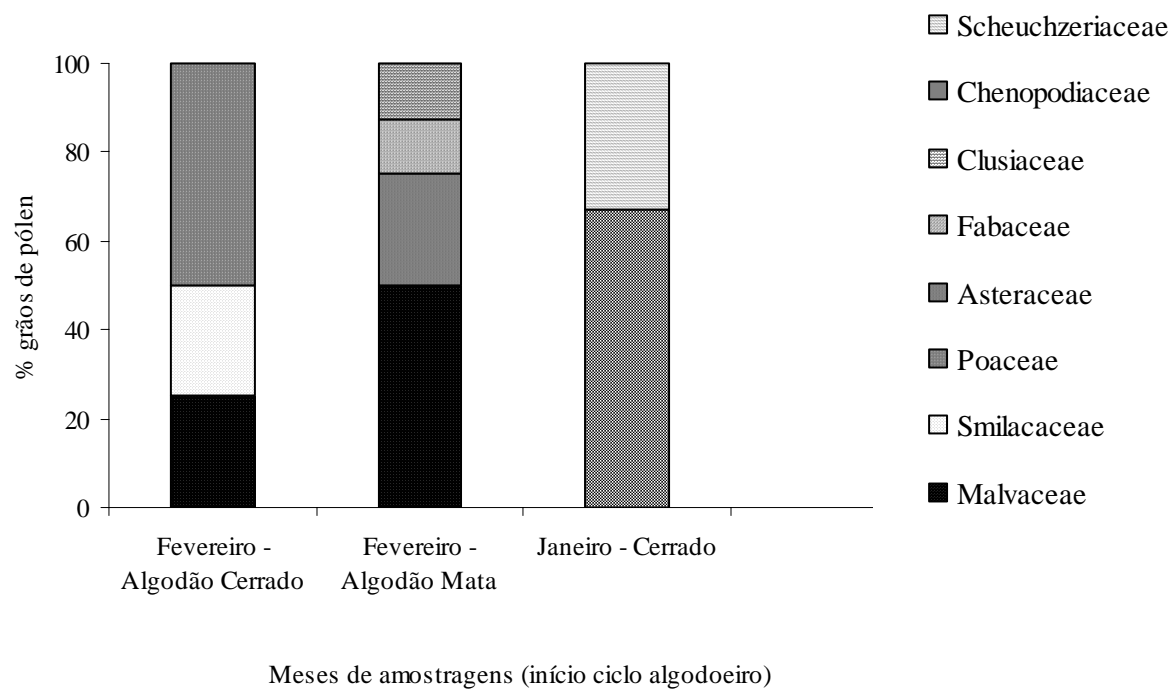


Fig. 1. Porcentagem de grãos de pólen e suas respectivas famílias de plantas encontradas no trato digestório dos bicudos, capturados nas armadilhas com o feromônio Bio bicudo, em duas áreas de algodoeiro e de cerrado, no início da safra do algodoeiro (janeiro e fevereiro).

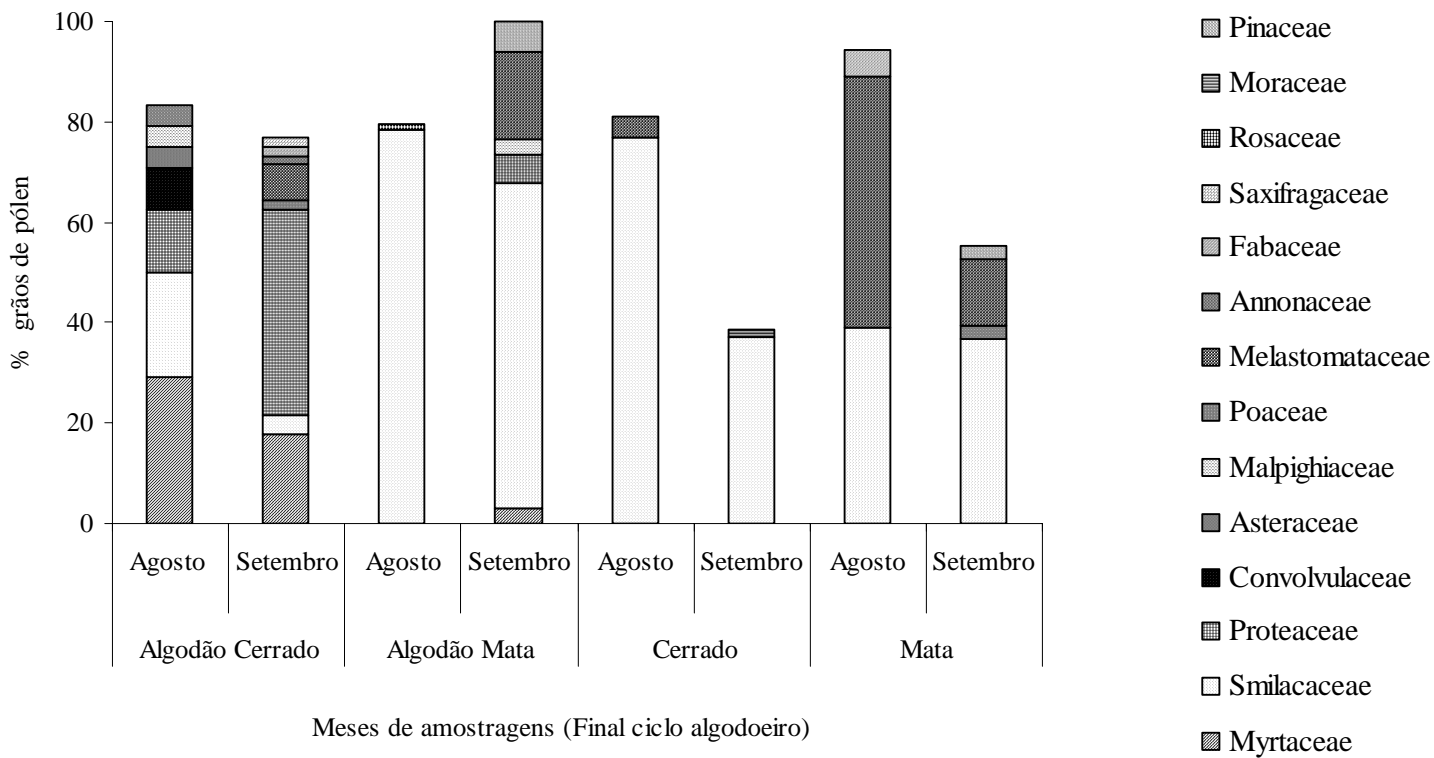


Fig. 2. Porcentagem de grãos de pólen e suas respectivas famílias de plantas encontradas no trato digestório dos bicudos, capturados nas armadilhas com o feromônio Bio bicudo, em duas áreas de algodoeiro, de cerrado e de mata de galeria, no final do ciclo do algodoeiro (agosto e setembro).



Fig. 3. Plantas do gênero *Smilax* (Smilacaceae), encontradas nas margens da área de cerrado e dentro da mata de galeria, respectivamente, na Fazenda Coperbrás, DF.

CAPÍTULO III

DANOS CAUSADOS PELO BICUDO-DO-ALGODOEIRO

***Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843 (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) EM PLANTIOS DE ALGODOEIRO NO
CERRADO DE BRASÍLIA**

Introdução

A planta do algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L., é conhecida mundialmente como uma das mais sujeitas ao ataque de pragas, algumas delas bastante nocivas à cultura. Essa planta atrai e hospeda um complexo significativo de insetos e ácaros, que atacam raízes, caules, folhas, botões florais, maçãs e capulhos. Os danos provocados pelas pragas podem reduzir a produtividade, como também afetar diretamente características importantes das sementes e da fibra, depreciando-as consideravelmente para a utilização comercial (Santos 1999).

O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), é a praga que provoca os maiores danos porque causa a queda de botões florais e destruição das maçãs (Barbosa *et al.* 1983, Ramalho & Gonzaga 1992, Ramalho & Silva 1993) e, conseqüentemente, afeta o resultado da produção. Uma das razões pelas quais o bicudo tem sido uma praga tão bem sucedida é a pouca eficiência de inimigos naturais. Raramente foram coletados bicudos infectados por entomopatógenos em campos de algodoeiro infestados pela praga (Barbosa *et al.* 1983).

As perdas relativas ao ataque dessa praga decorrem da utilização das estruturas florais e frutíferas do algodoeiro pela oviposição dos adultos e pela alimentação tanto das larvas como dos adultos. Os botões florais são utilizados prioritariamente de acordo com os tamanhos e quando disponíveis na planta em maior número que os frutos verdes. As fases imaturas do inseto ocorrem inteiramente no interior dessas estruturas e, quando o adulto emerge, abandona esses abrigos. Assim, o ataque do bicudo reflete negativamente na produção do algodoeiro tanto pelos danos causados por orifícios de

oviposição, como também por aqueles causados por orifícios de alimentação (Degrande 1991a).

Os curculionídeos caracterizam-se por possuir rostro como prolongamento da cabeça, na extremidade do qual encontram-se as peças bucais mastigadoras. A fêmea do bicudo utiliza o rostro para fazer um orifício, nos botões florais e/ou maçãs, em seguida vira o abdome e coloca somente um ovo por orifício, que então é fechado com secreção cerosa. Essa secreção serve tanto para proteger contra inimigos naturais como, também, para evitar a desidratação do ovo (Silva *et al.* 1995). O local onde a fêmea oviposita, fica com aspecto de “verruga” (Parker *et al.* 2000) ou com evidência de pólen. O orifício de alimentação é oriundo da escarificação realizada pelas peças bucais dos adultos, não ultrapassando 1mm de diâmetro, de forma que com o rostro o inseto atinge o interior do botão ou da maçã (Degrande 1991a), que passa a apresentar perfurações escurecidas. São encontrados com frequência mais orifícios de alimentação do que de oviposição. Quando o ataque se dá nas maçãs, as mais novas e pequenas chegam a cair da planta, enquanto que as mais velhas não caem, mas transformam-se em “carimãs” ou ainda apodrecem (Degrande 1991a).

As perfurações ou orifícios feitos pelo adulto do bicudo, nos botões florais ou nas maçãs, apresentam profundidade variável, dependendo se são decorrentes de alimentação ou de oviposição. A postura em geral é feita na base dos botões florais com apenas um ovo por botão, quando o ataque não é muito intenso (Silva *et al.* 1995).

Após o período de incubação dos ovos, as larvas passam a se alimentar no interior dos botões florais e maçãs, destruindo fibras e sementes em formação, onde ficam protegidas da ação de inseticidas, o que dificulta o controle da praga. Depois do ataque larval o botão floral cai no solo, após cinco a 10 dias (Braga Sobrinho & Lukefahr 1983). Entretanto a larva continua seu desenvolvimento no botão floral caído

no solo, por cerca de 10 a 11 dias, até a emergência do adulto (Lloyd 1986). O tamanho do inseto adulto é influenciado pela quantidade de alimento ingerido no estágio larval (Degrande 1998).

Devido à dificuldade de se amostrarem os insetos adultos após o início da postura, quando estes estão em densidade populacional baixa, após a colonização das plantas pelos adultos de bicudo remanescentes, o limiar de dano econômico leva em consideração os danos causados nos botões florais (Rummel 1986).

Para minimizar os impactos causados pelo bicudo sobre o algodoeiro, os produtores poderiam utilizar a prática de coletas de botões florais atacados pelo inseto, isto é, aqueles que caem no solo. Tem-se observado que essa estratégia reduz significativamente o número de adultos nos campos, diminuindo as populações e infestações durante a fase de maior produção de botões florais nas plantas (Busoli *et al.* 1994). No entanto, essa prática não é muito utilizada, possivelmente pelo tamanho das áreas plantadas atualmente, e que continuam a crescer a cada ano.

Apesar da vasta informação na literatura sobre os danos causados pelo bicudo e propostas para seu manejo e controle (Ramalho & Jesus 1989, Ramalho *et al.* 1990, Busoli 1991, Degrande 1991b 1998, Gutierrez *et al.* 1991, Ramalho & Gonzaga 1992, Santos 1999), ainda existe uma lacuna de conhecimento sobre os níveis de infestação e a fenologia desta praga nas novas áreas algodoeiras do cerrado.

Diante do exposto o presente trabalho foi realizado com os objetivos de verificar a colonização e a progressão dos danos causados pelo bicudo na cultura do algodoeiro, nos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006 em uma área geograficamente isolada das outras regiões de plantio de algodoeiro no Distrito Federal; verificar os padrões de utilização pelo inseto das estruturas reprodutivas e o período de maior infestação da

praga. Esses dados serão importantes para o estabelecimento de estratégias de manejo para as novas áreas de cultivo do algodoeiro no cerrado.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo. O estudo foi conduzido no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Embrapa, localizado a 50km de Brasília – DF (15°55' S e 48°10' W), distante cerca de 70km da área de plantio de algodoeiro mais próxima da região (15°52' S e 47°33' W).

Manejo da área experimental. A área experimental com algodoeiro foi utilizada durante os anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006. O primeiro plantio foi realizado em 06 de dezembro de 2004, com emergência das plântulas a partir de 11 de dezembro. O segundo plantio foi realizado no dia 7 de dezembro de 2005, com emergência das plântulas a partir de 12 de dezembro. A variedade de algodoeiro plantada foi Delta Opal, com espaçamento de 1m entre linhas e 10 a 12 sementes por metro linear, resultando em uma densidade mínima de dez plantas por metro. No solo foram feitas adubações de plantio e de cobertura com fertilizantes químicos. As plantas daninhas foram controladas com uso de herbicidas e capina manual.

A área experimental foi de 3.000m² constituída de oito parcelas de 375m² cada, das quais, no primeiro plantio quatro parcelas consideradas controles não receberam nenhum tratamento para pragas, e quatro parcelas convencionais receberam tratamento mínimo de inseticidas químicos (três aplicações com os produtos diafentiuiron, imidacloprid, cipermetrina+profenofos e metamidophos), visando controlar outras pragas da fase vegetativa como pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e curuquerê *Alabama argillacea* (Hübner 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), mas que permitisse a colonização da área pelo bicudo. No segundo ano de plantio a área experimental foi a mesma, também com quatro parcelas controles e quatro

convencionais. Nestas foram realizadas 11 aplicações após o nível de ataque do bicudo de 10%, com os inseticidas cipermetrina+profenofos, endosulfan e lambdacyhalothrin, além da aplicação de *Bacillus thuringiensis* para minimizar o ataque das lagartas.

Amostragens. Para a determinação da colonização e a progressão dos danos causados pelo bicudo, foram feitas avaliações semanais durante as safras da cultura do algodoeiro em 2004/2005 e 2005/2006. Os levantamentos foram realizados por caminharmento em ziguezague em cinco pontos de amostragens dentro de cada parcela, coletando-se todos os botões florais e maçãs do terço médio superior da planta, assim como os botões florais e maçãs caídos no solo abaixo da mesma. A planta selecionada em cada um dos pontos era a que apresentava melhor desenvolvimento vegetativo entre as demais (Degrande 1991b). Portanto foram amostradas cinco plantas por parcela num total de 20 plantas.

As amostras foram processadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico no Laboratório de Bioecologia, Semioquímicos e Biossegurança da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, contando-se o número de botões florais e de maçãs encontradas, para observação dos danos causados por orifícios de oviposição e alimentação. Os botões florais e maçãs também foram observados em seu exterior e interior, quanto às estruturas sem sinais de ataque e estruturas com sinais de ataque e com estágios do bicudo em seu interior, segundo Pierozzi Jr. & Habib (1983).

As estruturas que não apresentaram nenhum tipo de perfuração externa e com os tecidos internos intactos, foram caracterizados como aquelas sem sinais de ataque. Os botões florais e maçãs caídas no solo foram caracterizadas como murchas, apodrecidas ou secas, conforme caíam em ambientes úmidos ou secos.

Todos os botões florais e maçãs coletadas tanto nas plantas como no solo, nas parcelas convencionais e controles, nas duas safras do algodoeiro, foram medidas com paquímetro, tomando-se o diâmetro e o comprimento. Porém, foram apresentados apenas alguns resultados dessas medidas, que foram relevantes, em relação ao número de fases do bicudo, no interior das estruturas.

Os resultados dos danos causados por orifícios de oviposição e de alimentação, nas estruturas reprodutivas do algodoeiro, foram submetidos à análise de variância seguido do teste de comparação de médias (Tukey $P < 0,05$) ou a análise de Kruskal-Wallis seguido do teste de comparação de médias (Dunn's $P < 0,05$), utilizando o programa SigmaStat 3.1. (Systat Software Inc 2004).

Os dados dos danos causados nos meses de abril, maio e junho foram analisados nos dois anos de experimento, quanto à densidade de bicudos por planta e o percentual de botões atacados. Foram consideradas 12 semanas de amostragens para cada ano. Para análise dos dados experimentais foi usado o software LAB Fit Ajuste de Curvas (Silva & Silva 2003-2004).

Resultados

A Tabela 1 apresenta os números dos botões florais e das maçãs coletadas nas plantas e no solo tanto das parcelas convencionais quanto das parcelas controles, nos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006.

A colonização do bicudo no primeiro ano de experimento, nas parcelas convencionais, ocorreu no início de abril, embora a cultura já tivesse botões florais desde a segunda quinzena de janeiro. Em abril, foi observada a colonização do inseto, com uma média de três indivíduos em 80 plantas. Em seguida a população aumentou para uma média de 17 adultos, resultado da primeira geração e do estabelecimento da praga na plantação. A população de adultos aumentou bruscamente a partir de maio e alcançou um total de 108 indivíduos em 80 plantas amostradas (Tabela 2). Nas parcelas controles a colonização foi constatada em meados de abril, com aumento da população de adultos no mês de maio, com um total de 69 insetos (Tabela 3). Dos meses de amostragens o mês de maio foi o período de maior ataque da praga tanto nas parcelas convencionais quanto nas parcelas controles.

O número de botões florais coletados no solo das parcelas convencionais e controles foi superior ao número de maçãs coletadas no solo, em todas as amostragens, nas duas safras (Tabela 1).

No segundo ano de experimento o ataque do bicudo ocorreu no mês de fevereiro, tanto nas parcelas convencionais quanto nas parcelas controles. Portanto, a infestação do bicudo no segundo ano ocorreu, mais cedo do que no primeiro ano. Os danos causados por orifícios de oviposição e de alimentação, tanto na planta como no solo, foram observados a partir de 116 e 68 dias após a emergência das plântulas, na primeira e segunda safra, respectivamente.

Os orifícios de oviposição foram observados em todas as posições nas estruturas. Quando o orifício de oviposição no botão floral era feito na metade inferior do botão, na região das sépalas, foi verificado o desenvolvimento do sinal característico parecido com “verruga”, resultado do hábito da fêmea de tampar o local onde colocou o ovo, com uma substância mucosa e fezes, somado à resposta da planta que cicatriza o local. No entanto, quando o orifício era feito nas outras partes do botão, nem sempre havia desenvolvimento da “verruga”, mas era visível o sinal de oviposição com a presença de grãos de pólen.

A progressão dos danos causados pelo bicudo no primeiro ano foi observada ao longo das amostragens tanto nos botões florais como nas maçãs. Entretanto, os botões florais foram mais utilizados para a oviposição até o mês de junho, quando esse padrão mudou e 49% dos botões florais foram atacados (Fig. 1) e as maçãs alcançaram percentual de 58% de danos (Fig. 2) nas parcelas convencionais. O ataque foi semelhante nos botões florais (Fig. 1) e nas maçãs (Fig. 2) coletados no solo das mesmas parcelas. Nas parcelas controles o percentual de ataque em junho, nos botões florais foi de 16% e nas maçãs de 59% (Figs. 3 e 4).

No segundo ano o bicudo apresentou comportamento semelhante e também atacou mais as maçãs no final do ciclo da cultura do algodoeiro do que no início (Figs. 5 e 6). Em março o ataque do bicudo atingiu o nível de controle (10%) e a infestação aumentou gradativamente com picos entre os meses de abril e maio, com percentuais sempre acima do nível de controle até o final do ciclo do algodoeiro, mesmo com as aplicações de inseticidas.

Quanto ao percentual de danos causados por orifícios de oviposição nos botões florais no ano agrícola 2004/2005, foi observado maiores danos nas parcelas convencionais, com diferença significativa entre os danos causados nos meses de maio e

junho (ANOVA $F = 4,243$, g.l. = 5, $P = 0,010$) nas parcelas convencionais (Fig. 1) e naqueles causados em junho nas parcelas controles (Fig. 3). Os danos causados por orifícios de oviposição nas maçãs foram maiores no mês de junho das parcelas controles (Fig. 4) diferindo estatisticamente de abril (Kruskal – Wallis $H = 18,767$ g.l = 5, $P = 0,002$) tanto nas parcelas convencionais (Fig. 2) quanto nas parcelas controles (Fig. 4). Os danos causados por orifícios de alimentação nos botões florais foram maiores no mês de junho, tanto nas parcelas convencionais quanto nas parcelas controles, diferindo estatisticamente dos danos causados no mês de abril (Kruskal – Wallis $H = 18,647$ g.l = 5, $P = 0,002$) nas parcelas convencionais (Fig. 1) e nas controles (Fig. 3). Os danos causados por orifícios de alimentação nas maçãs foram maiores nas parcelas controles, diferindo estatisticamente (Kruskal – Wallis $H = 16,564$ g.l = 5, $P = 0,005$) apenas dentro dessas parcelas entre os meses de abril e maio (Fig. 4).

Os danos causados por orifícios de oviposição nos botões florais no ano agrícola 2005/2006 foram maiores a partir dos meses de abril, tanto nas parcelas convencionais (Figs. 5 e 6) quanto nas parcelas controles (Figs. 7 e 8) com diferença significativa entre os meses de fevereiro e abril (Kruskal – Wallis $H = 35,276$ g.l = 11, $P = 0,001$) nas parcelas convencionais (Fig. 5) e fevereiro e maio nas parcelas controles (Fig. 7).

Na tabela 4 são apresentados tamanhos das estruturas reprodutivas do algodoeiro e os estágios do bicudo. Pode-se observar larvas em botões florais menores do que 6mm e vários ovos, larvas e pupas se desenvolvendo dentro de uma única estrutura.

Em junho foi constatado nas larvas do bicudo o parasitismo por espécies de *Bracon* (Hymenoptera, Braconidae), como também por *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera, Pteromalidae) em botões florais coletados no solo das parcelas controles e em observações de campo.

A curva dos botões florais atacados pelo bicudo nas parcelas convencionais no ano agrícola 2004/2005 (abril/maio/junho) segue a mesma tendência daquela do número de botões. A densidade de adultos do bicudo está relacionada com a porcentagem de botões florais (Fig. 9A). Quando considera-se os botões florais atacados, pode-se observar que apenas 0,5 a 1,0 bicudo por planta, aproxima-se da taxa de 100%, gerando um patamar que representa a capacidade de suporte da cultura em relação à população local do inseto (Fig. 9B). Os resultados foram semelhantes para as parcelas controles. A densidade de bicudos foi menor do que nas parcelas convencionais, muito embora o pico de adultos tenha ocorrido uma semana antes (Fig. 10A) em relação às parcelas convencionais e, apenas 0,4 a 0,7 bicudo por planta aproximou-se da taxa de 100% (Fig. 10B). A curva dos botões florais atacados nas parcelas convencionais no ano agrícola 2005/2006 (abril/maio/junho) também segue a tendência daquela do número de botões e a densidade de bicudos por planta apresenta um pico nas últimas semanas (Figs. 11A, 11B). Nas parcelas controles os resultados foram semelhantes e a densidade de bicudos foi inferior ao número de botões e aos botões atacados em quase todas as semanas (Figs. 12A, 12B). O modelo do inverso da hipérbole, $Y = X/(A+B*X)+C$, onde $A = 0,0011$, $B = 0,01345$ e $C = 16,74$, foi utilizado para simular a porcentagem esperada de botões florais danificados pelo bicudo, em função de sua densidade populacional em algodoeiros, tanto para as parcelas com tratamento convencional com inseticidas químicos, como para as parcelas controle sem o uso de inseticidas, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. O ajuste apresentou coeficientes de correlação e de determinação elevados na safra 2004/2005 (Figs. 9B, 10B) e coeficientes mais baixos na safra 2005/2006 (Figs. 11B, 12B). A distribuição dos pontos, nas duas safras e em áreas sob diferentes tratamentos, sugere que a equação escolhida produz uma curva que ajusta adequadamente a relação, embora os parâmetros da equação necessitem ainda de ajustes

mais finos, com maior número de repetições para produzir coeficientes de determinação mais consistentes.

Discussão

Os resultados deste trabalho mostraram que no primeiro ano de experimento, o bicudo foi capaz de encontrar e colonizar uma área isolada e distante aproximadamente 70km das outras áreas de plantio dessa Malvaceae, aumentando progressivamente sua população na primeira geração e estabelecendo-se na cultura. Portanto, como visto no capítulo II, outras plantas de diferentes famílias do cerrado, localizadas em áreas mais próximas podem ter sido colonizadas anteriormente pelo inseto permitindo a colonização rápida do campo experimental. Foi constatado através da análise do pólen presente no trato digestório de bicudos coletados em armadilhas de feromônio, que espécies de plantas de cerrado servem como recurso alimentar para o bicudo, no período de entressafra do algodoeiro. Outra possibilidade é que o bicudo tenha voado longas distâncias até a área cultivada, porque de acordo com Braga Sobrinho & Lukefahr (1983) plantios isolados de algodoeiro no Texas, USA, foram infestados por bicudos vindos de campos de algodoeiro a mais de 160km de distância.

No segundo ano de experimento, foi constatada a presença de botões florais atacados por orifícios de oviposição desde o mês de janeiro, indicando o estabelecimento mais precoce da praga no segundo ano de plantio de algodoeiro na área. Esta observação enfatiza a possibilidade do bicudo se movimentar a grandes distâncias para colonizar novos plantios, procurar abrigo nas redondezas e re-colonizar mais cedo a mesma área no ano seguinte. Isto ressalta a importância da destruição dos restos culturais e o monitoramento e controle da praga no período de entressafra, a fim de minimizar o ataque no ano seguinte. Resultados semelhantes também foram documentados por Busoli & Michelotto (2005).

Os botões florais foram mais atacados nos meses de abril e maio, período de maior produção dessas estruturas nas plantas, que constitui um período crítico para a

produção de fibras, pois após o ataque, estas estruturas caem no solo e, a larva continua seu desenvolvimento até a emergência do adulto. Desse modo os danos ocasionados pelo bicudo impedem a formação de capulhos, o que acarreta enorme perda na produção (Lloyd 1986).

Os botões florais foram selecionados para oviposição logo no início da safra do algodoeiro, devido, principalmente à sua maior disponibilidade nas plantas, como também, pelo fato do bicudo atacar primeiro os botões florais e, na ausência destes ou com alta densidade populacional de adultos, atacar também as maçãs. O bicudo utilizou botões florais tanto para oviposição, quanto para alimentação, sem uma preferência pelo tamanho das estruturas, possivelmente em função do alto nível populacional do inseto.

O número de botões florais coletados no solo tanto das parcelas convencionais como das parcelas controles foi superior ao número de maçãs em todas as amostragens. Isto pode ser explicado pela quantidade de botões florais existentes nas plantas como também pode ser devido ao ataque do bicudo exatamente no período em que a população de adultos estava aumentando progressivamente na lavoura. Outra possível explicação é o fato de que as maçãs só caem no solo, quando são atacadas muito novas e pequenas (Degrande 1991a). Foi observado que, devido à aparente insuficiência de alimento nas partes florais do botão, a larva se alimentou da maçã em desenvolvimento. Resultados semelhantes foram observados por Martin *et al.* (1987).

Em campo, foi observado que plantas já apresentando capulhos de algodão, ainda produziam botões florais no terço médio superior da planta. A planta do algodoeiro produz mais botões florais à medida que vai perdendo essas estruturas. Essa capacidade da planta em repor botões florais perdidos é função das características genéticas da cultivar e de fatores ambientais como temperatura, umidade e fertilidade do solo (Rummel 1986).

Ao final do ciclo da cultura do algodoeiro o padrão de ataque mudou nas duas safras, com uma inversão na utilização dos botões florais para as maçãs. Essa troca no padrão de utilização das estruturas atacadas pode refletir uma estratégia de distribuição de risco (bet-hedging) deste inseto em resposta a condições adversas ou inesperadas para sobrevivência durante a entressafra da cultura (Begon *et al.* 1996). Esses resultados não corroboram os resultados obtidos por Busoli & Michelotto (2005) que encontraram menor dano em maçãs do que em botões florais, no final do ciclo do algodoeiro. Foi constatado que os insetos que se desenvolvem nos botões florais, obrigatoriamente deixam as estruturas quando atingem a fase adulta, enquanto que aqueles que se desenvolvem nas maçãs podem atravessar ali o período de entressafra da cultura do algodoeiro (Lloyd 1986). Braga Sobrinho & Lukefahr (1983) também observaram que as maçãs recém-formadas e perfuradas caem da mesma maneira que os botões florais, mas as maçãs bem formadas, que são atacadas, permanecem nas plantas. Essas maçãs ficam totalmente danificadas pelas larvas o que impede a abertura normal e, provavelmente, constitui verdadeiros abrigos de insetos para a nova safra.

Em dados não publicados de outro experimento com maçãs coletadas das plantas no final do ciclo da cultura e enterradas a 5, 10 e 15cm de profundidade do solo, foi observado que o inseto não sobrevive quando enterrado. Mais uma vez o resultado deste estudo ressalta que a destruição dos restos culturais é uma importante etapa no sistema produtivo do algodoeiro. Assim a incorporação ao solo destas estruturas impede que o bicudo sobreviva no período de entressafra. Essa prática também evita que os bicudos que voam para os refúgios voltem para se alimentar de rebrotas das plantas do algodoeiro. Em trabalho desenvolvido na Argentina com estudo de pólen recuperado do trato digestório de bicudos coletados durante a entressafra da cultura, foi constatado grãos de pólen de *G. hirsutum*, pela falta de destruição dos restos culturais (Cuadrado &

Garralla 2000). Desta forma, a operação de roçagem da cultura imediatamente após a colheita e a incorporação dos restos culturais através de gradagem, devem ser consideradas ações imprescindíveis por parte do cotonicultor. Assim, no ano agrícola seguinte, a tendência é que ocorram populações e infestações de bicudos menores, durante o florescimento e a frutificação do algodoeiro (Soares *et al.* 1994). Não é recomendado realizar somente a roçagem sem a incorporação dos restos culturais pela gradagem, pois a roçagem é um dos métodos menos eficientes na destruição das plantas, além de proporcionar o maior percentual de rebrota (Silva *et al.* 1999), o que poderá causar problemas para a convivência com o bicudo (Freire *et al.* 2004).

Na safra de 2006, mesmo com as aplicações de inseticidas, o ataque do inseto após atingir o nível de controle continuou até o final do ciclo do algodoeiro. Observações semelhantes foram feitas por Ramalho *et al.* (1990), que verificaram que o ataque do bicudo vai desde o surgimento dos primeiros botões florais até o aparecimento dos primeiros capulhos na cultura.

Alguns botões florais apresentavam em seu exterior orifícios de oviposição, mas no interior as anteras estavam intactas, indicando mortalidade ainda no estágio de ovo. O ovo pode ser infértil, sofrer dessecação, ataques de doenças ou de predadores (Pierozzi Jr. & Habib 1993). Outro fator observado é que em vários botões florais com sinais de ataque por orifícios de oviposição, não havia nenhum estágio do inseto, muito provavelmente, a oviposição foi efetuada, mas a larva não se desenvolveu por deficiência nutricional das estruturas, ou ainda pelo grande número de orifícios de alimentação, o que pode ter inviabilizado a eclosão do ovo. Essas últimas observações também foram feitas anteriormente por Pierozzi Jr. & Habib (1993).

Quanto ao percentual de danos causados por orifícios de oviposição nos botões florais, estes foram maiores nas parcelas convencionais, tanto no ano agrícola

2004/2005 quanto em 2005/2006. O que pode ser explicado pelo maior número de adultos de bicudo, coletado nas parcelas convencionais durante a safra do algodoeiro, possivelmente pela maior disponibilidade de recursos nas estruturas reprodutivas das parcelas convencionais.

Os danos causados pelo bicudo nos botões florais tanto no ano agrícola 2004/2005 quanto em 2005/2006 em relação à densidade de adultos na planta, indicaram que em determinado momento, o número de bicudos parece ser regulado pela capacidade de suporte da cultura do algodoeiro. Isso sugere que esse seja um fator que inicie o processo de migração de parte da população do bicudo para as áreas de refúgio no cerrado nos meses de maio e junho, como visto no capítulo I, em que houve aumento da captura do inseto nas armadilhas de feromônio que encontravam-se dentro da área de cerrado.

Os resultados deste trabalho permitem concluir que o bicudo possui a capacidade de colonizar novas áreas de algodoeiro, no primeiro ano de plantio, causando danos acima do nível de controle, devido ao aumento populacional. Mesmo com aplicações de inseticidas o inseto apresentou grande capacidade de desenvolvimento e sobrevivência até o final da safra, como também para sobreviver durante a entressafra da cultura, pois parte da população de adultos não abandonou as maçãs secas no final do ciclo do algodoeiro. O período de maior infestação da praga nas duas safras ocorreu em maio.

Tabela 1. Número mensal de estruturas reprodutivas do algodoeiro coletadas nas plantas e no solo das parcelas convencionais e controles nos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006 na Embrapa Hortaliças, DF.

Meses/Ano	Parcelas Convencionais				Parcelas Controles			
	Plantas		Solo		Plantas		Solo	
	Botões Florais	Maçãs	Botões Florais	Maçãs	Botões Florais	Maçãs	Botões Florais	Maçãs
Abril/2005	536	14	299	82	510	31	282	104
Maiio/2005	606	93	435	96	370	95	394	135
Jun/2005	26	57	52	34	49	56	35	17
Total	1.168	164	786	212	929	182	711	256
Jan/2006	58	0	0	0	62	0	0	0
Fev/2006	221	0	8	0	219	0	31	0
Mar/2006	483	0	72	37	486	0	99	19
Abril/2006	479	17	78	69	404	26	73	60
Maiio/2006	841	65	216	95	393	39	153	62
Jun/2006	464	119	166	71	206	66	77	43
Total	2.546	201	540	272	1.170	131	433	184

Tabela 2. Número e estágios de desenvolvimento de *Anthonomus grandis* em botões florais e maçãs coletadas em 20 plantas e no solo das parcelas convencionais na safra do algodoeiro dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, na Embrapa Hortaliças, DF.

		<i>Parcelas Convencionais</i>															
		OVO				LARVA				PUPA				<i>ADULTO</i>			
		Botões Florais		Maçãs		Botões Florais		Maçãs		Botões Florais		Maçãs		Botões Florais		Maçãs	
<i>Meses/Ano</i>	<i>Plant a</i>	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	
Abril/2005	72	1	0	0	87	121	1	0	2	31	0	0	9	3	0	0	
Maió/2005	79	0	5	0	99	164	10	12	0	72	1	8	111	3	1	0	
Jun/2005	0	0	0	0	1	4	16	3	0	2	5	4	45	4	12	1	
Jan/2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fev/2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Mar/2006	29	0	0	0	11	9	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	
Abril/2006	61	0	0	0	71	39	0	0	1	5	0	0	12	1	0	0	
Maió/2006	104	0	10	0	158	94	7	11	0	20	0	1	121	0	0	4	
Jun/2006	48	0	4	0	41	22	16	10	0	17	9	4	135	10	10	1	

Tabela 3. Número e estágios de desenvolvimento de *Anthonomus grandis* em botões florais e maçãs coletadas em 20 plantas e no solo das parcelas controles na safra do algodoeiro dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, na Embrapa Hortaliças, DF.

		<i>Parcelas Controles</i>															
		OVO				LARVA				PUPA				ADULTO			
		Botões Florais		Maçãs		Botões Florais		Maçãs		Botões Florais		Maçãs		Botões Florais		Maçãs	
<i>Meses/Ano</i>	<i>Plant a</i>	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	Planta	Solo	
Abril/2005	77	1	0	0	52	70	0	0	14	52	0	0	8	0	0	0	
Maio/2005	21	1	23	0	48	98	23	38	2	47	13	9	69	4	3	9	
Jun/2005	0	0	0	0	0	2	4	1	0	0	11	0	38	0	21	0	
Jan/2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fev/2006	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mar/2006	18	0	0	0	15	12	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
Abril/2006	44	0	0	0	48	25	1	6	0	5	0	1	4	0	0	0	
Maio/2006	19	0	0	0	58	33	5	17	1	12	1	4	88	1	0	0	
Jun/2006	12	0	0	0	25	10	7	1	0	7	0	3	50	3	8	3	

Tabela 4. Estágios do bicudo e tamanho das estruturas reprodutivas do algodoeiro, coletadas nas parcelas convencionais e controles dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

Meses	Estágios do bicudo		Medidas botões florais (mm)	Medidas maçãs (mm)
	Planta	Solo		
Fevereiro		1 larva 1 ^o ínstar	3 x 6	
		1 pupa	2,7 x 5	
Março	1 adulto		7,8 x 13,4	
	6 ovos		6 x 12	
Abril	1 larva		5 x 7	
	1 pupa		6 x 13	
		1 adulto	6 x 11	
Mai	3 ovos		6,9 x 11,1	
	3 ovos + 1 larva		7,1 x 11,5	
	3 larvas de 3 ^o ínstar		5,1 x 8,9	
	6 ovos + 4 larvas de 3 ^o ínstar			26 x 33
	3 larvas 3 ^o ínstar			30,8 x 41,8
Junho	3 pupas			22 x 33,4

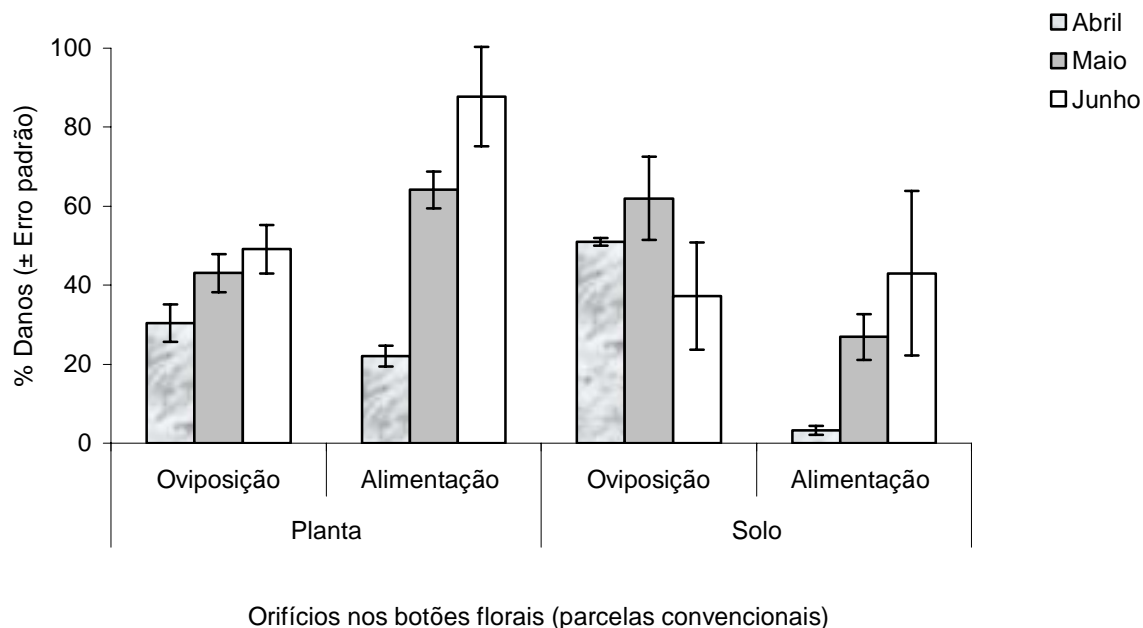


Fig. 1. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação nos botões florais das parcelas convencionais no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

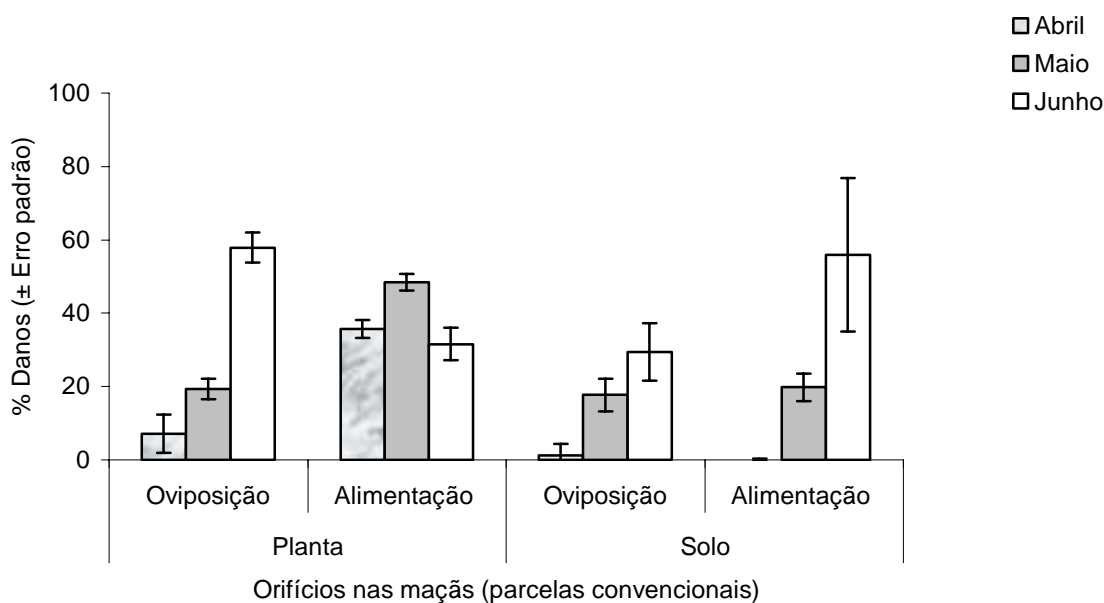
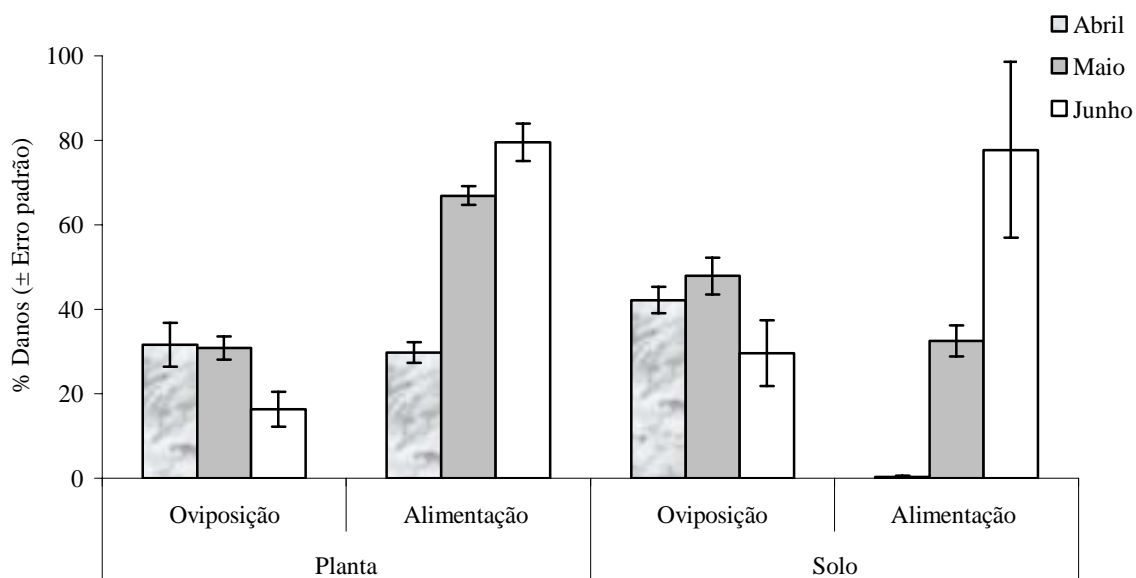


Fig. 2. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nas maçãs das parcelas convencionais no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.



Orifícios nos botões florais (parcelas controles)

Fig. 3. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nos botões florais das parcelas controles no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

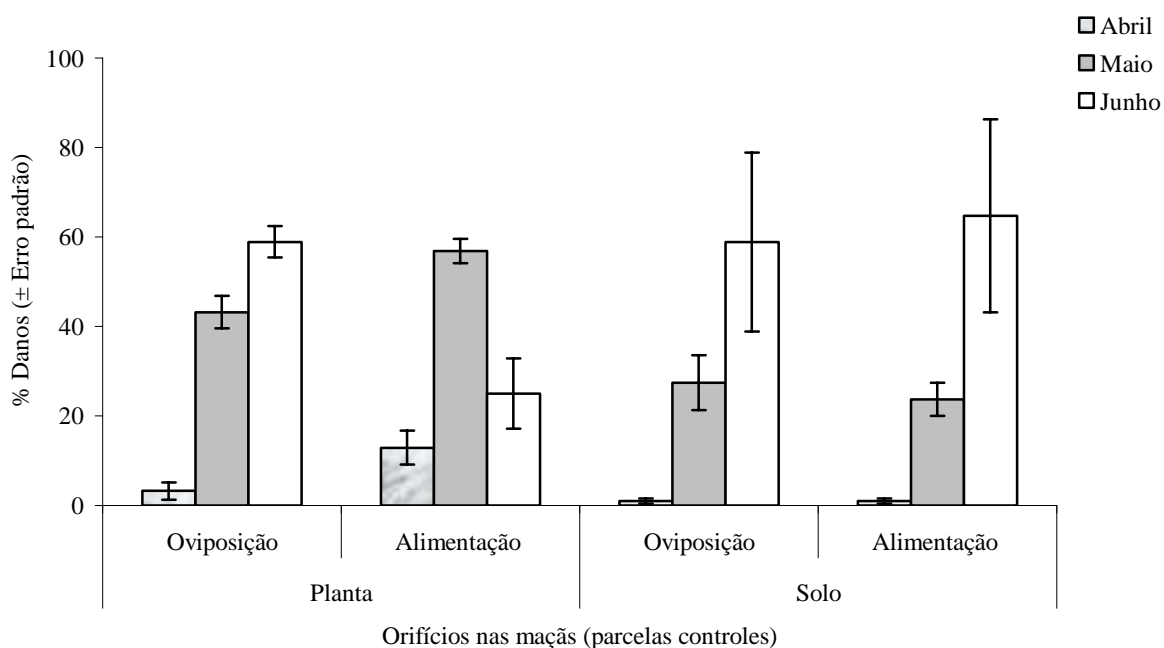


Fig. 4. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nas maçãs das parcelas controles no ano agrícola 2004/2005 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

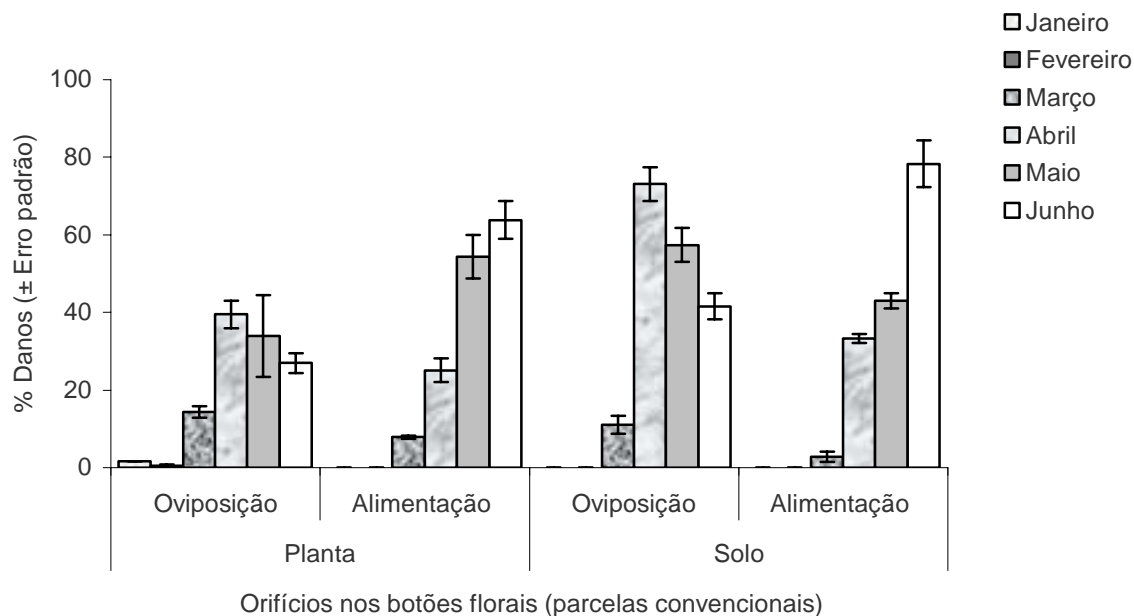


Fig. 5. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nos botões florais das parcelas convencionais no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

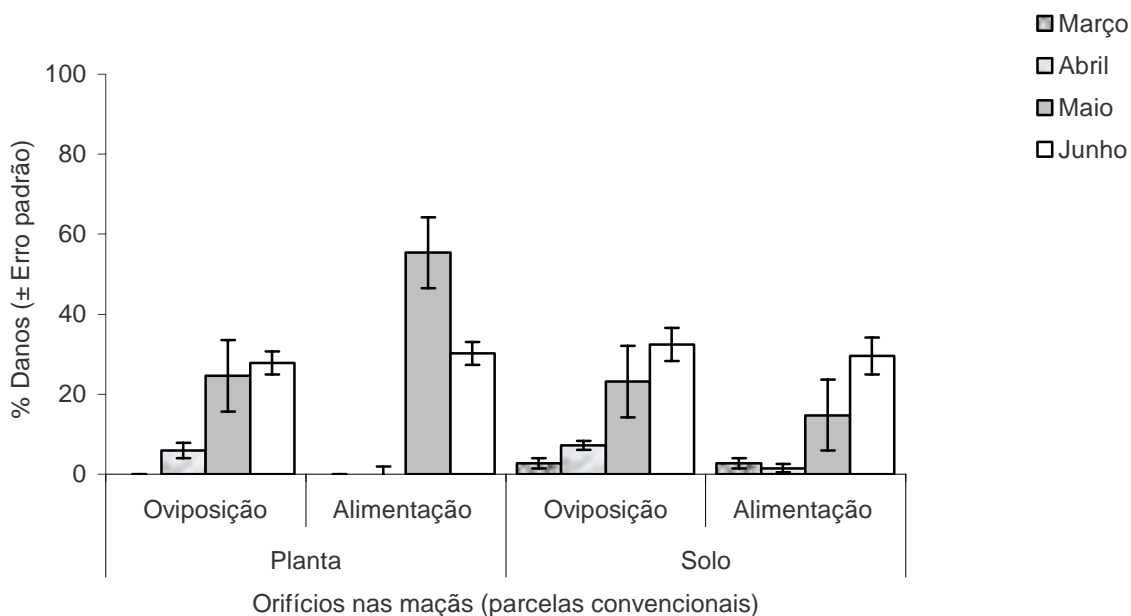


Fig. 6. Porcentagem dos danos, causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação causados nas maçãs das parcelas convencionais no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

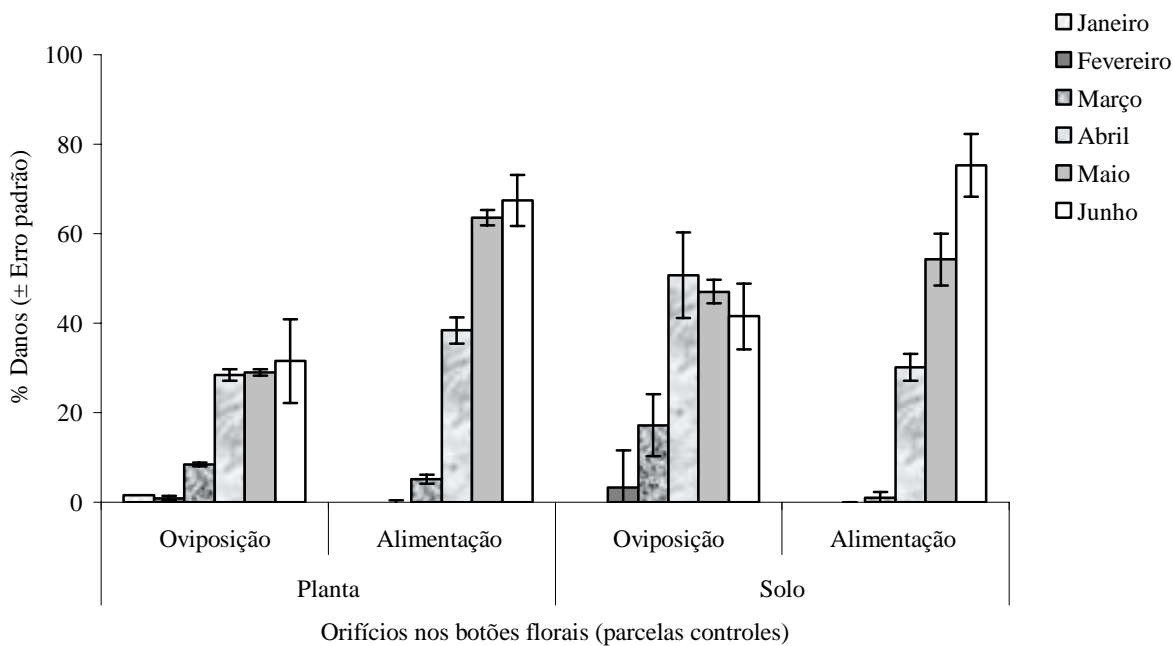


Fig. 7. Porcentagem dos danos causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nos botões florais das parcelas controles no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

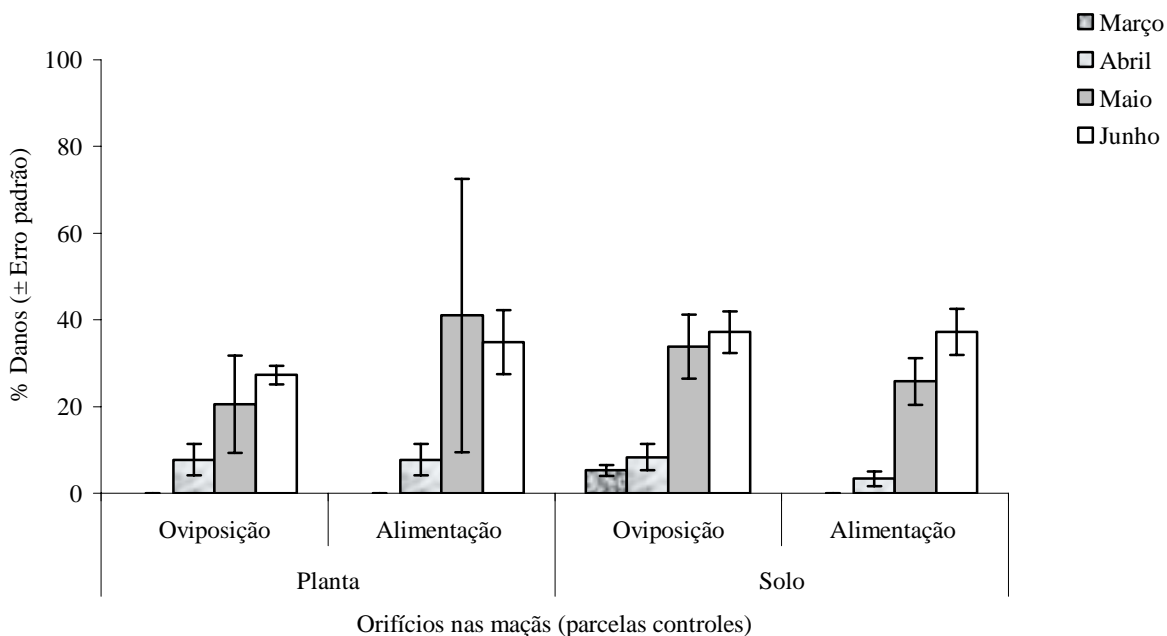
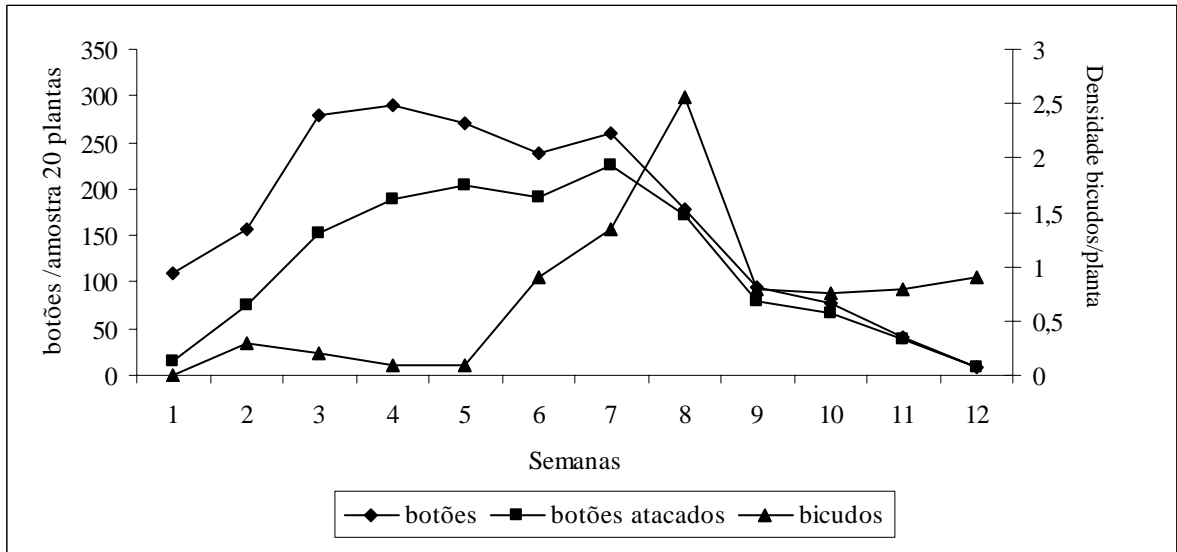


Fig. 8. Porcentagem dos danos, causados pelo bicudo por meio de orifícios de oviposição e de alimentação, nas maçãs das parcelas controles no ano agrícola 2005/2006 no campo experimental da Embrapa Hortaliças, DF.

A



B

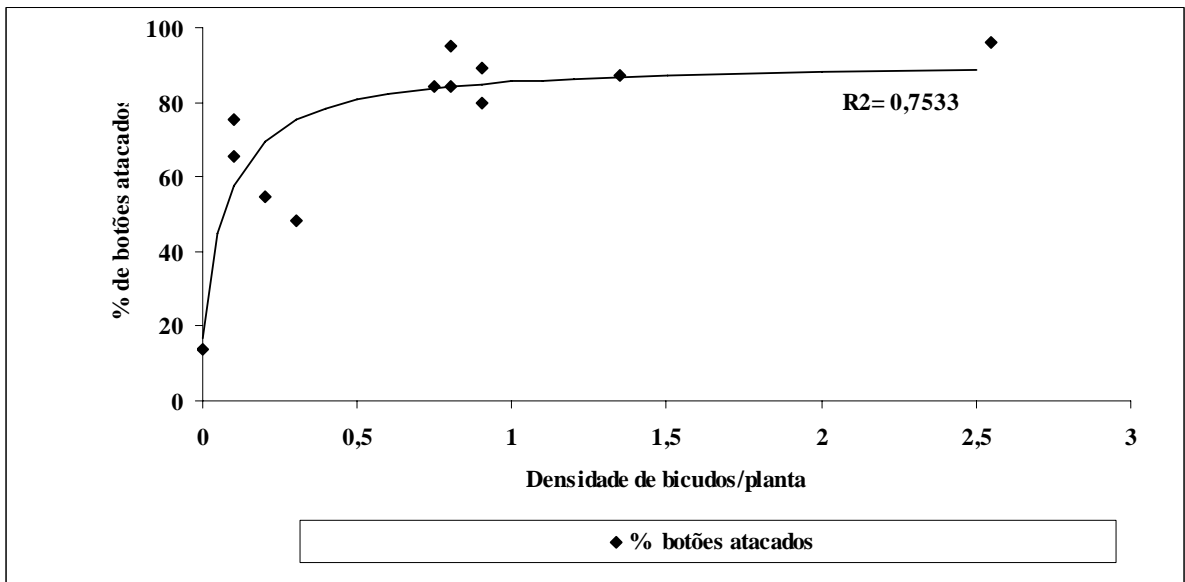
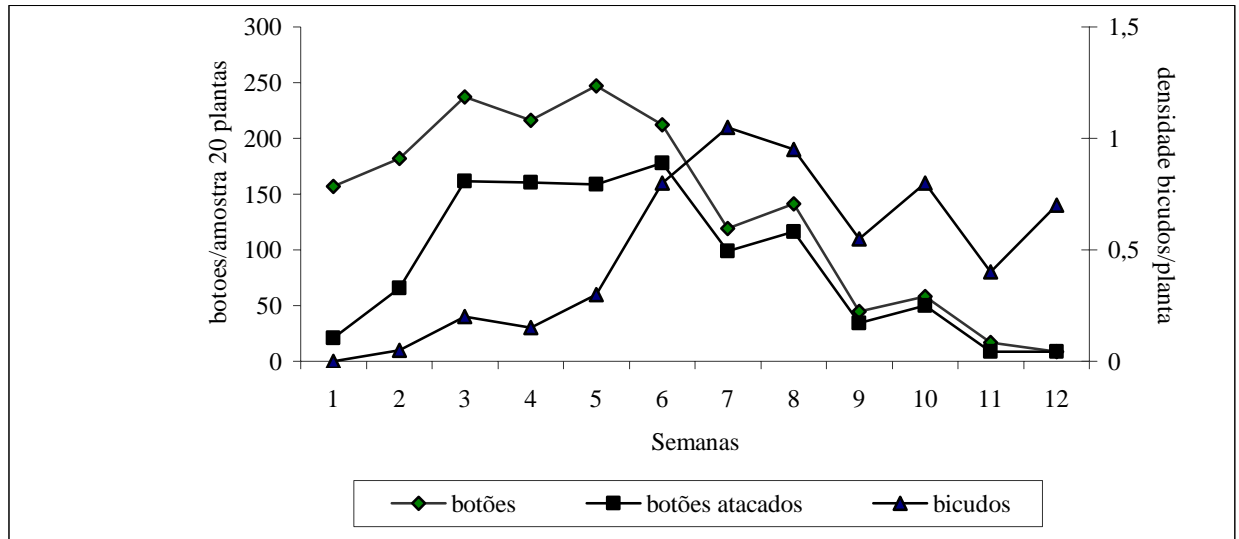


Fig. 9. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas convencionais; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2004/2005.

A



B

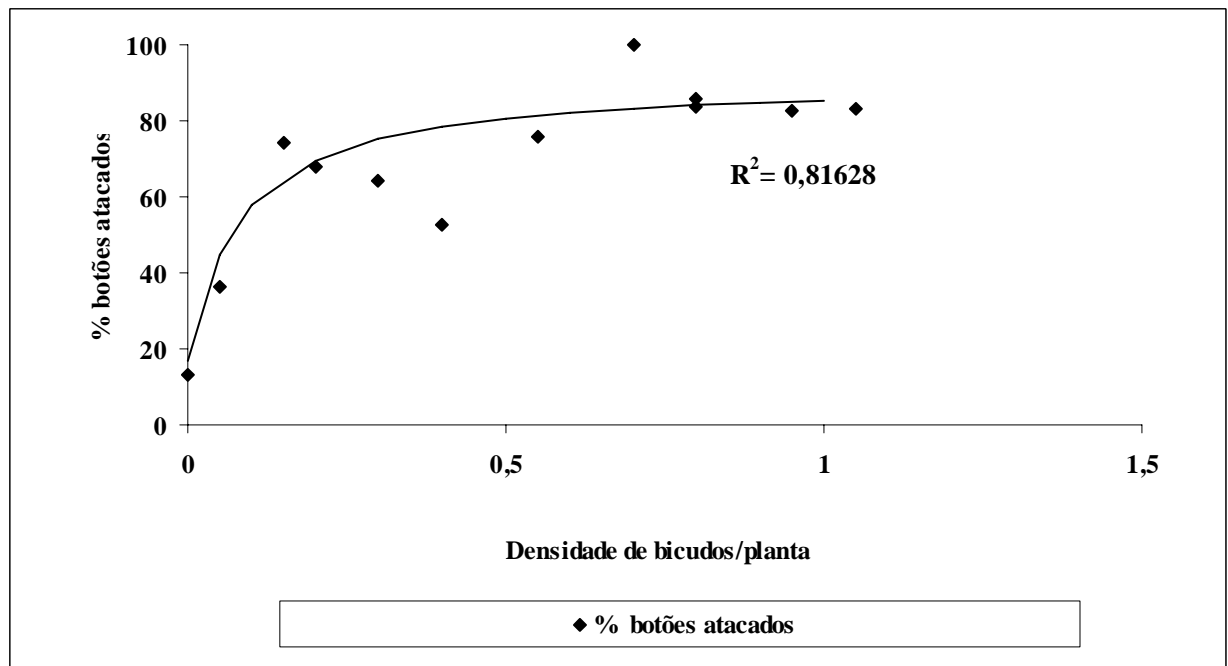
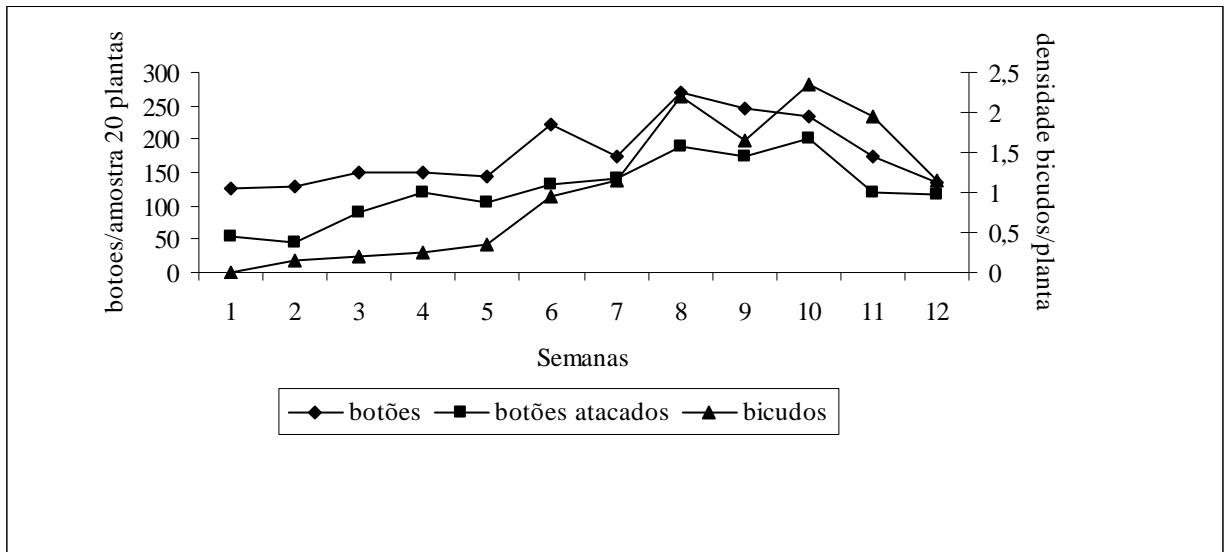


Fig. 10. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas controles; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2004/2005.

A



B

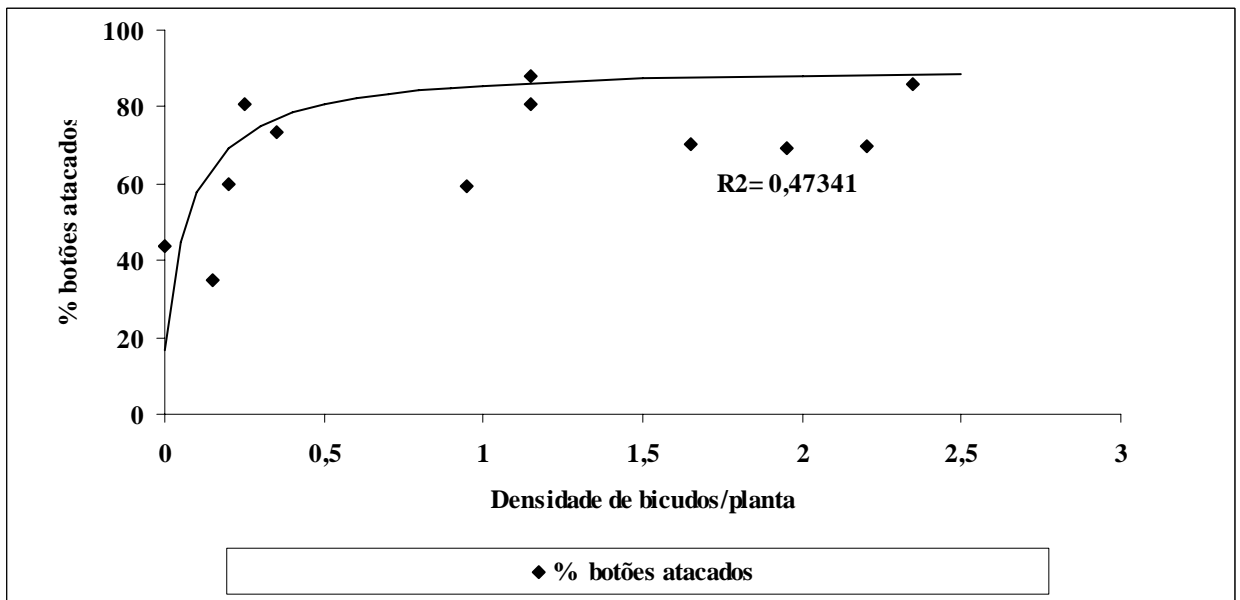
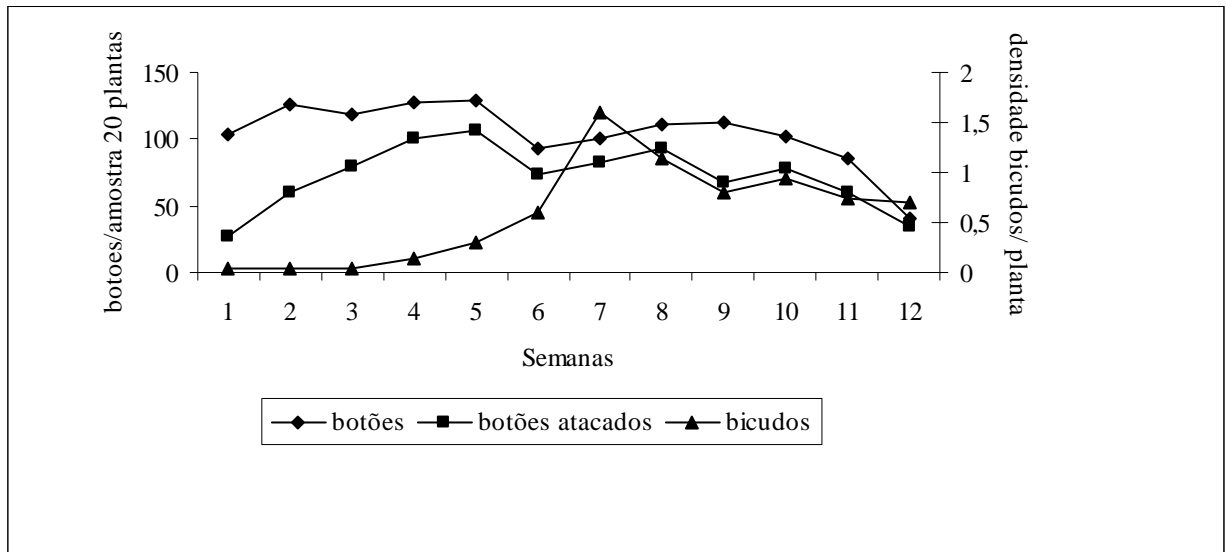


Fig. 11. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas convencionais; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2005/2006.

A



B

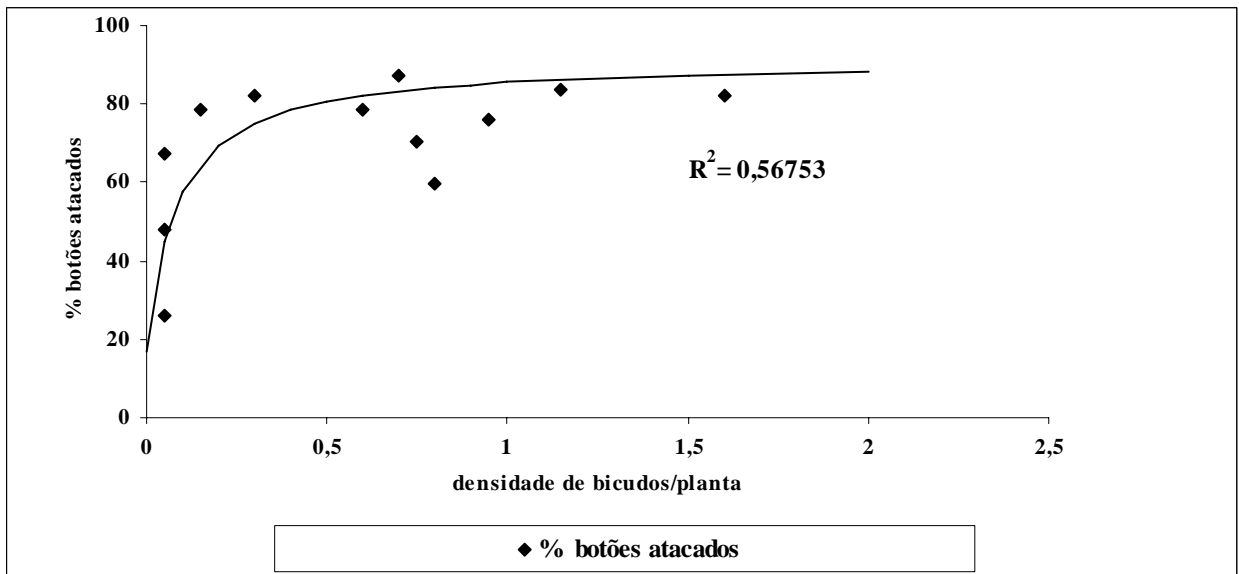


Fig. 12. (A) Botões florais atacados por adultos do bicudo nas parcelas controles; (B) Densidade de bicudos e ataque nos botões florais em 12 semanas (abril/maio/junho) no ano agrícola 2005/2006.

Referências

- Almeida, R.P., C.A.D. Silva & M.B. Medeiros. 1998 (a). Biotecnologia de produção massal e manejo de *Trichogramma* para controle biológico de pragas. EMBRAPA-CNPA. 61p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 60).
- Almeida, S.P., C.E.B. Proença, S.M. Sano & J.F. Ribeiro. 1998 (b). Cerrado: Espécies vegetais úteis. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 464p.
- Andreato, R.H.P. 1997. Revisão das espécies brasileiras do gênero *Smilax* Linnaeus (Smilacaceae). *Pesqui. Bot.* 47: 7-244.
- Arzaluz, I.O. & R.W. Jones. 2001. Ecology and phenology of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) on an unusual wild host, *Hibiscus pernambucensis*, in southeastern Mexico. *Entomol. Soc. Am.* 94:1405-1412.
- Barbosa, S., R. Braga Sobrinho, M.J. Lukefahr & G.O. Beingolea. 1983. Relatório sobre a ocorrência do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, "Boll weevil", no Brasil e recomendações sobre sua erradicação. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 12p.
- Barroso, P.A.V. & E.C. Freire. 2003. Fluxo gênico em algodão no Brasil, p. 163-193. In C.S.S. Pires., E.M.G. Fontes & E.R. Sujii. (eds.). Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 237p.
- Bastos, C.S., J.B.P. Monica. K.T. Evaldo. O. Guilherme & R.A. Valmir. 2005. Bicudo do Algodoeiro: Identificação, Biologia, Amostragem e Táticas de Controle. EMBRAPA-ALGODÃO. 31p. (EMBRAPA-ALGODÃO. Circular Técnica, 79).
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: Individuals, populations and communities. Blackwell Science, 1068p.

- Beltrão, N.E.M. & L.P. Carvalho. 2004. Algodão colorido no Brasil e, em particular, no Nordeste e no Estado da Paraíba. Embrapa Algodão. Doc. 128. 17p.
- Berrie, M.M.A. 1977. An introduction to the botany of the major crop plants. Botanical Sciences Series. London, Heyden, 220p.
- Braga Sobrinho, R. & M.J. Lukefahr. 1983. Bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman): nova ameaça à cotonicultura brasileira; biologia e controle. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA. p. 32. (EMBRAPA-CNPA, Documentos. 22).
- Burke, H.R. 1986. Situação taxonômica do bicudo do algodoeira no Brasil e em outras áreas da América do Norte e do Sul, p. 89-134. In S. Barbosa., M.J, Lukefahr, & R.B. Sobrinho (eds.). O bicudo-do-algodoeiro. Brasília, EMBRAPA-DDT. 314p. (EMBRAPA-DDT. Documentos, 4).
- Busoli, A.C. 1991. Práticas culturais, reguladores de crescimento, controle químico e feromônios no manejo integrado de pragas do algodoeiro, p. 29-52. In P.E. Degrande. (ed.) Bicudo do algodoeiro: Manejo integrado. Campo Grande, UFMS, 141p.
- Busoli, A.C., J.J. Soares & F.M. Lara. 1994. O bicudo do algodoeiro e seu manejo. Jaboticabal, Funep, 32p.
- Busoli, A.C. & M.D. Michelotto. 2005. Algodão: Fechando o cerco. Cultivar. p. 19-22.
- Campanhola, C. & D.F. Martin. 1987. Observação de adultos de bicudo em hibernação. Jaguariúna, EMBRAPA-CNPDA. 3p. (EMBRAPA-CNPDA, Comunicado Técnico, 1).
- Campanhola, C., D.F. Martin, D. Gabriel & G. Calcagnolo. 1988. Levantamento de adultos do bicudo *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) utilizando armadilhas com feromônio, em alguns municípios do estado de São Paulo. An. Soc. Entomol. Bras. 17: 136-156.

- Carvalho, L.H. & E.J. Chiavegato. 1999. A cultura do algodão no Brasil: fatores que afetam a produtividade. p. 1-14. In Cia, E., E.C. Freire & W.J. Santos. (eds.). Cultura do algodoeiro. Potafos. 286p.
- Carvalho, P.P. 1996. Manual do algodoeiro. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, 282p.
- Cate, J.R. & J.L. Skinner. 1978. Fate and identification of pollen in the alimentary canal of the boll weevil, *Anthonomus grandis*. Southw. Entomol. 3: 263-265.
- Chaudhry, M.R. 2006. Cotton Research: World situation. International Cotton Advisory Committee. 10p.
- Chandler, L.D. & J.E. Wright. 1991. Longevity of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) on cotton and alternate feeding sources under various temperature regimes in the laboratory. J. Econ. Entomol. 84: 1699-1704.
- Cuadrado, G.A. 2002. *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la Zona Central y Sur Oeste de Misiones, Argentina: Polen como fuente alimenticia y su relacion com o estado fisiológico en insectos adultos. Neotrop. Entomol. 31: 121-132.
- Cuadrado, G.A. & S.S. Garralla. 2000. Plantas alimenticias alternativas del picudo de algodouero (*Anthonomus grandis* Boh.) (Coleoptera: Curculionidae) en la Provincia de Formosa, Argentina. Análisis palinológico del tracto digestivo. An. Soc. Entomol. Bras. 29: 245-255.
- Degrande, P.E. 1991 (a). Aspectos biológicos do bicudo, p. 11-27. In E.P. Degrande. (ed.). Bicudo do algodoeiro: Manejo integrado. Campo Grande, UFMS, 141p.
- Degrande, P.E. 1991(b). Bicudo do algodoeiro: Táticas de controle para Mato Grosso do Sul. Dourados, UFMS/NCA, 16p.
- Degrande, P.E. 1998. Guia prático de controle das pragas do algodoeiro. UFMS. 60p.

- Eiten, G. 1979. Formas fisionômicas do Cerrado. Rev. Bras. Bot. 2: 139-148.
- Eiten, G. 1994. Vegetação do Cerrado. p. 9-65. In M.N. Pinto (org.). Cerrado – Caracterização, Ocupação e Perspectivas. Brasília, Universidade de Brasília, 134p.
- Erdtman, G. 1960. Pollen morphology and plant taxonomy (An introduction to palynology). Angiosperms. New York, 553p.
- Faegri, K. & J. Iversen. 1989. Textbook of pollen analysis. K. Faegri, P.E. Kaland., K. Krzywinski (eds.). 328p.
- Fernandes, W.D., S.L. Carvalho & M. Habib. 2001. Between-season attraction of cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) adults by its aggregation pheromone. Sci. Agric. 2: 229-234.
- Fontes, E.M.G., F.S. Ramalho, E. Underwood, P.A.V. Barroso, M.F. Simon, E.R. Sujji, C.S.S. Pires, N. Beltrão, W.A. Lucena, E.C. Freire. 2006. The cotton agricultural context in Brazil, p. 21-66. In Hilbeck, A., D. Andow & E. Fontes. (org.). Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms: A Case Study of Bt Cotton in Brazil. CABI Publishing, 373p.
- Fontes, E.M.G., E.R. Sujji & C.S.S. Pires. No prelo. Genetically modified crops in the cerrado - effects on land use and biodiversity conservation. J. Conserv. Biol.
- Franz, A., O. Huber, H. Lindorf, E. Medina, T. Mérida, K. Napp-Zinn, I. Roth, M.L. Salgado-Labouriau, V. Vareschi & A. Zinck. 1986. La Selva Nublada de Rancho Grande Parque Nacional “Henri Pittier”. Acta Cient. Venez. Caracas. 109-130p.
- Freire, E.C., C.L. Morello, M.C.S. Carvalho, J.E. Miranda, J.P. Matos, W.L.P. Senhorelo & A.C. Neves. 2004. Diagnóstico da cultura do algodoeiro em Goiás: safra 2002/2003. Campina Grande, EMBRAPA ALGODÃO. 40p. (EMBRAPA ALGODÃO, Documentos, 124).

- Freire, E.C., F.J.C. Farias & P.H. Aguiar. 1999. Algodão de alta tecnologia no cerrado, p. 181-197. In Cia, E., E.C. Freire & W.J. Santos. (eds.). Cultura do algodoeiro. Jaboticabal, Potafos, 286p.
- Freire, E.C. & N.E.M. Beltrão. 1997. Custos de produção e rentabilidade do algodão no Brasil – safra 1996/97. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA. 6p. (EMBRAPA-CNPA, Comunicado Técnico, 69).
- Freire, E.C., P.M. Guimarães, O.S. Carvalho, E.O. Santos, F.S. Ramalho, J.A.N. Moreira, N.E.M. Beltrão, L.P. Carvalho & E. O. Serrano. 1985. Cultura do algodoeiro em áreas infestadas pelo bicudo (*Anthonomus grandis*, Boheman). Campina Grande, EMBRAPA-CNPA. 17p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 11).
- Gabriel, D. 1984. Levantamento da população do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) na entressafra utilizando-se armadilhas com feromônio. São Paulo, Biológico. 50: 247-261.
- Gabriel, D. 2002(a). Avaliação de malvaceae cultivadas como hospedeiras alternativas para a reprodução do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh. 1843 no laboratório. Arq. Inst. Biol. 69: 69-76.
- Gabriel, D. 2002(b). Longevidade do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boh., criado em hospedeiras alternativas no laboratório. Arq. Inst. Biol. 69: 123-126.
- Gemtchújnicov, I.D. 1976. Manual de taxonomia vegetal: plantas de interesse econômico. São Paulo, Agronômica Ceres, 368p.
- Gondim, D.M.C., J-L. Belot, P. Silvie & N. Petit. 2001. Manual de identificação das pragas, doenças, deficiências minerais e injúrias do algodoeiro no Brasil. Boletim Técnico, 33. Cascavel, COODETEC, 120p.

- Goodland, R.A. & M.G. Ferri. 1979. Ecologia do Cerrado. Belo Horizonte. Reconquista do Brasil, 52. 193p.
- Gutierrez, A.P., W.J. Santos, M.A. Pizzamiglio, A.M. Villacorta, C.K. Ellis, C.A.P. Fernández & I. Tutida. 1991. Modelling the interaction of cotton and the cotton boll weevil. II. Boll weevil (*Anthonomus grandis*) in Brazil. J. Appl. Ecol. 28: 398-418.
- Hardee, D.D., G.D. Jones & L.C. Adams. 1998. Emergence, movement, and host plants of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) in the Delta of Mississippi. J. Econ. Entomol. 92:130-139.
- Hayward, H.E. 1938. Malvaceae (*Gossypium* spp.). In The structure of economic plants. The Macmillan Co. New York. p. 411-450.
- Heusser, C.J. 1971. Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae. The University of Arizona. Tucson, Arizona. 167p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Produção agrícola 2007 – primeiras estimativas da safra 2007, em nível nacional, em relação à produção obtida em 2006. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores>. Acesso obtido em 14 fev. 2007.
- IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura. 2006. Disponível em <http://www.iica.org.br/noticias>. Acesso obtido em 11 set. 2006.
- Joly, A.B. 1983. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. São Paulo, Nacional, 777p.
- Jones, G.D. 1995. Entomopalynology. Movement & Dispersal Research. Disponível em http://www.inhs.uiuc.edu/cee/movement/more_res.html. Acesso obtido em 06 fev. 2005.

- Jones, G.D. 2004. The use of pollen to determine stink bug dispersal. Beltwide cotton conferences. USDA Agriculture research service. TX, College Station. p.1538-1541.
- Jones, G.D. & J.R. Coppedge. 1996. Pollen feeding by overwintering boll weevils. Beltwide cotton conference. USDA-ARS. TX, College Station. 2: 976-977.
- Jones, G.D. & J.R. Coppedge. 1998. Pollen analyses of the boll weevil exoskeleton. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, contributions series. 33: 121-126.
- Jones, G.D. & J.R. Coppedge. 1999. Foraging resources of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 92: 860-869.
- Jones, G.D. & S.D. Jones. 2001. The uses of pollen and its implication for entomology. Neotrop. Entomol. 30: 341-350.
- Jones, R.W. 1997. Pollen feeding by the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) following cotton harvest in East Central Texas. Southwest. Entomol. 22: 419-429.
- Jones, R.W. 2001. Evolution of the host plant associations of the *Anthonomus grandis* species group (Coleoptera: Curculionidae): Phylogenetic tests of various hypotheses. Ann. Entomol. Soc. Am. 94: 51-58.
- Krebs, C. J. 2002. Ecological methodology. Programs for ecological methodology. 620p.
- Leggett, J.E. 1984. Detection probability and efficiency of infield and border traps for capturing overwintered boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) at low population levels. Environ. Entomol. 13: 324-328.
- Leggett, J.E. 1986. Uso de armadilhas de feromônio para levantamento, detecção e controle do bicudo, p. 145-158. In S. Barbosa., M.J, Lukefahr & R.B. Sobrinho (eds.), O bicudo-do-algodoeiro. Brasília, EMBRAPA-DDT. 314p. (EMBRAPA-DDT, Documentos, 4).

- Lloyd, E.P. 1986. Ecologia do bicudo-do-algodoeiro, p. 135-144. In S. Barbosa., M.J, Lukefahr, & R.B. Sobrinho (eds.). O bicudo-do-algodoeiro. Brasília, EMBRAPA-DDT. 314p. (EMBRAPA-DDT, Documentos, 4).
- Lobato, E. 2006. No cerrado brasileiro, em se plantando tudo dá. Disponível em <http://www.riosvivos.org.br>. Acesso obtido em 16 out. 2006.
- Lozada, R.M.M. & Whitcomb, W.H. 1993. Hospederas alternantes del picudo mejicano del algodonoero (*Anthonomus grandis* Boh.). Publicacion Miscelânea, 27. Paraguay, 40p.
- Lukefahr, M.J., S. Barbosa & R.B Sobrinho. 1986. Plantas hospedeiras do bicudo-do-algodoeiro com referência especial à flora brasileira, p. 275-285. In S. Barbosa., M.J, Lukefahr & R.B. Sobrinho (eds.). O bicudo-do-algodoeiro. Brasília, EMBRAPA-DDT. 314p. (EMBRAPA-DDT, Documentos, 4).
- Martin, D.F., S. Barbosa & C. Campanhola. 1987. Observações preliminares e comentários sobre o bicudo do algodoeiro, no estado de São Paulo. EMBRAPA-CNPDA. 21p. (EMBRAPA-CNPDA, Circular Técnica, 1).
- Mendonça, R.C., J.M. Felfili, B.M.T. Walter, M.C. Silva Júnior, A.V. Rezende & T.S. Filgueiras. 1998. Flora vascular do cerrado. p. 289-556. In S.M. Sano. & S.P. Almeida. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 689p.
- Natl. Acad. Sci. 2000. The future role of pesticides in the US agriculture. In R. Pool. & J. Esanaura. (eds.), Board Agric. Nat. Resour. Washington. 301p.
- Parker, R.D., A. Knutson, G. Moore & J. Benedict. 2000. Managing cotton insects in the Southern, Eastern and Blackland areas of Texas. Texas agricultural extension service. 15p.

- Pierozzi Jr, I. & Habib, E.M. 1993. Identificação de fatores de mortalidade natural dos estágios imaturos de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), na região de Campinas, SP. An. Soc. Entomol. Brasil. 22: 325-332.
- Ramalho, F. S. & F.M.M. Jesus. 1989. Evaluation of electrodynamic and conventional insecticides against cotton boll weevil and pink bollworm. Int. Pest. Control. London. 31: 56-60.
- Ramalho, F. S., F.M.M. Jesus & J.V. Gonzaga. 1990. Táticas de manejo integrado de pragas em áreas infestadas pelo bicudo-do-algodoeiro. Pesqu. Agropecu. Bras. 25:677-690.
- Ramalho, F.S. & J.R.B. Silva. 1993. Período de emergência e mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. Pesqu. Agropecu. Bras. 28: 1221-1231.
- Ramalho, F.S. & J.V. Gonzaga. 1992. Methodology of the application of pyrethroids against cotton boll weevil and pink bollworm. Trop. Pest. Manag. 37: 324-328.
- Ramalho, F.S., R.S. Medeiros & W.P. Lemos. 2001. Bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). p. 113-119. In E.F. Vilela., R.A. Zucchi & F. Cantor (eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 173p.
- Reardon, B.J. & D.W. Spurgeon. 2003. Early-season colonization patterns of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) in Central Texas Cotton. J. Econ. Entomol. 96: 328 – 333.
- Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado, p. 89-166. In Sano, S.M. & S.P. Almeida. (eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 556p.
- Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 2001. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado, p.29-47. In Ribeiro, J.F., C.E.L. Fonseca. & J.C. Souza-Silva. (eds.).

- Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 659p.
- Roach, S.H. 1979. Boll weevils: Reproductive potential, feeding, and longevity of overwintering adults, and some effects of photoperiod on fecundity. *J. Ga. Entomol. Soc.* 14: 346-350.
- Rummel, D.R. 1986. Dinâmica populacional e níveis de dano, p. 201-220. In S. Barbosa., M.J. Lukefahr & R.B. Sobrinho (eds.). *O bicudo-do-algodoeiro*. Brasília, EMBRAPA-DDT. 314p. (EMBRAPA-DDT, Documentos, 4).
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. FNDCT. 298p.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1982. Pollen et spores. Pollen morphology of the Compositae of the Northern Andes. *Extrait*. 24: 397-452.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1984. Reconstrucción del ambiente através de los granos de pólen. *Invest. Cienc. Sci. Am.* 96: 6-17.
- Salgado-Labouriau, M.L. & M. Rinaldi. 1990. Palynology of Gramineae of the venezuelan mountains. *Grana*. 29: 119-128.
- Santos, W.J. 1999. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. p. 133-179. In E. Cia., E.C. Freire & W.J. Santos. (eds.). *Cultura do algodoeiro*. Potafos. Piracicaba. 286p.
- Santos, W.J. 2001. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro, p. 181-226. In *Algodão: Tecnologia de produção*. Dourados, EMBRAPA, 325p.
- Sappington, T.W. & D.W. Spurgeon. 2000. Preferred technique for adult sex determination of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 93: 610-615.

- Silberbauer, L. & P. Gregg. 2003. Tracing short-term beneficial insect movement using insect-borne pollen. International Symposium on Biological Control of Arthropods. USA: USDA forest service. p. 501-505.
- Silberbauer, L., Y, Marie, A.D. Socorro, S.Wratten, P. Gregg & M. Bowie. 2004. Pollen grains as markers to track the movements of generalist predatory insects in agroecosystems. Int. J. Pest Manag. 50: 165-171.
- Silva, N.M., L.H. Carvalho, E. Cia., M. G. Fuzatto, E.J. Chiavegato & L.R.F. Alleoni. 1995. Seja o doutor do seu algodoeiro. Piracicaba, Potafos, 26p.
- Silva, O.R.R.F., O.S. Carvalho, O.L. Vasconcelos, J.J. Soares, J. C. Queiroz & D.F. Paula. 1999. Avaliação de diferentes métodos de destruição de restos culturais do algodoeiro. Rev. Bras. Engenh. Agric. Amb. 3: 391-394.
- Silva, W. P. & C.P. Silva. 2003-2004. LAB Fit Ajuste de Curvas (Regressão Não-Linear e Tratamento de Dados) V 7.2.14 c (2003-2004). Disponível em http://www.angelfire.com/rnb/labfit/index_p.htm. Acesso obtido em 30 mar. 2007.
- Soares, J.J., A.C. Busoli, P.T. Yamamoto & R.B. Sobrinho. 1994. Efeito de práticas culturais de pós-colheita sobre populações do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843. Pes. Agropec. Bras. 29: 375-379.
- Souza, V. C. & H. Lorenzi. 2005. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, Plantarum, 640p.
- Sugonyaev, E.S. 1994. Cotton pest management: Part 5. A commonwealth of independent states perspective. Annu. Rev. Entomol. 1994. 39: 579-592.
- Systat Software Inc. 2004. SigmaStat 3.1. for Windows. INSO Corporation, Richmond, CA, USA, 848 p.

Toledo, D.M., H.A. Brodsky, G.E. Pardo, O.C. Conci & R. Braga Sobrinho. 2000.

Monitoreo del Picudo del Algodonero (*Anthonomus grandis* Bh.) en el Noreste Argentino. Comun. Cient. Tecnol. 4p.

Zucchi, R.A., S. Silveira Neto & O. Nakano. 1993. Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba, Fealq, 139p.