

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

**ESTUDOS ECOFISIOLÓGICOS SOBRE O BICUDO DO
ALGODOEIRO, *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

MYRIAM DEL CARMEN DAZA ARELLANO

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato a)
Myriam Del Carmen Daza Arellano
e aprovada pela Comissão Julgadora

20/09/95
Carlos Fernando S. de Andrade

Tese apresentada à Universidade
Estadual de Campinas, para a
obtenção do grau de Doutor em
Ciências (Área de Ecologia).

Orientador:
Professor Doutor
Carlos Fernando S. de Andrade

CAMPINAS

1995

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

D338e

Daza Arellano, Myriam del Carmen

Estudos ecofisiológicos sobre o bicudo do algodoeiro,
Anthonomus grandis Boheman, 1843 (Coleoptera :
Curculionidae) / Myriam del Carmen Daza Arellano. —
Campinas, SP : [s.n.], 1995.

Orientador: Carlos Fernando S. de Andrade.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Biologia.

1. Ecofisiologia. 2. Estimativa de parâmetro.
3. Eficiência alimentar. 4. Respiração. I. Andrade, Carlos
Fernando S. de. II. Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Biologia. III. Título.

95 21400

A mis padres

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho teve o apoio e colaboração de muitas pessoas. Gostaria de agradecer a todas elas, mas para mim é muito difícil expressar meus sentimentos num idioma que não é o meu, embora ache o português muito bonito. Por isso escreverei estes agradecimentos em espanhol e espero contar com a compreensão de vocês. Por favor me disculpem.

Cuando llegué a esta universidad para iniciar mi curso de post-graduación, fui recibida com mucha amabilidad por algunos profesores del Departamento de Zoología. Entre ellos estaba el que sería mi orientador, Prof. Dr. Carlos Fernando S. de Andrade. Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a Fernando por la confianza que tuvo en mí, por aceptar orientarme, por su disposición y por todo el apoyo y amistad cariñosa que me brindó durante este tiempo. Este sentimiento de gratitud es extensivo a su familia que siempre me trató con mucho cariño.

Deseo también agradecer al Prof. Dr. Mohamed Habib por el apoyo prestado cada vez que solicité su ayuda. Por su intermedio conseguí el lugar donde realicé la parte de terreno de mi tesis, siempre se mostró preocupado e interesado en el desarrollo y avance del trabajo y colaboró haciendo críticas y aportando información a esta investigación.

Muchas gracias también a mis amigos y compañeros Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes y Prof. Dr. Sérgio Luis de Carvalho. Con ellos fui por primera vez al campo y me presentaron los algodones y el "bicudo". Siempre se mostraron dispuestos a

ayudarme y a compartir conmigo sus conocimientos sobre esta planta y este insecto, que son los elementos centrales de esta tesis. Gracias por su compañerismo, cooperación y amistad.

Mis agradecimientos también para el Prof. Sr. Francisco Sáiz G., de la Universidad Católica de Valparaíso, Chile, que ha sido mi orientador, jefe y amigo por muchos años. Él me incentivó a continuar mis estudios de post-grado, participó directamente en mi formación profesional y realizó importantes sugerencias para mejorar este trabajo.

Gracias también al Prof. Sr. Patricio Domínguez T., de la Universidad Católica de Valparaíso, Chile, que ha sido un excelente compañero de trabajo y amigo. Tuvo la paciencia de sustituirme en mis clases durante todos los años que permanecí aquí en Brasil, aún cuando eso le significó gran sobrecarga de trabajo. Muchas gracias "Patito", tu amistad es muy valiosa para mí.

Deseo agradecer también a mis grandes amigos Malva y Rodrigo, por los lindos momentos compartidos y todo el cariño que me dieron.

Agradezco también a mis amigos Claudia y Gerardo, que siempre estuvieron junto a mí, ayudando, apoyando y dando fuerzas en los momentos de debilidad. Agradezco especialmente a Claudia por toda la ayuda que me dio durante la finalización de este trabajo.

Agradezco también a Jacqueline, mi amiga de muchos años, que me abrigó cariñosamente en su casa durante el tiempo que tuve que permanecer en Brasil para terminar esta tesis.

Agradezco también a Luciana y su linda familia, por esa amistad y cariño generoso que siempre me entregaron, haciéndome sentir muy grata como si estuviera en "mi casa".

Muchas gracias también a Gilcia, suave, gentil y siempre dispuesta a colaborar.

De forma especial quiero agradecer a un amigo también especial, Serginho, quien me ayudó y enseñó a usar un microcomputador. Con la paciencia que lo caracteriza redimensionó y mejoró los gráficos de este trabajo.

También agradezco a Ana Beatriz, Jairo, Heitor, Jarbas y Zeca, por todas sus atenciones, momentos compartidos y cariñosa amistad.

Quiero también agradecer a dos grandes amigas chilenas, Matty y Evelyn, quienes siempre están ahí, dando fuerzas cuando lo necesito.

Agradezco también al Prof. Ramón Hinojosa, de la Facultad de Ingeniería en Alimentos/UNICAMP, que siempre está dispuesto a colaborar y entregar su amistad.

Muchas gracias también a los funcionarios del Dpto. de Zoología/TB/UNICAMP: Ricardo, Adeval, Carlos Eduardo, Luiz, Sueli y Sandra por todas sus atenciones.

Agradezco a la Dra. Fosca Pedini, coordinadora de la Post-graduación en Ecología, y a Rejane, secretaria, por el trato cariñoso y gran disposición.

También debo agradecer a mi familia, por todo el amor que me dan.

Finalmente, este trabajo no podría haber sido realizado sin el apoyo de las siguientes instituciones:

Departamento de Zoología/UNICAMP,

Universidad Católica de Valparaíso, Chile,

Estação Experimental Agrícola da Hoescht y

Coordenadoria de Assistência à Pesquisa e Ensino Superior (CAPES).

INDICE

1. Introdução.....	1
2. Revisão Histórica	
2.1. Biologia do bicudo do algodoeiro.....	5
2.2. Diapausa no bicudo do algodoeiro.....	9
3. Fenologia e utilização de <i>Gossypium hirsutum</i> L. cultivar IAC-20 pelo bicudo do algodoeiro <i>Anthonomus grandis</i> Boheman, 1843.	
3.1. Introdução.....	12
3.2. Materiais e Métodos.....	14
3.3. Resultados e Discussão.....	17
4. Metabolismo alimentar em adultos de <i>Anthonomus grandis</i> durante o ciclo do algodão e na entressafra.	
4.1. Introdução.....	25
4.2. Materiais e Métodos.....	30

4.3. Resultados e Discussão.....	36
5. Metabolismo respiratório em adultos de <i>Anthonomus grandis</i> Boheman durante o ciclo da planta de algodão e após sua colheita.	
5.1. Introdução.....	65
5.2. Materiais e Métodos.....	69
5.3. Resultados e Discussão.....	72
6. Discussão Final.....	88
7. Conclusões.....	93
8. Resumo.....	96
9. Summary.....	98
10. Bibliografia.....	100

1. INTRODUÇÃO

A cotonicultura no Brasil é uma das culturas mais importantes, tanto quanto pela extensão da área cultivada como pela geração de divisas para o país. O Brasil ocupa o sexto lugar na produção mundial de algodão, depois da China, Comunidade de Estados Independentes (CIS, ex-URSS), Estados Unidos, Índia e Paquistão (Ramalho, 1994).

Até 1986 a cotonicultura brasileira ocupou uma área superior a 3 milhões de hectares e o algodão esteve entre os cinco produtos de maior importância econômica do país (Barbosa *et al.*, 1986). Atualmente tem-se observado uma redução da área plantada. Segundo o Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), a cotonicultura brasileira está em declínio nestes últimos anos, especialmente no nordeste brasileiro, devido ao agravamento da seca. Nesta região houve uma redução da área plantada com algodão Mocé de 1,4 milhões de hectares em 1984 para 200 mil hectares plantados em 1993 (Agrobusiness, 1993).

Anthonomus grandis Boheman, o bicudo do algodoeiro é a praga mais importante do algodoeiro nos Estados Unidos, pelos danos que acarreta e pelo custo de seu controle. Da mesma maneira, em todos os demais países em que ocorre, tem trazido problemas econômicos ao meio rural, levando os agricultores a abandonarem o cultivo do algodão ou a investirem altas somas para controlá-lo.

Nos Estados Unidos, somente no ano de 1950, os prejuízos causados por esta praga ultrapassaram 740 milhões de dólares. Atualmente, apesar do desenvolvimento dos inseticidas modernos e de tecnologias específicas de controle, aquele país ainda emprega

direta ou indiretamente 30% do inseticida gasto na agricultura contra o bicudo, que ainda assim representa um prejuízo anual de 300 milhões de dólares (Barbosa *et al.*, 1986).

Desde fins do século passado, esta praga tem sido objeto de pesquisas no sentido de se desenvolver uma tecnologia eficiente para seu manejo ou mesmo para sua erradicação. Atualmente o bicudo é mais estudado e conhecido, e em alguns casos, dispõe-se de informações que permitem um manejo adequado de suas populações.

O bicudo foi detectado no Brasil pela primeira vez em fevereiro de 1983, na região de Campinas, Estado de São Paulo (Habib e Fernandes, 1983). Segundo Barbosa *et al.* (1986) a praga disseminou-se por outras regiões do estado de São Paulo, e supõe-se que tenha sido transportada para os estados da Paraíba e Pernambuco em caroços de algodão levados de São Paulo. Foi então detectada sua presença em julho de 1983 nos estados do Nordeste. Em março de 1985 o bicudo já estava espalhado por cerca de 350 mil hectares de algodão, nos estados de São Paulo, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Não se pode descartar também a possibilidade de que o bicudo tenha no entanto se introduzido no Brasil primeiro no Nordeste e depois tenha sido trazido para São Paulo.

Desde a sua primeira constatação no estado de São Paulo foram estabelecidas pelo Ministério da Agricultura medidas urgentes de erradicação, e por uma série de razões alegadas por Barbosa *et al.* (1986) como sendo principalmente de ordem política, essas medidas não foram adotadas. Tais medidas baseavam-se em 5 tecnologias básicas: 1) eliminação temporária do hospedeiro (através da destruição completa dos restos culturais e substituição do cultivo por 2 anos); 2) quarentena; 3) armadilhamento intensivo com armadilhas de feromônio; 4) cultivos armadilhas e 5) uso intensivo de inseticidas a cada 5 dias (segundo os órgãos oficiais do governo brasileiro).

Para Barbosa *et al.*, (1986) a erradicação era o caminho mais viável a seguir, pois acreditavam na impossibilidade de se conviver com a praga na quase totalidade da área algodoeira do Brasil, pelo elevado custo das pulverizações com inseticidas envolvidos em seu controle. Acreditavam ainda que métodos alternativos eficientes ainda não tinham sido desenvolvidos. Porém segundo Habib (1987), o inseto seria mais uma espécie que surgiu na lavoura de algodão do Brasil, tão sério quanto a lagarta rosada e inúmeras outras pragas que não são nativas neste país. Segundo esse autor, o bicudo não é tão limitante à cultura do algodão e a prova disso é que vários outros países convivem com o inseto com produção satisfatória. As avaliações feitas nos Estados Unidos sobre as possibilidades de erradicação em contraposição ao manejo por sua vez, mostraram claramente ser essa última a melhor opção (NAP, 1981).

Desde sua introdução no Brasil, a UNICAMP tem sido uma das principais instituições a propor o emprego de programas de manejo integrado do bicudo do algodoeiro. Tais programas mostraram ser bem sucedidos, de baixo custo e permitem obter alta produtividade (Pierozzi Jr. & Habib, 1992 e Habib & Pierozzi Jr, 1993).

Devido à recente introdução desta praga no país, faltam ainda informações básicas em relação a seu desenvolvimento, fisiologia e comportamento em nossos ecossistemas. O conhecimento de tais características é fundamental para incrementar metodologias para o seu manejo.

Como uma forma de conhecer alguns aspectos fisiológicos do bicudo em áreas brasileiras, realizou-se o presente estudo cujo objetivo é o de estimar e estabelecer modelos de variação de parâmetros fisiológicos em adultos de *Anthonomus grandis* durante o ciclo da planta hospedeira, *Gossypium hirsutum* L., e após a colheita. Parâmetros como alimentação,

produção de biomassa, eliminação de fezes, consumo de oxigênio, sobrevivência e teor de água foram relacionados com as características fenológicas da planta e a disponibilidade e qualidade do alimento.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- 1) Caracterizar aspectos fenológicos da cultura experimental de algodão e relacionar as diferentes fases fenológicas com a utilização, pelos bicudos adultos, de botões florais e frutos para oviposição e alimentação.
- 2) Determinar, comparar e relacionar as eficiências de consumo de alimento, de assimilação e de produção de biomassa quando bicudos adultos são alimentados com botões florais e quando são alimentados com frutos do algodoeiro, durante um ciclo da planta hospedeira.
- 3) Determinar o tipo de alimento, botão ou fruto do algodão, que representa mais benefício alimentar para o bicudo adulto.
- 4) Determinar em laboratório o tempo de vida dos adultos do inseto desprovidos de alimento e água e avaliar as probabilidades de sobrevivência no campo sob estas condições.
- 5) Determinar o modelo de variação do peso seco e do teor de água em bicudos privados de alimento no laboratório e relaciona-lo com as características dos indivíduos que passaram o período da entressafra do algodão no campo.
- 6) Estabelecer o modelo de variação do metabolismo respiratório em bicudos adultos, medido através do consumo de oxigênio, durante o ciclo da planta e na entressafra.

2. REVISÃO HISTÓRICA

2.1. BIOLOGIA DO BICUDO DO ALGODOEIRO

O conhecimento da biologia, o comportamento e a ecologia do bicudo do algodoeiro, *A. grandis*, indicam que este inseto pode adaptar-se rapidamente a novos ambientes.

Em áreas dos Estados Unidos onde se concentra a maior parte da produção do algodão, o algodoeiro é a única planta na qual o bicudo pode reproduzir-se (Lloyd, 1986). Entretanto ocorrem plantas hospedeiras alternativas no sul do Texas, no sul da Flórida e no México. Nos trópicos as plantas hospedeiras incluem *Gossypium hirsutum* L., *Gossypium barbadense* L. e pelo menos outros 4 gêneros da família Malvacea: *Thespesia*, *Cienfuegosia*, *Hampea* e *Hibiscus* (Cross *et al.*, 1975, CATI, 1985 e Lukefahr *et al.*, 1986). Esse grau de especificidade (oligofagia) para hospedeiros é característico para membros da família Curculionidae, sendo que o bicudo demonstra ainda uma preferência para alimentação e reprodução em botões florais de algodão do que dos hospedeiros alternativos.

Nos Estados Unidos o bicudo normalmente passa a entressafra na forma adulta, sob vegetação morta ou em plantas, buscando abrigo nos campos que circundam o algodão. Naquele país a entressafra coincide com o período de inverno e os bicudos hibernam na condição de diapausa facultativa (Lloyd, 1986). Esse autor informa ainda que a reprodução se inicia quando os botões florais atingem cerca de 6 milímetros de diâmetro. Os ovos são postos isoladamente nos botões florais, à taxa de 7 à 11 por fêmea e por dia, atingindo um total médio de 150 ovos por fêmea, durante um período de 21 dias. Tipicamente o período de incubação é de 3 dias, seguindo-se da eclosão das larvas que apresentam 3 estádios, os

quais duram em média 2, 2 e 4 dias respectivamente. O período pupal que se segue dura de 4 à 6 dias. Tanto as larvas como as pupas desenvolvem-se dentro do botão ou da maçã da planta hospedeira. As fêmeas novas precisam alimentar-se de 3 à 5 dias antes de iniciarem a postura. Dessa forma o período de desenvolvimento, de ovo a ovo, dura cerca de 21 dias. Um a dois dias após a primeira ecdise, forma-se na planta uma membrana de abscisão no local onde o pedúnculo do botão floral prende-se ao galho. Em seguida, o botão floral cai ao solo e a larva continua seu desenvolvimento por cerca de 10 a 11 dias, até a eclosão do adulto. Nesse curto período de tempo o botão floral é particularmente exposto a dessecação e elevadas temperaturas do solo, ocorrendo alta taxa de mortalidade das larvas (Lloyd, 1986).

O aparecimento da primeira geração de campo, coincide em geral com o início da florada (Fernandes, 1994). Segundo Lloyd (1986) nos Estados Unidos esta primeira geração ocorre em início de julho, e a segunda geração aparece em fins de julho ou início de agosto. A terceira geração ocorre em fins de agosto e a quarta, entre meados e fins de setembro. Em determinadas circunstâncias, poderão ser colocados ovos para uma quinta geração ainda em setembro.

Na Universidade Estadual do Mississippi, Harris *et al.*, (1966) observaram que ovos postos após o dia 25 de setembro não se desenvolvem até adultos, antes da primeira geada de início de novembro. Observaram também, que o período de tempo requerido para o desenvolvimento dos estágios imaturos aumentava à medida que a temperatura diminuía.

Os bicudos que chegam aos campos de algodão antes da existência de botões florais agregam-se nas plantas mais desenvolvidas. Os machos, aí se alimentando dos brotos das plantas produzem feromônio, aumentando a agregação. Cross e Mitchell (1966) observaram adicionalmente que só os machos que se alimentavam em botões florais atraíam as fêmeas.

Lloyd (1986) observou que quando a produção de botões florais se inicia, o movimento de bicudos machos de uma planta para outra é muito limitado e que após o início da produção de botões florais, a resposta da fêmea ao feromônio do macho é principalmente sexual.

Cross e Mitchell (1966) também observaram que a cópula para fêmeas que saem de diapausa dura no máximo de 31 a 37 minutos, com uma média de 27 minutos, e que acasalamentos múltiplos foram observados em um mesmo dia ou em dias subsequentes. Outra observação importante feita pelos mesmos autores foi a de que mais de 60% das fêmeas acasalam no outono e retém esperma viável em sua spermateca durante o inverno, possibilitando a postura de ovos férteis na primavera seguinte.

No Brasil, ainda não foram feitas investigações detalhadas sobre a biologia do bicudo, porém já se observaram infestações de campo, oviposição, alimentação e aspectos gerais do desenvolvimento de formas imaturas em botões florais e maçãs (Fernandes, 1994; Pierrozi Jr., 1985, 1989).

Na condições brasileiras o bicudo faz orifícios típicos de alimentação e oviposição, cujas características não tem variado quanto ao que se conhece até hoje. O desenvolvimento larval nos botões florais e maçãs parece semelhante, entretanto a reação da planta ao ataque difere em alguns casos, do que se observa nos Estados Unidos, muito provavelmente devido as diferenças de cultivares. Algumas destas diferenças são descritas por Martin *et al.* (1987) os quais assinalam que em muitos casos observados, as brácteas dos botões não se separam e os mesmos não caem ao solo, continuando ligados a planta e desenvolvendo-se. Segundo eles este fenômeno é mais facilmente observado em botões florais mais desenvolvidos, quase flores. Nesse caso a larva se desenvolve na parte floral dos

botões. A parte floral pode cair ao solo, com a larva em seu interior desenvolvendo-se na pequena maçã já formada então. Em alguns casos, devido à aparente insuficiência de alimento na parte floral do botão, a larva pode alimentar-se do ápice do fruto em desenvolvimento. Eles observaram situações em que a larva completa seu ciclo apenas na parte floral dos botões ainda na planta, continuando os botões o seu desenvolvimento normal até a fase de maçãs.

Segundo os mesmos autores, ao contrário do observado nos Estados Unidos, no Brasil as fêmeas põem ovos em maçãs, mesmo quando existe um suprimento adequado de botões florais. Fato também observado por Pierozzi Jr. (1989) e Fernandes (1994). Posturas em maçãs são facilmente observadas nos campos, sendo comum encontrar muitas posturas por maçã. O desenvolvimento do inseto entretanto é mais rápido em botões florais do que em maçãs. Além disso, os bicudos observados na região de Campinas são geralmente maiores que os bicudos norteamericanos.

Entretanto, Gabriel (1992) assinala que estudos feitos na cidade de Campinas/SP o período de queda do botão floral do algodoeiro, perfurado pelo bicudo para oviposição e alimentação, é superior a 6 dias (tempo aproximadamente 3 vezes superior que nos Estados Unidos). Também informa que uma pequena porcentagem dos botões danificados (0,4 a 6,3%) não caem ao solo e podem produzir tanto capulhos normais como capulhos com fibras inaproveitáveis. A mesma autora assinala que temperaturas máximas do solo (34 a 36°C) não causam mortalidade das larvas em desenvolvimento nos botões florais caídos no solo.

2.2. DIAPAUSA NO BICUDO DO ALGODOEIRO

Nos Estados Unidos o bicudo passa o período da entressafra do algodão em estado de diapausa. Brazzel e Newson (1959) observaram que a diapausa do bicudo se caracterizava pela interrupção da gametogênese, atrofia das gônadas, aumento do teor de gordura, diminuição do teor de umidade e redução da taxa de respiração.

Lloyd *et al.* (1964) verificaram que a entrada em diapausa, por uma parte da população, coincidia com a diminuição do florescimento nos campos de algodão.

Em estudos de laboratório Lloyd *et al.* (1967) identificaram 5 estímulos que comandavam o início da diapausa. Segundo eles, a iniciação da diapausa está associada aos bicudos adultos se alimentarem de maçãs, ao número limitado de botões florais disponíveis, às temperaturas baixas, à exposição das formas imaturas a uma fotofase pequena e às larvas se alimentarem de maçãs.

No campo os mesmos autores observaram 2 períodos de entrada em diapausa. O primeiro ocorre em agosto ou setembro, quando as plantas cessam seu florescimento, restando apenas maçãs como alimento. O segundo ocorre durante o mês de outubro, quando as temperaturas noturnas são baixas e só existem botões florais como alimento.

Tingle e Lloyd (1969) observaram que quando alimentados com maçãs e mantidos à temperatura de 26,7°C os bicudos entravam em diapausa completa em uma semana, por alcançarem teores máximos de gordura e teores mínimos de umidade. Entretanto, quando eram mantidos a 21,2°C por um período claro de 10 h e a 10°C por um período escuro de 14 h, somente após três a quatro semanas atingiam o máximo teor de gordura e o mínimo teor de umidade. Assim o período necessário aos bicudos para entrarem em diapausa

completa foi inversamente proporcional à temperatura. Além disso, os bicudos mantidos a 26,7°C e alimentados com maçãs de 11 a 15 dias de idade chegaram à diapausa completa mais rapidamente que aqueles alimentados com maçãs ou botões florais de 1 a 10 dias de idade e mantidos à mesma temperatura. Quando os bicudos foram mantidos à temperaturas baixas, a dieta não pareceu influenciar no período de tempo necessário para atingir diapausa completa.

Guerra *et al.* (1984) *apud* Lloyd (1986), em estudos realizados com bicudos em uma faixa tropical ao Sul do México, indicaram que eles se mantinham quiescentes e não atingiam diapausa verdadeira como a descrita por Brazzel e Newson (1959). Mantinham-se fisiologicamente ativos e reprodutivos durante a entressafra que lá se estende de janeiro a julho. Aqueles bicudos completaram seus ciclos de vida e ficaram encapsulados num estado quiescente ou de repouso no interior de maçãs secas, ao longo do período de baixa umidade. De mais de 50% das maçãs secas que foram colhidas em janeiro, foram obtidos bicudos vivos e reprodutivos quando foram abertas em julho. Os órgãos sexuais e o conteúdo de gordura no abdome dos machos e fêmeas, variaram de médio a grande, em tamanho e quantidade. Os autores também observaram que todos os bicudos ficavam ativos e capazes de reproduzir-se algumas horas após sua saída das maçãs secas.

Estes estudos, mais outros realizados sobre a diapausa do bicudo em regiões ecologicamente distintas, têm revelado uma grande variação nos mecanismos de sobrevivência do inseto durante o período da entressafra.

No Brasil aparentemente o bicudo não entra em diapausa. Segundo Habib (1987) a diapausa exige certas condições para ocorrer tais como: temperatura média inferior a 11°C, período médio de luz natural inferior a 11 h por dia e também ausência do pólen de plantas

hospedeiras. Nas condições ambientais seja em São Paulo ou no Nordeste do Brasil, é muito difícil encontrar temperaturas médias inferiores a 11° C no período de entressafra. Quanto ao fotoperíodo ocorre o mesmo; geralmente é superior a 11 h luz/dia. Além disso, no Brasil há plantas hospedeiras em quantidade que sustentam a população do bicudo no período de entressafra. Habib assinala que geneticamente há alguns indivíduos, uma pequena porção da população de bicudos, que tentam entrar em diapausa mas devido à abundante fauna insetívora que existe aqui, eles tem o destino certo da morte por parte dos predadores (Fernandes *et al.*, 1994). Destes se salvam os que têm condições de achar plantas hospedeiras no período de entressafra, e são eles os que representam uma ameaça ao algodão cultivado.

Estudos mais detalhados sobre os mecanismos de sobrevivência do bicudo durante o período de entressafra precisam ainda ser realizados nas áreas brasileiras recentemente invadidas pelo bicudo.

3. FENOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE *Gossypium hirsutum* L CULTIVAR IAC-20 PELO BICUDO DO ALGODOEIRO *Anthonomus* *grandis* BOHEMAN, 1843

3.1. INTRODUÇÃO

Existem várias espécies vegetais produtoras de fibras de algodão no mundo, sendo as mais utilizadas comercialmente o *Gossypium hirsutum*, *G. barbadense* e *G. thurberi*, todas pertencentes a tribo Gossypiceae da família Malvaceae.

No Brasil o algodão é tipicamente cultivado em duas grandes regiões distintas; a região que inclui os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso e a região mais ao norte que compreende todos os estados desde o Pará até a Bahia (Ramalho, 1994). Na primeira região cultiva-se *G. hirsutum* raça *latifolium* (que é herbáceo) enquanto que na região mais ao norte cultiva-se além dessa raça o algodão tipo perene *G. hirsutum* raça *marie-galante* (que é arbóreo). A primeira região é a principal produtora de algodão do país, contribuindo com 86,5% da produção nacional e com 61,7% da área total cultivada (Ramalho, 1994).

Na região de Campinas (centro-leste do Estado de São Paulo) o algodão plantado é da espécie *G. hirsutum* sendo que os cultivares mais utilizados nos últimos anos foram o IAC-17 e o IAC-20, ambos desenvolvidos a partir de estudos de melhoramentos genéticos

realizados no Instituto Agrônomo de Campinas/SP (IAC). Basicamente esses cultivares apresentam o mesmo padrão em termos do tempo de duração de suas fases de desenvolvimento e da quantidade de estruturas frutíferas que podem gerar. A diferença básica entre os dois encontra-se na maior resistência das fibras e melhor resposta ao ataque de nematódeos por parte do IAC-20 (Pessoa, 1994).

O bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman é uma das pragas mais importantes do algodoeiro. Acha-se distribuído por quase todo o Cinturão do Algodão dos Estados Unidos, assim como em algumas áreas do México, América Central e América do Sul (Bull, 1986).

No Brasil, nas duas regiões de produção algodoeira também se constitui em uma praga séria. O bicudo chegou ao Brasil em 1983 (Habib & Fernandes, 1983) e a partir daí aumentou a preocupação dos cotonicultores. Já em 1986 a área plantada foi reduzida em 1,4 milhão de hectares em relação a 1975 (Agrobusiness, 1993). Essa redução da área destinada à cotonicultura não foi causada só pela presença do bicudo, também deveu-se à utilização das terras para outros plantios, principalmente cana para a produção de álcool (Habib, comunicação pessoal).

Devido à natureza dos danos que causa diretamente as estruturas reprodutivas da planta e à capacidade de aumentar rapidamente suas populações, essa praga tem que ser cuidadosamente controlada nas áreas onde ocorre, ou inviabilizam qualquer produção.

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

volvimento e a sobrevivência da espécie (Bottrell, 1983).

O bicudo adulto é basicamente um inseto que se alimenta de pólen e o desenvolvimento dos ovos no organismo da fêmea é dependente dessa dieta (Fenton 1952, *apud* Rummel & Curry, 1986). Para se alimentar o bicudo possui um longo rostro para furar os botões florais e chegar até as anteras que abundam no interior das estruturas florais. As flores abertas também garantem um bom suprimento alimentar de pólen para os adultos. Os adultos são também comumente encontrados alimentando-se de frutos novos, mas sem uma dieta de pólen sua reprodução é muito reduzida (Bottrell, 1983).

O objetivo do presente estudo é caracterizar fenologicamente o cultivar do algodoeiro IAC-20 e correlaciona-lo com a utilização dos botões florais e frutos para oviposição e alimentação pelos bicudos adultos.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo e captura dos bicudos foi desenvolvido numa cultura de algodão de 2.000 m², em uma estação experimental agrícola em Cosmópolis, SP. A localização geográfica da cidade de Cosmópolis é 22°38'45" de latitude S e 47°11'46" de longitude O (IBGE, 1991). O clima da região é caracterizado como subtropical com chuvas de verão e com inverno relativamente seco. A Figura 1 apresenta o diagrama ombrotérmico da área de estudo, segundo dados fornecidos pela secretaria da estação experimental. No gráfico estão representadas as médias mensais das precipitações (linha superior) e das temperaturas (linha inferior). A área listrada, entre a linha das temperaturas e os 100 mm de precipitação, repre-

senta favorabilidade hídrica. Acima dos 100 mm, a área em negrito corresponde a excesso hídrico. A área pontilhada, linha das precipitações abaixo da linha das temperaturas, representa déficit hídrico ou período de estiagem.

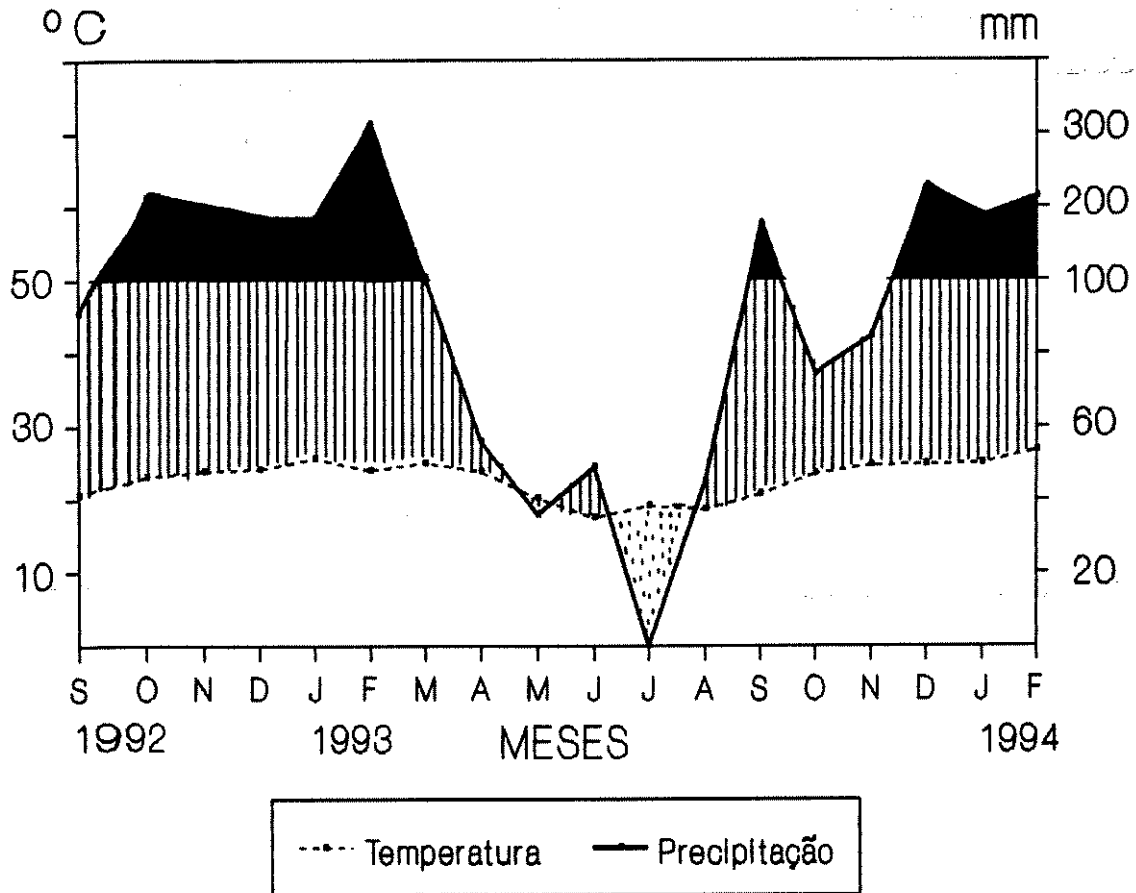


FIGURA 1 : Diagrama Ombrotérmico da estação experimental agrícola durante o período de estudo, Cosmópolis, SP.

Na área de estudo pode-se verificar favorabilidade hídrica durante todo o período, exceto no mês de julho, que corresponde ao mês seco de inverno. As temperaturas médias são relativamente constantes, variando entre 17,6°C e 26,8°C indicando também favorabilidade com respeito a esta variável.

O plantio do algodão foi efetuado no dia 15 de Outubro de 1992. Foram utilizadas sementes de *Gossypium hirsutum* cultivar IAC-20. No dia do plantio o campo foi adubado com N,P,K (3,15,15) (1.600 Kg/ha). Durante todo o ciclo da cultura não foram aplicados inseticidas, reguladores de crescimento nem mais adubos. As coletas foram aproximadamente quinzenais e realizadas a partir de 03/12/92 até 03/06/93.

Em cada coleta obtiveram-se os seguintes dados:

- 1.- Medida de altura, cobertura, número de botões florais número de frutos e número de flores de 30 plantas tomadas ao acaso.
- 2.- Determinação do grau de dano em 50 botões florais e 50 frutos tomados ao acaso. Esse número para frutos foi menor nas épocas em que essa estrutura reprodutiva não era abundante. Nas estruturas coletadas observaram-se os sinais de ataque do bicudo (alimentação e oviposição).

Para o reconhecimento de tais ataques foram considerados os aspectos descritos por Fernandes (1994), que de forma resumida são:

A.- Sinais de Alimentação, A.1. Em botões florais : caracterizam-se por apresentar um ou mais orifícios, com ou sem a presença de pólen ou fezes, apresentando coloração amarelada e aspecto granuloso. A.2. Em frutos : mais difíceis de identificar, mas são pequenos orifícios, semelhantes aos do botão floral, sem a presença de pólen mas geralmente com resíduos do fruto.

B.- Sinais de Oviposição, B.1. Em botões florais : caracterizam-se por apresentarem uma espécie de verruga formada por excreções da fêmea, que as utiliza para vedar o orifício após a deposição do ovo no interior do botão floral. B.2. Em frutos : devido a dificuldade de iden-

tificar sinais externos de oviposição, os frutos foram abertos procurando-se a larva do inseto no seu interior.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conceito de fenologia refere-se às diferentes fases que ocorrem durante o desenvolvimento de plantas e animais associadas às variações climáticas. Caracterizar fenologicamente o algodoeiro significa então distinguir tais fases ou etapas. Neste estudo não foram feitas observações desde a semeadura, uma vez que não ocorre no Brasil ataque do bicudo às plântulas. Assim, o plantio se efetuou no dia 15 de outubro e as amostragem começaram no início de dezembro, quando as plantas estavam pouco desenvolvidas e os botões florais eram pequenos e escassos.

Nas Tabela 1 e Figura 2 apresentam-se os valores médios por planta dos parâmetros altura, cobertura, número de botões florais, número de flores e número de frutos (distinguindo-se frutos verdes de frutos secos). As variações experimentadas por estes parâmetros permitem visualizar o processo de desenvolvimento do algodoeiro. É importante lembrar que a cultura não foi tratada como cultura comercial e permitiu-se que as plantas se desenvolvessem naturalmente, sem aplicação de inseticidas, reguladores de crescimento nem fertilizantes.

Observa-se nestes dados que as plantas continuam crescendo até o mês de abril, e a partir daí o crescimento em altura tende-se a estabilizar atingindo aproximadamente 1,80 m.

Destacam-se dois picos de produção de botões florais, o primeiro pico atinge o nível mais alto durante o mês de janeiro enquanto o segundo pico, de nível menor que o primeiro, atinge o máximo no mês de abril. Já no final do período de estudo pode-se observar um novo incremento no número de botões (rebrotas), sugerindo que se o algodão não tivesse sido cortado possivelmente surgiria um terceiro pico de produção de botões florais, que provavelmente teria intensidade menor. Segundo Gutierrez *et al.* (1979) o bicudo do algodoeiro é uma praga muito bem adaptada para coexistir com a planta, tendo evoluído a tal ponto que sua atividade continua tende a levar a planta a manter-se na fase vegetativa, estendendo o seu ciclo. Através da alimentação e oviposição incessantes nos botões florais novos que sofrem abscisão da planta, esta é induzida a produzir mais botões florais, folhas, caules e raízes. Desta maneira a planta evoluiu para tolerar o dano causado pelo bicudo, aumentando sua taxa de produção de botões florais.

Quanto à produção de flores, esta manteve-se sempre em nível muito baixo. É provável que a produção de flores esteja subestimada e com tendência semelhante à dos botões florais, mas devido ao fato de que esta estrutura é mais efêmera, não foi possível perceber sua abundância real nem suas variações durante o ciclo da planta. Ainda assim, aparentemente a quantidade de botões florais que dão origem a flores é baixa dado à também baixa produção de frutos. Dados semelhantes foram também obtidos por Fernandes (1994).

A produção de frutos apresenta um único pico, que ocorre logo após o primeiro pico de produção de botões florais. O pico de produção de frutos é bastante mais baixo do que o de botões, sendo de aproximadamente 25% daquele, significando que a queda de botões florais é muito alta. No final do período de estudo (abril) existiam apenas frutos secos embora a planta estivesse com brotos novos, incluindo uma nova produção de botões florais.

TABELA 1.- Características fenológicas do algodoeiro. Valores médios por planta de altura, cobertura (COBERT.), número de botões, número de flores e número de frutos (verdes e secos), durante o ciclo da planta. N= 30 plantas por coleta.

DATA	ALTURA (m)	COBERT. (m ²)	Nº BOTÕES	Nº FLORES	Nº FRU. VERDES	Nº FRU. SECOS
03/12/92	0,40	0,10	3,0	0,00	0,00	0,00
15/12/92	0,60	0,20	9,3	0,00	0,00	0,00
14/01/93	0,95	0,32	27,3	0,73	6,67	0,00
28/01/93	1,10	0,28	14,8	0,03	7,70	0,00
09/02/93	1,32	0,34	3,7	0,00	4,97	0,00
26/02/93	1,44	0,34	2,2	0,00	4,20	1,80
09/03/93	1,60	0,32	4,9	0,00	1,97	2,27
23/03/93	1,58	0,27	15,7	0,03	0,30	4,77
06/04/93	1,77	0,42	23,3	0,03	0,23	4,70
20/04/93	1,74	0,48	10,5	0,10	0,27	4,63
04/05/93	1,81	0,68	2,7	0,00	0,03	3,60
19/05/93	1,86	0,45	0,7	0,03	0,03	2,97
03/06/93	1,81	0,48	1,8	0,00	0,06	3,80

A alta perda de botões florais por abscisão deve-se a uma série de fatores, tanto abióticos como bióticos. Entre os abióticos destacam-se períodos de estiagens prolongados e deficiência de nutrientes no solo (Fernandes, 1994). Porém, o processo de abscisão desta estrutura floral é ocasionada principalmente pela alta intensidade de ataque de pragas que utilizam botões florais do algodoeiro como hospedeiro, tais como a lagarta rosada e o bicudo, sendo estes os principais responsáveis desse processo. Segundo King & Lane (1969) a abscisão dos botões florais deve-se a compostos proteicos (endopolimetil-galacturanase) liberados pelas larvas de segundo e terceiro estágio desta praga. Na presença desses compostos os botões florais utilizam a água vascular iniciando assim o processo de secamento.

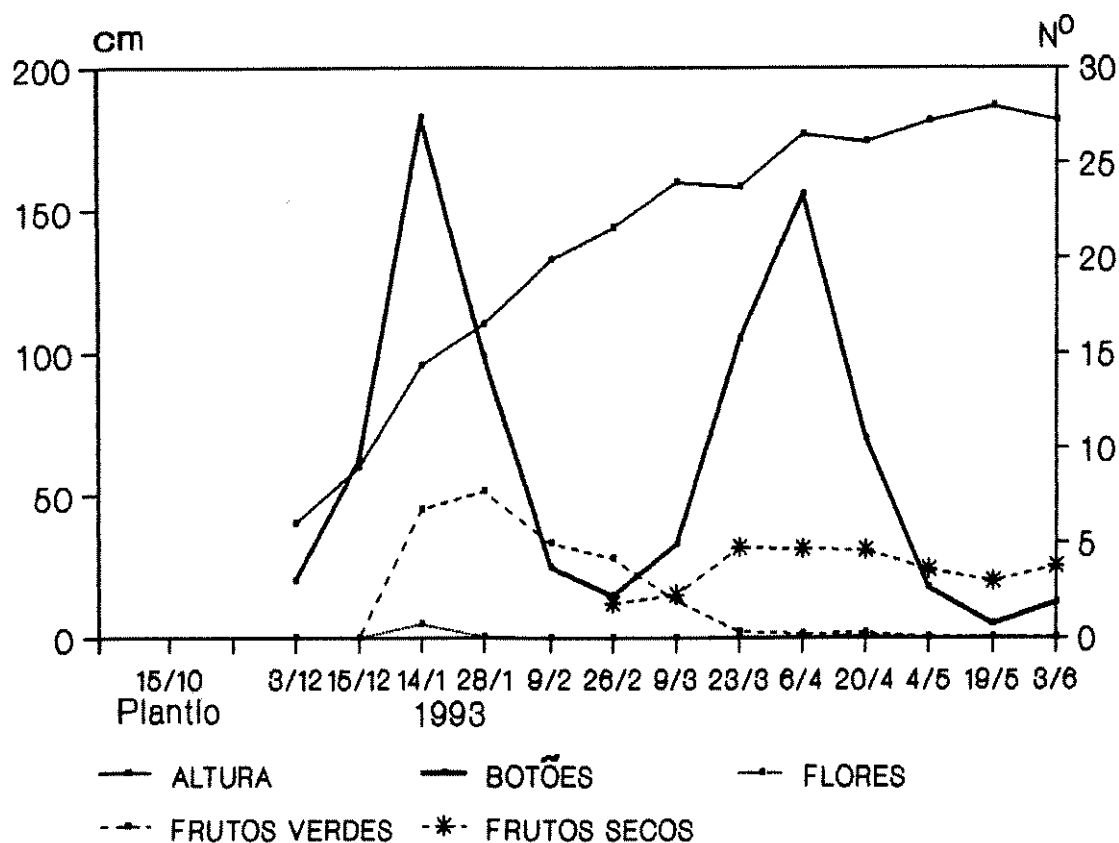


FIGURA 2: Fenologia do algodoeiro a partir da 6ª semana do plantio, na área estudada.

As observações para se detectar evidências de ataque pelo bicudo iniciaram-se em 03/12/92, mas nessa época os botões florais eram pouco desenvolvidos e tais sinais não foram detectados. Além disso, a população do bicudo na área era muito reduzida, sendo observados apenas 5 indivíduos no campo em mais de 200 plantas examinadas. Já para a segunda coleta (15/12/92), existiam 9,6% dos botões florais com sinais de oviposição e 7,7% apresentavam sinais de alimentação.

Nas Tabelas 2 e 3 e Figuras 3 e 4 encontram-se as variações nos sinais de ataque pelo bicudo durante o ciclo do algodoeiro. Pode-se observar que o ataque aos botões florais é intenso a partir do mês de janeiro e essa intensidade se mantém durante todo o ciclo. Em média 80,9% dos botões apresentaram sinais de ataque.

Em relação ao uso exclusivo dos botões para oviposição este é relativamente baixo, mas pode-se observar certos picos em alguns períodos (dezembro, março e junho). Estes aumentos estão relacionados com os picos de produção de botões florais e em geral, a maior intensidade de ataque para oviposição ocorre antes de que a produção de botões seja máxima. Nos picos de abundância de botões florais a utilização dessas estruturas para oviposição é proporcionalmente menor. Essa aparente diminuição é causada pelo aparecimento em pouco tempo de uma grande quantidade dessa estrutura floral no campo (abundância relativa maior desse recurso).

Ainda que a utilização só para oviposição seja baixa, o ataque em geral aos botões florais é muito alto. Como já foi dito anteriormente mais de 80% dos botões apresentaram evidências de ataque. Em média para todo o ciclo, 40,3% dos botões florais apresentaram sinais de alimentação e 35,3% de alimentação e oviposição. Estes dados junto com o baixo índice de ataque exclusivo para oviposição, podem sugerir que o bicudo utiliza os botões florais preferencialmente para se alimentar, uma vez que 75,6% dos botões foram furados deixando sinais de alimentação. Considerando-se no entanto que os bicudos não transformam o alimento ingerido em biomassa, de forma significativa (ver Capítulo 4), pode-se também supor que uma boa parte dos orifícios tidos como de alimentação na verdade não deixam de ser perfurações na procura de condições adequadas para a oviposição, ou mesmo quem sabe, para alimentação.

TABELA 2.- Sinais de ataque (%) pelo bicudo nos botões florais do algodoeiro.

DATA	OVIP	ALIM	OV+AL	TOTAL	S
15/12/92	9,6	7,7	0,0	17,3	82,7
14/01/93	4,0	56,0	36,0	96,0	4,0
28/01/93	2,0	40,0	40,0	82,0	18,0
09/02/93	0,0	55,4	21,4	76,8	23,2
26/02/93	3,9	56,9	21,6	82,4	17,6
09/03/93	8,0	34,0	34,0	76,0	24,0
23/03/93	12,0	34,0	50,0	96,0	4,0
06/04/93	6,0	30,0	56,0	92,0	8,0
20/04/93	0,0	37,3	62,7	100	0,0
04/05/93	2,0	50,0	44,0	96,0	4,0
19/05/93	4,0	52,0	34,0	90,0	10,0
03/06/93	12,0	30,0	24,0	66,0	34,0

OVIP = Oviposição ALIM = Alimentação OV+AL = Oviposição + Alimentação
 T TOTAL = Total de ataques S = Sadios

TABELA 3.- Sinais de ataque (%) pelo bicudo nos frutos do algodoeiro.

DATA	OVIP	ALIM	OV+AL	TOTAL	S
15/12/92	-	-	-	-	-
14/01/93	-	-	-	-	-
28/01/93	0,0	2,0	2,0	4,0	96,0
09/02/93	0,0	4,0	12,0	16,0	84,0
26/02/93	0,0	14,0	56,0	70,0	30,0
09/03/93	24,0	14,0	40,0	78,0	22,0
23/03/93	17,4	39,1	0,0	56,5	43,5
06/04/93	0,0	37,5	12,5	50,0	50,0
20/04/93	0,0	40,0	32,0	72,0	28,0
04/05/93	25,0	32,5	10,0	67,5	32,5
19/05/93	24,0	56,0	8,0	88,0	12,0
03/06/93	-	-	-	-	-

OVIP = Oviposição ALIM = Alimentação OV+AL = Oviposição + Alimentação
 TOTAL = Total de ataques S = Sadios

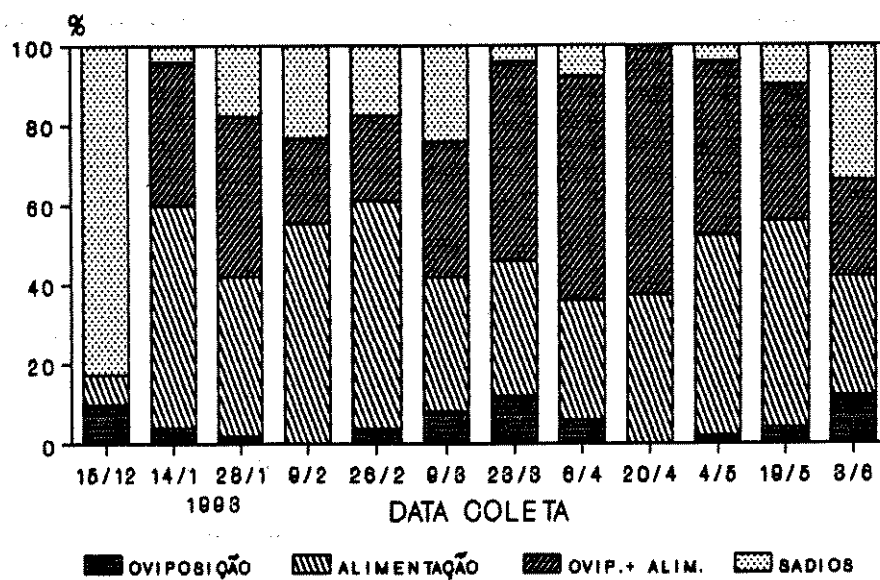


FIGURA 3: Sinais de ataque do bicudo nos botões florais do algodoeiro.

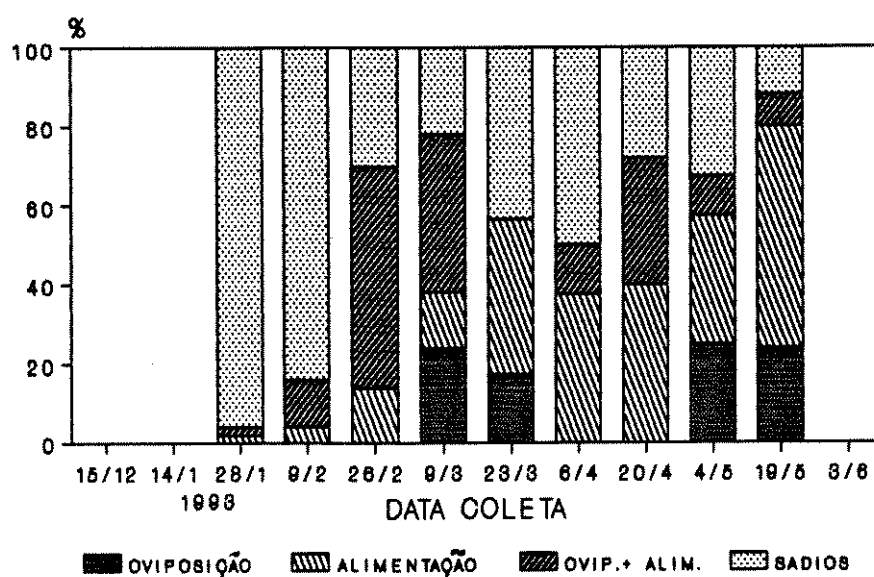


FIGURA 4: Sinais de ataque do bicudo nos frutos do algodoeiro.

Os níveis de ação da praga se mantiveram relativamente constantes durante todo o período de estudo, e as pequenas variações estiveram relacionadas com a oferta da estrutura floral, produzindo-se um leve aumento quando a disponibilidade de recurso é maior.

A falta de botões no campo por outro lado levaria o inseto procurar outras fontes alimentícias e de oviposição. Aparentemente, os frutos seriam o recurso utilizado quando o bicudo enfrenta essa situação.

Em relação ao uso dos frutos observa-se que o nível de ataque é menor que o de botões florais. Em média para todo o ciclo 55,8% destas estruturas ainda fechadas apresentaram evidências de ataque. Este valor poderia estar superestimado devido a que o número de frutos estudado, principalmente nos últimos três meses do período de estudo foi baixo. Nessa época a maior parte dos frutos encontravam-se secos e abertos. Ainda assim, a intensidade de utilização dos frutos aumenta quando a disponibilidade de botões florais diminui.

Pela discussão anterior pode-se concluir que, existindo plantas de algodão no campo, o bicudo ataca preferencialmente os botões florais: como recurso alimentício, nas tentativas de oviposição e nas oviposições efetivas. Quando a disponibilidade desse recurso é limitada o inseto o substitui pelos frutos.

4. METABOLISMO ALIMENTAR EM ADULTOS DE *Anthonomus grandis* DURANTE O CICLO DO ALGODÃO E NA ENTRESSAFRA

4.1. INTRODUÇÃO

Os insetos são muito diversos, abundantes e podem ser encontrados em todos os ambientes excetuando-se o fundo dos mares.

Estima-se a existência de 792.000 espécies de insetos, o que corresponde a 57% das espécies dos principais taxa, excluindo algas, fungos e microrganismos. Destas espécies 46% são insetos fitófagos e 54% correspondem a espécies de insetos saprófagos e predadores (Strong *et al.*, 1984).

A grande diversidade e abundância que possuem os insetos é devida em parte, à evolução de uma grande variedade de hábitos alimentares que facilitam a utilização das substâncias orgânicas primárias. Para lograr isto eles apresentam diversas adaptações que incluem especializações relacionadas com a digestão. Pode-se mencionar: a síntese de enzimas detoxificantes para combater toxinas das plantas, interdependências com microorganismos mutualísticos ou simbióticos, mudanças nos estilos de vida associados com metamorfoses e polimorfismo, exploração de variados métodos de dispersão e entrada em vários tipos de condições dormentes que os protegem das exigências ambientais adversas (Hagen *et al.*, 1984). Todas essas adaptações estão relacionadas direta ou indiretamente com o alimento.

Os insetos como grupo alimentam-se de uma gama muito diversa de substâncias orgânicas. Ao mesmo tempo muitas espécies mostram um alto grau de especificidade na eleição do seu alimento (Waldbauer, 1968). A ecologia nutricional de insetos se propõe assim a relacionar o que o inseto ou populações de insetos requerem do alimento e o que seu ambiente pode oferecer.

Atualmente existem muitas informações sobre os nutrientes necessários a diversos insetos, sabendo-se inclusive que substâncias estão relacionadas com sua alimentação, digestão, reprodução e outras atividades, mas faltam informações sobre como e em que quantidades os alimentos fornecem estas substâncias (Hagen *et al.*, 1984).

O crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos dependem diretamente da quantidade e qualidade do alimento ingerido. Porém a ingestão de alimento depende de que este seja encontrado no meio e esteja disponível.

Ainda que o alimento encontrado no meio seja utilizável, aceitável, digerível, assimilável e forneça todos os nutrientes requeridos pelo inseto para a produção de energia e aumento de biomassa, ele deve também fornecer outros elementos químicos necessários que afetam a conduta do inseto, tais como estimulantes de alimentação, fontes ou precursores de hormônios, feromônios, kairomônios e alomônios envolvidos no acasalamento, oviposição, defesa e outros fenômenos intra e interespecíficos dos insetos (Hagen *et al.*, 1984). Estas substâncias são conhecidas como dietéticos químicos, elas não são estritamente nutrientes mas são igualmente importantes. Sem elas a alimentação diminui e qualquer possibilidade de nutrição adequada é anulada, ainda que se tenha os nutrientes necessários. Assim, o alimento deve fornecer aos insetos tanto os nutrientes como os dietéticos.

O conceito de nutrição inclui dois tipos de informação: a determinação qualitativa dos diferentes nutrientes ou químicos requeridos e a informação quantitativa da medida em que esses nutrientes são requeridos e como são utilizados em termos de formação de biomassa e energia.

Em relação aos insetos, tem sido feitos vários estudos qualitativos detalhados sobre os requerimentos de nutrientes específicos de muitas espécies, mas considerações quantitativas que sejam mais do que determinações de proporções ótimas de nutrientes em dietas artificiais, tem recebido menor atenção (Waldbauer, 1968; Hagen *et al.*, 1984).

Sabe-se que os requerimentos qualitativos de nutrientes de todos os insetos são basicamente iguais e também semelhantes aos dos animais em geral. Sendo heterótrofos, todos os animais precisam proteínas exógenas ou alguma outra fonte de aminoácidos para a construção de tecidos. Usualmente estas proteínas constituem a fração principal do alimento que ingerem. A outra fração, também importante do alimento a ingerir, corresponde a substâncias que podem ser carboidratos, lipídeos, alguns aminoácidos de proteínas ou várias combinações destas classes de nutrientes (Maynard & Loosli, 1978).

Diferentes tipos de insetos tem evoluído diversas estratégias, pelas quais suas necessidades energéticas podem ser satisfeitas através de combinações variadas desses três tipos de nutrientes fornecedores de energia. Somam-se ao anterior as diversas formas e facilidades que apresentam no uso de variados balanços entre nutrientes fornecedores de nitrogênio para construção de proteínas, e nutrientes fornecedores de energia. Segundo Hagen *et al.* (1984), estas características e adaptações dos insetos permitem que eles, em grande medida, controlem ou mesmo dominem o tipo de alimento natural que constitui sua dieta.

Uma vez que o inseto encontra seu alimento, seja esta planta, presa ou material em decomposição, o substrato alimentício deve garantir seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, para ser considerado conveniente. Assim, o alimento deve não só conter os nutrientes básicos senão também ser susceptível de assimilação e conversão em energia e substâncias estruturais requeridas para as atividades normais e desenvolvimento do indivíduo (Rodríguez, 1972).

Para determinar a conveniência de um alimento natural ou de dietas artificiais, são utilizados os chamados índices nutricionais. Através do uso destes índices pode-se saber, por exemplo, se insetos fitófagos podem crescer de forma diferente quando se alimentam de plantas diferentes, ainda que não existam variações na conduta alimentar.

Waldbauer (1968) revisou as metodologias que permitem estudar a ingestão e utilização dos alimentos, incentivando os estudos sobre nutrição quantitativa dos insetos. Ele propôs a utilização de cinco índices nutricionais, a saber: taxa de consumo relativo, taxa de crescimento relativo, eficiência de assimilação ou digestibilidade aproximada, eficiência de conversão do alimento assimilado ou digerido e eficiência de conversão de alimento ingerido.

Os dois primeiros índices estão relacionados com o consumo de alimento e com o crescimento dos indivíduos, enquanto os últimos três índices relacionam-se com a digestibilidade e a eficiência de conversão do alimento ingerido pelos indivíduos.

O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, ataca os botões florais e frutos do algodoeiro. A intensidade do ataque a essas estruturas florais varia segundo a disponibilidade delas no campo, porém o bicudo apresenta notória preferência pelos botões florais (ver capítulo 3).

No Brasil, até agora não existem informações em relação a aspectos nutricionais quantitativos do bicudo, como também não se tem informação sobre o que acontece com o inseto durante o período em que não existe algodão no campo.

Os objetivos do presente estudo são avaliar o efeito do alimento, botão floral ou fruto do algodoeiro, na ingestão, digestibilidade e armazenamento como biomassa para adultos do bicudo e determinar o efeito da ausência de alimento no desgaste da biomassa armazenada e sobrevivência do inseto adulto.

Os objetivos específicos são:

1.- Determinar e comparar os níveis de consumo (ingestão) de alimento, produção de fezes e aumento de peso dos bicudos adultos quando alimentados com botões florais ou frutos do algodoeiro.

2.- Determinar e comparar os níveis dos seguintes índices nutricionais : taxa de consumo relativo, taxa de crescimento relativo, eficiência de conversão do alimento ingerido, eficiência de assimilação e eficiência de conversão do assimilado, apresentados pelos insetos adultos quando submetidos a alimentação com botões florais ou frutos do algodoeiro.

3.-Determinar a sobrevivência média dos indivíduos adultos sem alimento disponível,
e

4.- Determinar o nível de biomassa perdida até o momento da morte natural nos indivíduos adultos sem disponibilidade de alimento.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi desenvolvido no Laboratório de Patologia de Insetos do Departamento de Zoologia/IB/UNICAMP.

a) Consumo e conversão do alimento ingerido pelos bicudos adultos durante o ciclo da planta de algodão.

Durante o ciclo do algodão do período 1992-1993, foram realizadas capturas de bicudos adultos e coleta de botões florais e frutos de algodão na estação experimental agrícola, em Cosmópolis, SP. As características do plantio do algodão foram descritas no Capítulo 3. As capturas de bicudos adultos foram quinzenais e realizadas a partir de 14/janeiro/93, quando a disponibilidade de insetos para os tratamentos foi suficiente, e se estenderam até 3/junho/93.

Em cada coleta foram capturados 100 indivíduos que foram submetidos a jejum de 24 h. no laboratório. Após o jejum, mediu-se o peso fresco de cada um deles em balança analítica (5 casas decimais) e logo após foram colocados em 20 frascos de vidro de 500 ml com tampa de filó. Em cada frasco foram colocados 5 indivíduos além do alimento (botão ou fruto), cujos pesos úmidos foram previamente medidos. Formaram-se assim 10 frascos contendo cada um 5 indivíduos adultos com botões florais de algodão e 10 frascos, cada um com 5 indivíduos adultos com frutos de algodão como alimento.

Outros 20 frascos com alimento (10 com botões florais e 10 com frutos) e sem insetos, foram usados como controle para determinar a perda de água do alimento.

Os insetos foram mantidos com alimento durante 3 dias. Após o período de alimentação, os insetos foram retirados e mortos com éter. As fezes acumuladas em cada frasco foram coletadas. Finalmente mediu-se o peso fresco e o peso seco dos insetos, do alimento e das fezes. Os pesos secos foram medidos após manter o material em estufa a 65°C durante 72 h.

Além do descrito anteriormente, em cada coleta foram capturados 40 indivíduos adultos de bicudo, que também foram submetidos a jejum de 24 h, e coletados botões florais e frutos de algodão para determinar seus teores de água inicial. A determinação do teor de água foi feita utilizando o método gravimétrico. Para isto mediu-se o peso fresco inicial de 5 réplicas de botões florais de aproximadamente 4g cada uma, 5 réplicas de frutos de aproximadamente 30g cada uma e o peso fresco inicial individual (após o jejum) dos 40 bicudos. Posteriormente todo o material foi secado na estufa a 65°C durante 72 h. Por último mediu-se o peso seco dos bicudos, botões florais e frutos.

O conteúdo de água foi calculado pela fórmula :

$$[(PF - PS)/PF] \times 100$$

onde, PF = Peso fresco e PS = Peso seco.

Os dados obtidos com os tratamentos descritos permitiram determinar a quantidade de alimento ingerido pelos bicudos, variação do peso seco dos insetos e quantidade de fezes eliminadas durante o período de alimentação. Os dados foram expressados em mg (biomassa seca)/indivíduo/dia.

b) Variação do peso e sobrevivência dos bicudos após a colheita do algodão (na entressafra).

No dia 5 de Julho/93, após a colheita do algodão, efetuou-se uma captura de bicudos adultos na pequena cultura de algodão da estação experimental agrícola, no município de Cosmópolis, SP. Foram capturados aproximadamente 1500 indivíduos que foram utilizados em diferentes testes experimentais no laboratório.

Cem indivíduos foram usados para determinar a variação do peso fresco (desgaste da biomassa armazenada) sob condição de ausência de alimento. Mediu-se o peso fresco inicial dos 100 indivíduos. Posteriormente, estes insetos foram colocados em frascos de vidro com tampa de filó e com botões florais de algodão secados previamente na estufa a 60°C durante 72 h. Os botões serviram como substrato de abrigo para os insetos. Em cada frasco colocaram-se 5 indivíduos, obtendo-se um total de 20 frascos com 5 indivíduos cada um. Mediu-se o peso fresco individual dos insetos de 3 em 3 dias até sua morte natural. Os mortos eram retirados dos frascos, anotava-se a data da morte e mediam-se os pesos fresco e seco.

Quarenta indivíduos foram usados para determinar o conteúdo de água no início do experimento. A metodologia utilizada foi a descrita anteriormente.

Com o procedimento descrito conseguiu-se determinar a sobrevivência, a variação do peso fresco, os pesos fresco e seco no momento da morte e os conteúdos de água iniciais e no momento da morte (finais) dos bicudos adultos quando privados de alimento.

No final de Setembro/93, antes do início do plantio de algodão, efetuou-se mais uma coleta de indivíduos adultos de bicudo, numa fazenda do município Holambra, SP. O lugar da coleta foi um setor com cultura de milho, que nesse momento tinha aproximadamente

50 cm de altura e que no período anterior teve algodão. Este setor estava rodeado de mata nativa. A captura dos insetos foi realizada utilizando o produto comercial "Blockaide" (Albany International), feromônio de agregação grandlure. Os capilares com feromônio foram aplicados sobre folhas de papel cartão (70x50 cm) de cor amarelo-limão, semelhante às armadilhas de monitoramento, colocados sobre folhas de papel jornal diretamente no chão. Após aproximadamente 1 h os insetos começaram a chegar. Foram capturados 264 indivíduos nas duas horas seguintes, que foram levados para o laboratório e utilizados em diferentes tratamentos. Estes indivíduos passaram o período da entressafra no campo sem algodão disponível.

Quarenta indivíduos foram usados para determinar o peso seco e o teor de água nesse momento. Eles foram mortos com éter e logo mediu-se o peso fresco individual. Posteriormente foram secados na estufa a 60°C durante 72 h e finalmente mediu-se o peso seco individual. O conteúdo de água foi calculado pela fórmula descrita anteriormente.

Duzentos dos indivíduos capturados foram colocados em frascos de vidro de 0,5 l com tampa de filó e mantidos ali até a morte natural. Todos os dias esses frascos eram revistados e os mortos retirados e contados.

Desta forma obteve-se informação em relação às condições, em termos de biomassa, que apresentavam os indivíduos no campo sem algodão disponível e a sobrevivência média deles no laboratório privados de alimento e água.

As análises dos dados incluíram as seguintes determinações :

a) Consumo e conversão do alimento ingerido pelos bicudos adultos durante o ciclo da planta de algodão.

1.- Ingestão = mg de alimento consumido pelo indivíduo / Tempo (dias)

2.- Egestão = mg de fezes produzidas pelo indivíduo / Tempo (dias)

3.- Produção de biomassa =
$$\frac{\text{Peso ganho pelo indivíduo (mg)}}{\text{Tempo (dias)}}$$

4.- Taxa de consumo relativo (TCoR):

$$\text{TCoR} = \frac{\text{Quantidade de alimento ingerido (peso seco)}}{\text{Período de alimentação (Dias)} \times \text{Peso médio dos insetos durante o período}}$$

5.- Taxa de crescimento relativo (TCrR):

$$\text{TCrR} = \frac{\text{Peso seco ganho pelo inseto durante período de alimentação.}}{\text{Período de alimentação (Dias)} \times \text{Peso médio dos insetos durante o período de alimentação}}$$

6.- Eficiência de assimilação (EA):

$$\text{EA} = \frac{\text{Quant. de alimento ingerido (mg)} - \text{Fezes (mg)}}{\text{Quantidade de alimento ingerido (mg)}} \times 100$$

7.- Eficiência de conversão do alimento assimilado (ECA):

$$\text{ECA} = \frac{\text{Peso ganho pelo indivíduo (mg)}}{\text{Quant. de alimento ingerido (mg)} - \text{Fezes (mg)}} \times 100$$

8.- Eficiência de conversão do alimento ingerido (ECI):

$$ECI = \frac{\text{Peso ganho pelo indivíduo (mg)}}{\text{Quantidade de alimento ingerido}} \times 100$$

b) Variação do peso e sobrevivência do bicudo após a colheita do algodão (entressafra).

9.- Peso fresco e seco perdido (PFP e PSP):

$$PFP \text{ e } PSP = \text{Peso inicial do indivíduo} - \text{Peso final do indivíduo.}$$

10.- Taxa diária de perda de peso fresco e seco (TPDPF e TPDPS):

$$TPDPF \text{ e } TPDPS = \frac{\text{Peso inicial do indiv.} - \text{peso final do indiv.}}{\text{Sobrevivência do indivíduo (dias)}}$$

Para as análises estatísticas dos dados foram utilizados teste t-student para diferenças de médias e correlações simples de Pearson (Snedecor & Cochran, 1981; Rohlf & Sokal, 1969).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Consumo e conversão do alimento ingerido pelos bicudos adultos durante o ciclo da planta de algodão.

Como é sabido o alimento ingerido é digerido no conduto digestivo do animal. Após a digestão uma fração do digerido é assimilada neste conduto, passando assim a formar parte da biomassa do indivíduo. Outra fração geralmente menor, é rapidamente eliminada sem ser assimilada (egestão). Só a fração assimilada pode ser utilizada pelo indivíduo como fonte energética para seu metabolismo ou trabalho interno, dissipando-se sua energia através da respiração ou sendo armazenada como biomassa.

Em relação à utilização alimentar de botões florais e frutos do algodoeiro pelos bicudos adultos estudou-se em primeiro lugar a variação dos pesos secos após o período de alimentação, a ingestão ou consumo de alimento diário, a egestão ou produção diária de fezes e a produção diária de biomassa dos insetos, para cada coleta e para o período todo (em termos globais) enquanto a planta esteve presente no campo.

Na Tabela 4 apresentam-se os pesos secos iniciais e finais (após o período de alimentação) dos indivíduos submetidos a alimentação com botões florais ou frutos do algodoeiro. Pode-se observar que as variações de peso dos indivíduos testados são baixas. Nas duas situações alimentares a diferença entre os pesos iniciais e finais não são significativas.

Embora a variação seja baixa, produz-se aumento de biomassa após o período de alimentação, sendo esse aumento maior nos indivíduos alimentados com botões florais. Não

existe diferença significativa dos pesos secos iniciais dos indivíduos submetidos a diferente dieta, ou seja os indivíduos testados apresentam condições iniciais semelhantes. Assim pode-se pensar que o aumento de biomassa está relacionado com a qualidade do alimento ingerido. Neste caso os botões florais apresentariam melhores qualidades nutricionais.

TABELA 4.- Pesos secos (mg) individuais médios iniciais (PSI) e finais (PSF) dos bicudos submetidos a alimentação com botões florais ou frutos do algodoeiro no laboratório. N = 50 indivíduos para cada coleta e cada situação alimentar. PA = Período de alimentação (dias).

DATA COLETA	BOTÃO FLORAL			FRUTO		
	PSI	PA	PSF	PSI	PA	PSF
14/01/93	3,25	4	5,31	-	-	-
28/01/93	3,43	4	4,68	3,25	3	4,07
09/02/93	-	-	-	4,23	3	4,55
26/02/93	4,58	3	4,83	4,38	3	4,20
09/03/93	6,47	3	6,56	6,34	3	5,84
23/03/93	7,30	3	7,70	6,32	3	6,75
06/04/93	7,32	3	8,15	7,74	3	8,71
20/04/93	6,01	3	6,56	6,16	3	7,13
04/05/93	5,48	3	6,07	5,31	3	5,62
19/05/93	5,11	3	5,76	5,76	3	6,53
03/06/93	5,47	3	6,13	-	-	-
$\bar{x}$	5,44		6,18	5,50		5,93
DP	1,42		1,14	1,36		1,53
n	10		10	9		9

Nestes dados observa-se também que o peso seco inicial dos indivíduos aumenta no tempo, isto significa que as gerações iniciais de bicudos que infestam a cultura de algodão quando as plantas ainda não tem completado seu desenvolvimento (Figura 2, Capítulo 3), são de menor tamanho que as gerações de indivíduos presentes na cultura no fim do ciclo da

planta. Isto poderia ser interpretado como um mecanismo adaptativo que permitiria à população de insetos preparar-se para enfrentar uma situação de ausência de alimento, durante a entressafra. Assim, os indivíduos que enfrentariam este período apresentariam reservas energéticas suficientes para supera-lo com sucesso.

Os resultados apresentados na Tabela 5 e Figuras 5 e 6 referem-se à ingestão, egestão e produção diárias, além da variação do número (em média) de botões florais no campo. Eles indicam que em termos globais (Figura 5), para o período todo, os insetos alimentados com frutos do algodoeiro mostram ingestão (I) significativamente maior ($t = 2,43$; $p \leq 0,05$) quando comparados com aqueles alimentados com botões florais. Esta situação é observada também em todas as coletas, embora a diferença de ingestão de frutos ou botões florais não seja significativa para alguns períodos.

Considerando separadamente as duas dietas observa-se que, quando alimentados com botões florais as maiores ingestões apresentam-se no começo do ciclo do algodão (mês de janeiro), enquanto as ingestões maiores, quando alimentados com frutos, produzem-se ao final do ciclo da planta (meses de março, abril e maio). Nesse último período, as diferenças de ingestão entre botões florais e frutos são significativas ($p \leq 0,01$ para a maioria das coletas).

Na figura 2 (Capítulo 3) pode-se observar que no campo, durante o mês de janeiro ocorre o primeiro pico de produção de botões florais e as maiores abundâncias de frutos verdes do ciclo todo. Para o fim do período de estudo, a presença de frutos verdes no campo diminui enquanto ocorre um segundo pico de produção de botões florais.

Como os indivíduos avaliados foram trazidos do campo, o comportamento alimentar do bicudo no laboratório, em relação à ingestão, poderia ser explicado considerando o tipo de

alimento que eles estavam utilizando no campo. Assim pode-se pensar que no começo do ciclo da planta, quando os botões florais são mais abundantes, os insetos alimentam-se preferentemente com botões florais ainda que existam frutos. Para explicar a situação do fim do ciclo da planta, de maior ingestão de frutos e de maior abundância de botões florais, deve-se lembrar que a cultura utilizada não foi tratada como cultura comercial, por tanto a presença do segundo pico de produção de botões florais não é uma situação normal e regular para esta população de insetos. Esse fato levaria a pensar que em condições de cultura comercial, as últimas gerações de bicudos alimentariam-se preferentemente de frutos devido a que nesta etapa é o único recurso alimentar disponível no campo.

TABELA 5.- Valores médios diários dos pesos secos (mg/indiv./dia) do alimento ingerido (I), fezes produzidas (E) e biomassa produzida (PB), medidos em bicudos alimentados com botões florais (BOT) ou frutos (FRU) no laboratório durante o ciclo da planta. S = Significância da diferença das médias dos parâmetros entre botões florais e frutos (Teste t-Student). N = 50 indivíduos para cada coleta e tipo de alimento.

DATA	I			E			PB		
	BOT	S	FRU	BOT	S	FRU	BOT	S	FRU
14/1/93	23,50	-	-	1,15	-	-	0,52	-	-
28/1/93	9,97	NS	19,03	0,81	**	0,38	0,31	NS	0,27
9/2/93	-	-	4,92	-	-	0,26	-	-	0,11
26/2/93	3,41	NS	5,09	0,42	NS	0,28	0,09	**	-0,06
9/3/93	3,81	NS	6,43	0,63	**	0,16	0,03	**	-0,17
23/3/93	4,27	**	175,17	0,62	**	0,25	0,13	NS	0,14
6/4/93	4,10	*	57,39	0,54	**	0,14	0,28	NS	0,32
20/4/93	10,49	**	77,87	0,44	NS	0,29	0,18	*	0,32
4/5/93	3,95	**	91,91	0,36	**	0,18	0,20	NS	0,10
19/5/93	3,44	NS	6,87	0,26	*	0,15	0,22	NS	0,26
3/6/93	2,32	-	-	0,38	-	-	0,22	-	-
$\bar{x}$	6,93	*	49,41	0,56	**	0,23	0,22	NS	0,14
DP	6,46		58,12	0,26		0,08	0,14		0,17
n	10		9	10		9	10		9

No caso deste estudo, no fim do período existiam botões florais e frutos no campo, sendo mais abundantes os primeiros, porém os insetos apresentaram maior ingestão de frutos. Essa situação poderia ser explicada se considerarmos que as últimas gerações de insetos emergem preparadas para alimentar-se com frutos. Estas gerações ao encontrar botões florais no campo os consomem, mas num grau menor.

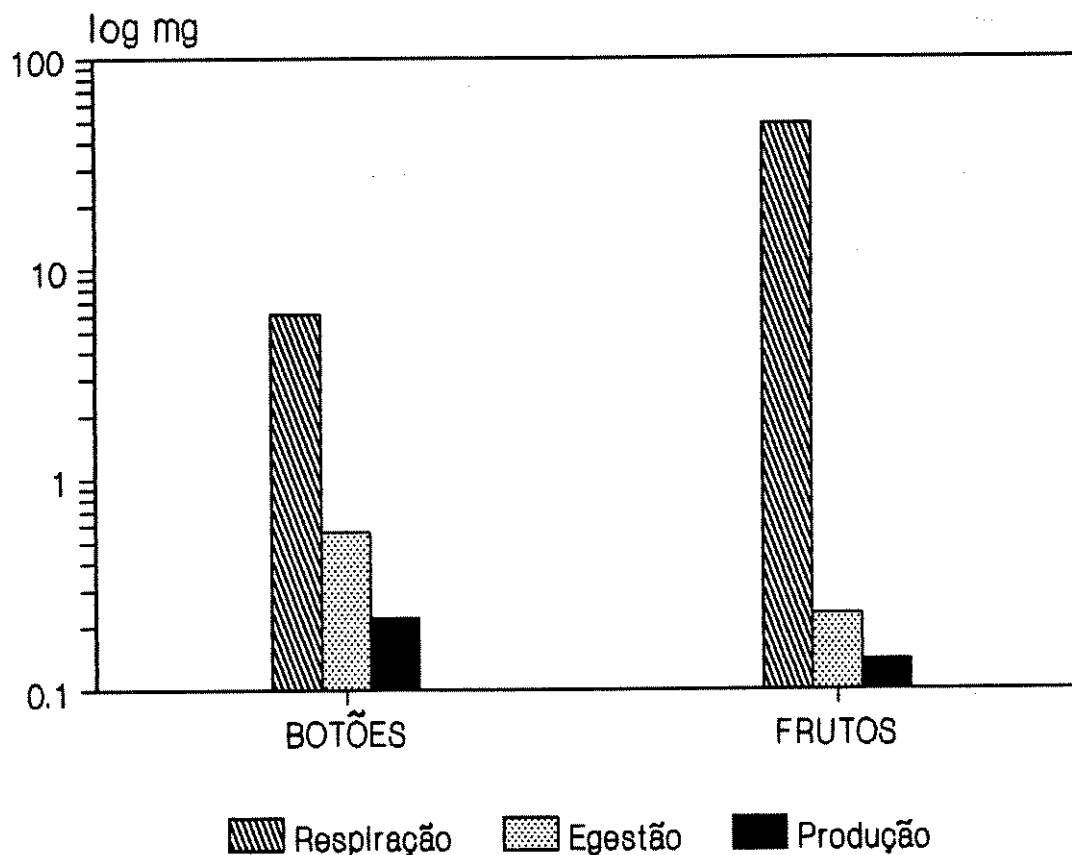


FIGURA 5.- Valores médios globais, para o período todo, do consumo de botões florais e frutos nos bicudos alimentados no laboratório, durante o ciclo da planta (mg/indiv./dia). Distribuição do alimento ingerido nos parâmetros biomassa produzida, egestão e respiração ou gasto metabólico.

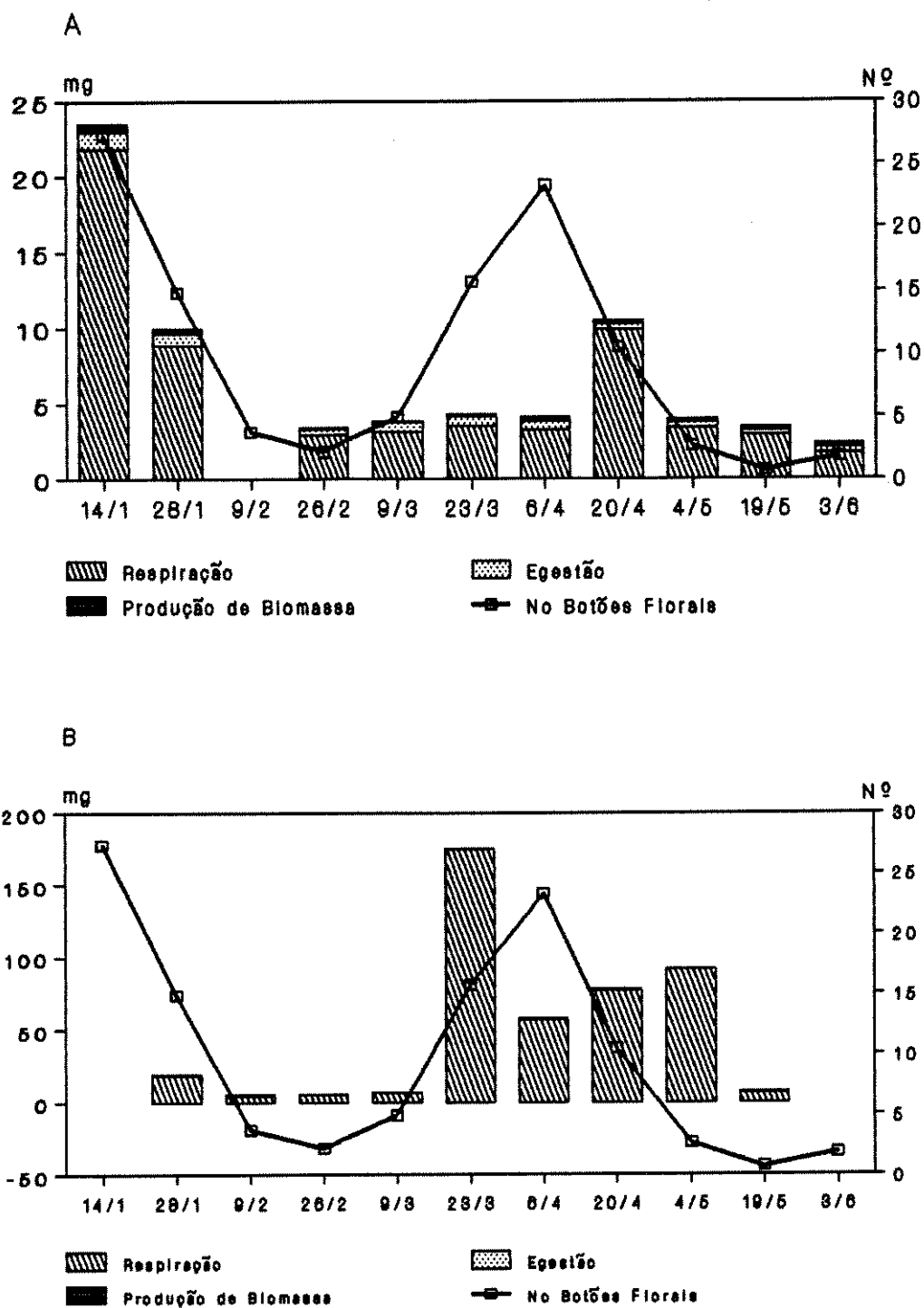


FIGURA 6.- Distribuição do alimento ingerido (mg/indiv./dia) nos parâmetros egestão, biomassa produzida e respiração ou gasto metabólico, em indivíduos alimentados no laboratório com botões florais (A) e com frutos (B) e variação da abundância de botões florais no campo.

Quanto à produção de fezes (E), em geral foi baixa e em termos globais foi significativamente maior ($t = 3,85$; $p \leq 0,01$) quando o inseto alimentou-se com botões florais, situação também observada nas diferentes coletas do período de estudo, exceto nas de 26/2 e 20/4. Nessas, apesar da diferença não ser significativa, a produção de fezes é igualmente maior quando o inseto alimenta-se com botões florais.

Em relação à variação do peso seco dos insetos por produção ou perda de biomassa (PB), as variações médias para o período todo não diferem significativamente segundo o alimento utilizado, fato também observado na maioria das coletas. A produção de biomassa em geral é baixa, tanto quando alimentados com botões florais como com frutos. Inclusive em duas coletas (26/2 e 9/3) o armazenamento do alimento como biomassa é negativo em indivíduos alimentados com frutos, significando que eles gastam mais energia que aquela ingressada através do alimento assimilado. Neste caso eles estão utilizando energia previamente armazenada. Para as mesmas coletas, quando alimentados com botões florais a quantidade assimilada permite só a manutenção da biomassa já produzida.

Considerando os presentes resultados pode-se pensar que o bicudo obtém maior benefício quando utiliza os botões florais como recurso alimentar. Isto devido ao fato de que com menor ingestão de alimento o efeito em termos de produção de biomassa é semelhante.

Outro aspecto interessante é a baixa quantidade de fezes produzidas, tanto pelos indivíduos alimentados com frutos como pelos alimentados com botões florais, o que significa que estes insetos apresentam alta assimilação do alimento que ingerem. Essa característica observa-se com maior intensidade nos indivíduos alimentados com frutos, e quando associada ao maior consumo de alimento e baixa produção de biomassa, permite concluir que os bicudos alimentados com frutos do algodoeiro apresentam alta assimilação e maior gasto

metabólico que aqueles alimentados com botões florais. Em termos energéticos significa que a maior parte da energia ingressada através do alimento é assimilada e logo respirada, sendo quase nulo seu armazenamento.

Numa análise mais detalhada dos dados, estudaram-se as taxas de consumo relativo de alimento (TCoR) e de crescimento relativo do inseto (TCrR) (Tabela 6 e Figura 7).

Estes resultados confirmam o já assinalado, em relação a que os bicudos adultos alimentados com botões florais apresentaram consumo de alimento inferior a aqueles que foram alimentados com frutos do algodoeiro.

Considerando-se os dados globais, para o ciclo todo, o consumo de frutos é em média quase 8 vezes superior ao consumo de botões florais. Tal diferença de consumo é significativa tanto a nível global (para o ciclo todo) ($t = 2,70$; $p \leq 0,05$) quanto nas coletas ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$), exceto nas de 26/2 e de 19/5. Estes dois períodos de consumos semelhantes coincidem com uma diminuição do recurso alimentar, tanto de botões florais como de frutos, no campo (Figura 2, Capítulo 3).

Também observa-se (Tabela 6 e Figura 7) que o consumo de alimento em relação ao peso do inseto é bastante menor quando alimentados com botões. Com este tipo de alimento o consumo diário em geral não supera o 100% do peso do inseto, exceto nas duas primeiras coletas. Quando alimentados com frutos o consumo relativo diário é muito elevado, nunca sendo inferior a 100% do peso do indivíduo, chegando a superar até em mais de 10 vezes o peso do inseto em alguns períodos.

Em relação à taxa de crescimento relativo ela mostrou-se baixa em todas as coletas, independente do alimento utilizado. Só no começo do período de estudo, no mês de janeiro, o crescimento foi relativamente maior, alcançando níveis de 12% e 8% quando alimentados

com botões e de 7% quando alimentados com frutos. Embora a taxa de crescimento seja em geral baixa, observa-se que ela é levemente maior quando os bicudos alimentam-se com botões florais.

Considerando os presentes resultados, pode-se concluir que para as primeiras gerações de bicudos o alimento permite que os indivíduos realizem as atividades próprias do adulto, principalmente as reprodutivas, e armazenem energia, ainda que pouco, em forma de biomassa.

TABELA 6.- Valores médios das taxas de consumo relativo (TCoR) e de crescimento relativo (TCrR) segundo tipo de alimento, botão floral ou fruto, de indivíduos alimentados no laboratório. S = Significância da diferença das médias (Teste t-Student) dos parâmetros entre botões e frutos. N = 50 indivíduos para cada coleta e tipo de alimento.

DATA	TCoR			TCrR		
	BOTÃO	S	FRUTO	BOTÃO	S	FRUTO
14/01/93	5,58	-	-	0,12	-	-
28/01/93	2,57	*	5,86	0,08	NS	0,07
09/02/93	-	-	1,34	-	-	0,02
26/02/93	0,80	NS	1,46	0,02	**	-0,02
09/03/93	0,56	*	7,22	0,004	**	-0,03
23/03/93	0,49	**	29,11	0,02	NS	0,02
06/04/93	0,55	**	8,35	0,03	NS	0,04
20/04/93	1,72	**	11,72	0,03	*	0,05
04/05/93	0,71	**	17,32	0,03	NS	0,02
19/05/93	0,63	NS	1,35	0,04	NS	0,04
03/06/93	0,40	-	-	0,04	-	-
$\bar{x}$	1,40	*	9,30	0,04	NS	0,02
DP	1,62	-	9,14	0,03	-	0,03
n	10	-	9	10	-	9

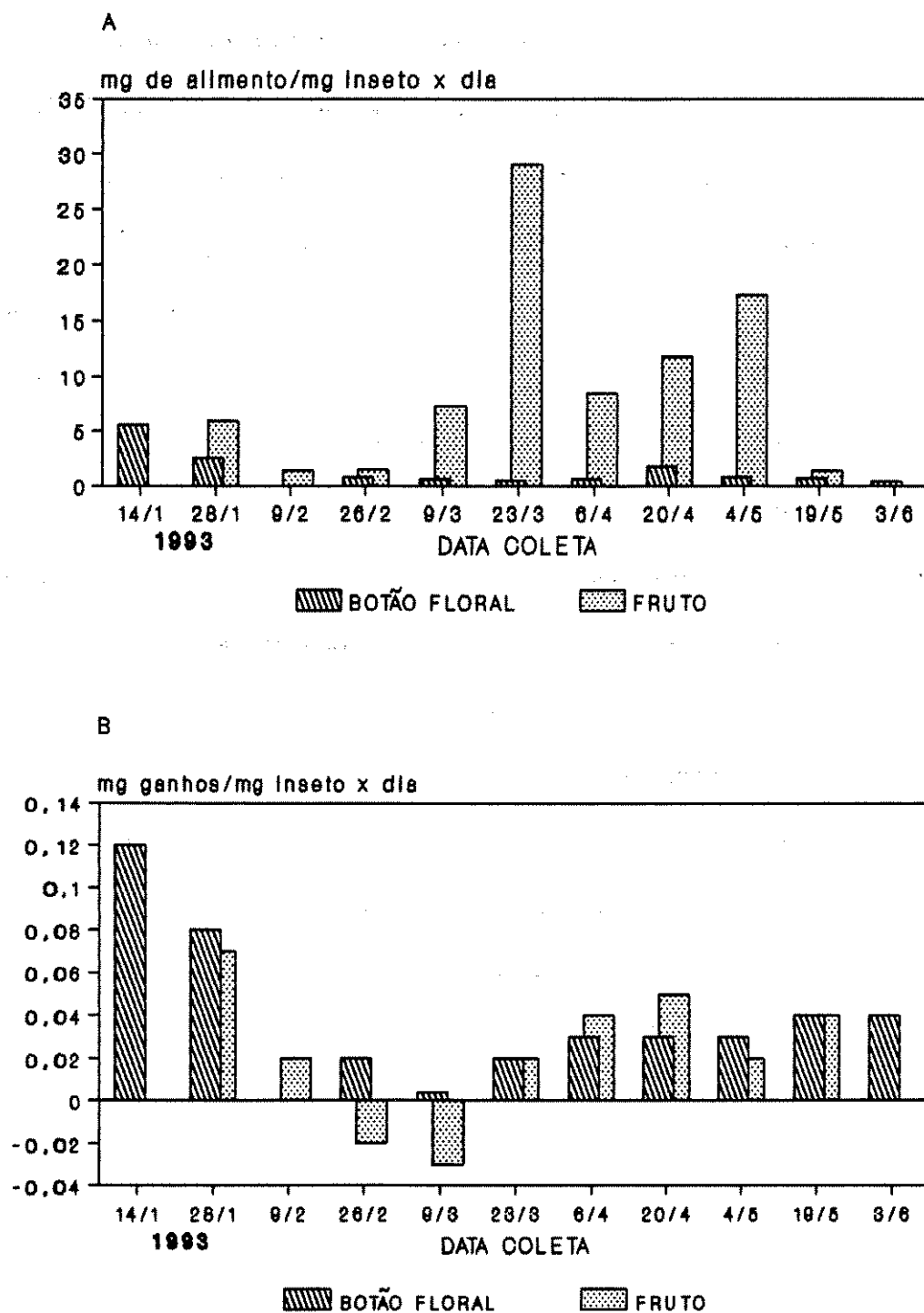


FIGURA 7.- Valores médios das Taxa de consumo relativo (A) e Taxa de crescimento relativo (B), apresentadas pelos bicudos adultos quando alimentados com botões florais ou frutos do algodoeiro no laboratório, durante o ciclo da planta.

O aumento de biomassa das primeiras gerações é conseguido principalmente com alimentação à base de botões florais (primeiro pico de produção de botões). Já para fins do ciclo da planta, as últimas gerações alimentam-se principalmente para manter a biomassa com a qual emerge o adulto.

Durante o experimento observou-se que para fins do período de estudo o comportamento reprodutivo quase não se manifesta e atividades de acasalamentos não foram observadas.

Para se conhecer outras qualidades fisiológicas deste inseto, determinaram-se as eficiências de conversão do alimento ingerido que possui.

Na Tabela 7 e Figura 8 apresentam-se os valores médios das eficiências de conversão em biomassa do alimento ingerido (ECI), de assimilação do alimento ingerido (EA) e de conversão em biomassa do alimento assimilado (ECA). Na Figura 8 não está incluída a eficiência de conversão do alimento ingerido, devido a que a tendência que apresenta é semelhante à observada na eficiência de conversão do assimilado.

Pode-se observar que uma mínima parte do alimento que os insetos ingerem é traduzido em biomassa corporal, independente do alimento que utilizem. O valor máximo alcançado foi de 14,07% quando alimentados com botões florais, mas em geral o nível de conversão do alimento ingerido em biomassa corporal é inferior a 10%. Inclusive, em alguns períodos quando alimentados com frutos observam-se valores de eficiência negativos que indicam desgaste de biomassa já armazenada. Nestes períodos os alimentados com botões também apresentam baixa eficiência, mas não negativa. Neles ocorre manutenção da biomassa armazenada.

Observa-se também (Tabela 7 e Figura 8) que em geral os indivíduos alimentados com botões florais são mais eficientes na conversão em biomassa do alimento ingerido ($t = 2,58$; $p \leq 0,05$). Em termos globais, 5,6% do alimento ingerido é convertido em tecido quando alimentados com botões florais enquanto que quando alimentados com frutos o nível de conversão é de só 1,11%.

Em relação à eficiência de assimilação ela foi alta sob as duas condições alimentares, mas observa-se que os bicudos alimentados com frutos assimilam com maior eficiência o alimento ingerido. Em geral obtiveram-se valores médios de 97,15% quando alimentados com frutos e 87,07% quando alimentados com botões para todo o ciclo da planta.

TABELA 7.- Valores médios das eficiências (%) de conversão em biomassa do alimento ingerido (ECI), de assimilação (EA) e de conversão em biomassa do assimilado (ECA), segundo tipo de alimento, botão floral ou fruto, dos bicudos alimentados no laboratório durante o ciclo da planta. S = Significância da diferença das médias (Teste t-Student) dos parâmetros entre botões e frutos. N = 50 indivíduos para cada coleta e tipo de alimento.

DATA	ECI (%)			EA (%)			ECA (%)		
	BOT	S	FRU	BOT	S	FRU	BOT	S	FRU
14/1/93	2,24	-	-	95,17	-	-	2,35	-	-
28/1/93	3,67	**	1,32	90,23	**	97,92	4,24	*	1,36
9/2/93	-	-	0,73	-	-	85,68	-	-	0,93
26/2/93	2,89	**	-1,88	84,96	NS	94,09	3,65	*	-2,15
9/3/93	0,72	NS	-0,81	81,46	**	99,30	0,88	NS	-0,83
23/3/93	3,40	NS	0,09	84,62	**	99,88	4,00	NS	0,09
6/4/93	12,69	NS	4,66	82,31	*	99,82	24,17	NS	4,67
20/4/93	1,71	*	0,48	95,97	**	99,59	1,79	*	0,49
4/5/93	5,69	**	0,07	90,01	**	99,82	6,29	**	0,07
19/5/93	8,89	NS	5,30	90,73	**	98,25	10,17	NS	5,34
3/6/93	14,07	-	-	75,22	-	-	20,52	-	-
$\bar{x}$	5,60	*	1,11	87,07	**	97,15	7,81	*	1,11
DP	4,70	-	2,38	6,51	-	4,68	8,14	-	2,44
n	10	-	9	10	-	9	10	-	9

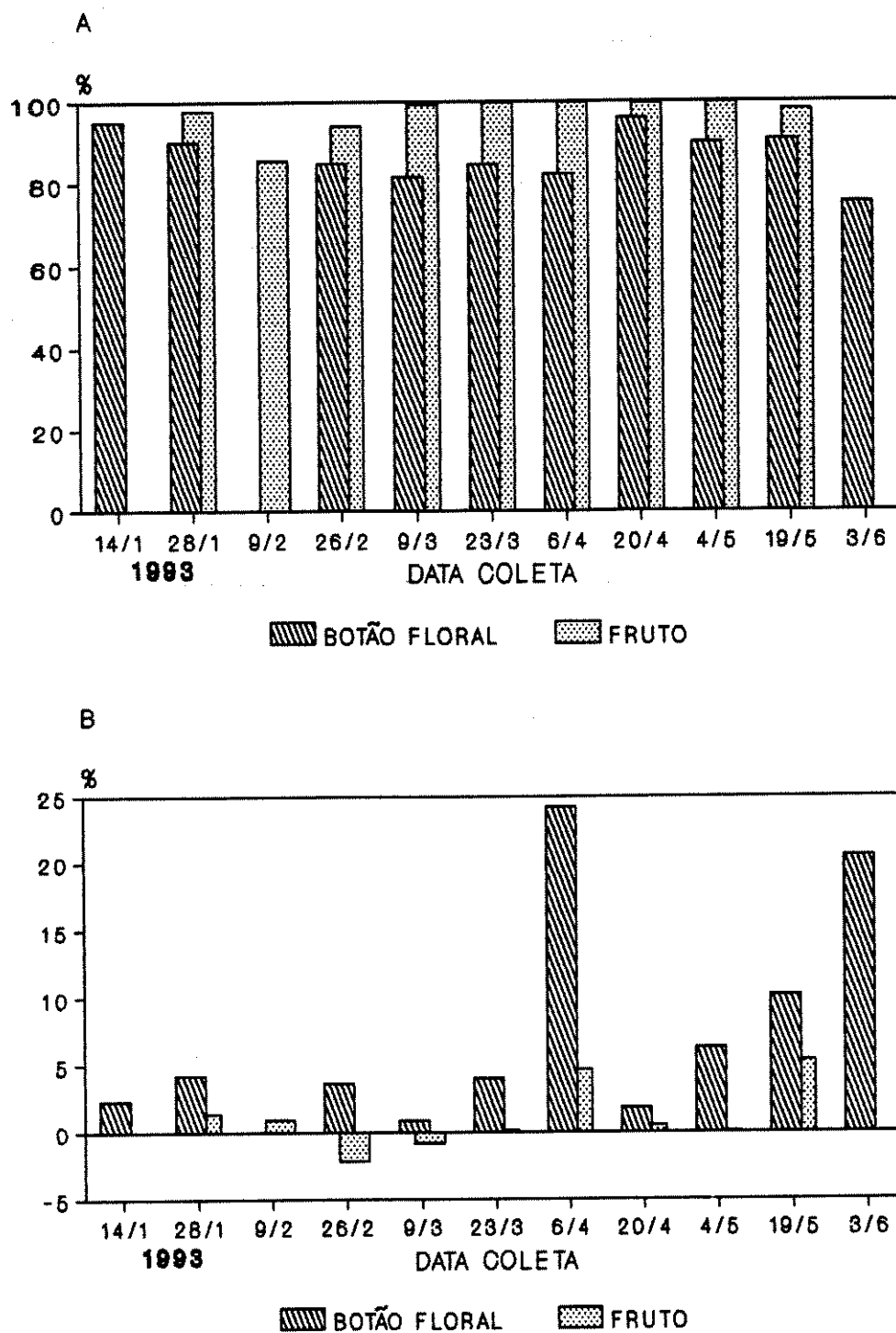


FIGURA 8.- Valores médios das Eficiência de Assimilação (A) e Eficiência de Conversão do Assimilado (B) apresentadas pelos bicudos alimentados no laboratório, durante o ciclo da planta.

A conversão em biomassa do alimento assimilado em geral foi baixa e segue as tendências apresentadas pelas eficiências de conversão do alimento ingerido descritas anteriormente. Existe diferença significativa para tal eficiência ($t = 2,70$; $p \leq 0,05$) entre os indivíduos alimentados com botão e os alimentados com frutos. Os indivíduos alimentados com botões florais são mais eficientes em todo o período de estudo. O valor médio dessa eficiência para o ciclo todo foi de 7,81% para os alimentados com botões e de 1,11% para os alimentados com frutos.

Analisando-se de forma conjunta estes resultados (Tabela 7 e Figura 8) confirmam-se as conclusões assinaladas anteriormente em relação a que os bicudos adultos apresentariam alta assimilação do alimento que ingerem, mas uma pequena parte dessa fração assimilada é retida e traduzida em biomassa corporal. Isso significa que a maior parte da energia do alimento que passa a formar parte do corpo do animal é usada no metabolismo de manutenção, sendo portanto utilizada e dissipada rapidamente como energia calórica através da respiração.

Considerando-se todos os aspectos estudados até aqui e a modo de globalização, pode-se dizer que os botões florais constituem o alimento mais conveniente para os bicudos adultos. Aparentemente eles fornecem aos insetos maior quantidade e melhor qualidade de nutrientes, permitindo ainda que em baixa proporção, se produza nova biomassa corporal. Além disso, dadas as menores ingestões de botões florais, o esforço desenvolvido pelo inseto para obter esse benefício é menor.

As elevadas eficiências de assimilação do alimento ingerido e baixas eficiências de armazenamento em forma de biomassa, sugerem que estes insetos são fortes dissipadores de energia. Esta qualidade é mais acentuada quando o bicudo alimenta-se com os frutos da planta.

Aparentemente a relação existente entre o inseto e a cultura do algodoeiro é muito estreita indicando uma forte coevolução. Assim a biologia do inseto acompanha de perto as mudanças fenológicas da planta. É interessante o fato de que os indivíduos das primeiras gerações de bicudo são de menor peso seco que aqueles das últimas. Enquanto os adultos coletados em janeiro apresentam em média cerca de 3,3 mg de matéria orgânica, aqueles coletados entre março e abril (época da colheita) apresentam cerca de 6,8 mg de matéria orgânica em seu corpo (confira Tabela 4). Os adultos destas últimas gerações emergem portanto com muito mais biomassa armazenada. E este seria o mecanismo preparatório empregado pela população do inseto, para enfrentar com sucesso a situação estressante de ausência da planta de algodão durante a entressafra. Indicativo disto, é o fato de que entre outras, a abundância de corpos gordurosos é usada como característica de adultos em diapausa nos Estados Unidos (Brazzel & Newson, 1959).

Os indivíduos adultos das primeiras gerações alimentam-se preferentemente dos botões florais do algodoeiro. Esse tipo de alimento fornece os requerimentos necessários para que estas gerações originem outras mais fortes, de indivíduos de maior reserva energética. Os indivíduos das últimas gerações, com maiores reservas metabólicas, podem usa-las na situação de desfavorabilidade de recursos alimentares. No período de emergência destes indivíduos, final do ciclo da planta, a disponibilidade de botões florais de algodão é reduzida, existindo principalmente frutos. Como foi demonstrado, os frutos não fornecem tanto quanto os botões florais, os mesmos requerimentos nutritivos para este inseto. O consumo predominantemente de frutos seria assim forte indicativo da proximidade da entressafra, estimulando respostas preparatórias para enfrentar esse período.

b) Variação do peso e sobrevivência do bicudo após a colheita do algodão.

Os ciclos anuais dos recursos e condições desfavoráveis caracterizam todos os ambientes biológicos, assim um aspecto básico das adaptações ecológicas dos insetos são suas estratégias fenológicas (Tauber *et al.*, 1984). Os insetos em geral apresentam comportamentos preparatórios, tais como acumulação de reservas metabólicas nos corpos gordurosos ou outros órgãos de armazenamento, que permitem a sobrevivência dos indivíduos durante o período desfavorável (Evans, 1984). Essas reservas metabólicas servem posteriormente como fonte energética ou como componente de mecanismos protetores na resistência à condição estressante.

Os bicudos, como foi assinalado em parágrafos anteriores, aparentemente também preparam-se para suportar períodos de déficit alimentar no período após a colheita do algodão no campo.

Como uma aproximação ao conhecimento do comportamento do bicudo sob condições de ausência de alimento e água, estudou-se a sobrevivência e variação do peso de 100 indivíduos submetidos a jejum completo no laboratório.

Pelo fato de não terem alimento nem água disponíveis, seria de se esperar uma diminuição da biomassa destes indivíduos expressa como uma perda de peso.

Na tabela 8 apresentam-se os valores médios dos seguintes parâmetros medidos: peso fresco inicial, peso fresco final, peso seco final e sobrevivência. Também apresentam-se os valores médios dos seguintes parâmetros estimados: peso seco inicial, % de água final, % do

peso fresco perdido até o momento da morte, % do peso seco perdido até o momento da morte, taxa diária de perda de peso fresco e taxa diária de perda de peso seco.

Na população estudada detectou-se que os indivíduos logo após a morte apresentam uma perda média de peso fresco de 40,73%, em relação ao peso fresco inicial (Tabela 8).

O conteúdo inicial de água, medido em 40 indivíduos foi de $55,36\% \pm 4,1$. Baseando-se neste valor estimaram-se os pesos secos iniciais dos bicudos submetidos à ausência de alimento e água, permitindo estimar que a perda média em termos de peso seco foi de 26,38%. O teor de água final médio que apresentaram os indivíduos foi de 30,31%. Os dados anteriores indicam que até a morte dos indivíduos, produz-se uma diminuição tanto da matéria orgânica, reduzida de 26,38%, como da fração hídrica corporal, que inicialmente compunha 55,36% do peso e agora se constitui em apenas 30,31% do peso.

TABELA 8.- Valores médios e desvio padrão do peso fresco inicial (PFI), peso fresco final (PFF), peso seco inicial (PSI), peso seco final (PSF), peso fresco perdido (PFP), peso seco perdido (PSP), taxa de perda diária de peso fresco (TPDPF), taxa de perda diária de peso seco (TPDPS), teor de água final (AF) e tempo de vida (S). N = 100 indivíduos.

PARÂMETRO	$\bar{x}$	DP
PFI (mg)	12,19	2,58
PFF (mg)	7,14	2,12
PFP (%)	40,73	15,64
TPDPF (%)	6,61	5,86
PSI (mg)	6,74	1,43
PSF (mg)	4,89	1,33
PSP (%)	26,38	18,79
TPDPS (%)	5,05	5,12
AF (%)	30,31	9,29
S (dias)	14,39	12,00

De maneira geral, os fatores fisiológicos que podem determinar a morte de qualquer indivíduo estão relacionados com a idade e são basicamente o esgotamento das reservas metabólicas e/ou água. No presente trabalho, os indivíduos submetidos ao jejum total permitiram a avaliação da sua capacidade de sobrevivência menos pela idade e mais pela ausência de alimento e água.

Na figura 9 apresentam-se as curvas de sobrevivência e de perda do peso fresco dos indivíduos testados. Na curva de variação do peso o aumento observado para o final do período de estudo deve-se a que consideraram-se os pesos frescos médios dos indivíduos sobreviventes em cada dia de medição, assim os últimos indivíduos a morrer tinham pesos maiores. Ainda assim observa-se uma diminuição gradual do peso fresco dos insetos nos primeiros 20 dias. Após esse período de 20 dias, os indivíduos sobreviventes foram os de maior tamanho ou que possuíam maiores reservas metabólicas.

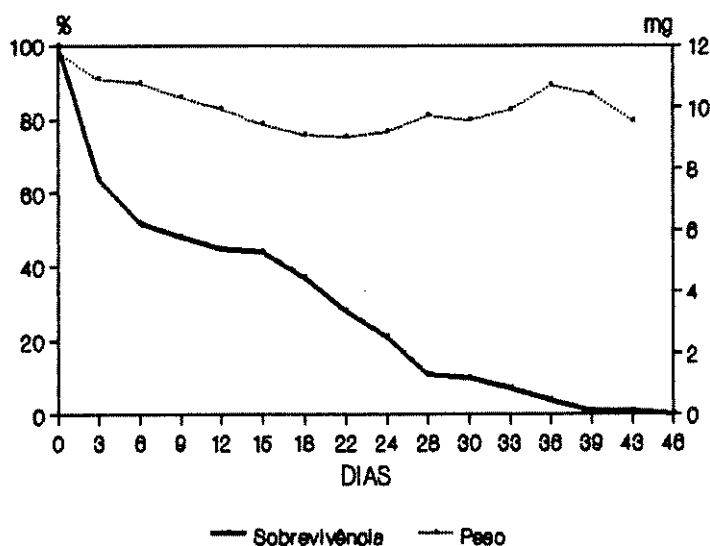


FIGURA 9.- Curvas de sobrevivência e de variação do peso fresco médio dos bicudos adultos desprovidos de alimento no laboratório (n= 100).

Na Figura 9 observa-se também que a mortalidade mais alta ocorre nos primeiros 6 dias de observação, momento em que a sobrevivência foi só de 50% dos indivíduos. Supera-do este período a taxa de mortalidade diminui obtendo-se sobrevivências superiores a 40 dias.

Para determinar se o peso perdido é dependente da sobrevivência, estabeleceram-se as correlações entre os pesos frescos e secos perdidos até o momento da morte e a sobrevi-vência individual (Tabela 9). Ambas correlações são de baixo nível e não significativas, o que indica que a morte dos indivíduos está diretamente relacionada com as perdas de aproxima-damente 40,73% do peso fresco e 26,38% do peso seco; e que é independente da sobrevi-vência.

Se a morte dos indivíduos está determinada pela perda de uma porcentagem dada do peso inicial (fresco ou seco), é provável que a sobrevivência seja dependente da quantidade real da biomassa disponível e/ou da maior ou menor velocidade de uso dessa biomassa.

Para determinar o efeito do primeiro fator estabeleceu-se a correlação entre os pesos frescos e secos iniciais e a sobrevivência (Tabela 9). As duas correlações são baixas e não significativas, ou seja a sobrevivência não depende do tamanho inicial do indivíduo. Então a morte deles ocorre quando tiver perdido uma porcentagem do peso inicial.

A sobrevivência assim deve ser dependente da velocidade de utilização da biomassa disponível. Sendo assim esperaria-se que aqueles indivíduos que esgotam lentamente sua biomassa disponível apresentem sobrevivências maiores. Para dar resposta a isto, estabeleceu-se a correlação entre as taxas diárias de perda de peso (fresco e seco) e a sobrevivência (Tabela 9). Ambas correlações são altas, negativas e significativas, permitindo concluir que o

aumento na velocidade de perda diária de peso traz como consequência uma diminuição na sobrevivência.

TABELA 9.- Valores de correlação (r) e significância da correlação ($p \leq 0,05$) entre os parâmetros peso fresco inicial (PFI), peso fresco final (PFF), peso seco inicial (PSI), peso seco final (PSF), peso fresco perdido (PFP), peso seco perdido (PSP), taxa de perda diária de peso fresco (TPDPF), taxa de perda diária de peso seco (TPDPS), teor de água final (AF) e o tempo de vida (S), para os indivíduos desprovidos de alimento no laboratório. N = 100 indivíduos.

VARIÁVEIS CORRELACIONADAS	r	SIGNIFICÂNCIA ($p \leq 0,05$)
PFP vs S	-0,01	NS
PSP vs S	-0,32	NS
PFI vs S	-0,03	NS
PSI vs S	-0,03	NS
TPDPF vs S	-0,78	*
TPDPS vs S	-0,76	*
AF vs S	-0,55	*

A morte dos indivíduos pode-se produzir tanto por uma perda de matéria orgânica, como pela perda excessiva de água. Assim a perda de água é outro fator que costuma afetar a sobrevivência.

Os bicos testados neste experimento apresentaram um teor médio inicial de água de 55,36%. O teor médio de água nos mortos diminuiu para 30,31% (Tabela 8), confirmando-se a redução da fração hídrica da biomassa.

Para determinar se existe relação entre a sobrevivência e o nível de água no momento da morte dos indivíduos, estabeleceu-se a correlação entre o teor de água final (nos mortos) e a sobrevivência (Tabela 9). A correlação é negativa, significativa e de nível médio ($r = -0,55$),

indicando que na medida que a sobrevivência dos indivíduos aumenta, o conteúdo de água diminui. Nos indivíduos que apresentaram sobrevivências menores o teor de água no momento da morte foi maior, isto poderia significar que nestes casos a morte produz-se fundamentalmente por perda de matéria orgânica, obviamente associada à idade à privação de alimento.

Considerando as porcentagens médias de conteúdo de água inicial e final determinaram-se quantas miligramas de água havia nas biomassas frescas inicial e final.

A biomassa fresca média inicial (12,19 mg) continha 6,75 mg de água (55,36 %), enquanto que a biomassa fresca média final (7,14 mg) continha 2,16 mg de água (30,31 %). Isto significa que a fração hídrica experimenta uma redução de 68 % durante a vida dos insetos submetidos à condição de ausência de alimento e água.

Aplicando a mesma metodologia de análise para os pesos secos inicial e final, obteve-se uma redução de 27,45 % para a fração de matéria orgânica.

Observa-se então que a diminuição da fração hídrica é em geral mais forte que a da fração de matéria orgânica. No entanto, como houve muita variação na sobrevivência dos indivíduos estudados, avaliou-se para diferentes categorias de sobrevivência qual dos fatores (redução de matéria orgânica ou de água) estaria sendo mais determinante da morte.

Estabeleceram-se 4 categorias de sobrevivência, duas abaixo da sobrevivência média (categorias de sobrevivência baixa) e duas acima da sobrevivência média (categorias de sobrevivência alta), e determinou-se os valores médios de peso fresco, peso seco e teor de água finais para cada uma delas. Essas categorias possibilitam uma melhor visualização do fator idade, uma vez que os bicudos foram coletados ao acaso no campo e certamente apresenta-

vam idades diferentes. Também estimou-se para estas categorias as porcentagens de matéria orgânica e mg de água (Tabela 10):

Se considerarmos que na categoria I, devido à sobrevivência menor, estariam os indivíduos mais velhos coletados, esses morrem quando o teor de água corporal é de aproximadamente 36% e a matéria orgânica constitui aproximadamente o 63% do corpo. Já na categoria IV, de indivíduos coletados mais jovens, o teor de água corporal é só de 24% e a matéria orgânica é aproximadamente 76% do corpo.

Pelos resultados (Tabela 10) observa-se que o conteúdo de água final que apresentam os indivíduos de maior sobrevivência é menor. Utilizando-se o teste t-student determinou-se a significância das diferenças das médias de porcentagem de água entre as categorias de sobrevivência. Obteve-se que a diferença não é significativa entre as categorias I e II e entre as categorias III e IV, mas existe diferença significativa entre as categorias I e III ($t = 6,83$; $p \leq 0,01$); I e IV ($t = 4,44$; $p \leq 0,01$) e II e III ($t = 2,31$; $p \leq 0,05$). Com estes resultados pode-se concluir que os indivíduos que apresentaram sobrevivências maiores, superiores à sobrevivência média, tem uma perda de água superior à daqueles com sobrevivências menores.

Também observa-se na Tabela 10 que a fração de matéria orgânica é maior nos indivíduos de sobrevivências maiores. Ou seja, os indivíduos que conseguem viver mais tempo, tem utilizado em menor proporção a matéria orgânica disponível.

Também, ao que parece pelos resultados assinalados, a morte destes indivíduos deveu-se principalmente à utilização da biomassa disponível, tanto da fração de matéria orgânica como da fração hídrica, e é independente da idade que tinham os indivíduos no momento da captura.

TABELA 10.- Valores médios e desvio padrão do peso fresco (PF), peso seco (PS) e teor de água (%) para cada categoria de sobrevivência estabelecida para os indivíduos desprovidos de alimento no laboratório. Incluem-se estimativas de % de matéria orgânica (%MO) e peso de água (mg água)

PARÂMETRO		CATEGORIAS DE SOBREVIVÊNCIA			
		I 3 - 6 dias	II 9 - 15 dias	III 18 - 28 dias	IV 30 - 46 dias
Nº de Indivíduos		48	8	33	11
PF (mg)	$\bar{x}$	7,29	7,22	6,75	7,60
	DP	2,25	2,63	1,88	1,93
PS (mg)	$\bar{x}$	4,56	5,02	5,04	5,74
	DP	1,19	1,99	1,26	1,32
% Água	$\bar{x}$	35,90	30,06	24,37	23,87
	DP	8,61	9,22	5,37	5,09
% MO		62,55	69,53	74,67	75,53
Água (mg)		2,73	2,20	1,71	1,86

Quando comparados os valores médios do peso fresco, peso seco e água finais com os valores médios iniciais de tais parâmetros (Tabelas 8 e 10), obtiveram-se os níveis de redução apresentados na Tabela 11.

TABELA 11.- Níveis de redução (%) do peso fresco (PF), peso seco (PS) e água, experimentada pelos indivíduos das 4 categorias de sobrevivência em relação aos níveis iniciais destes parâmetros.

CATEGORIA DE SOBREVIVÊNCIA	% DE REDUÇÃO EM RELAÇÃO AO NÍVEL INICIAL		
	PF	PS	ÁGUA
I (3 a 6 dias)	40,22	32,34	59,56
II (9 a 15 dias)	40,77	25,52	67,41
III (18 a 28 dias)	44,63	25,22	74,67
IV (30 a 46 dias)	37,65	14,84	72,44

Nos dados da Tabela 11 observa-se que em termos gerais, reafirma-se o assinalado em relação ao nível de perda de aproximadamente 40 % da biomassa úmida inicial até o momento da morte. Porém, observa-se que os indivíduos da categoria IV foram os que apresentaram menor utilização da biomassa fresca disponível. Além disso é interessante o fato de que na medida que se produz aumento da sobrevivência, a redução da matéria orgânica é menor enquanto que a perda de água é maior.

Baseado-se nos resultados anteriores pode-se concluir que naqueles indivíduos que apresentaram sobrevivências menores a morte estaria mais relacionada com o desgaste da matéria orgânica que com a perda de água. Nos indivíduos de sobrevivência maior o fator aparentemente mais determinante da morte foi a perda de água corporal. Sturm *et al.* (1989) indicam que no Texas a dissecação é o mais importante e indispensável fator de mortalidade entre os bicudos.

Finalmente pode-se concluir que a sobrevivência dos bicudos adultos submetidos à condição de ausência de alimento, será maior naqueles indivíduos que esgotam lentamente suas reservas metabólicas e que não estão expostos à perda de água.

O anteriormente expressado pode significar que estes insetos poderiam enfrentar e superar o período da entressafra do algodão. Se eles conseguem ingerir água ou diminuir sua perda e mantêm baixa atividade, poderiam sobreviver durante o período da entressafra e conseguiriam chegar vivos ao próximo plantio de algodão, sem precisar ingerir alimento.

Para conhecer as condições em relação ao peso, teor de água e sobrevivência no laboratório, sem alimento ou água, dos bicudos que permaneceram no campo durante o período da entressafra do algodão, efetuou-se uma coleta de indivíduos através do uso de feromônios. Essa coleta foi realizada antes do plantio do algodão do período seguinte e sob condições de

ausência dessas plantas na área, portanto os indivíduos capturados não tinham esse recurso disponível.

Analizando-se os dados apresentados na Tabela 12 e Figura 10, o que mais chama a atenção são os valores médios de conteúdo de água e de sobrevivência. O conteúdo de água destes bicudos que permaneceram no campo durante a entressafra, foi inferior ao conteúdo de água inicial e foi superior ao conteúdo de água final (no momento da morte) dos bicudos mantidos em jejum no laboratório durante a entressafra. A sobrevivência por sua vez foi menor.

TABELA 12.- Valores médios e desvio padrão do peso fresco, peso seco e teor de água no momento da coleta (N = 40 indivíduos), e da sobrevivência no laboratório desprovidos de alimento (N = 200 indivíduos), dos indivíduos que passaram o inverno no campo.

PARÂMETRO	$\bar{x}$	DP
PESO FRESCO	13,04	4,22
PESO SECO	5,73	1,86
TEOR DE ÁGUA	56,03	2,24
SOBREVIVÊNCIA	2,91	1,48

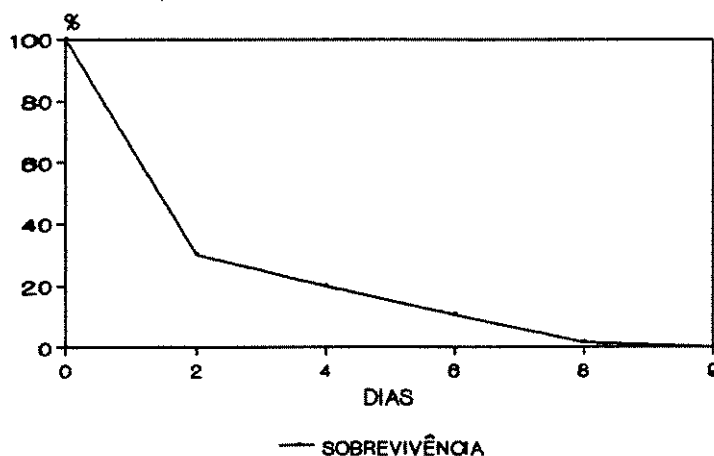


FIGURA 10.- Curva de sobrevivência dos bicudos que permaneceram no campo durante o inverno e que foram capturados e mantidos desprovidos de alimento no laboratório. N = 200 indivíduos.

Para determinar se essas diferenças observadas são significativas compararam-se os valores médios, utilizando t-student, dos pesos frescos e secos, conteúdo de água e sobrevivência, dos indivíduos que permaneceram no campo sem algodão disponível com os dos bicudos mantidos no laboratório sem alimento ou água (Tabela 13).

TABELA 13.- Significância da diferença das médias dos pesos frescos e secos, conteúdos de água e sobrevivências, entre os indivíduos mantidos desprovidos de alimento no laboratório e os indivíduos que passaram o inverno no campo.

CAMPO	LABORATÓRIO					
	PFI	PSI	PSF	%AI	%AF	S
PF	NS					
PS		**	**			
% ÁGUA				NS	**	
L						**

PFI = Peso fresco inicial

AI = Água inicial

PS = Peso seco

PSI = Peso seco inicial

AF = Água final

S = Sobrevivência

PSF = Peso seco final

PF = Peso fresco

Os dados apresentados na Tabela 13 mostram que o conteúdo de água dos bicudos trazidos do campo não difere significativamente do conteúdo inicial de água (mês de julho) dos insetos submetidos a jejum total permanente no laboratório. Mas existe diferença significativa ($p \leq 0,01$) quando compara-se com o teor de água final dos indivíduos mantidos no laboratório, sendo maior o conteúdo de água dos insetos no campo. Este resultado permite concluir que os indivíduos que permaneceram no campo durante a entressafra não sofreram perda de água ou obtiveram de alguma forma condições de a ingerirem.

Em relação ao peso dos insetos, não existe diferença significativa de pesos úmidos, mas a diferença é significativa ($p \leq 0,01$) quando comparam-se os pesos secos. Tais valores para os indivíduos que permaneceram no campo são menores que o peso seco inicial e maior que o peso seco final dos mantidos no laboratório. Este resultado permite pensar que os bicudos que permaneceram no campo diminuíram tanto sua atividade que as reservas metabólicas orgânicas não foram esgotadas, ou consumiram algum tipo de alimento (hospedeiros alternativos), mas de qualquer forma não estiveram em diapausa.

Encontrou-se que a sobrevivência média no laboratório (sem alimento e água) dos indivíduos que passaram a entressafra no campo, foi significativamente menor ($p \leq 0,01$) que a sobrevivência média dos indivíduos que permaneceram em jejum no laboratório durante a entressafra. Resultados semelhantes tem sido obtidos nos Estados Unidos por Rummel & Curry (1986), os que assinalam que a sobrevivência média dos bicudos que saíram dos locais de hibernação, na ausência de plantas com botões florais, é relativamente curta na maioria dos casos, apenas de 8 a 14 dias. Entretanto, se existem botões florais a expectativa de vida é bastante ampliada, até 80 dias para machos e 70 dias para fêmeas.

Porém, considerando todos os resultados anteriores não é possível informar sobre se o bicudo ingere ou não alimento ou água durante a entressafra do algodão no Brasil. Mas, pode-se afirmar que eles tem alta potencialidade de superar esse período sem consumir alimento ou água. Reduzindo a atividade, evitando a desidratação e protegidos dos inimigos naturais, é provável que parte da população supere este período e ataque as novas culturas de algodão. Segundo Rummel & Curry (1986), nos Estados Unidos somente os últimos 10% ou menos da população de bicudos que saem de hibernação conseguem sobreviver e colonizar os algodoais.

Nos Estados Unidos o bicudo entra em diapausa durante a entressafra, desta forma ele diminui seu metabolismo e supera o período de ausência de alimento, elevando assim a probabilidade de sobrevivência neste período (Bariola, 1984; Henneberry *et al.*, 1990). No Brasil, e ao contrário do proposto por Campanhola *et al* (1986), sugere-se que o bicudo não entra em diapausa devido a não existirem as condições que a provoquem. Além disso são conhecidos alguns hospedeiros alternativos que o bicudo poderia utilizar (ver "Diapausa em bicudos", neste trabalho). Também, durante o desenvolvimento deste trabalho, quando capturaram-se bicudos com o uso de feromônios durante o período da entressafra (ver Material e Métodos neste capítulo), observou-se que pouco tempo depois da aplicação do feromônio os bicudos começaram a sair de seus lugares de abrigo (aproximadamente 1 h após a aplicação do feromônio). A rápida resposta dos insetos é mais um indício de que estes indivíduos não se encontravam em diapausa. Resultados semelhantes foram obtidos por Fernandes (1994).

Como conclusões finais deste capítulo pode-se assinalar que:

- ** Os botões florais constituem o alimento mais conveniente para os bicudos adultos. Este tipo de alimento fornece os nutrientes necessários para que os indivíduos produzam nova biomassa, ainda que seja em baixa proporção.
- ** Os bicudos adultos caracterizam-se por ser altamente eficientes para assimilar o alimento que ingerem e por ser fortes dissipadores da energia incorporada através desses alimentos.
- ** Os indivíduos das últimas gerações apresentam tamanhos maiores que os das primeiras gerações, representando reservas metabólicas maiores nas últimas gerações. Assim a população de bicudos prepara-se para enfrentar o período da entressafra.

**** Sob condições de ausência de alimento e água, a morte dos bicudos adultos relaciona-se com a utilização de aproximadamente 40,73 % da biomassa úmida inicial do indivíduo.**

**** Sob condições de ausência de alimento e água, a sobrevivência dos bicudos aumenta na medida que diminui a velocidade de utilização da biomassa disponível e a perda de água.**

**** O período da entressafra pode ser superado por uma parte da população, representada pelos indivíduos que possuem maiores reservas metabólicas. Esses indivíduos, diminuindo sua atividade e evitando a perda de água, conseguirão sobreviver durante o período sem entrar em diapausa. A probabilidade de sobrevivência destes bicudos será maior se conseguirem achar hospedeiros alternativos, principalmente para alimentação, e estes insetos serão os que infestaram as novas culturas especialmente para se reproduzir.**

5. METABOLISMO RESPIRATÓRIO EM ADULTOS DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN DURANTE O CICLO DA PLANTA DE ALGODÃO E APÓS SUA COLHEITA.

5.1. INTRODUÇÃO

Como os animais obtêm a energia através da oxidação dos alimentos, o oxigênio é tão importante quanto estes para a conservação da vida (Schmidt-Nielsen, 1990). A captação do oxigênio e a eliminação do dióxido de carbono é a função que chamamos respiração.

O processo respiratório, em termos gerais, consiste no catabolismo dos recursos alimentares e/ou dos corpos de armazenamento que geram a Adenosinatrifosfato (ATP) utilizada nos processos metabólicos.

Os mecanismos envolvidos na geração do ATP são surpreendentemente uniformes em todos os animais. Numa atmosfera sem oxigênio a via glucose-lactato é a mais comum para uma ampla variedade de organismos. Esta via pode-se resumir na seguinte equação:



Com o acúmulo de oxigênio na atmosfera do planeta, a via metabólica aeróbica pode ser possível. Esta via é conhecida como a dos ácidos tricarboxílicos e pode ser resumida como segue:



A principal diferença entre as duas vias assinaladas é a quantidade de ATPs gerados por unidade de glucose utilizada. Assim, a respiração aeróbica gera maior quantidade de ATPs e permite o catabolismo quase total das moléculas energéticas.

De toda a energia que possui um organismo uma parte é utilizada no processo respiratório enquanto a outra parte é destinada para crescimento e/ou reprodução.

O anterior pode ser expresso no modelo seguinte:

$$RDE = R + P$$

onde RDE representa os requerimentos diários de energia, necessários para o funcionamento de um indivíduo. R corresponde à energia utilizada na respiração e P é a energia restante que pode ser utilizada em crescimento e reprodução (Ebensperger *et al.*, 1990).

A maior parte da energia destinada para a respiração é dissipada como calor. Esta perda de energia pode ser chamado de "custo de vida". Assim, o custo de vida tem três componentes importantes: o custo de atividade (para obter o alimento), o custo de síntese de tecidos (crescimento e reprodução) e o custo de manutenção (viabilidade e sobrevivência do indivíduo) (Sibly & Calow, 1986).

Tem sido proposto uma grande variedade de métodos para quantificar a respiração. Em geral, tais métodos podem ser classificados como : a) aqueles que combinam num modelo matemático observações de campo com medições de parâmetros fisiológicos sob condições de laboratório; b) aqueles que só empregam medições de laboratório e c) os que utilizam só medições e observações de animais em liberdade (Ebensperger *et al.*, 1990).

As medições de laboratório tem consistido na determinação direta do calor emitido pelo indivíduo (i.e., calorimetria direta) ou na sua estimativa através do consumo de oxigênio.

Esta última metodologia tem sido usada com maior frequência devido à maior simplicidade de operação e de montagem (Grodzinski & Wunder, 1975).

Grodzinski & Górecki (1967) (*apud* French *et al.*, 1976) propõem a utilização da taxa metabólica diária média, determinando a respiração através da medição do consumo de oxigênio durante 24 h. A taxa metabólica diária inclui o custo de atividade, o custo de síntese de tecidos e o custo de manutenção. Devido a isto a medição da taxa metabólica tem sido considerada como a estimativa da respiração, sob condições de laboratório, que tem maior realismo ecológico (Grodzinski & Wunder, 1975).

Segundo Jameson *et al.* (1977) a atividade respiratória constitui um indicador apropriado do estado fisiológico do organismo e as mudanças fisiológicas podem se refletir nas variações do consumo de oxigênio. Assim é possível então detectar variações fisiológicas apresentadas pelos organismos devido à características como sexo e idade. Também pode-se estimar a mudança fisiológica experimentada por eles como resposta a variações ambientais, tais como variação do recurso trófico, variação de condições ambientais abióticas (temperatura, umidade, etc) e outras.

O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, alimenta-se de botões florais e frutos da planta de algodão. Este inseto apresenta um alto grau de especificidade para hospedeiros e demonstra uma forte preferência pelo algodoeiro (Lloyd, 1986). Entretanto ocorrem hospedeiros alternativos, tais como algumas plantas de alguns gêneros da família Malvaceae tais como: *Thespesia*, *Cienfuegosia*, *Hampea* e *Hibiscus*, descritas por Cross *et al.* (1975) para os trópicos.

Nos Estados Unidos o bicudo normalmente passa a entressafra do algodão na forma adulta, sob a vegetação morta, embaixo de plantas que circundam o campo algodoeiro. Neste

país a entressafra coincide com o período de inverno e os bicudos hibernam na condição de diapausa facultativa (Lloyd, 1986).

No Brasil, aparentemente o bicudo não entra em diapausa. Segundo Habib (1987), as condições ambientais do país são bastante diferentes das condições exigidas para a ocorrência da diapausa. Além disso existem hospedeiros alternativos que podem sustentar a população de bicudos durante a entressafra. Fernandes (1994) observou que os bicudos deixam o campo de algodão no final da safra apesar de existir rebrota nas plantas hospedeiras, no entanto não devem se afastar muito das culturas e nem entrar em diapausa, uma vez que grandes quantidades de adultos podem ser coletadas pouco tempo após o uso de feromônio. De qualquer forma, estudos detalhados sobre a biologia do inseto e os mecanismos de sobrevivência que ele apresenta durante o período de entressafra, precisam ser realizados nas áreas brasileiras recentemente invadidas pelo bicudo. Nas nossas condições, ao menos a importância da formiga *Pheidole oliverai* como inimigo natural dos adultos do bicudo na entressafra foi estudada por Fernandes *et al.* (1994).

O objetivo do presente estudo é estabelecer o modelo de variação do metabolismo respiratório em bicudos adultos, medido através do consumo de oxigênio, associado ao sexo, à fenologia da planta de algodão e à ausência de alimento ou água.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- 1.- Estabelecer o modelo de variação do consumo de oxigênio de fêmeas e machos adultos, a 30°C de temperatura, durante o período em que a planta de algodão está presente no campo.

2.- Estabelecer o modelo de consumo de oxigênio em bicudos adultos, a 30°C e a 21°C de temperatura, submetidos durante diferentes períodos de tempo à condição de ausência de alimento e água.

3.- Determinar o consumo de oxigênio, a 30°C e a 21°C de temperatura, de bicudos adultos que permaneceram no campo durante o período da entressafra do algodão.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental e de campo foi desenvolvido durante dois anos, incluindo um período do ciclo da planta do algodão e um período após sua colheita.

Os insetos utilizados no experimento foram capturados numa cultura de algodão de 2000 m², na fazenda experimental agrícola em Cosmópolis, SP. Características do plantio são apresentados no Capítulo 3 deste trabalho.

O trabalho experimental foi desenvolvido no Laboratório de Patologia de Insetos do Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Campinas, SP.

Durante o período em que o algodão esteve presente no campo efetuaram-se coletas quinzenais a partir do dia 3/12/92 até 3/6/93. Indivíduos adultos em quantidade suficiente para o experimento foram obtidos só a partir do dia 14/1/93.

Em cada coleta determinou-se o consumo de oxigênio, a 30°C de temperatura, de 24 indivíduos, sendo 12 fêmeas e 12 machos. A sexagem foi feita a partir da separação de casais em cópula. Após o final do ciclo agrícola da planta em meados de Abril, e a partir de 4 de

Maio, esse parâmetro foi avaliado em 12 indivíduos que por não apresentarem atividade reprodutiva não puderam ser sexados.

A temperatura de 30°C foi escolhida a partir da observação das temperaturas máximas médias registradas durante os meses de novembro/92 ($\bar{x} = 30,1$) e dezembro/92 ($\bar{x} = 31,1$), mais a média dos primeiros 10 dias do mês de janeiro/93 ($\bar{x} = 33,1$). Tais dados foram fornecidos pela Estação Experimental Agrícola da Hoescht.

Após a colheita tardia do algodão, que nas condições experimentais foi realizada no fim do mês de Junho, no dia 5 de Julho de 1993 efetuou-se uma captura de aproximadamente 1500 indivíduos adultos numa pequena cultura experimental de algodão, na mesma fazenda. No laboratório estes indivíduos foram separados em grupos para ser utilizados em diferentes testes experimentais.

Cinquenta indivíduos foram mantidos com botões florais frescos como alimento e aproximadamente 1.200 indivíduos foram colocados em 3 gaiolas cúbicas de 60 cm de lado e sem alimento ou água disponíveis. Nestas gaiolas foram colocados botões florais secos de algodão para servirem de abrigo para os insetos.

Determinou-se o consumo de oxigênio a 21°C de temperatura, de indivíduos com alimento disponível (CAL e CAC) e de indivíduos com 1-2; 3-4; 6-7; 11-12; 17-18; 23-24; 31-32; 40-41 e 49-50 dias sem alimento ou água. Também mediu-se o consumo de oxigênio a 30°C de indivíduos com 15; 23; 30 e 34 dias sem alimento ou água (SAL e SAC). Em cada caso mediu-se o consumo de oxigênio de 12 indivíduos, fêmeas ou machos, devido à impossibilidade de fazer a sexagem.

A temperatura de 21°C foi escolhida após a observação das temperaturas médias dos meses de Maio/93 ($\bar{x} = 20,2$) e de Junho/93 ($\bar{x} = 17,6$). Dados fornecidos pela Estação Experimental Agrícola da Hoescht.

No dia 29 de Setembro de 1993, antes do início do plantio do algodão, realizou-se a captura de indivíduos adultos utilizando-se armadilhas de feromônio. O feromônio usado foi o produto comercial "Blockaide", feromônio de agregação Grandlure. A captura foi realizada numa Fazenda da Cooperativa Agrícola Holambra, Holambra, SP. Maiores detalhes sobre a metodologia de captura empregada neste caso são apresentados no Capítulo 4 deste trabalho.

Para esses bicudos coletados em fins de setembro também determinou-se o consumo de oxigênio a 21°C e a 30°C de temperatura. Foram testados 12 indivíduos para cada temperatura experimental.

Para se detectar as variações globais da atividade respiratória dos bicudos durante todo o período de estudo, que inclui as épocas do ciclo da planta e entressafra do algodão, e avaliar o efeito das variáveis temperatura e presença ou não de alimento, sobre a atividade respiratória dos bicudos, analisaram-se os consumos médios globais de oxigênio registrados em indivíduos submetidos às seguintes condições:

- 1) indivíduos trazidos do campo, com algodão disponível e consumo de oxigênio medido a 30°C (indivíduos capturados durante o ciclo da planta) (CAC 30°C);
- 2) indivíduos capturados após a colheita do algodão, alimentados com botões florais no laboratório e consumo de oxigênio medido a 21°C (CAL 21°C);
- 3) indivíduos mantidos em jejum no laboratório durante a entressafra do algodão e consumo de oxigênio medido a 21°C (SAL 21°C);

4) indivíduos mantidos em jejum no laboratório durante a entressafra do algodão e consumo de oxigênio medido a 30°C (SAL 30°C);

5) indivíduos capturados no campo sem algodão disponível e consumo de oxigênio medido a 21°C (SAC 21°C) e,

6) indivíduos capturados no campo sem algodão disponível e consumo de oxigênio medido a 30°C (SAC 30°C).

Para as determinações de consumo de oxigênio foram usados Manômetros Diferenciais Warburg. A absorção do dióxido carbônico foi feita com KOH ao 10% p/v. Em cada unidade respirométrica foi colocado um indivíduo adulto. Após um período de aclimação à temperatura e às outras condições experimentais de 1 h, mediu-se o oxigênio consumido de 30 em 30 min., durante um período de 3 h (6 leituras por indivíduo). Finalmente, mediu-se o peso úmido e o peso seco do indivíduo testado.

Os resultados são expressados em $\mu\text{l} / \text{mg} / \text{h}$. As mg referem-se à biomassa seca.

Os dados obtidos foram tratados utilizando o Teste t-Student para diferenças de médias para amostras independentes, Análise de Variância Univariado e Teste de Tukey DMS para diferenças de médias *a posteriori* para amostras de tamanhos desiguais (Snedecor & Cochran, 1981; Rohlf & Sokal, 1969).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sabe-se que a respiração ou dissipação calórica varia segundo as condições fisiológicas dos organismos e que estas últimas podem mudar segundo as condições ambientais às

que está submetido o indivíduo. As populações de bicudo como de qualquer outra espécie estão portanto sujeitas às variações, tanto bióticas como abióticas, do seu ambiente. Por exemplo a fenologia da própria planta hospedeira. Neste capítulo pretende-se estudar como as mudanças ambientais afetam a atividade metabólica do inseto, medida através do consumo de oxigênio.

Nas Tabelas 14 e 15 apresentam-se os consumos médios de oxigênio, pesos úmidos médios, pesos secos médios e teores médios de água registrados para fêmeas e machos, durante o período em que a planta de algodão encontrava-se no campo. Ao fim do ciclo da planta, a partir da coleta de 19 de Maio/93, a sexagem não foi possível e o consumo de oxigênio foi determinado para indivíduos.

Na Figura 11 apresentam-se os consumos médios de oxigênio individual e segundo sexo, quando possível, durante o período em que o algodão esteve presente no campo. Mostra-se também a variação do número de botões florais no campo, durante esse período.

Num estudo preliminar destes dados (Tabelas 14 e 15 e Figura 11), observa-se que o consumo de oxigênio medido nos indivíduos varia temporalmente e aparentemente não existem diferenças de consumo entre fêmeas e machos.

Para avaliar o efeito do sexo sobre a atividade respiratória, compararam-se os consumos médios de oxigênios entre fêmeas e machos, mediante o teste t-student para diferenças de médias (Tabela 16). Pode-se observar que em todas as coletas em que a sexagem foi possível, não existe diferença significativa de consumos de oxigênio entre fêmeas e machos, ou seja a atividade respiratória não é afetada pelo sexo do indivíduo. Considerando-se isto permite que nas análises posteriores os dados sejam analisados para indivíduos, sem considerar o sexo.

TABELA 14.- Valores médios ($\bar{x}$), desvio padrão (DP) e número de indivíduos utilizados (n) para os parâmetros oxigênio consumido (O_2), peso fresco (PF), peso seco (PS) e teor de água (ÁGUA), segundo sexo e período de coleta, durante o ciclo da planta. Ano 1993.

DATA COL.	FÊMEAS				MACHOS			
	PF mg	PS mg	ÁGUA %	O_2 $\mu\text{l/mg/h}$	PF mg	PS mg	ÁGUA %	O_2 $\mu\text{l/mg/h}$
14/1 $\bar{x}$	23,9	4,8	65,57	0,043	12,8	4,9	61,95	0,041
DP	1,6	0,5	2,66	0,028	2,6	1,3	3,30	0,004
n	10	10	10	10	6	6	6	6
28/1 $\bar{x}$	13,9	5,4	61,15	0,032	12,4	4,9	61,20	0,031
DP	1,5	0,9	3,24	0,014	3,1	1,4	2,65	0,013
n	13	13	13	13	13	13	13	13
9/2 $\bar{x}$	14,1	5,0	64,24	0,024	10,4	4,0	61,86	0,022
DP	3,4	1,3	4,83	0,009	2,5	1,2	4,07	0,009
n	10	10	10	10	9	9	9	9
26/2 $\bar{x}$	15,8	6,7	57,08	0,030	11,1	4,8	56,80	0,032
DP	3,5	1,3	4,91	0,009	2,7	1,0	5,48	0,011
n	12	12	12	12	12	12	12	12
9/3 $\bar{x}$	16,9	7,5	55,53	0,024	13,0	6,0	54,15	0,025
DP	4,6	2,3	5,1	0,006	4,1	2,1	6,28	0,011
n	12	12	12	12	12	12	12	12
23/3 $\bar{x}$	18,8	8,5	54,91	0,030	17,2	7,6	56,38	0,031
DP	4,1	2,3	5,32	0,010	4,6	2,6	4,87	0,013
n	12	12	12	12	12	12	12	12
6/4 $\bar{x}$	20,1	8,5	57,88	0,034	15,5	7,1	54,19	0,032
DP	3,0	1,5	3,52	0,016	2,9	1,7	6,81	0,008
n	12	12	12	12	12	12	12	12
20/4 $\bar{x}$	15,2	6,2	57,32	0,032	12,6	5,7	56,79	0,043
DP	4,5	1,7	5,20	0,011	4,0	2,3	6,63	0,024
n	10	12	10	12	10	12	10	12
4/5 $\bar{x}$	13,9	6,0	56,97	0,031	11,5	5,0	57,15	0,028
DP	6,2	2,7	4,12	0,014	4,1	2,0	2,72	0,007
n	7	7	7	7	8	8	8	8

TABELA 15.- Valores médios ($\bar{x}$), desvio padrão (DP) e número de indivíduos utilizados (n) para os parâmetros oxigênio consumido (O_2), peso fresco (PF), peso seco (PS) e teor de água (ÁGUA), registrados nos bicudos adultos sem sexagem, durante o ciclo da planta. Ano 1993.

DATA COL.		INDIVÍDUOS			
		PF mg	PS mg	ÁGUA %	O_2 $\mu\text{l}/\text{mg}/\text{h}$
4/5	$\bar{x}$	13,2	5,7	56,54	0,024
	DP	3,7	2,2	9,85	0,008
	n	12	12	12	12
19/5	$\bar{x}$	13,5	6,4	53,25	0,023
	DP	3,8	2,2	6,36	0,008
	n	16	16	16	16
3/6	$\bar{x}$	12,8	5,4	57,59	0,037
	DP	4,1	1,9	3,7	0,021
	n	12	12	12	12

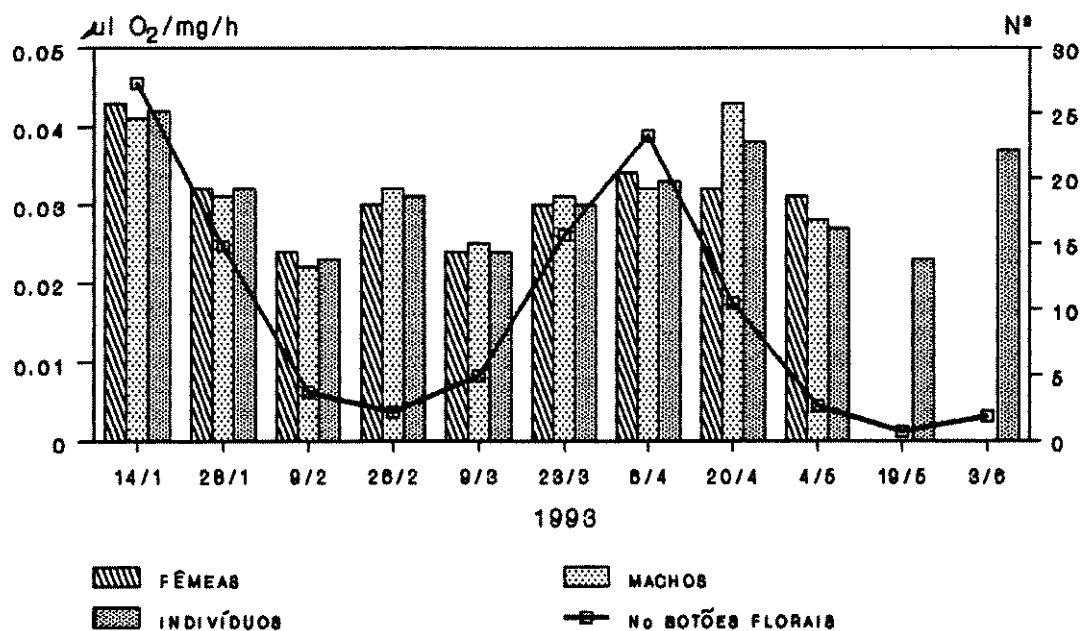


FIGURA 11.- Consumo médio de oxigênio individual e segundo sexo, durante o ciclo da planta de algodão e variação do número médio de botões florais por planta durante esse período.

TABELA 16.- Consumos médios de oxigênio e significância da diferença das médias segundo sexo, para as coletas durante o ciclo da planta. Teste t-Student, $p \leq 0,05$.

DATA COLETA	FÊMEAS $\mu\text{l O}_2 / \text{mg/h}$	MACHOS $\mu\text{l O}_2 / \text{mg/h}$	SIGNIFICÂNCIA
14/01/93	0,043	0,041	NS
28/01/93	0,032	0,031	NS
09/02/93	0,024	0,022	NS
26/02/93	0,030	0,032	NS
09/03/93	0,024	0,025	NS
23/03/93	0,030	0,031	NS
06/04/93	0,034	0,032	NS
20/04/93	0,032	0,043	NS
04/05/93	0,031	0,028	NS

Na Tabela 17 apresentam-se os consumos médios de oxigênio para indivíduos não sexados, para cada coleta, durante o período de presença de algodão no campo. Comparando-se os dados apresentados nesta tabela com os apresentados na Figura 11, pode-se notar que existe alguma relação entre a atividade respiratória dos insetos e a fenologia da planta de algodão, especificamente quanto a produção de botões florais.

Observando-se a tendência de variação temporal do consumo de oxigênio, percebe-se a existência de dois momentos de consumo mais elevado que estão estreitamente relacionados com os períodos picos de produção de botões florais. Da mesma maneira, os períodos de consumos menores estão relacionados com a diminuição na produção desta estrutura reprodutiva na planta. Além disso, para o fim do período de estudo nota-se um leve aumento no consumo de oxigênio, coincidente com o possível novo pico de produção de botões florais (discutido no Capítulo 3).

TABELA 17.- Consumos de oxigênio médios individuais para cada coleta, durante o ciclo da planta.

DATA COLETA	CONSUMO MÉDIO INDIVIDUAL DE OXIGÊNIO ($\mu\text{l}/\text{mg}/\text{h}$)
14/01/93	0,042
28/01/93	0,032
09/02/93	0,023
26/02/93	0,031
09/03/93	0,024
23/03/93	0,030
06/04/93	0,033
20/04/93	0,038
04/05/93	0,027
19/05/93	0,023
03/06/93	0,037

Para se determinar a existência de variação temporal significativa no consumo de oxigênio durante o período em que o algodão esteve presente no campo, analisaram-se os dados através de análise de variância univariada, compararam-se os consumos individuais médios para as diferentes coletas.

Os resultados indicam que existem diferenças significativas de consumo de oxigênio entre as diferentes coletas ($F = 4,06$; $p < 0,01$), ou seja, existe uma variação temporal no consumo.

Na análise *a posteriori* das médias (Tabela 18) observa-se que o consumo em meados de Janeiro (especificamente 14 de Janeiro/93), difere significativamente do consumo registrado nas coletas de 9 de Fevereiro/93, 9 de Março/93 e de 19 de Maio/93 ($p \leq 0,01$).

Durante a entressafra do algodão, que no Brasil ocorre aproximadamente entre os meses de Abril e Setembro, coincidindo com o período de outono e inverno, o bicudo deve enfrentar a ausência do principal hospedeiro além das mudanças das condições abióticas, principalmente umidade e temperatura.

Para avaliar principalmente o efeito da ausência do algodão sobre a atividade respiratória do bicudo, mediu-se o consumo de oxigênio apresentado por indivíduos adultos mantidos sem alimento e sem água no laboratório. Tais determinações foram feitas sob duas temperaturas experimentais, 21°C e 30°C.

Na Tabela 19 e Figura 12 apresentam-se os consumos médios individuais de oxigênio, medidos a 21°C de temperatura, registrados num grupo de indivíduos que foram alimentados com botões florais, durante o início deste experimento, e os registrados em bicudos submetidos por diferentes períodos de tempo à ausência de alimento e água. Nelas pode-se observar que o consumo de oxigênio, a 21°C de temperatura, registrado nos indivíduos alimentados com botões florais é maior que o apresentado pelos indivíduos que não consumiram alimento. Para confirmar esta observação, os dados foram analisados pelo teste de análise de variância univariado. A análise de variância indica que o consumo de oxigênio, a 21°C, varia significativamente ($F = 3,95$; $p < 0,01$) segundo a condição alimentar à que está submetido o inseto.

A análise *a posteriori* das médias (Tabela 20), demonstra que os bicudos alimentados com botões florais, em geral apresentam consumos significativamente maiores ($p \leq 0,01$ na maioria dos casos) do daqueles que não ingeriram alimento. Além disso, o consumo de oxigênio não difere entre indivíduos submetidos a jejum. Ou seja, a atividade respiratória dos

bicudos diminuí quando estes não se alimentam e esta baixa atividade mantém-se relativamente constante sem ser afetada pelo tempo que o inseto permanece nessa condição.

TABELA 19.- Valores médios individuais ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do oxigênio consumido (O_2), medido a 21°C de temperatura, peso fresco (PF), peso seco (PS) e conteúdo de água (%), registrados em bicudos desprovidos de alimento no laboratório durante o inverno. N = 12 indivíduos para cada condição.

CONDIÇÃO BICUDOS		PF (mg)	PS (mg)	ÁGUA (%)	O_2 (μ l/mg/h)
Alimentados	$\bar{x}$	13,74	5,99	57,16	0,014
com botão	DP	3,79	2,02	6,04	0,010
1-2 dias	$\bar{x}$	12,26	5,55	54,38	0,006
sem alimento	DP	3,05	1,42	6,09	0,002
3-4 dias	$\bar{x}$	11,92	6,11	48,14	0,010
sem alimento	DP	2,81	1,22	4,45	0,005
6-7 dias	$\bar{x}$	11,02	5,24	52,12	0,006
sem alimento	DP	4,86	2,32	4,69	0,002
11-12 dias	$\bar{x}$	10,02	5,46	45,87	0,008
sem alimento	DP	2,58	1,59	4,55	0,003
17-18 dias	$\bar{x}$	10,53	5,87	43,38	0,005
sem alimento	DP	2,64	1,08	5,42	0,003
23-24 dias	$\bar{x}$	9,22	5,21	40,37	0,010
sem alimento	DP	1,81	0,98	3,25	0,006
31-32 dias	$\bar{x}$	11,48	6,79	40,59	0,007
sem alimento	DP	4,18	2,42	3,69	0,003
40-41 dias	$\bar{x}$	8,36	5,13	38,58	0,007
sem alimento	DP	2,23	1,41	3,35	0,002
49-50 dias	$\bar{x}$	8,38	5,37	35,63	0,005
sem alimento	DP	2,55	1,59	3,38	0,002

TABELA 20.- Significância da diferença das médias de consumo de oxigênio, medido a 21°C, registrado nos bicudos desprovidos de alimento no laboratório durante o inverno. Teste de Tukey *a posteriori* para amostras de tamanhos desiguais. ** = $p \leq 0,01$; * = $p \leq 0,05$; NS = Não significativo. Baseado nos dados de consumo de oxigênio apresentados na Tabela 19.

CONDI- ÇÃO	CA	DIAS SEM ALIMENTO								
		1-2	3-4	6-7	11-12	17-18	23-24	31-32	40-41	49-50
	CA	*	NS	**	*	**	NS	**	*	**
		1-2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
			3-4	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
				6-7	NS	NS	NS	NS	NS	NS
					11-12	NS	NS	NS	NS	NS
						17-18	NS	NS	NS	NS
							23-24	NS	NS	NS
								31-32	NS	NS
									40-41	NS

CA = Indivíduos alimentados com botões florais de algodão no laboratório.

Na Tabela 21 e Figura 12 apresentam-se os consumos médios de oxigênio, medidos a 30°C de temperatura, de indivíduos também submetidos a jejum no laboratório durante a entressafra do algodão. As determinações a 30°C durante a entressafra, foram realizadas para se estabelecer se foi o fator térmico quem determinou a diminuição na atividade respiratória dos insetos.

Pela análise destes dados (Tabela 21 e Figura 12), pode-se observar que o consumo médio de oxigênio registrado nestes indivíduos é semelhante para todos os períodos de tempo em que os indivíduos permaneceram em jejum. A análise de variância univariado com que foram tratados estes dados confirmam o assinalado ($F = 0,03$; $p = 0,99$). Porém, observa-se

que o consumo de oxigênio, apresentado por indivíduos que permaneceram sem consumir alimento, medido a 30°C é quase o dobro do registrado a 21°C (Tabelas 19 e 21, Figura 12). Além disso, observa-se também que este consumo a 30°C é semelhante ao registrado a 21°C nos indivíduos alimentados com botões florais.

TABELA 21.- Valores médios individuais ($\bar{x}$) e desvio padrão (DP) do consumo de oxigênio, medido a 30°C de temperatura, peso fresco (PF), peso seco (PS) e teor de água (%) dos bicudos desprovidos de alimento e água por diferentes períodos de tempo no laboratório. N = 8 indivíduos para cada condição.

CONDIÇÃO BICUDOS	PF (mg)	PS (mg)	ÁGUA (%)	O ₂ CONS. μl/mg/h
15 dias sem $\bar{x}$	8,49	4,89	42,33	0,014
alimento DP	1,32	0,74	2,18	0,006
23 dias sem $\bar{x}$	9,81	5,85	39,20	0,014
alimento DP	3,65	1,82	4,56	0,002
30 dias sem $\bar{x}$	8,79	5,33	38,90	0,013
alimento DP	2,35	1,29	3,67	0,005
34 dias sem $\bar{x}$	10,03	6,11	38,41	0,014
alimento DP	3,37	1,91	3,76	0,004

Para determinar a condição fisiológica dos bicudos que estão no campo durante a entressafra, foram capturados indivíduos mediante o uso de feromônio e mediu-se o consumo de oxigênio destes insetos a 21°C e a 30°C. O consumo médio de oxigênio a 21°C foi de 0,007 $\pm$ 0,004 μ l O₂/mg/h e a 30°C foi de 0,013 $\pm$ 0,010 μ l O₂/mg/h. Deve-se lembrar que estes insetos não tinham algodão disponível no campo.

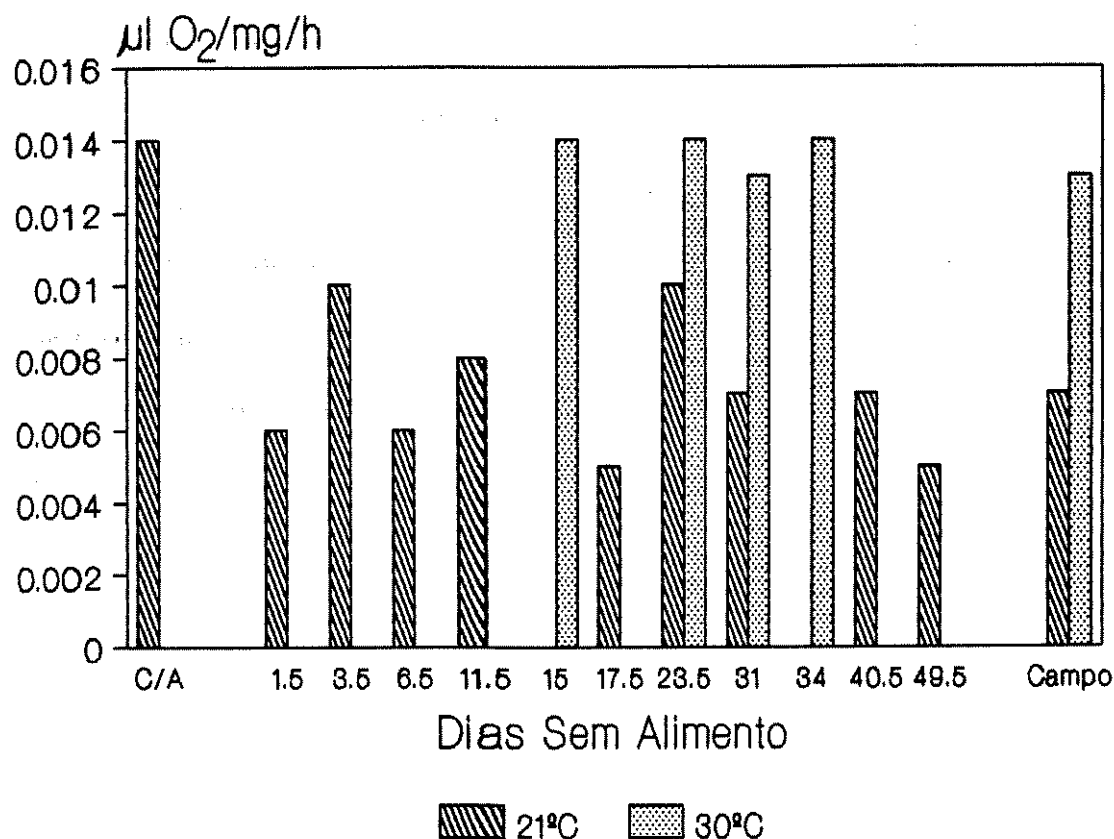


FIGURA 12.- Consumos médios individuais de oxigênio a 21°C e a 30°C registrados em indivíduos submetidos por diferentes períodos de tempo à condição de ausência de alimento e água.

Quanto à atividade respiratória dos bicudos durante todo o período de estudo, observa-se que existe uma clara diminuição durante a entressafra em relação àqueles com algodão disponível no campo durante o ciclo da planta (Tabela 22 e Figura 13). Considerando-se sempre a diminuição em relação aos indivíduos testados durante o ciclo do algodão, o nível de

redução foi de 54,84% nos indivíduos com algodão disponível no laboratório durante a entressafra. Nestes últimos as medições de consumo de oxigênio foram feitas a 21°C de temperatura e poderia ser que fosse esse fator o determinante da diminuição da atividade.

Nos indivíduos desprovidos de alimento no laboratório durante a entressafra, o nível de redução foi de 77,42% quando as determinações foram feitas a 21°C e de 54,84% quando feitas a 30°C.

Naqueles indivíduos que permaneceram no campo sem algodão disponível durante a entressafra, o nível de redução foi de 77,42% quando as medições foram feitas a 21°C e de 58,06% quando feitas a 30°C.

TABELA 22. Valores médios ($\bar{x}$), desvio padrão (DP) e tamanho da amostra (n) dos consumos de oxigênio globais, medidos às temperaturas de 21 °C e 30 °C, para cada condição alimentar testada durante o estudo.

CONDIÇÃO	$\bar{x}$	DP	n
CAC 30°C	0,031	0,014	236
CAL 21°C	0,014	0,010	12
SAL 21°C	0,007	0,004	107
SAL 30°C	0,013	0,004	32
SAC 21°C	0,007	0,004	12
SAC 30°C	0,013	0,010	12

CAC = Com algodão no campo
SAC = Sem algodão no campo

CAL = Com algodão no laboratório
SAL = Sem Alimento no laboratório

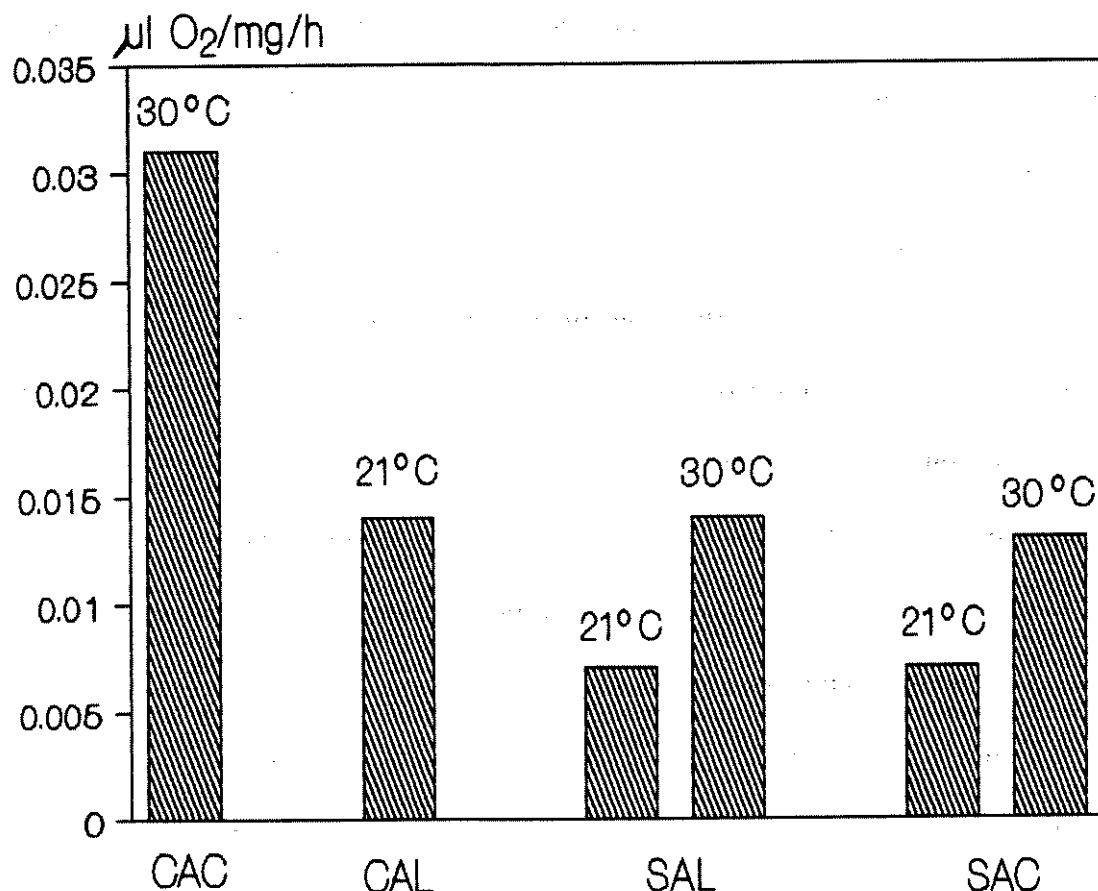


FIGURA 13.- Consumos médios globais de oxigênio, medidos a 21 °C e a 30 °C, dos bicudos submetidos às diferentes condições de alimentação, durante todo o período de estudo. CAC = Com algodão no campo; CAL = Com algodão no laboratório; SAL = Sem alimento no laboratório; SAC = Sem algodão no campo.

Baseando-se nestes antecedentes, fica aparente que a situação de entressafra gera a diminuição da atividade dos insetos. Os fatores determinantes desta redução seriam assim a ausência do algodão e/ou a baixa térmica durante este período. Para se avaliar os efeitos destes fatores, analisaram-se através de análise de variância univariado, todos os consumos de

oxigênio registrados nos bicudos nas condições de alimentação e temperatura testadas durante o presente estudo. O resultado da análise de variância indica que os consumos médios de oxigênio são significativamente diferentes nas condições testadas ($F = 163,4$; $p = 0,00$), confirmando-se o assinalado anteriormente. Ou seja, as diferentes condições às que estiveram submetidos os insetos determinaram atividade respiratória diferente.

A análise *a posteriori* das médias (Tabela 23) indica que, os consumos de oxigênio registrados nos indivíduos testados durante o ciclo da planta, difere significativamente do registrado nos indivíduos sobreviventes durante a entressafra ($p \leq 0,01$). Não detectou-se diferença significativa de consumo em relação à temperatura ou à presença ou ausência de alimento nos últimos.

TABELA 23.- Significância da diferença das médias dos consumos de oxigênio registrados nos indivíduos testados durante o ciclo da planta (CAC 30°C); com algodão no laboratório durante a entressafra (CAL 21°C); desprovidos de alimento no laboratório (SAL 21°C e SAL 30°C) e sem algodão no campo durante a entressafra (SAC 21°C e SAC 30°C). Aplicou-se o teste *a posteriori* Tuky para amostras de tamanhos desiguais. * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; NS = Não significativa.

CONDIÇ.	CAC 30°C	CAL 21°C	SAL 21°C	SAL 30°C	SAC 21°C	SAC 30°C
	CAC 30°C	**	**	**	**	**
		CAL 21°C	NS	NS	NS	NS
			SAL 21°C	NS	NS	NS
				SAL 30°C	NS	NS
					SAC 21°C	NS

Baseando-se na comparação global acima pode-se concluir que:

- A atividade respiratória dos bicudos diminui quando estes estão submetidos à condição de ausência de recurso alimentar, neste caso a planta de algodão.
- Aparentemente a temperatura por si só não é o fator determinante da diminuição da atividade durante a entressafra, considerando-se que indivíduos em jejum total testados a temperaturas diferentes exibem consumos de oxigênio semelhantes.
- A atividade respiratória dos indivíduos que permaneceram no campo durante a entressafra, não difere da registrada nos indivíduos que foram mantidos desprovidos de alimento e água no laboratório. Ou seja, os indivíduos que passam a entressafra no campo aparentemente não ingerem alimento nem água.

6. DISCUSSÃO FINAL

Antrenomus grandis Boheman, o bicudo do algodoeiro, é a praga mais importante nas culturas de algodão nas Américas. A cotonicultura brasileira, apesar de ter sido apenas recentemente invadida por esta praga, já tem sofrido fortes danos que são uma das causas da diminuição das áreas destinadas a este tipo de cultura no país.

No presente trabalho, pretendeu-se relacionar parâmetros fisiológicos do bicudo com a fenologia da planta e a disponibilidade do recurso alimentício.

A cultura de algodão utilizada experimentalmente apresentou uma fenologia particular, pois não teve o tratamento normal das culturas comerciais. Não foram aplicados inseticidas nem reguladores do crescimento, o algodão produzido não foi colhido nem as plantas foram cortadas na época em que isto normalmente ocorre nas culturas comerciais.

Observou-se que o comportamento alimentar e condição fisiológica da população de bicudos estudada apresenta uma nítida relação de sincronia com a fenologia da planta. Isto reflete-se no modelo de variação do consumo de alimento, no que se inclui a variação da intensidade de consumo e a preferência por um determinado recurso alimentar em períodos particulares durante o ciclo da planta, e no modelo de variação da atividade metabólica, medida através do consumo de oxigênio. Verificou-se que em geral, a presença e abundância de botões florais e frutos é o que influencia o comportamento alimentar e condição fisiológica dos insetos.

O exposto anteriormente pode ser explicado pelas seguintes constatações: as plantas experimentais apresentaram dois picos de produção de botões florais, claramente diferencia-

dos. Nas culturas comerciais normalmente não existe, ou quando existe, o segundo pico de produção desta estrutura reprodutiva é bastante menor. Coincidente com o primeiro pico de produção de botões, no laboratório os bicudos apresentaram alto consumo desta estrutura e atividade respiratória mais elevada. Quando a abundância desta estrutura reprodutiva diminuiu no campo, observou-se diminuição na atividade respiratória dos insetos e redução na ingestão deste tipo de recurso no laboratório, apesar de ter sido oferecido em abundância. Neste período os insetos alimentaram-se preferentemente de frutos, que no campo era o único recurso disponível. O sexo do indivíduo não determinou variação neste tipo de respostas.

Aparentemente, a diminuição do recurso botão floral e a disponibilidade apenas de frutos, indicadores da proximidade do período da entressafra, engatilha respostas preparatórias na população deste inseto, que levariam a superar o período de estresse. Algumas respostas observadas foram: diminuição da taxa respiratória dos indivíduos (diminuição da atividade), maiores reservas metabólicas (pesos secos maiores) e ausência do comportamento de acasalamento. Nos Estados Unidos, onde o bicudo entra de fato em diapausa, o mesmo fenómeno acontece. Pode-se supor que devido à recente introdução desta praga no Brasil, as populações ainda possuem as características genéticas que as encaminham à diapausa e que coevoluiram durante décadas no seu ambiente de origem.

As primeiras gerações de bicudos, cujos adultos alimentam-se principalmente com botões florais, originam gerações de adultos mais fortes, de tamanhos maiores e com reservas energéticas mais elevadas. Nas culturas comerciais as últimas gerações dispõem principalmente de frutos do algodão como recurso alimentar. Aparentemente, a presença quase exclusiva de frutos conduziria estes indivíduos a reduzir sua atividade e a se alimentar principalmente

para se manter ou evitar a perda da biomassa já armazenada. Desta forma, a população de bicudos prepara-se para enfrentar a entressafra.

Para os bicudos parece mais conveniente se alimentar de botões florais do que de frutos. Alimentados com botões, os insetos conseguem produzir biomassa, ainda que seja em baixo nível. Alimentados com frutos o armazenamento é quase nulo e até negativo. Além disso, devido à elevada eficiência de assimilação, acima de 80%, e baixa eficiência de conversão do alimento assimilado, os bicudos adultos constituem-se em fortes dissipadores de energia, sendo esta característica mais intensa quando alimentados com frutos. Considerando que os adultos deste inseto conseguem consumir por dia várias vezes seu peso, e que não convertem esse consumo em massa corporal, fica evidente sua forte característica dissipadora de energia. É enfim um consumidor primário que transfere pouco para o nível trófico seguinte, seus predadores.

Durante o período da entressafra do algodão, os bicudos não entram em estado de diapausa verdadeira, mas reduzem sua atividade metabólica em aproximadamente 75% em relação à atividade exibida no período no qual a planta de algodão está presente no campo. Estes indivíduos esgotam a biomassa armazenada e dependendo da velocidade de utilização desta biomassa e da probabilidade deles consumirem algum outro tipo de alimento ou água, eles conseguirão ou não superar o período de ausência de algodão no campo.

Estimativas de sobrevivência de bicudos alimentados com botões florais e frutos de outras espécies, todas da família Malvaceae, e com botões e frutos de algodão, feitas no Brasil, mostram que a longevidade média dos adultos alimentados com essas outras espécies é menor que a de indivíduos alimentados com algodão (Lukefahr *et al.*, 1986), mas também demonstra a potencialidade de utilização de hospedeiros alternativos por este inseto. No pre-

sente estudo, a longevidade média de indivíduos que não consumiram alimento nem água, durante o período de inverno no laboratório, foi de 14,39 ($\pm 12,0$) dias, com longevidades máximas registradas de aproximadamente 50 dias. Nos indivíduos que apresentaram longevidades maiores, o fator que determinou sua morte foi a perda excessiva de água. Para as condições do Texas (Estados Unidos) a dissecação é o principal fator de mortalidade no campo (Sturm *et al.*, 1989). Se somado à alta longevidade e potencialidade de utilizar hospedeiros alternativos, consideramos um reduzido efeito dos inimigos naturais que segundo alguns autores não garantem um controle natural efetivo da praga (Chestnut & Cross, 1971; Cross & Chestnut, 1971; Roach & Leggett, 1979; Knipling, 1986; Barbosa *et al.*, 1986), pode-se dizer que no Brasil, as probabilidades de sobrevivência de uma parte da população de bicudos durante o período da entressafra do algodão é bastante alta e são estes indivíduos os que constituem a população invasora dos plantios de algodão a cada ano. Se por outro lado, e segundo assinalam outros pesquisadores como Habib & Pierozzi (1993) e Fernandes (1994), o papel dos inimigos naturais tem sido subestimado e é forte elemento controlador, a fração da população que supera a entressafra seria bem menor, mas de toda forma suficiente para desencadear novas infestações a cada ano agrícola.

Dadas as características desta praga, tais como sua grande capacidade de deslocamento, alto potencial reprodutivo, alto potencial de sobrevivência sob condições limitantes de ausência de algodão, presença de hospedeiros alternativos nos ecossistemas brasileiros e relativo efeito dos inimigos naturais, fazem difícil o seu controle e impossível sua erradicação. Aparentemente, para a nossa cotonicultura o mais conveniente e necessário é a implementação de programas de manejo integrado que incluam medidas de ordem cultural, químico e biológico. Para isto, os cientistas e técnicos responsáveis podem ser beneficiados com as

informações já existentes, que na sua maioria tem sido propostas para os Estados Unidos. No entanto, devido às grandes diferenças entre as cotoniculturas e condições ambientais entre esse país e o Brasil, é imprescindível a obtenção da máxima informação relacionada com o comportamento, biologia e ecologia do bicudo nos ecossistemas brasileiros, recentemente invadidos, com a finalidade de criar programas próprios adequados às suas condições.

Os resultados obtidos no presente trabalho reforçam o uso das estratégias que já vem sendo propostas pelo grupo de Entomologia Aplicada da UNICAMP desde a introdução do bicudo no Brasil. Tais estratégias incluem entre outras: a) controle do bicudo durante o ciclo do algodão com inseticidas seletivos; b) uso de culturas-armadilhas e curvas iscas com plantio antecipado em relação à cultura comercial; c) tratamento inseticida precoce, quando do aparecimento dos primórdios de botões florais; d) controle cultural, através da desfolha e destruição total dos restos culturais; e e) uso de feromônio e inseticida antes do plantio, para eliminar bicudos sobreviventes da entressafra.

7. CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente trabalho são:

- * A cultura experimental estudada de algodão, sem regulador de crescimento, exhibe bimodalidade na produção de botões florais. A variação na intensidade de ataque a esta estrutura e aos frutos do algodoeiro pelo bicudo segue tendência semelhante.**
- * Os botões florais do algodoeiro são mais atacados pelo bicudo quando comparados com os frutos, com sinais de alimentação como de oviposição. Os sinais tidos como de alimentação ao que parece são em parte tentativas do bicudo para ovipor. Quando os botões diminuem no campo o inseto concentra seu ataque nos frutos.**
- * Os botões florais constituem-se do ponto de vista nutricional em melhor alimento para os bicudos adultos. Este tipo de alimento fornece nutrientes necessários para que os indivíduos incrementem biomassa, ainda que seja em baixa proporção.**
- * Os bicudos adultos caracterizam-se por ser altamente eficientes para assimilar o alimento que ingerem e por ser fortes dissipadores da energia adquirida.**

*** A população de bicudos prepara-se para enfrentar o período da entressafra. Os indivíduos das últimas gerações apresentam tamanho maior que os das primeiras gerações, indicando que suas reservas metabólicas são maiores.**

*** Sob condições de ausência de alimento e água, a morte dos bicudos adultos relaciona-se com a utilização de aproximadamente 40% da biomassa úmida inicial. A sobrevivência é inversamente proporcional à velocidade de perda de água e de utilização dessa biomassa.**

*** O período da entressafra pode ser superado por uma parte da população, composta pelos indivíduos que possuem maiores reservas metabólicas. Esses indivíduos diminuindo sua atividade e evitando a perda de água, tem a potencialidade de sobreviver à entressafra sem entrarem em diapausa. Essa probabilidade de sobrevivência aumenta se acharem alimento em plantas hospedeiras alternativas e se conseguirem escapar dos inimigos naturais.**

*** Não existem diferenças significativas de consumo de oxigênio entre fêmeas e machos adultos do bicudo.**

*** Existe bimodalidade no modelo de variação da atividade metabólica dos bicudos adultos durante o ciclo da planta de algodão, coincidente com o modelo de produção de botões florais. Quando a disponibilidade de botões no campo diminui a atividade respiratória dos insetos também diminui. Assim, a atividade metabólica dos bicudos adultos depende da presença desse recurso no campo.**

* No inverno, durante a entressafra do algodão, a atividade metabólica dos bicudos submetidos à condição de ausência deste recurso reduz-se aproximadamente em 75% em relação à apresentada quando o algodão está disponível.

* A diminuição da temperatura ambiental durante a entressafra reduz pouco a atividade metabólica do inseto. Indivíduos desprovidos de alimento e água testados a temperaturas diferentes exibem consumos de oxigênio semelhantes. Assim, o fator mais determinante dessa redução de 75% é a ausência da planta.

* Finalmente pode-se concluir que existe sincronia entre as fases fenológicas do algodão e o comportamento alimentar e atividade metabólica do bicudo. Quando existe abundância de botões florais, os bicudos alimentam-se preferentemente deles e apresentam atividade respiratória mais elevada do que quando estes diminuem no campo. Nos períodos de baixa abundância de botões florais o bicudo consome frutos em maior proporção. Durante a entressafra o bicudo reduz sua atividade e pode superar esse período sem entrar em diapausa.

8. RESUMO

O bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, é a praga mais importante da cultura do algodão nas Américas, causando grandes perdas econômicas no Brasil desde sua recente introdução.

Neste trabalho, pretendeu-se relacionar a fenologia da planta de algodão e disponibilidade de recurso alimentício, com alguns parâmetros fisiológicos do inseto adulto.

A cultura de algodão utilizada experimentalmente não teve o tratamento normal das culturas comerciais. Sem o uso de reguladores de crescimento, as plantas apresentaram uma fenologia particular com produção de estruturas reprodutivas (flores e frutos) até o mês de abril. De fato, observaram-se dois picos de produção de botões florais, insinuando-se inclusive a aparição de um terceiro.

Em geral o ataque aos botões florais foi mais intenso do que aos frutos, tanto para as tentativas do bicudo em ovipor como para se alimentar. No entanto quando da natural diminuição na abundância de botões florais nas plantas os bicudos utilizam mais os frutos.

Quando comparados os níveis totais de ingestão de alimento (botões florais ou frutos), o bicudo mostrou um consumo de frutos significativamente maior. Apesar disso, observa-se uma ingestão maior de botões florais no primeiro pico de produção desta estrutura. Porém, durante o segundo pico de produção, apesar da presença mais abundante desta estrutura, a ingestão de frutos foi maior do que a de botões. Sugere-se uma adaptação das populações do bicudo ao desenvolvimento da cultura comercial de algodão, considerando-se que nessa época as plantas não apresentam produção de botões. Apesar da maior ingestão de frutos, os botões florais parecem ser o alimento mais apropriado, devido a que quando alimentados com eles os indivíduos conseguem armazenar como biomassa parte do ingerido. Quando alimentados só com frutos o armazenamento é quase nulo, inclusive até negativo, indicando utilização da biomassa armazenada previamente. Tais observações são confirma-

dos pela baixa taxa de crescimento relativo e baixa eficiência de conversão, tanto do alimento ingerido quanto do assimilado, apresentadas pelos indivíduos alimentados com frutos no laboratório.

Independente do tipo de alimento consumido, o armazenamento como biomassa e produção de fezes foram baixos. Considerando-se ainda a elevada eficiência de assimilação do alimento ingerido, uma baixa taxa de crescimento relativo e uma baixa eficiência de conversão, tanto do alimento assimilado como do alimento ingerido, permite concluir que o bicudo constitui-se em inseto fortemente dissipador de energia. Característica mais intensa quando os bicudos alimentam-se com frutos.

A variação no tempo da atividade respiratória dos bicudos coincide com a produção de botões florais no campo, sendo mais elevada quando a abundância deste recurso é maior, e reduzida quando este diminui.

Quando submetidos à condição experimental de ausência de alimento ou água, os bicudos utilizaram a biomassa previamente armazenada. Quando esgotaram cerca de 41% da biomassa úmida disponível morreram. Assim, sua longevidade dependeu principalmente da velocidade de utilização desta biomassa. Além disso, observou-se que naqueles indivíduos que apresentaram maior longevidade, foi a redução da fração hídrica e não a perda de matéria orgânica que aparentemente determinou sua morte.

Durante a entressafra no campo, o bicudo permanece num estado de baixa atividade respiratória, reduzida de 75% aproximadamente da apresentada quando o algodão está disponível. Igual redução foi observada e registrada em indivíduos mantidos sob condições de ausência de alimento e água no laboratório. Conclui-se que adultos que acumulam enquanto larva maiores reservas energéticas, diminuindo a atividade geral e evitando a perda de água, conseguiriam superar a ausência de plantas de algodão sem consumir alimento, sem entrar em diapausa e assim iniciarem as infestações a cada nova estação.

9. SUMMARY

The boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman is the most important cotton pest in Americas, causing high economic injury since its recent introduction in Brazil.

The present work aimed to correlate the cotton plant phenology and the availability of alimentary structures with some physiological parameters of the adult boll weevil.

The experimental cotton field studied in the present work was not subjected to common agricultural practices. In the absence of plant growth regulators, the cotton plants showed a particular phenology with reproductive structures (flowers and fruits) occurring until april. In fact, two peaks of flower buds production were observed and a third one was insinuated.

Attack to squares was generally greater than that to fruits, in the boll weevil attempts to oviposition as well as to consumption. The boll weevil utilize on the other hand more fruits when the amount of squares is naturally reduced in the cotton plants.

When the total amount of food (squares or fruits) was compared, the boll weevil showed to ingest significatively more fruits. Despite this, it can be observed a higher ingestion of squares by the time of the first peak of squares production. During the second peak of squares production on the other hand, and despite its relative high abundance, the consumption of fruits was greater than that upon squares. An adaptation of the boll weevil populations to the commercial cotton plants timing is suggested, considering that at this time the plants do not present squares production. Even so the ingestion of fruits was greater, it seems that the consumption of squares consists in a more proper food. When fed with squares the boll weevil was able to store as biomass part of the ingested. When only fed with fruits the storage was almost null, or even negative, denoting the use of previously stored biomass. The present observations can be confirmed by a low relative growth rate and a low conversion efficiency

for both ingested and assimilated food, when boll weevil was fed under laboratory conditions with fruits.

Unrelated to the type of food resource, biomass storage and feces production were low. Considering in addition a high assimilation efficiency of the ingested food, a low relative growth rate and low conversion efficiency, for both ingested and assimilated food, it can be concluded that the boll weevil is a strongly energy dissipating insect. Such trait being stronger when the boll weevil fed upon fruits.

The variation in time of the boll weevil breathing activity was coincidental to the squares production in the field being greater when such alimentary resource was more abundant and lower when the resource decrease.

The boll weevil showed to use previously stored biomass when subjected to the experimental absence of food or water. The insect died when around 41% of its wet biomass was depleted. The observed longevity was so mainly dependent upon the rate of biomass utilization. Moreover, it was observed in individuals showing the greater longevity, that death was due to the hydric portion depletion instead of organic matter depletion.

In the between-season period, the boll weevil remain in a low breathing activity state, reduced from 75% from that showed when cotton plants are available. An equal reduction was observed and recorded in individuals maintained under laboratory conditions without food and water. It can be concluded that adults accumulating as larvae more energetic resources, lowering general activity and avoiding loss of water would be able to overcome the absence of cotton plants starving, not diapausing and thus initiating infestations each new season.

10. BIBLIOGRAFIA

AGROBUSINESS: 1993.- Agrofolha. Folha de São Paulo. Terça-Feira, 7 de Setembro. 5-3.

BARBOSA, S., R.B. SOBRINHO & C. CAMPANHOLA; 1986.- "O bicudo do algodoeiro no Brasil: ocorrência distribuição geográfica e medidas de erradicação propostas". Em "O bicudo do algodoeiro". Edits.: S. Barbosa, M.J. Lukefahr & R.B. Sobrinho. Depto. de Difusão de Tecnologia, EMBRAPA. Brasília, DF. Págs. 7-29.

BARIOLA, L.A.; 1984.- "Longevity and reproduction of overwintered boll weevils on cotton and alternate hosts". Southwest. Entomol. 9:253-256.

BOTTRELL, D.G.; 1983.- "The ecological basis of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) management". Agric. Ecosyst. Environ., 10:247-274.

BRAZZEL, J.R.; & L.D. NEWSON; 1959.- "Diapause in *Anthonomus grandis* Boheman". J. Econ. Entomol., 52:603-611.

BULL, D.L.; 1986.- "Reguladores de crescimento de insetos e seu uso em programas de controle de bicudo do algodoeiro". Em "O bicudo do algodoeiro". Edits.: S. Barbosa, M. Lukefahr e R.B. Sobrinho. Depto. de Difusão de Tecnologia, EMBRAPA, Brasília, DF. Págs. 287-311.

- CAMPANHOLA, C., D.F. MARTIN, A.B.P. MÉLO & L.A.S. MELO; 1986.-
"Observação da diapausa em adultos do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman, 1843) (Coleoptera, Curculionodae) no estado de São Paulo".
An. Soc. Entomol. Brasil, 15(1):99-108.
- CATI; 1985.- "Planta hospedeira do "bicudo"". Informativo Nº3, ano 8. p.1.
- CHESTNUT, T.L. & W.H. CROSS; 1971.- "Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 2. Comparision of their importance in the United States over a period of thirty-eight years". Ann. Entomol. Soc. Am., 64(3):549-557.
- CROSS, W.H. & H.C. MITCHELL; 1966.- "Mating behavior of the female boll weevil". J. Econ. Entomol., 59:1503-1607.
- CROSS, W.H. & T.L. CHESTNUT; 1971.- "Arthropod parasites of the boll weevil *Anthonomus grandis*. 1. An annotated list". Ann. Entomol. Soc. Am., 64(2):516-527.
- CROSS, W.H., M.J. LUKEFAHR, P.A. FRYXELL & H.R. BURKE; 1975.- "Host plants of the boll weevil". Environ. Entomol., 4:19-26.

- EBENSPERGER, L., F. BOZINOVIC & M. ROSENMAN; 1990.- "Tasa metabólica promedio diaria como predictor del gasto energético de roedores en la naturaleza". Rev. Chil. de Hist. Nat., 63:83-89.
- EVANS, H.E.; 1984.- "Insect Biology. A textbook of entomology". Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- FERNANDES, W.D.; 1994.- "Comportamento populacional de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera:Curculionidae) e sua interação com *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae:Gossypieae)". Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas SP. 131 págs.
- FERNANDES, W.D., P.S. OLIVERA, S.L. CARVALHO & M.E.M. HABIB; 1994.- "Pheidole ants as potential biological control agents of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Col., Curculionidae), in Southeast Brazil". J. Appl. Ent., 118:437-441.
- FRENCH, N.R., W.E. GRANT, W. GRODZINSKI & D.M. SWIFT; 1976.- "Small mammal energetics in grassland ecosystems". Ecological Monographs, 46:201-220.

- GABRIEL, D., N.D. NETTO & J.P.S. NOVO; 1992.- "Estudos sobre o comportamento do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae), em condições de campo. Soc. Ent. Brasil, 21(1): 41-57.
- GUTIERREZ, A.P., Y. WANG & R. DAL; 1979.- "The interaction of cotton and cotton boll weevil (Coleoptera:Curculionidae); a study of co-adaptation". Can. Entomol., 111:357-366.
- GRODZINSKI, W. & B.A. WUNDER; 1975.- "Ecological energetics of small mammals". Em "Small mammals: their productivity and population dynamics". Edits.: F.B. Golley, K. Petrusewics & L. Ryszkowski. Cambridge University Press, London, págs. 173-204.
- HABIB, M.E.M. & W.D. FERNANDES; 1983.- "*Anthonomus grandis* Boheman (Curculionidae) já está na lavoura algodoeira do Brasil". Revista de Agricultura, 58:74.
- HABIB, M.E.M.; 1987.- Em, "Bicudo do algodoeiro; praga seria mais nem tanto". Artigo especial de Maria Rita Pizol Grigolon Godoy. Casa da Agricultura, Ano 9 Nº6.
- HABIB, MEM & I. PIEROZZI Jr.; 1993.- "Ecological bases for an I.P.M. programme for the cotton boll weevil (*Anthonomus grandis* Boh.) in São Paulo state, Brazil".

A.N.P.P. Third International Conference on Pest in Agriculture. Montpellier. 7-8-9 December 1993, págs. 1351-1358.

HAGEN, K.S., R.H. DADD & J. REESE; 1984.- "The food of insects". Em "Ecological entomology". Edits.: C.B. Huffaker & R.L. Rabb. John Wiley & Sons, Inc. USA.

HARRIS, F.A., E.P. LLOYD & D.N. BAKER; 1966.- "Effects of the fall environment on the boll weevil in northeast Mississippi". J. Econ. Entomol., 59:1327-1330.

HENNEBERRY, T.J., T. MENG, JR & L.A. BARIOLA; 1990.- "Overwintering survival and emergence of boll weevils (Coleoptera: Curculionidae) in cotton bolls in Arizona". J. Econ. Entomol. 83(5):1879-1882.

IBGE; 1991.- "Cidades e vilas do Brasil - Em ordem alfabética". DEPIN, 02/04/91. Diretoria de Geociências. Departamento de Cartografia.

JAMESON Jr, E.W., A.A. HEUSNER & R. ARBOGAST, 1977.- "Oxygen consumption of *Sceloporus occidentalis* from three different elevations". Comp. Biochem. Physiol., 56A:73-79.

KING, E.E. & H.C. LANE, 1969.- "Abcission of cotton flower buds and petioles caused by protein from boll weevil larvae. Plant Physiol., 44:903-906.

KNIPLING, E.F.; 1986.- "Tecnologia disponível para erradicação ou manejo do bicudo do algodoeiro". Em "O bicudo do algodoeiro". Edits. S. Barbosa, M. Lukefahr & R.B. Sobrinho. EMBRAPA. Departamento de Difusão de Tecnologia. Brasília, DF. Págs. 31-63.

LUKEFAHR, M.J., S. BARBOSA & R.B. SOBRINHO; 1986.- "Plantas hospedeiras do bicudo com referência à flora brasileira". Em "O bicudo do algodoeiro". Edits. S. Barbosa, M. Lukefahr & R.B. Sobrinho. EMBRAPA. Departamento de Difusão de Tecnologia. Brasília, DF. Págs. 275-285.

LLOYD, E.P., M.L. LASTER & M.E. MERKL; 1964.- "A field study of diapause, diapause control and population dynamics of the boll weevil". J. Econ. Entomol., 57:433-438.

LLOYD, E.P., F.C. TINGLE & R.T. GAST; 1967.- "Environmental stimuli inducing diapause in the boll weevil". J. Econ. Entomol., 60:99-102.

LLOYD, E.P.; 1986.- "Ecologia do bicudo do algodoeiro". Em "O bicudo do algodoeiro". Edits.: S. Barbosa, M. Lukefahr & R.B. Sobrinho. EMBRAPA. Departamento de Difusão de Tecnologia. Brasília, DF. Págs. 135-144.

MAYNARD, L.A. & J.K. LOOSLI; 1978.- "Animal nutrition". McGraw-Hill, Nova York.

MARTIN, D.F., S. BARBOSA & C. CAMPANHOLA; 1987.- "Observações preliminares e comentarios sobre o bicudo do algodoeiro, no Estado de São Paulo". Circular Técnica No 1, EMBRAPA.

NAP, 1981.- "Cotton boll weevil an evaluation of USDA programs". Nat. Acad. Press. 130 págs.

PESSOA, M.C.P.Y.; 1994.- "Simulação e inteligência artificial aplicadas ao estudo da dinâmica populacional do bicudo do algodoeiro instalado na região de Campinas, SP.". Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP. 196 págs.

PIEROZZI Jr., I., 1985.- "Ecologia aplicada de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera, Curculionidae), na região de Campinas, SP. Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas, SP. 155 págs.

PIEROZZI Jr., I., 1989.- "Análise e aplicabilidade do complexo ecológico de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera, Curculionidae), na região de Campinas, SP. Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP. 191 págs.

RAMALHO, F.S.; 1994.- "Cotton pest management: Part 4. A brazilian perspective". Annual Review of Entomology, Volume 39. Edits.: T.E. Mittler, F.J. Radovsky & V.H. Resh. Annual Reviews Inc. pp 563-578.

- ROACH, S.H. & J.E. LEGGETT; 1979.- "Boll weevil parasites: Emergence from cotton squares in the Florence, SC, area". J. Econ. Entomol. 72:162-164.
- RODRIGUEZ, J.G.; 1972.- "Insect and mite nutrition. Significance and implications in ecology and pest management". North Holland Publishing Company, Amsterdam. London.
- ROHLF, F.J. & R.R. SOKAL; 1969.- "Statistical tables". Ed. W.H. Freeman and Company.
- RUMMEL, D.R. & G.L. CURRY; 1986.- "Dinâmica populacional e níveis de dano econômico". Em "O bicudo do algodoeiro". Edits.: S. Barbosa, M.J. Lukefahr & R.B. Sobrinho. Dpto. de Difusão de Tecnologia, EMBRAPA. Brasília, DF. Págs. 201-220.
- SCHMIDT-NIELSEN, K.; 1990.- "Animal physiology : Adaptation and environment". 4ª Edição. Cambridge University Press, Cambridge, USA.
- SIBLY, R.M. & P. CALOW; 1986.- "Physiological ecology of animals. An evolutionary approach". Blackwell Scientific Publications, London.
- SNEDECOR, G.W. & W.G. COCHRAN; 1981.- "Métodos estadísticos". Ed. Compañía Editorial Continental, S.A., México.

STRONG, D.R., J.H. LAWTON & SIR RICHARD SOUTHWOOD; 1984.- "Insects on plants. Community patterns and mechanisms". Blackwell Scientific Publications, London.

STURM, M.M., W.L. STERLING & A.W. HARTSTACK; 1990.- "Role of natural mortality in boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) management programs". J. Econ. Entomol., 83:1-7.

TAUBER, M.J., C.A. TAUBER & S. MASAKI; 1984.- "Adaptations to hazardous seasonal conditions : dormancy, migration and polyphenism". Em "Ecological entomology". Edits.: C.B. Huffaker & R.L. Rabb. John Wiley & Sons, Inc. USA.

TINGLE, F.C. & E.P. LLOYD; 1969.- "Influence of temperature and diet on the attainment of firm diapause in the boll weevils". J. Econ. Entomol., 62:596-599.

WALDBAUER, G.P.; 1968.- "The consumption and utilization of food by insects". Advances in Insect Physiology. 5:229-288.