

BIOECOLOGIA DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843
(COL.: CURCULIONIDAE) E SEU CONTROLE COM
Beauveria bassiana (BALS.) VUILL.

GUILLERMO SÁNCHEZ GUTIERREZ
(Engenheiro Agrônomo)

Orientador: Prof. Dr. SINVAL SILVEIRA NETO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências - Área de concentração: Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1986

À minha esposa,
Cecília,

aos meus filhos,
Samuel Guillermo
Raúl,
Andrés,
Edwin,

OFEREÇO E DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) e Instituto Colombiano de Crédito Educativo e Estudios Tecnicos en el Exterior (ICETEX), pela liberação e auxílio financeiro para a realização do Curso de Pós-Graduação;

Ao Professor Dr. Sinval Silveira Neto, pela orientação e ajuda na elaboração deste trabalho e pelos estímulos, conhecimentos transmitidos e amizade;

Ao Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade concedida e pelos ensinamentos recebidos;

Aos Srs. Professores Dr. José Roberto Postalí Parra e Dr. Sérgio Batista Alves, pela orientação e ajuda na área de biologia e patologia, amizade e por terem colocado à minha disposição suas instalações, equipamentos e material didático;

Ao Dr. Nilson Augusto Villa Nova e Dr. Décio Barbin, professores dos Departamentos de Física e Meteorologia e Matemática e Estatística, respectivamente, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela orientação na análise estatística dos dados obtidos;

Aos colegas de curso, Antônia, Artemísia, Roberto Teixeira e Roberto Lecuona, pela amizade, colaboração e estímulos recebidos;

Ao Dr. Alonso Alvares e Dr^a Ingeborg Z. de Polania, da Colômbia, pela amizade e estímulos recebidos;

A todos os colegas, professores e funcionários do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, que de alguma maneira colaboraram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	página
RESUMO	ix
RESUMEN	xi
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Bioecologia do <i>A. grandis</i>	6
2.1.1. Ciclo biológico	6
2.1.2. Aspectos ecológicos	8
2.2. Controle microbiano de <i>A. grandis</i>	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Material	17
3.1.1. Insetos utilizados na biologia e bioensaios	17
3.1.2. Patógeno estudado e meio de cultura	18
3.1.3. Equipamentos	19

	página
3.2. Métodos	20
3.2.1. Ensaio em laboratório	20
3.2.1.1. Biologia de <i>A. grandis</i> em dieta natural	20
3.2.1.2. Efeito de diferentes tempera- turas no período ovo-adulto ...	23
3.2.1.3. Tabela etária de fertilida- de de <i>A. grandis</i>	24
3.2.1.4. Determinação da constante térmica de <i>A. grandis</i>	25
3.2.1.5. Bioensaio com o fungo <i>B.</i> <i>bassiana</i>	26
3.2.2. Ensaio em condições de campo	27
3.2.2.1. Biologia de <i>A. grandis</i>	27
3.2.2.2. Movimentação da população dos adultos de <i>A. grandis</i> durante o dia	28
3.2.2.3. Bioensaio com o fungo <i>B. bas-</i> <i>siana</i>	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Biologia de <i>Anthonomus grandis</i> Boheman, 1843	
em dieta natural	32
4.1.1. Ovo	32
4.1.2. Larva	35
4.1.2.1. Duração da fase larval	35

	página
4.1.2.2. Número de instares larvais	36
4.1.3. Pupa	39
4.1.4. Adulto	41
4.1.5. Período de desenvolvimento de ovo até adulto	43
4.1.6. Efeito de diferentes temperaturas no período de ovo até adulto	46
4.2. Tabela etária de fertilidade de <i>A. grandis</i>	48
4.3. Determinação da constante térmica de <i>A. gran</i> <i>dis</i>	52
4.4. Bioensaio com <i>B. bassiana</i>	55
4.4.1. Efeito de <i>B. bassiana</i> na fase adulta de <i>A. grandis</i>	55
A. Adultos com 2-3 dias de idade	55
B. Adultos com mais de 8 dias oviposi tando	56
C. Adultos coletados do campo com ida de desconhecida	58
4.4.2. Tempo letal (TL ₅₀) de <i>B. bassiana</i> sob condições de laboratório	62
4.5. Ensaio em condições de campo	69
4.5.1. Movimentação da população dos adultos de <i>A. grandis</i> durante o dia	69

	página
4.5.2. Bioensaio com <i>B. bassiana</i>	81
A. Efeito de <i>B. bassiana</i> sobre adultos e sua consequência nas estruturas frutíferas da planta	81
B. Porcentagem de mortalidade nos dife <u>r</u> rentes tratamentos	87
C. Tempo médio para <i>B. bassiana</i> matar adultos de <i>A. grandis</i> quando pulve- rizado no campo	88
5. CONCLUSÕES	92
6. LITERATURA CITADA	95

BIOECOLOGIA DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843
(COL.: CURCULIONIDAE) E SEU CONTROLE COM
Beauveria bassiana (BALS.) VUILL.

Autor: Guillermo Sánchez Gutiérrez

Orientador: Dr. Sinval Silveira Neto

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram estudar a biologia do *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, em meio natural; calcular a constante térmica; observar o comportamento do a dulto na planta no decorrer do dia e avaliar a eficiência do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., no controle da fase adulta.

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de biologia de insetos e na área experimental do Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, no cultivar de algodão IAC-20.

As fases de ovo e pupa tiveram menor duração no campo que no laboratório, ocorrendo o inverso com o perí do larval. A larva passou por 3 ín stares bem caracterizados. A duração do período de ovo até adulto em laboratório e campo foi de 16,6 e 19,2 dias, respectivamente.

A fêmea apresentou um período de pré-oviposi ção de 5,7 dias; de oviposição de 23 dias e uma média de 2,4

ovos/dia.

Os valores da constante térmica encontrados para os períodos de ovo, pupa e ovo até adulto foram: 47,73 GD; 102,75 GD e 236,76 GD, respectivamente.

Em dia com céu nublado, velocidade do vento a 2 m de altura menor do que 5,25 km/h e temperatura máxima inferior a 26°C, encontrou-se uma maior quantidade de adultos no terço médio e superior da planta.

Nas condições de laboratório, *B. bassiana* alongou o período de pré-oviposição e diminuiu o período de oviposição e número de ovos/fêmea. A fertilidade dos ovos colocados por fêmeas infectadas pelo fungo, não foi afetada. As fêmeas morreram em tempo mais curto que os machos.

Nas condições de campo, o fungo causou uma mortalidade máxima de 28,8% nos adultos presentes; entretanto, o adulto antes de morrer ocasionou grandes danos às estruturas frutíferas da planta.

BIOECOLOGIA DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843
(COL.: CURCULIONIDAE) Y SU CONTROL CON
Beauveria bassiana (BALS.) VUILL.

Autor: Guillermo Sánchez Gutierrez

Orientador: Dr. Sinval Silveira Neto

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar la biología de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, en medio natural, calcular la constante térmica, comportamiento del adulto en la planta durante el día y evaluar la eficiencia del hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., en la fase de a d u l t o.

El experimento fué conducido en el laboratorio de biología de insectos y área experimental del Departamento de Entomología de la ESALQ/USP, en la variedad de al g o d o n IAC-20.

Las fases de huevo y pupa tuvieron menor duración en el campo que en laboratorio, presentandose lo con tra rio en la fase larval. La larva pasó por 3 instares larvales definidos. La duración del período de huevo hasta adulto en

laboratorio y campo fué de 16,6 y 19,2 días, respectivamente.

La hembra presento un período de pre-oviposición de 5,7 días, de oviposición de 23 días y una media de 2,4 huevos/día.

Los valores de la constante térmica encontrados para los períodos de huevo, pupa y huevo hasta adulto fueron 47,73GD; 102,75GD y 236,76GD, respectivamente.

En días con cielo nublado, velocidad del viento a 2 metros de altura menor de 5,25 km/h e temperatura máxima inferior a 26^oC, se encontro el mayor número de adultos en el tercio medio y superior de la planta.

En condiciones de laboratorio, *B. bassiana* aumentó el período de pre-oviposición y disminuyó el período de oviposición y el número de huevos/hembra. La fertilidad de los huevos colocados por hembras infectadas, no fué afectada por el hongo. Las hembras murieron en menor tiempo que los machos.

En condiciones de campo, *B. bassiana* alcanzó una mortalidad máxima de 28,8% en los adultos presentes, pero estos antes de morir causaron grandes daños en las estructuras fructíferas de la planta.

BIOECOLOGY OF *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843
(COL.: CURCULIONIDAE) AND ITS CONTROL WITH
Beauveria bassiana (BALS.) VUILL.

Author: Guillermo Sánchez Gutierrez

Adviser: Dr. Sinval Silveira Neto

SUMMARY

The objectives of this work were to study the biology of *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, under natural conditions; to determine the thermic constant; to study the behavior of the adult on the plant at different times during the day and to evaluate the effectiveness of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., on the adult.

The research was carried out in the laboratory of insect biology and in the experimental area of the Department of Entomology of the ESALQ/USP at Piracicaba, São Paulo, Brazil, on the cotton cultivar IAC-20.

Results indicate that the egg and pupa stages were shorter in the field than in the laboratory, occurring the opposite situation with the larval stage. The larva had three stages. The egg to adult stage lasted an average of 16,6 days in the laboratory and 19,2 days in the field.

The female average pre-oviposition period was 5.7 days, the average oviposition period was 23 days and the average number of eggs was of 2.4 per day.

The thermic constant for egg, pupa and egg to adult stages were 47.73GD; 102.75GD and 236.76GD, respectively.

A greater number of adults on the top two-thirds of the plant was found on a cloudy day, wind speed below 5.25 km/h measured at 2m above the soil surface and 26°C of temperature.

Under laboratory conditions, *B. bassiana* increased the pre-oviposition period and reduced the oviposition period and the number of eggs per female. The egg fertility of infected females was not affected. The females died in a shorter time than the males did.

Under field conditions, the fungus caused a maximum mortality of 28.8% of the adults, but the insect caused serious injuries to the squares (flower buds) and bolls (fruit) before dying.

1. INTRODUÇÃO

O bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Bo heman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) é conhecido como uma das principais pragas do algodoeiro, desde o Sul dos Estados Unidos até o Brasil, conforme levantamentos efetuados por vá rios autores, citados por BRAGA SOBRINHO e LUKEFAHR (1983).

As perdas ocasionadas pelo inseto são dinâmi cas e podem variar de ano para ano e de área para área. Dani fica tanto botões florais como maçãs e é responsável por per das consideráveis nas safras algodoeiras. Segundo TAYLOR *et alii* (1983), sõ nos Estados Unidos, o bicudo infestou cerca de 7 milhões de acres de algodão, espalhando-se desde áreas da Virginia até o centro do Texas.

Nas áreas com programas de manejo de pragas já estabelecidos, quando o bicudo não é controlado pode produ-

zir perdas de até 51% e mesmo quando é controlado as perdas podem atingir até 21%, segundo SCHWARTZ (1983).

No Brasil, esta praga foi registrada em fevereiro de 1983, pela primeira vez, no município de Campinas, Estado de São Paulo, apresentando populações muito altas com danos de 90% nas estruturas florais e 20% nas maçãs (HABIB e FERNANDEZ, 1983). No dia 4 de julho do mesmo ano, o bicudo foi encontrado em algodoais do município de Ingá, na Paraíba (BARBOSA *et alii*, 1983).

Ao final da safra algodoeira, no ano de aparecimento da praga, estes pesquisadores constataram que dos 3 milhões de hectares plantados no Brasil, 15.000 foram infestados. Atualmente, encontra-se disseminado em vários municípios dos Estados de São Paulo, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, abrangendo uma área de cerca de 800 mil ha (EMBRAPA-CNPA, 1985).

Embora o bicudo-do-algodoeiro venha sendo estudado por mais de 100 anos, seu controle é extremamente difícil, devido aos hábitos da larva; resistência aos inseticidas; comportamento e capacidade dos adultos de sobreviverem durante longo tempo na ausência da cultura.

O excesso de pulverizações contra a praga geralmente faz surgir outras pragas, consideradas de importância secundária, pela destruição da fauna benéfica. Isto acarreta a necessidade de procurar métodos de controle e manejo de pragas do algodoeiro que sejam ecologicamente desejáveis,

bem como economicamente adequadas, como o uso de agentes patogênicos.

Assim, o presente trabalho teve por objetivos estudar a sua biologia no campo e laboratório, determinar suas exigências térmicas e o comportamento do adulto na planta durante o dia. Além disso, procurou-se determinar a eficiência do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre os adultos em condições de laboratório e campo e seu possível efeito na biologia do inseto, visando a obtenção de informações importantes para o manejo de *A. grandis* na cultura do algodoeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Cada dia tem-se mais evidências de que por ser o bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, nativo do sul do México ou América Central (CROSS, 1973); por ser de ampla distribuição atual na América (a partir do México até Colômbia, Venezuela e Brasil) (BRAGA SOBRINHO e LUKEFAHR, 1983); por ter outros hospedeiros naturais além do algodoeiro selvagem e cultivado (CROSS *et alii*, 1975); por apresentar alterações morfológicas e de comportamento em relação à região geográfica em que se desenvolve (CROSS, 1983) e por apresentar o maior dano econômico entre os insetos que atacam o algodoeiro (TAYLOR *et alii*, 1983), a sua erradicação torna-se difícil e é mais prático aprender a manejá-lo e a conviver com ele, do que procurar seu extermínio.

A fêmea se alimenta, oviposita e desenvolve-se

principalmente no botão floral, mas as maçãs também são severamente danificadas. A larva permanece dentro do botão floral, usando-o como fonte de alimento e como habitat de proteção até completar seu desenvolvimento. O desenvolvimento do bicudo no interior do botão ocasiona mudança no meio, que no início é controlado pelas condições da planta e da atmosfera. A queda desse botão acontece porque a larva ocasiona o processo de abscisão, segundo CURRY *et alii* (1982).

Os pesquisadores KING e LANE (1969) e COAKLEY *et alii* (1969) demonstraram que a abscisão do botão é ocasionada pelos compostos proteicos (endopolimetilgalacturanase) liberados pelas larvas do 2º e 3º ínstar. Depois disto, o botão usa a água vascular e inicia o processo de secamento.

O grau de dano nos botões causado pelo bicudo está relacionado com o nível de infestação. Segundo WALKER *et alii* (1977), quando na cultura atinge-se uma segunda geração, o nível de botões atacados pode estar mais estritamente relacionado com a distribuição da idade dos botões. Botões com mais de 12 dias de idade são menos suscetíveis ao ataque do adulto que os recém-formados.

2.1. BIOECOLOGIA DE *A. grandis*

2.1.1. CICLO BIOLÓGICO

PARROT *et alii* (1970) e ROACH (1973), trabalhando sob condições de laboratório, com dieta artificial e temperatura constante, usaram a largura da cápsula cefálica para determinação do número de ínstaes larvais do *A. grandis*. Os resultados obtidos, mostrando grande concordância, foram os seguintes: para o primeiro instar 0,41 mm; 0,62 e 0,61 mm no segundo, e no terceiro 0,99 e 0,97 mm, nas temperaturas de 29,4°C e 26,6°C, respectivamente.

DAXL e HERNANDEZ (1977) agruparam os dados destes pesquisadores e estabeleceram três classes de larguras da cápsula cefálica (CC) para determinar os ínstaes larvais, em dieta natural, sob condições de campo, na Nicarágua. Classe 1: largura da CC \leq 0,45 mm; classe 2: entre 0,46-0,80 mm e classe 3: $>$ 0,81, respectivamente. Constataram três ínstaes larvais tanto em botões florais como em maçãs, com pouca diferença entre eles. A largura da cápsula cefálica encontrada para o primeiro instar foi de 0,40 mm em ambas estruturas; 0,69 e 0,72 mm no segundo, e no terceiro 1,05 e 1,16 mm, respectivamente.

Referente ao período de desenvolvimento de ovo a adulto, revendo informações dos ciclos realizados nas estruturas de algodão, observa-se que HARRIS *et alii* (1966),

sob condições de inverno, nos Estados Unidos, verificaram que o período variou de 24 a 41 dias em botões florais. Posteriormente, HOPKINS *et alii* (1969), trabalhando com casais marcados e em gaiolas colocadas sobre plantas no campo, observaram que este período tinha variação de um ano para outro e ainda de uma geração para outra. No primeiro ano foi de 20,5 a 36,7 dias e no segundo ano, de 21,2 a 31,8 dias.

Em regiões mais próximas do trópico, DAXL e HERNANDEZ (1977), na Nicarágua, sob condições de campo, encontraram uma duração no desenvolvimento do período ovo-adulto, em botões florais de 15,32 dias e em maçãs de 19,35 dias. Nos botões florais o ciclo foi 4,03 dias mais curto. Já no Brasil, no município de Campinas, SP, GABRIEL e TANCINI (1986), em botões florais, encontraram uma duração de 17,55 dias sob condições de laboratório, com uma viabilidade de 49%, não especificando a temperatura e UR% nas quais foi determinada.

Na fase adulta, a fêmea inicialmente apresenta um período de pré-oviposição, que pode variar de ano para ano, entre as gerações e ainda de área para área, segundo HARRIS *et alii* (1966). Estes pesquisadores, trabalhando em clima temperado, encontraram um período de 8,4 a 12,7 dias, para fêmeas ovipositando no campo e de 9,8 a 15,5 dias para fêmeas de laboratório. HOPKINS *et alii* (1969), trabalhando com fêmeas marcadas, no campo, observaram um período de 4 dias em média para o primeiro ano e 5,2 dias para o segundo ano; além disso, o período de oviposição variou de 24 a 64 dias e

de 21 a 44 dias para o primeiro e segundo ano, respectivamente. Já no trópico (Nicarágua), DAXL e HERNANDEZ (1977) obtiveram para o campo um período de 3,5 dias e uma média de 6 ovos/dia/fêmea em botões florais, e 4,76 em maçãs, com uma média de 5,92 ovos/dia/fêmea. No Brasil, GABRIEL e TANCINI (1986) não determinaram o período de pré-oviposição, mas encontraram um número médio de ovos/dia/fêmea de 3,45 e uma longevidade média para os adultos de 100,5 dias sob condições de laboratório e com dieta natural (botões florais).

2.1.2. ASPECTOS ECOLÓGICOS

Os diferentes estágios da vida do *A. grandis* podem ser grandemente afetados pelo tempo e pelo clima. FYE *et alii* (1969), trabalhando com dieta artificial, em diferentes temperaturas e com 5 raças de *A. grandis*, encontraram variação no período de desenvolvimento de ovo a adulto de 88 dias para 15°C, até 17 dias a 30°C, e, à temperatura de 35°C o período foi de 17,5 dias. Para estas raças determinaram uma temperatura base (T_b) de 12,9°C. ROACH (1973), também trabalhando com dieta artificial, encontrou um período de pré-oviposição de 12 a 22 dias, à temperatura de 26,6°C.

CHARLES e ADKISSON (1982a, 1982b) verificaram que a temperatura mais favorável para incubação foi de 23,9°C e a maior sobrevivência encontrada para larvas e pupas foi

a 32,2°C, mas o maior incremento da população foi à temperatura constante de 26,7°C. O período de desenvolvimento mais rápido foi à 32,2°C e as fêmeas apresentaram período ligeiramente maior que os machos.

GRIFFIN *et alii* (1980) estudando o efeito da temperatura numa criação massal, observaram que 85% dos insetos encontravam-se no estágio de pupa aos 12 dias à 30°C e aos 14 dias à 28,9°C.

FYE e BONHAM (1970) coletaram botões, diretamente do campo, contendo estágios imaturos de *A. grandis* e os colocaram em estufas com temperaturas controladas dia e noite, simulando a temperatura do solo; observaram que a longevidade dos adultos depois da emergência, aumentava quando o nível de umidade nos botões era de 0,5 a 0,044 g de água / g de botão. Além disso, observaram que temperaturas do solo acima de 38°C impõem um forte controle bioclimático aos bicudos, durante a estação do verão.

CURRY *et alii* (1982) colocando botões com larvas a diferentes temperaturas, constataram que, em botões com um diâmetro maior do que 8 mm havia 50% de viabilidade à 20°C e 93% de UR, e 100% à 25°C e 84,4% UR; já a 30°C e 87% de UR a viabilidade foi de 0% e em botões de diâmetro entre 7-8 mm a viabilidade foi de 42,85%. Posteriormente, ROACH *et alii* (1984) observaram que a viabilidade dos adultos foi altamente influenciada pelo período de alimentação e pela origem do alimento; assim, os bicudos alimentados em bo

tões sobreviveram mais tempo que os alimentados em maçãs.

BARIOLA (1985) observou que bicudos coletados em armadilhas com feromônio e alimentados com botões viveram 69 dias; 44 dias em maçãs; 23 dias em ponteiros do algodão e 9 dias sem alimento. Além disso, a reprodução foi atingida aos 4 dias após serem alimentados com botões e maçãs.

O comportamento do adulto na planta e sua distribuição encontram-se também relacionados com os fatores ambientais presentes durante o decorrer do dia. MITCHELL e MISTRIC Jr. (1965), observando adultos de bicudo marcados e colocados em gaiolas com plantas, constataram que estes movimentavam-se muito pouco de uma planta a outra ou dentro da planta no período de chuvas, mas eram ativos durante os períodos de vento. HARDEE *et alii* (1966) verificaram que os adultos com 2 dias de idade movimentavam-se ao acaso e após 5 dias localizavam-se nas estruturas florais. A maior movimentação dos adultos encontrada foi entre as 9 e 16 horas do dia.

GILLILAND e McCOY (1969) observaram que, no campo, os adultos às 8:30 h estão nos botões quando a temperatura do ar na cultura varia de 29,5^o a 32^oC, e quando a temperatura máxima do dia foi de 27^oC notaram que parte deles permaneceu na folhagem o dia inteiro. Estes pesquisadores sugerem que altas temperaturas e radiação solar de alguma forma induzem os adultos a procurar refúgio nas brácteas das estruturas.

Estudando os padrões de resposta estacional, GUERRA (1984), durante os anos de 1982 e 1983, observou que a maior atividade do vôo dos adultos ocorreu entre 10 e 13 horas.

DAVY e STERLING (1979a, 1979b), trabalhando com adultos coletados em armadilhas com feromônio e testando diferentes temperaturas, determinaram que a temperatura base para o início do vôo era de 14°C e, para iniciar movimentação por caminhamento, de $2,6^{\circ}\text{C}$. A temperatura base encontrada para adultos após emergirem da pupa para iniciar o vôo foi de 20°C e para os adultos entrarem na hibernação de $10,85 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$.

O macho do bicudo pode tolerar um grau a mais de temperatura que a fêmea, e uma temperatura de 50°C , durante 5 minutos, pode paralisá-lo por quase um dia, mas não afeta sua fertilidade e longevidade (EARLE, 1980).

Estudos de crescimento da população de *A. grandis*, através de tabelas de vida de fertilidade, feitos por LLOYD e MERCK (1966), mostraram que o número de indivíduos adicionados à população por fêmea/semana (λ) varia de 0,5 a 9,6, dependendo das condições ambientais nas culturas, sendo muito afetada pela temperatura alta e deficiência da umidade do solo. STERLING e ADKISSON (1970) determinaram um λ de 1,56 para adultos, produzidos de ovos depositados em agosto, com uma taxa líquida de reprodução de 20,6, e um λ de 0,63 para adultos provenientes de ovos depositados em setembro, com u-

ma taxa líquida de reprodução de 0,02 no clima temperado do Texas. Isto indica o grande poder de adaptação que o inseto tem às diferentes condições ambientais e a capacidade de aumentar ou diminuir sua população, dependendo da presença dessas condições na cultura do algodão infestado.

2.2. CONTROLE MICROBIANO DE *A. grandis*

Até o presente, somente dois inseticidas microbianos são registrados para uso no algodoeiro, o vírus da poliedrose nuclear (NPV) de *Heliothis zea* (Boddie) e a bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner, variedade H-D-L (B.t), segundo BELL (1983).

Poucos patógenos têm sido encontrados nas populações do bicudo no campo. Segundo McLAUGHLIN e KELLER (1964), a bactéria patogênica não formadora de esporos *Serratia marcescens* Bizio algumas vezes ocasiona mortalidade numa ampla faixa de insetos, incluindo *A. grandis*, no algodoeiro.

SLATTEN e LARSON (1967) concluíram que *S. marcescens* é patogênica para o bicudo quando é ministrada via hemocele ou na forma oral, na dose de $5,1 \pm 1$ organismos por inseto. Estes pesquisadores também observaram que os adultos apresentavam um certo grau de tolerância, ainda dosa

gens altas (1250 organismos/adulto), parte da população não morreu.

Em 1980, OURTH e SMALLEY observaram que o bicudo apresentou, até 16 horas após a inoculação, uma resposta defensiva à bactéria *S. marcescens*, por fagocitose. Eles sugeriram que este mecanismo de defesa contribuiu para uma ampla dispersão da bactéria no meio, tendo-se, posteriormente, um maior sucesso ecológico.

McLAUGHLIN *et alii* (1972) verificaram que tanto larvas como adultos do bicudo foram suscetíveis ao vírus iridiscente Chilo (CIV), apresentando mortalidade após 3 dias da inoculação.

Ensaio mais extensivos foram realizados com protozoários patogênicos isolados de colônias de bicudo criados massalmente. McLAUGHLIN (1965) registrou pela primeira vez o protozoário *Mattesia grandis* numa colônia mexicana de *A. grandis*, donde obteve-se uma mortalidade de 100% dos adultos. Posteriormente, GAST (1966) constatou esta mesma espécie numa criação em Stoneville, Mississippi. O controle foi realizado com lavagem dos ovos numa solução de 0,8% de formaldeído.

McLAUGHLIN *et alii* (1968) obtiveram uma redução de 30-40% da população de *A. grandis*, em parcelas experimentais, aplicando *M. grandis* na concentração de 1×10^6 esporos/ml, na forma de isca, onde tinha-se incluído um estimulante de alimentação para os adultos.

Em 1969, McLAUGHLIN registrou o protozoário *Glugea gastii* como uma nova espécie atacando *A. grandis* em criações de laboratórios de Mississippi, South Carolina, Georgia, Louisiana e Texas. No ano de 1970, McLAUGHLIN e BELL produziram *in vivo* *M. grandis* e *G. gastii* em larvas de bicudo; os adultos emergidos destas larvas apresentaram uma alta produção de esporos destes protozoários e 100% deles morreram entre 2 e 6 dias após a emergência. Nessa época foi sugerida a produção massal dos protozoários tanto pela facilidade como pelos baixos custos de produção.

Fazendo uso do *M. grandis* e subdosagens dos inseticidas Malathion, Azonphosmethyl, DDT e Carbaryl, BELL e McLAUGHLIN, em 1970, observaram uma maior mortalidade nos adultos de *A. grandis* tratados com o protozoário e o controle foi maior à medida que a enfermidade progrediu.

Embora os fungos tenham potencial como agentes microbianos em algodoeiro, especialmente em áreas de umidade relativa alta, e possam ser produzidos em meios de cultura, pouca ênfase tem-lhes sido dada.

McLAUGHLIN (1962) mostrou que *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. pode infectar larvas, pupas e adultos de *A. grandis* sob condições de laboratório, com umidade relativa alta. A mortalidade encontrada variou de 69-100% após 5 dias da inoculação, numa dosagem de $3,2 \times 10^8$ conídios/grama.

No ano de 1966, McLAUGHLIN *et alii* coletaram adultos de *A. grandis* que encontravam-se mortos nas estruturas

ras florais, e isolaram as bactérias *Aerobacter cloacae*, *Serratia* sp., *Pseudomonas* sp., *Alcaligenes* sp., *Acromobacter* sp., *Klebsiella* sp., *Lactobacillus* sp. e *Bacillus* sp. Os fungos mais frequentemente isolados foram: *Fusarium* sp., *Fusidium* sp., *Oedocephalum* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. Mas eles consideraram as bactérias como flora normal do trato intestinal. A faixa de mortalidade apresentada pelos fungos variou de 25-60%, 7 dias após a inoculação.

BELL (1983) registra também como agentes patogênicos do bicudo os fungos *Metarhizium anisopliae* (Met.) Sorokin e *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson.

No Brasil, o controle microbiano do *A. grandis* começou a ser pesquisado desde a época do registro da sua presença na cultura algodoeira. Assim, ANDRADE *et alii* (1984) registraram a ocorrência de doenças bacteriana, viral e micótica em populações da região de Campinas, SP. A bactéria *S. marcescens* causou mais de 50% de mortalidade nas larvas e pupas coletadas. Também o *Entomopoxvirus* observou-se em várias localidades com alto índice de mortalidade.

A ocorrência de um fungo, possivelmente do gênero *Isaria* (Deuteromycotina), atacando adultos do bicudo, na mesma região, foi registrada por HABIB *et alii* (1984).

PAIVA CASTRO *et alii* (1984) em monitoramentos do bicudo na mesma região, encontraram exemplares do inseto infectados pelo fungo *Beauveria* sp.. Isolado e cultivado o fungo, foi testado seu poder patogênico numa concentração de

1×10^9 conídios/grama do arroz com fungo, inoculando-se por via úmida e via seca com e sem umidade adicional. Constatou-se uma mortalidade acima de 50%, mas inferior à encontrada por McLAUGHLIN (1962).

Testes de laboratório feitos na ESALQ/USP em Piracicaba, SP, mostraram que *B. bassiana*, nas dosagens de 10^6 , 10^7 e 10^8 conídios/ml, foi patogênica a adultos do bicudo, segundo ALVES *et alii* (1986). Para estas dosagens encontraram tempos letais médios de 33,9; 25,1 e 13,5 dias, respectivamente, e DL_{50} de 12 e 24 dias para $1,9 \times 10^{11}$ e 5×10^{10} conídios/ml. Com o fungo *Metarhizium anisopliae*, nas mesmas dosagens anteriores, JARAMILLO e ALVES (1986) obtiveram LT_{50} de 22,4; 11,3 e 6,3 dias, respectivamente. A DL_{50} encontrada após 12 dias foi de $7,6 \times 10^6$ conídios/ml.

Estes testes preliminares fazem pensar na possibilidade de que estas duas espécies de fungos entomopatogênicos poderiam ser usadas como um recurso a mais no controle do bicudo do algodoeiro no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. MATERIAL

O presente estudo foi desenvolvido no laboratório de Biologia e na área experimental do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba (latitude $22^{\circ} 42'S$, longitude $47^{\circ} 38'W$, altitude 580m), nos meses de janeiro a março de 1985 e janeiro a maio de 1986.

3.1.1. INSETOS UTILIZADOS NA BIOLOGIA E BIOENSAIOS

Para obtenção dos adultos foram coletados botões florais do cultivar IAC-20 de algodoeiro, que se encontravam no solo com larvas de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Col.:Curculionidae), do último

ínstar. Eram colocados 100 botões por garrafa plástica de 11,5 cm de diâmetro por 16 cm de altura (aproximadamente 1700 ml de volume) com tampa de tule e mantendo-se uma umidade de $\pm 80\%$ no seu interior, para assegurar a emergência uniforme dos adultos em laboratório, e que se constituíram na criação estoque para os diversos estudos. As condições deste local foram: 14 horas de fotofase; umidade relativa (UR) $80 \pm 5\%$ e temperatura $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Para os estudos biológicos foram utilizados indivíduos da primeira geração, e para os ensaios de campo e nos bioensaios com o fungo *B. bassiana*, utilizaram-se insetos provenientes de segunda e terceira geração.

3.1.2. PATÓGENO ESTUDADO E MEIO DE CULTURA

Foi testado o isolado 292 da espécie *Beauveria bassiana*, fungo da classe Hyphomycetes (Deuteromycetes), isolado de adultos de *A. grandis* obtidos no laboratório de patologia de insetos do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, com data de 23/7/84.

O fungo foi purificado sobre meio de cultura BDA e inoculado em adultos do bicudo para aumento de sua virulência; destes adultos foi feita uma repicagem e aquelas colônias puras foram passadas ao meio de cultura de arroz. Este meio foi preparado numa garrafa de vidro com volu

me de 600 ml, colocando-se 100 gramas de arroz cozido mais 30 ml de água destilada e usando-se um chumaço de algodão como tampa; foi esterilizado em autoclave a 120°C durante 30 minutos.

Uma vez inoculado, o fungo no meio de cultura de arroz, foi armazenado numa sala especial do laboratório, com condições ideais para sua esporulação e 15 dias após colocou-se num refrigerador onde permaneceu até ser usado.

3.1.3. EQUIPAMENTOS

. Capela de fluxo vertical marca VECG, modelo VLFS-90, que proporcionou as condições de assepsia para os trabalhos de isolamento, purificação, repicagem do fungo e transferência aos meios de cultura.

. Estufas incubadoras BOD, marca FANEM, modelo 347-G, equipadas com lâmpadas fluorescentes modelo F15-T 12/LD.

. Sala asséptica com condições ideais para o desenvolvimento do fungo no meio de cultura de arroz.

. Microscópio ótico, marca OLYMPUS-CBA 213.

. Microscópio estereoscópico, marca AMERICAN OPTICAL com ocular micrométrica.

. Microscópio de contraste de fase, marca AMERI

CAN OPTICAL.

- . Câmara de Neubauer utilizada para quantificação dos inóculos.
- . Saquinho de tule de 10 cm x 15 cm, para inoculações dos adultos e biologia no campo.
- . Caixas plásticas de 4 cm de altura e 4,5 cm de diâmetro e copos plásticos de 100 ml para desenvolvimento da biologia e bioensaios com o fungo no laboratório.
- . Pulverizador costal, marca JACTO, com capacidade de 20 litros e pressão manual.
- . Outros materiais: autoclave, placas de Petri, alça de platina, alça de Drigallsky, tubos de cultura, pipetas, erlenmeyers, becker, vazadores, funil, água destilada e deionizada, botões florais (algodoeiro IAC-20).

3.2. MÉTODO

3.2.1. ENSAIOS DE LABORATÓRIO

3.2.1.1. Biologia de *A. grandis* em dieta natural

Neste ensaio, adultos recém-emergidos da 1ª geração da criação estoque foram colocados em caixas plásticas, idênticas às anteriormente referidas, mantendo-se um ca

sal por caixa, para um total de 50 casais, alimentados com botões sadios da cultivar IAC-20. Esses botões eram trocados diariamente, procurando-se sempre que fossem do mesmo tamanho, para manter uma oviposição uniforme. A cada troca, os botões eram examinados num microscópio estereoscópico, para retirar os ovos. Este grupo de adultos foi usado para determinar os parâmetros da fase adulta.

A viabilidade dos ovos foi determinada em diferentes temperaturas (18°C , 20°C , 25°C e 30°C), sendo os ovos mantidos em placa de Petri contendo papel de filtro na sua parte inferior para manter condições de umidade apropriada aos ovos. As observações eram feitas a cada 12 horas para verificar a eclosão das larvas.

Um segundo estoque de 50 casais da mesma geração foi usado para determinação do ciclo biológico nas condições de laboratório com uma temperatura em média de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $80 \pm 5\%$ e 14 horas de fotofase. Após 8 dias do início da oviposição, os botões foram trocados diariamente, por um período de 6 dias, obtendo-se 300 botões que, teoricamente, deveriam conter ovos do dia. Estes botões eram colocados individualmente em copos plásticos, com algodão embebido em água ao redor do pecíolo do botão, mantendo-se durante todo o período de desenvolvimento de ovo a adulto uma umidade adequada.

Após o terceiro dia da oviposição, 5 botões de cada data eram retirados e examinados no microscópio este

reoscópico para coleta dos estágios presentes nessa data. A medição da cápsula cefálica, para avaliação do número de ínstares, foi feita através de uma ocular graduada acoplada a este microscópio estereoscópico.

As classes de larguras da cápsula cefálica (CC) para determinar os ínstaes larvais foram as mesmas usadas por DAXL e HERNANDEZ (1977).

Foram observados os seguintes parâmetros do ciclo biológico do inseto:

1. FASE DE OVO

Período de incubação

Viabilidade

2. FASE DE LARVA

Duração da fase larval

Número de ínstaes

3. FASE DE PUPA

Duração da fase pupal

Viabilidade

Razão sexual

4. FASE DE ADULTO

Período de pré-oviposição e oviposição

Número de ovos/fêmea

Número de ovos/fêmea/dia

Longevidade do adulto

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, sendo que cada indivíduo correspondeu a uma repetição. Também usou-se a análise de variância para conhecer o valor médio, erro padrão da média e coeficiente de variação. Os dados da longevidade de adulto foram usados no modelo de distribuição de Weibull, a fim de se estimar a longevidade média e o modelo de sobrevivência do inseto adulto (SGRILLO, 1982).

3.2.1.2. Efeito de diferentes temperaturas no período ovo-adulto

O ensaio foi conduzido conforme metodologia descrita para o ciclo biológico em 3.2.1.1. O estudo foi efetuado nas seguintes temperaturas: 18, 20 e 25°C. Para cada uma destas temperaturas individualizaram-se 50 botões repetidos três vezes.

Para evitar excesso de manipulação nas larvas do primeiro ínstar, na troca do botão, baseou-se no período de incubação obtido nas diferentes temperaturas (ítem 3.2.1.1.), aumentando-se em 1 dia a mais antes da troca do botão, permitindo-se que a larva pudesse se desenvolver até o 2º

instar normalmente. Estas larvas foram transferidas com um pincel úmido ao novo botão, no qual havia um orifício circular, feito com vazador de 4 mm de diâmetro. Este orifício, suficientemente profundo para atingir as anteras, era em seguida tampado com o mesmo material retirado do botão.

As observações foram feitas no início da emergência dos adultos do botão, tendo-se registrado:

- (a) duração do período ovo-adulto;
- (b) viabilidade larva-adulto;
- (c) sexo dos indivíduos.

O sexo dos adultos foi determinado baseando-se nas características apresentadas na parte distal do rostro do indivíduo. O macho apresenta rosto grosso, cor escura e estrias longitudinais pronunciadas; a fêmea tem rosto liso, brilhante e sem estrias fortes.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, sendo que cada indivíduo correspondeu a uma repetição.

3.2.1.3. Tabela etária de fertilidade de *A. grandis*

A tabela foi calculada segundo SILVEIRA NETO *et alii* (1976), a partir dos dados obtidos no item 3.2.1.1. Baseando-se nestes dados, foram calculados os índices:

- (a) taxa líquida de reprodução (R_0);
- (b) razão infinitesimal (r_m);
- (c) razão finita de aumento (λ);
- (d) duração média da geração (T).

Estes mesmos índices foram calculados sob condições de campo, a partir da fórmula $N_t = N_0 \cdot e^{r_m \cdot t}$, onde N_0 = população de fêmeas ao início da infestação e N_t = total de insetos no tempo (t) do cálculo.

3.2.1.4. Determinação da constante térmica de *A. grandis*

Para a determinação das exigências térmicas de *A. grandis*, foram usados os dados obtidos nos itens 3.2.1.1. e 3.2.1.2.

A determinação da temperatura base (T_b) e o valor da constante térmica (K) foram feitas utilizando-se o método da hipérbole (HADDAD e PARRA, 1984). Para ovos, tirados dos botões e colocados em placas de Petri, os estudos foram conduzidos nas temperaturas de 18, 20, 25 e 30°C, as quais foram também utilizadas para a fase de pupa em botões florais. Para ovo até adulto pelo secamento rápido dos botões nas maiores temperaturas, a determinação só foi baseada nas temperaturas de 18, 20 e 25°C. As análises foram feitas em um microcomputador do Departamento de Entomologia (ESALQ/USP).

3.2.1.5. Bioensaio com o fungo *B. bassiana*

Esta avaliação teve como objetivo quantificar a mortalidade de adultos do bicudo inoculados com o patógeno e o efeito ocasionado no período de pré-oviposição, oviposição e viabilidade dos ovos. Usaram-se três grupos de insetos:

(a) adultos recém-emergidos da pupa (2-3 dias de idade), sob condições de laboratório;

(b) adultos após 8 dias do início da oviposição, sob condições de laboratório;

(c) adultos coletados diretamente no campo um dia antes do experimento (idade desconhecida).

Para cada grupo de insetos o experimento consistiu dos seguintes tratamentos: *B. bassiana* nas dosagens de 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 , 10^{10} conídios /ml e testemunha. Nos grupos de insetos (a) e (b) cada tratamento consistiu de 30 casais e no grupo (c) de 50 casais.

Na inoculação, os adultos foram mergulhados em cada suspensão fúngica, durante 2 ciclos de 3 segundos e, para as testemunhas, em uma suspensão de água destilada estéril mais o agente espalhante. Logo após, foram deixados sobre uma folha de papel toalha para retirar o excesso da suspensão. Posteriormente, foram colocados nas garrafas plásticas com botões sadios de algodão. Após um dia foram separados em casais para observação dos parâmetros mencionados.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, sendo que cada indivíduo correspondeu a uma repetição. Também, calculou-se o TL_{50} para cada tratamento e a DL_{50} para cada grupo de casais, pelo método de Próbite.

3.2.2. ENSAIOS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

3.2.2.1. Biologia de *A. grandis*

Em plantas da cultivar IAC-20, da mesma altura e com botões florais de tamanhos semelhantes, foram colocados 41 casais de adultos do bicudo provenientes da criação de laboratório. Os adultos colocados dentro de saquinhos de tule com o botão floral e fechados na base do pecíolo através de um barbante, eram trocados diariamente do botão por 10 dias consecutivos. Os botões, ao se retirarem os casais, eram marcados com cartolina de cor diferente, de acordo com a data de oviposição.

A partir do segundo dia da oviposição, começou-se a coletar 3 botões/dia de oviposição até deixar 5 botões para emergência dos adultos nas 7 primeiras datas; nas 3 últimas só observou-se a emergência dos adultos sem mexer nos botões. Após a queda do botão floral no solo, ele era novamente colocado no saquinho de tule e ligado à base do caule

da planta, ficando este em contato com o solo e exposto a sua temperatura e umidade, até emergência do adulto.

Os dados meteorológicos usados foram os registrados no posto meteorológico do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, situado a 300 m do lote experimental.

Os parâmetros observados foram os descritos na metodologia do item 3.2.1.1. A comparação dos resultados obtidos no campo com os de laboratório foram feitos tomando-se como base os valores médios do ciclo biológico e comparados pelo teste de "t".

3.2.2.2. Movimentação da população dos adultos de *A. grandis* durante o dia

Com a finalidade de se determinar a hora mais indicada para quantificar a população existente na área bem como avaliar que porcentagem dessa população estaria fora das estruturas e em que partes da planta, procedeu-se, numa área de 1500 m² da cultivar IAC-20, a amostragens em 10 locais. As plantas presentes em cada local (1 metro linear), numa forma visual eram divididas em três extratos (superior, médio e inferior) e quantificados os adultos presentes no momento da amostragem.

A amostragem foi feita por 6 dias em 2 ciclos

de três dias, a partir das 8 até 18 horas do dia, com intervalo de 2 horas entre amostragens, sem retirar os adultos da planta. Os dados encontrados foram analisados graficamente, com os dados climáticos registrados no posto meteorológico, e naqueles onde encontrou-se maior relação efetuou-se análise de regressão.

3.2.2.3. Bioensaio com o fungo *B. bassiana*

Nesta avaliação teve-se como objetivo quantificar o efeito do fungo *B. bassiana* nos adultos do bicudo, quando pulverizado sob condições de campo, na cultivar IAC-20.

As dosagens do fungo utilizadas foram 10^{12} e 5×10^{12} conídios/ha, comparando-as com o inseticida químico Parathion metílico na dosagem de 600g de i.a/ha. Cada tratamento teve 4 épocas de pulverização, uma a cada 4 dias. A área a pulverizar em cada época foi estabelecida como se indica no diagrama da figura 1. A parcela experimental foi de 5 metros de comprimento por 3 linhas, com espaçamento entre linhas de 1 metro e entre plantas de 0,50 metro, e 4 repetições.

As pulverizações do fungo foram feitas após 16 horas com um pulverizador costal de pressão manual e usou-se como espalhante o produto TWEEN 80 na concentração de 0,1%.

Na linha central de cada parcela foram marcadas 3 plantas a partir das quais foram estudados os seguintes parâmetros:

(a) número de estruturas (botões florais, flores e maçãs) sadias e atacadas pelo bicudo antes da primeira pulverização e 4 e 14 dias após a última;

(b) número de adultos de bicudo antes e 4 dias após a pulverização;

(c) presença do fungo nos adultos existentes nos tratamentos com fungo.

Para o item (c), com a finalidade de não ocasionar distorção nos dados dos parâmetros (a) e (b), duas horas antes da pulverização eram liberados 100 adultos marcados na área respectiva, dos quais 50 adultos (com e sem marca) foram retirados às 24 e 72 horas e mais 30 após o sexto dia dos tratamentos respectivos.

Os adultos coletados foram levados ao laboratório, onde eram alimentados com botões até morrerem e, posteriormente, colocados em câmaras úmidas à temperatura de 25°C para o crescimento do fungo.

O delineamento experimental consistiu inicialmente de blocos ao acaso, onde comparou-se cada tratamento com as 4 épocas de pulverizações e, posteriormente, usou-se uma análise combinada para comparação entre tratamentos, pulverizações e a interação tratamento-pulverização.

e plantas marcadas para contagem de estruturas frutíferas por parcela.

Área total: 325 m²

Área parcela: 15 m²

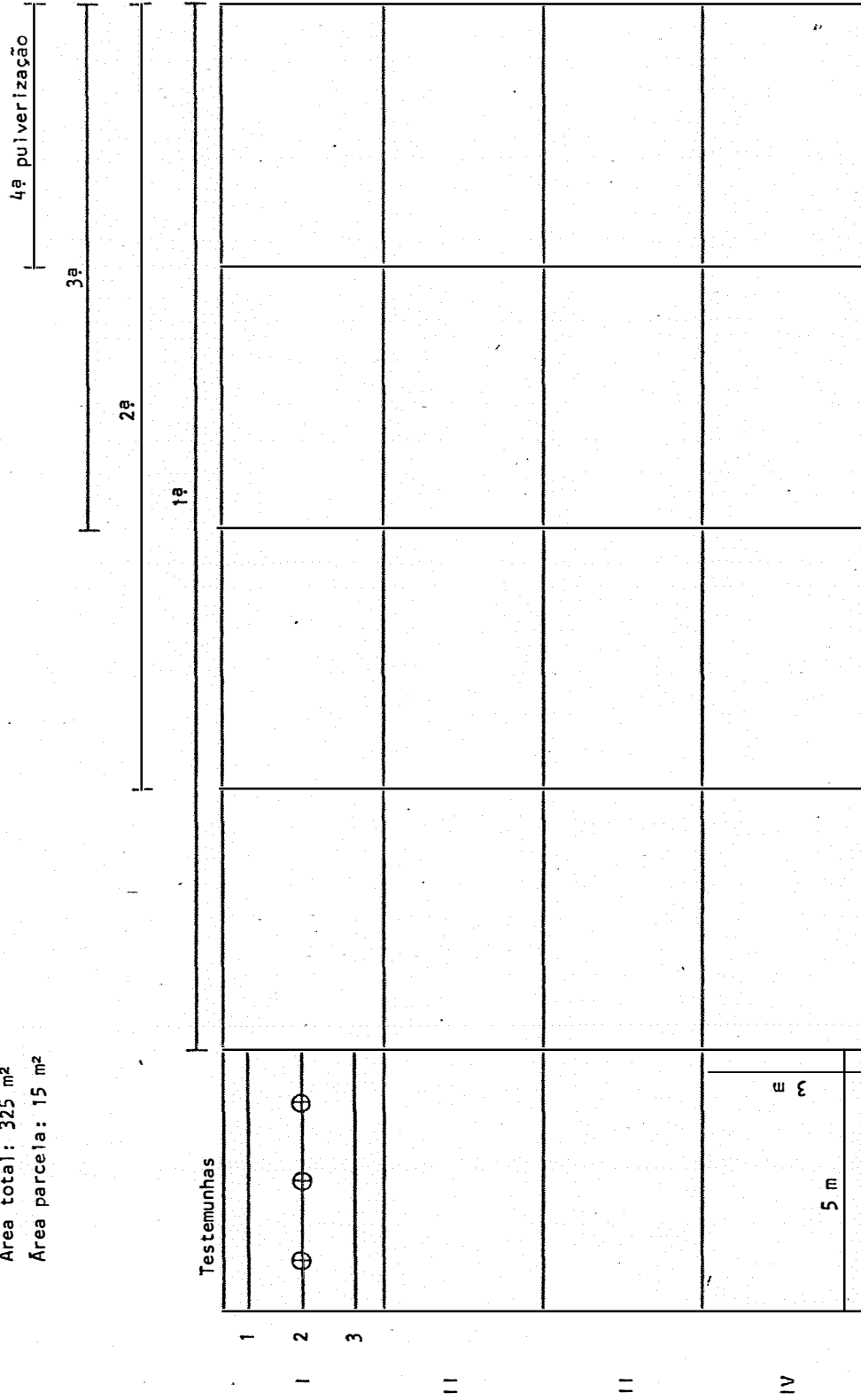


Figura 1 - Área total utilizada por parcela e tratamento, metodologia das pulverizações, fileiras, número de plantas marcadas por parcela e repetições por pulverização do ensaio sob condições de campo na cultivar IAC-20.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. BIOLOGIA DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843

4.1.1. ovo

Os valores do período de incubação e respectivas viabilidades observadas nas diferentes temperaturas nas câmaras climatizadas, assim como os valores obtidos no laboratório e campo, encontram-se na tabela 1.

Nas câmaras climatizadas houve um decréscimo no período de incubação com o aumento da temperatura, entretanto a viabilidade não foi afetada. Com relação à duração em campo e laboratório, embora a faixa de temperatura nessas condições estivesse no intervalo favorável para o desenvolvimento do inseto, foi diferente às das câmaras climatizadas,

indicando que o inseto tem comportamento diferente em temperaturas flutuantes (tabela 1).

O período de incubação obtido no campo foi inferior ao valor de 3,52 dias observado por DAXL e HERNANDEZ (1977), em condições climáticas semelhantes.

As viabilidades dos ovos obtidos em condições de laboratório e campo, foram maiores aos obtidos nas diferentes temperaturas das câmaras climatizadas, mas neste caso explica-se pelo fato da não manipulação e perda de água nos ovos dentro dos botões florais.

A maior viabilidade nas câmaras climatizadas foi registrada à 18^o e 30^oC (tabela 1), diferindo dos resultados obtidos por CHARLES e ADKISSON (1982a, b) que obtiveram maiores valores à 23,9^oC.

Quando comparou-se o laboratório e o campo, a viabilidade observada foi semelhante, mas o período de incubação foi inferior em 20 horas no campo.

Tabela 1 - Duração média do período de incubação e viabilidade dos ovos de *A. grandis* em diferentes temperaturas em câmaras climatizadas e em botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de laboratório e campo.

Temperatura °C	Duração (dias)			Viabilidade %
	\bar{x}	Erro-padrão	Intervalo de variação	
18 ⁺	6,34 a	± 0,143	2 - 10	87,95
20 ⁺	5,18 b	± 0,100	2 - 11	73,46
25 ⁺	2,67 e	± 0,060	1 - 7	76,04
30 ⁺	2,61 e	± 0,044	1 - 5	82,20
Laboratório ⁺⁺	3,71 c	± 0,217	2,5-5,5	96,50
Campo ⁺⁺⁺	2,86 d	± 0,139	2,4-3,7	98,20
C.V.	8,66%			

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

+ U.R.: 60 ± 10% e fotofase de 14 horas.

++ Temperatura média 27 ± 2°C. U.R.: 80 ± 5%. Fotofase de 14 horas.

+++ Temperatura média geral: 26,8°C. Intervalo de variação: 19,6-35°C.

U.R.: 61,8%. Intervalo de variação: 61-78,7%.

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

4.1.2. LARVA

4.1.2.1. Duração da fase larval

A duração média desta fase sô foi determinada em condições de laboratório e campo (tabela 2), já que a larva ao ser manipulada nos primeiros dias de idade apresentou alta mortalidade nas câmaras climatizadas.

Os dados de campo foram 4,6 dias superiores aos de laboratório. Isto pode se dever a que o botão continua seu processo fisiológico na planta e a flutuação da temperatura durante este processo, afeta também o desenvolvimento da larva no botão.

O valor médio de duração da fase larval encontrado para campo, nesta pesquisa, foi superior ao observado por DAXL e HERNANDEZ (1977), na Nicarágua, com pesquisas realizadas em campo.

Tabela 2 - Duração média da fase larval de *A. grandis*, criada em botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de laboratório e campo.

Local	Duração (dias)		
	\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação
Laboratório [†]	7,14 a	± 0,209	4,83 - 11,93
Campo ⁺⁺	11,76 b	± 0,393	8,10 - 15,13
CV	12,66%		

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

+ Temperatura média: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$. U.R.: $80 \pm 5\%$. Fotofase de 14 horas.

++ Temperatura média geral: $26,4^{\circ}\text{C}$. Intervalo de variação: $18,4-35^{\circ}\text{C}$.

U.R.: 70%. Intervalo de variação: 60,3-82,2%.

4.1.2.2. Número de ínstaes larvais

Os dados das larguras das cápsulas cefálicas (CC) encontrados, tanto para larvas criadas no laboratório como campo, encontram-se na tabela 3 e figura 2.

O número de ínstaes encontrados nas duas condições foi 3. Os dados analisados estatisticamente, dentro de um modelo linear, apresentaram para larvas criadas no laboratório, um $R^2 = 1$ e constante de Dyar de 1,47, e para larvas criadas no campo um $R^2 = 1$ e constante de Dyar de 1,66.

Comparando os dados de cada ínstar com os encontrados por DAXL e HERNANDEZ (1977), sob condições de cam

po, não houve diferença. Esta semelhança com relação aos valores de cada ínstar pode estar relacionada ao fato de *A. grandis* estar se desenvolvendo em regiões climaticamente parecidas, isto é, Piracicaba e Nicarágua, ambas regiões tropicais.

A viabilidade larval não foi calculada, já que o número de ovos colocados em cada botão floral variou de 1 a 8, e ao final do período larval só foi encontrada uma larva por botão, indicando uma alta competição intraespecífica (canibalismo). Ao lado deste canibalismo, no campo, ocorreu também uma alta predação por formigas (43%).

Tabela 3 - Largura média e intervalo de variação da cápsula cefálica, de cada ínstar e razão de crescimento da larva de *A. grandis*, criada em botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de laboratório e campo.

Instar	Laboratório				Campo			
	Largura da cápsula cefálica (mm)			Razão de crescimento	Largura da cápsula cefálica (mm)			Razão de crescimento
	\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação		\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação	
1º	0,41	± 0,02	0,36-0,45	1,54	0,42	± 0,02	0,37-0,48	1,63
2º	0,63	± 0,03	0,49-0,80	1,49	0,69	± 0,04	0,50-0,80	1,64
3º	0,94	± 0,04	0,81-1,12		1,13	± 0,07	0,81-1,86	

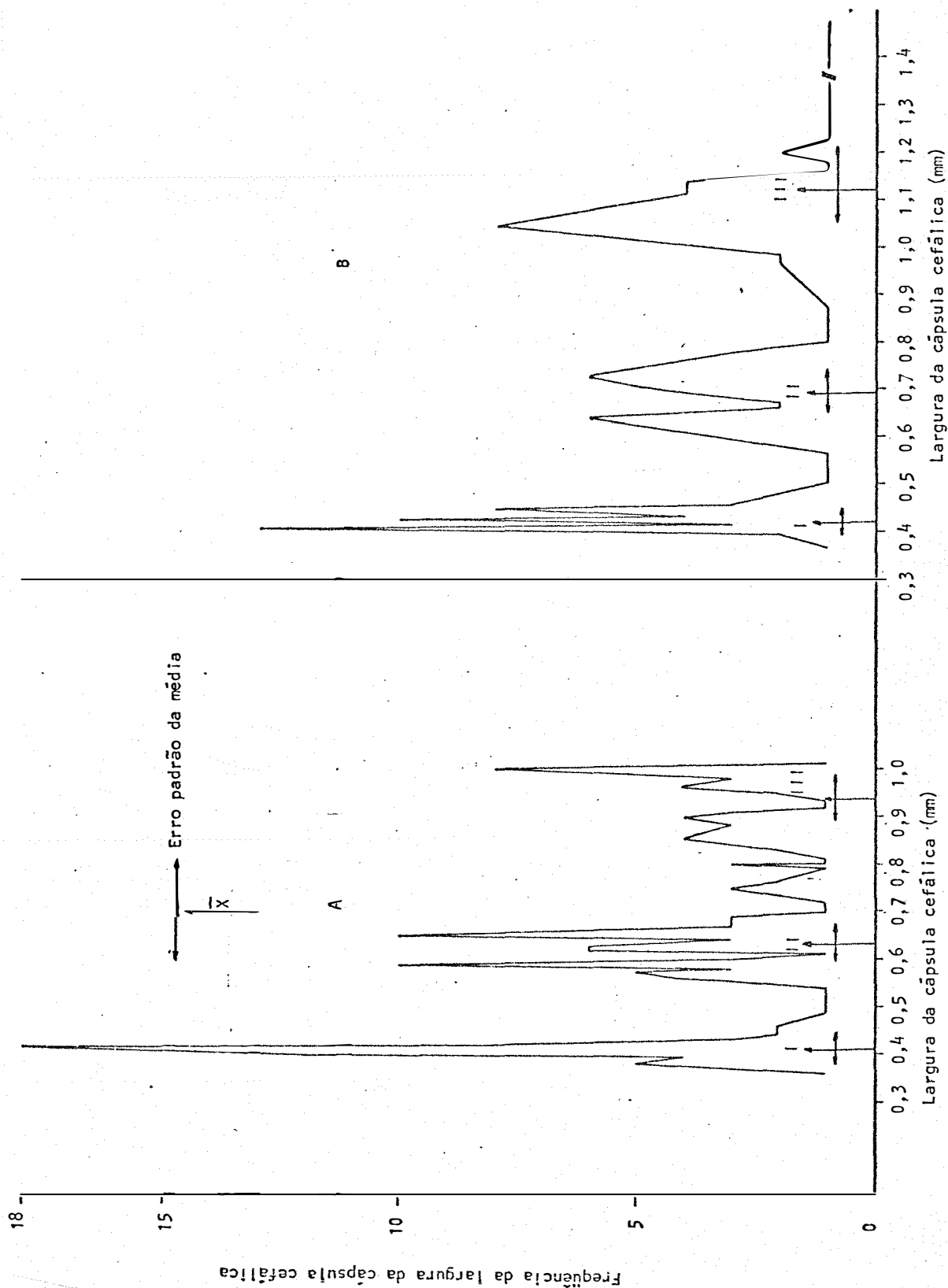


Figura 2 - Instares larvais de *A. grandis* criados em botões florais da cultivar IAC-20, sob condições de laboratório (A) e de campo (B). Os intervalos entre flechas (\longleftrightarrow) correspondem aos instares.

4.1.3. PUPA

A duração do período pupal, à semelhança do período embrionário (tabela 1), decresceu com o aumento da temperatura, diferindo estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade (tabela 4). Os dados obtidos no campo foram iguais aos da câmara climatizada à 30°C, embora sua duração tenha sido 22 horas menor à duração obtida na sala de laboratório.

A duração da fase pupal obtida em Piracicaba foi 2,75 dias maior do que a registrada na Nicarágua por DAXL e HERNANDEZ (1977).

Em todas as temperaturas a viabilidade foi superior a 80%, exceto à 30°C, devido, provavelmente, a problemas de ressecamento nesta condição térmica, apesar de se ter nesta condição fornecido água a cada 12 horas.

A razão sexual foi semelhante nos diferentes casos estudados, ou seja, 0,5, confirmando o dado apresentado por CROSS (1983).

Tabela 4 - Duração média da fase pupal, viabilidade e razão sexual de *A. grandis*, criado em botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de câmaras climatizadas, laboratório e campo.

Temperatura °C	Duração (dias)			Viabilidade %	Razão sexual
	\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação		
18 ⁺	14,95 a	± 0,366	9,60-18,50	96,00	0,52
20 ⁺	9,94 b	± 0,306	5,00-12,60	83,33	0,52
25 ⁺	6,70 c	± 0,121	4,63-8,40	91,33	0,58
30 ⁺	4,82 e	± 0,191	2,63-6,71	62,00	0,58
Laboratório ⁺⁺	5,72 d	± 0,151	3,70-8,70	96,66	0,50
Campo ⁺⁺⁺	4,82 e	± 0,299	3,00-6,00	95,77	0,48
CV	8,66%				

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

+ U.R.: 60 ± 10%. Fotofase de 14 horas.

++ Temperatura média: 27 ± 2°C. U.R.: 80 ± 5%. Fotofase de 14 horas.

+++ Temperatura média geral: 25,25°C. Intervalo de variação: 16,4-34,8°C.

U.R.: 71,8%. Intervalo de variação: 60,3-85,3%.

As médias, seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

4.1.4. ADULTO

Os dados referentes a esta fase encontram-se nas tabelas 5 e 6, e foram estudados numa população criada sob condições de laboratório.

As longevidades médias observadas e estimadas pelo modelo de distribuição de Weibull, foram semelhantes tanto para machos como para fêmeas. Estes dados foram inferiores àqueles obtidos por GABRIEL e TANCINI (1986), sob condições de laboratório, na região de Campinas, que observaram uma média 3 vezes maior para adultos alimentados em botões de algodoeiro.

A sobrevivência dos adultos estimada pela distribuição de Weibull é apresentada na figura 3, onde pode-se observar o padrão das curvas da sobrevivência para macho e fêmea.

O período de pré-oviposição encontrado (5,72 dias) é um dia maior que o valor observado por HOPKINS *et alii* (1969), e 2,2 dias a mais que o valor de DAXL e HERNANDEZ (1977), obtido no campo. Segundo HOPKINS (1969), este valor pode variar entre gerações de um ano para outro e ainda entre regiões da mesma zona algodoeira, o que mostra que as variações encontradas são normais.

Da longevidade observada para fêmeas, 23 dias são usados em média, para postura (figura 4), embora tenha havido um intervalo de variação muito grande. Dados semelhan

tes foram encontrados por HOPKINS *et alii* (1969), sob condições de laboratório.

O número médio de ovos/fêmea/dia encontra-se representado na figura 4, onde pode-se observar que entre o 5º e 25º dias de idade é colocado o maior número de ovos. Este valor médio foi inferior 1,4 vezes ao valor encontrado por GABRIEL e TANCINI (1986), na região de Campinas, e 2,4 vezes menor que o resultado de DAXL e HERNANDEZ (1977), obtido em condições de campo.

O número médio de ovos/fêmea obtido nesta pesquisa (tabela 6) foi inferior aos observados por HOPKINS *et alii* (1969) e CROSS (1983), os quais encontraram para a primeira geração, os valores de 100 e 200 a 300 ovos/fêmea, respectivamente.

Tabela 5 - Duração média do período de pré-oviposição, oviposição e longevidade de machos e fêmeas de *A. grandis*, criados em botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de laboratório. Temperatura $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$. U.R.: $70 \pm 10\%$. Fotofase de 14 horas.

Fase do adulto	Duração (dias)			lm ¹
	\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação	
Longevidade ♀	33,39	$\pm 0,569$	7 - 89	31,29
Longevidade ♂	32,10	$\pm 0,563$	7 - 80	29,68
Pré-oviposição	5,72	$\pm 0,240$	2 - 11	
Postura	22,98	$\pm 0,537$	1 - 64	

¹ Longevidade média estimada pelo modelo de distribuição de Weibull.

Tabela 6 - Valor médio do número de ovos/fêmea e ovos/fêmea/dia de *A. grandis*, criado em botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de laboratório. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$. U.R.: $70 \pm 10\%$. Fotofase de 14 horas.

	\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação
Ovos/fêmea	52,30	$\pm 0,873$	3 - 131
Ovos/fêmea/dia	2,43	$\pm 0,162$	0,36 - 5,43

4.1.5. PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO DE OVO ATÉ ADULTO

Analisando-se os dados acumulados encontrou-se uma duração, sob condições de laboratório de $16,57 \pm 1,36$ dias e para as condições de campo $19,23 \pm 1,18$ dias. O teste de "t" indicou que existe diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre as duas médias.

O valor médio do laboratório foi similar ao encontrado por GABRIEL e TANCINI (1986), na região de Campinas; já em condições de campo, a duração é maior em 4 dias à aquela referida por DAXL e HERNANDEZ (1977), na Nicarágua.

A viabilidade total encontrada para condições de laboratório foi de 62% e para campo de 54%, obtendo-se sempre uma larva em cada botão floral.

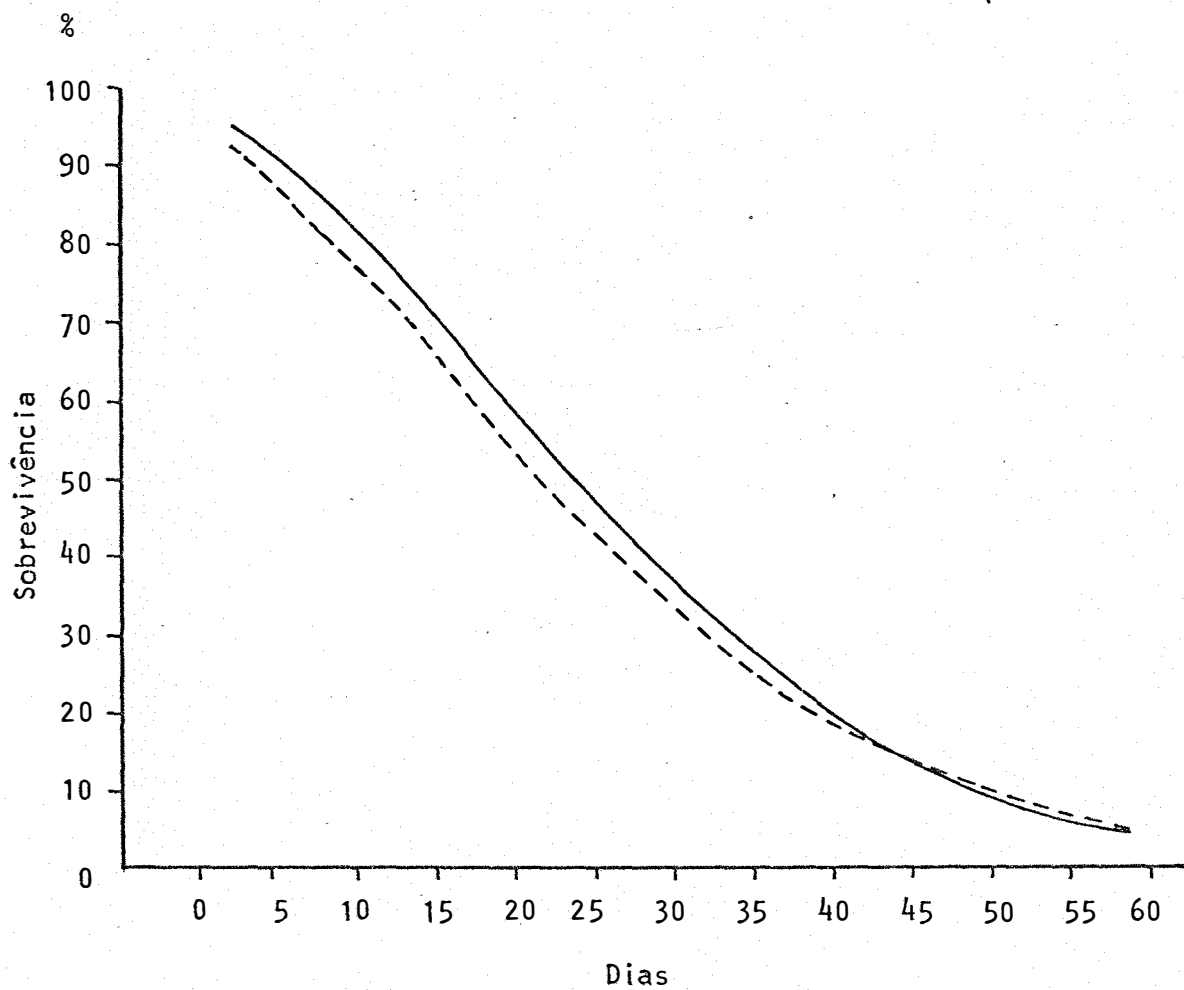


Figura 3 - Sobrevivência de machos (---) e fêmeas (—) de *A. grandis* alimentados com botões florais do cultivar IAC-20, sob condições de laboratório à temperatura de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $70 \pm 10\%$. Fotofase 14 horas.

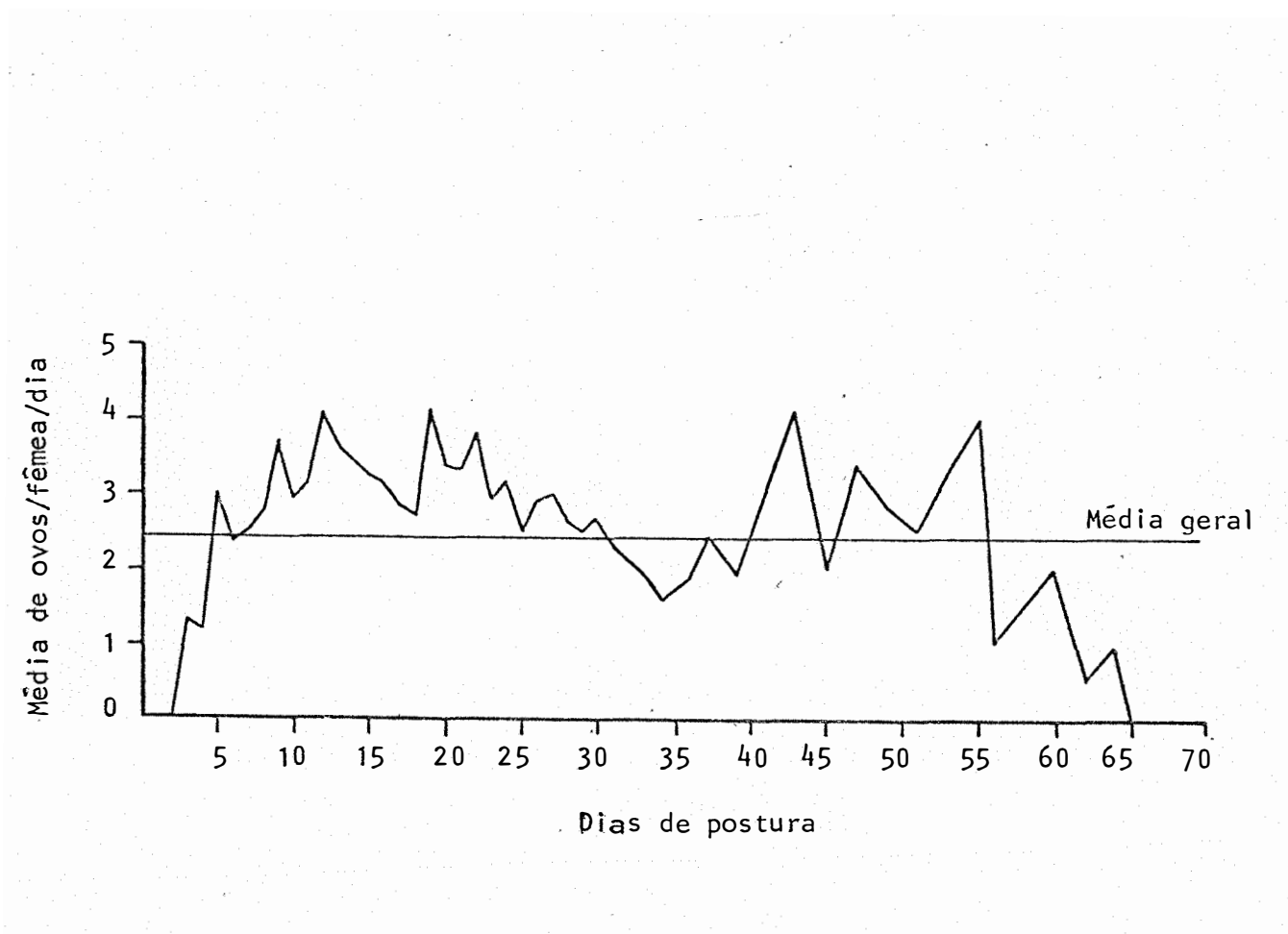


Figura 4 - Média de ovos/fêmea/dia e média geral, observadas em fêmeas alimentadas com botões florais do cultivar IAC-20 sob condições de laboratório, à temperatura de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $70 \pm 10\%$. Fotofase 14 horas.

4.1.6. EFEITO DE DIFERENTES TEMPERATURAS NO PERÍODO DE OVO ATÉ ADULTO

Os dados da duração média, viabilidade e razão sexual para bicudos obtidos em botões florais, mantidos em temperaturas constantes diferentes, estão contidos na tabela 7. Observa-se que a temperatura influenciou significativamente no período de desenvolvimento de ovo até adulto tanto nos machos como fêmeas e no total de indivíduos. O aumento da temperatura determinou redução na duração do período de desenvolvimento de 45,74 dias à 18°C para 18,91 dias à 25°C. Na duração média geral observada houve interação significativa (ao nível de 1% de probabilidade) entre as três temperaturas.

A duração média do período de desenvolvimento para fêmeas foi maior à 18°C e 20°C em relação aos machos, sendo que a 25°C houve uma emergência similar para ambos os sexos. O efeito da temperatura reduzindo o ciclo está de acordo com os dados encontrados por FYE *et alii* (1969) para *A. grandis*.

A viabilidade encontrada nas três temperaturas foi inferior à registrada por CURRY *et alii* (1982), em pesquisa feita também em botões florais. A razão sexual não foi afetada pelas diferentes temperaturas testadas, mantendo-se constante e igual a 0,5.

Deve-se levar em consideração que a temperatu

ra, embora importante, não é o único fator a afetar o desenvolvimento no inseto, pois existem fatores como umidade, idade e época da formação do botão floral, que também podem afetar o desenvolvimento do inseto.

Tabela 7 - Duração média observada, viabilidade e razão sexual do período do ovo até adulto do *A. grandis*, criado em botões florais em diferentes temperaturas. Fotofase de 14 horas e U.R. de $70 \pm 10\%$.

Temperatura °C	Sexo	Duração (dias)			Viabilidade (%)	Razão sexual
		\bar{x}	Erro padrão	Intervalo de variação		
18	♂	45,06	± 0,35	34,71-47,42	25	0,53
	♀	46,26	± 0,31	42,50-47,42		
	Média	45,74a	± 0,23	34,71-47,42		
20	♂	27,34	± 0,23	22,63-29,40	45	0,40
	♀	28,05	± 0,20	26,63-29,40		
	Média	27,68b	± 0,16	22,63-29,40		
25	♂	18,97	± 0,24	16,43-21,43	48	0,52
	♀	18,87	± 0,24	15,50-21,43		
	Média	18,91c	± 0,18	15,50-21,43		
CV =		3,63%				

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

As médias gerais com letra diferente, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade..

4.2. TABELA ETÁRIA DE FERTILIDADE DE *A. grandis*

Nos insetos que apresentam gerações superpostas, como *A. grandis*, os efeitos na população pelas taxas de nascimento e mortalidade podem ser conhecidos através das tabelas de vida, segundo PRICE (1975). Na tabela etária de fertilidade para o bicudo sob condições de laboratório em Piracicaba, SP, pode-se ter uma estimativa do número de descendentes esperados por dia por fêmea (m_x) numa determinada idade (x) (tabela 8).

Através dos resultados, observa-se que a duração média (T) da geração foi de 38,71 dias, com uma taxa líquida de reprodução (R_0) de 15,87 por geração, uma razão infinitesimal (r_m) de 0,0714 e uma razão finita de aumento (λ) de 1,074 fêmeas/fêmea/dia.

Estes mesmos índices, calculados para uma população sob condições de campo, em 3 tempos (dias) diferentes após um tempo (t_0) inicial, são apresentados na tabela 9.

Tabela 8 - Tabela etária de fertilidade para *A. grandis* (pop. de Piracicaba). Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R.: $80 \pm 5\%$; fotofase: 14 horas.

x (dias)	lx	mx	mx.lx	mx.lx.x	fase
0,5-21,5	—	—	—	—	imaturos e pré-oviposi- ção
22,5	0,62	0,04	0,02	0,55	
23,5	0,62	0,06	0,03	0,87	
24,5	0,62	0,25	0,15	3,79	
25,5	0,62	0,45	0,27	7,11	
26,5	0,57	0,67	0,38	10,12	
27,5	0,55	0,98	0,53	14,82	
28,5	0,53	1,37	0,72	20,69	
29,5	0,53	2,00	1,06	31,27	
30,5	0,53	2,09	1,10	33,78	
31,5	0,52	1,69	0,87	27,68	
32,5	0,51	1,45	0,73	24,03	
33,5	0,50	1,43	0,71	23,95	
34,5	0,50	1,22	0,61	21,04	
35,5	0,50	1,25	0,62	22,18	
36,5	0,50	0,91	0,45	16,60	
37,5	0,49	0,34	0,16	6,24	
38,5	0,48	1,49	0,71	27,53	adulta
39,5	0,48	1,27	0,60	24,07	
40,5	0,47	0,98	0,46	18,87	
41,5	0,47	1,24	0,58	24,18	
42,5	0,46	1,08	0,49	21,11	
43,5	0,44	1,25	0,55	23,92	
44,5	0,43	0,88	0,37	16,83	
45,5	0,42	0,97	0,40	18,53	
46,5	0,40	1,15	0,46	21,39	
47,5	0,37	1,05	0,38	18,45	
48,5	0,36	0,83	0,29	14,49	
49,5	0,35	0,69	0,24	11,95	

Tabela 8 - Continuação ...

x (dias)	lx	mx	mx.lx	mx.lx.x	fase
50,5	0,33	0,61	0,20	10,16	
51,5	0,26	0,52	0,13	6,96	
52,5	0,26	0,34	0,08	4,64	
53,5	0,23	0,44	0,10	5,41	
54,5	0,23	0,00	0,00	0,00	
55,5	0,21	0,59	0,12	6,87	
56,5	0,15	0,71	0,10	6,01	
58,5	0,14	0,59	0,08	4,83	
60,5	0,12	1,25	0,15	9,07	
62,5	0,10	2,31	0,23	14,43	
64,5	0,07	1,00	0,07	4,51	
66,5	0,06	1,70	0,10	6,98	
68,5	0,06	1,75	0,10	7,19	
70,5	0,04	1,67	0,06	4,70	
72,5	0,04	2,16	0,09	6,26	
74,5	0,04	2,00	0,08	5,96	
75,5	0,04	0,25	0,01	0,75	
77,5	0,03	0,00	0,00	0,00	
79,5	0,03	0,50	0,01	1,19	
81,5	0,02	0,50	0,01	0,81	
83,5	0,02	0,50	0,01	0,83	
89,5	0,01	0,50	0,005	0,44	
97,5	0,01	0,50	0,005	0,48	
98,5	0,01	0,00	0,00	0,00	
107,5	0,00	0,00	0,00	0,00	
Σ			15,87	614,74	

adulto

$$R_0 = 15,87$$

$$T = 38,71 \text{ dias}$$

$$r_m = 0,0714$$

$$\lambda = 1,074/\varphi/\varphi/\text{dia}$$

Tabela 9 - Tempo (t), taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal de aumento (r_m) e razão finita de aumento (λ) para população de *A. grandis* sob condições de campo. Piracicaba, janeiro 10-março 19 de 1986.

Tempo (dias)	R_0	r_m	λ
39	41,02	0,1156	1,1225
52	90,80	0,0960	1,1007
68	150,00	0,0737	1,0764

Segundo estes resultados, aos 39 dias após o início da infestação no campo, os valores dos índices R_0 , r_m e λ foram superiores aos encontrados no laboratório.

O decréscimo de λ encontrado sob condições de campo em Piracicaba, SP, em relação à idade da população, é bem menor que os registrados por STERLING e ADKISSON (1970), num clima temperado.

Tomando-se como referência o período de formação das estruturas frutíferas de 75 dias para as variedades de São Paulo (NAKANO *et alii*, 1981), a média de 3,2 estruturas frutíferas danificadas por um adulto (DAXL e HERNANDEZ, 1977), 5,2 g como peso médio de capulho (LOPES DA SILVA, 1980) e um valor médio de r_m de 0,0951 da população do campo, somente uma fêmea, com uma média de 2,42 ovos/dia, teoricamente ocasionaria uma perda de 1562,50 kg de algodão de capulho neste período.

4.3. DETERMINAÇÃO DA CONSTANTE TÉRMICA DE *A. grandis*

Os valores da temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²) para o período de ovo, pupa e ovo até adulto são apresentados na tabela 10. O tempo de desenvolvimento e velocidade de desenvolvimento são mostrados na figura 5.

Tabela 10 - Temperatura base (Tb), constante térmica (K) e coeficiente de determinação (R²), dos períodos ovo, ovo até adulto e pupa de *A. grandis* criados em botões florais da cultivar IAC-20, em laboratório. Fotofase de 14 horas e U.R. 70 ± 10%.

Fase do ciclo	Tb °C	K (GD)	R (%)
Ovo	10,34	47,73	86,30
Pupa	10,28	102,75	98,61
Ovo-adulto	12,25	236,76	96,20

Os resultados obtidos em meio natural são semelhantes aos de FYE *et alii* (1969), os quais, trabalhando com meio artificial, determinaram um valor geral de Tb para 5 raças de *A. grandis* de 12,90°C no período de ovo até adulto. DAXL e HERNANDEZ (1977), utilizando a Tb determinada por FYE *et alii* (1969), encontraram um período de desenvolvimento de ovo até adulto de 15,32 dias para um valor K de 219,09

GD, inferior ao valor de 236,76 GD encontrado na população de Piracicaba. Estes mesmos pesquisadores obtiveram, no campo, para fase de ovo um valor K de 53,08 GD e para pupa de 37,32 GD.

Tomando-se por base os dados registrados na presente pesquisa, e levando-se em consideração os valores obtidos por VILLACORTA *et alii* (1984), de que para o desenvolvimento de botões florais e maçãs são necessários 472 e 550 GD, respectivamente, pode-se verificar que o bicudo tem condições de se desenvolver e dar 5 gerações durante o ciclo do algodão.

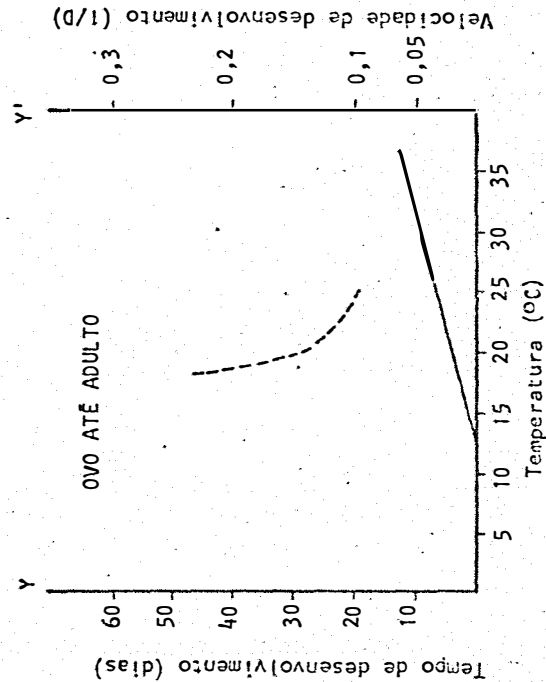
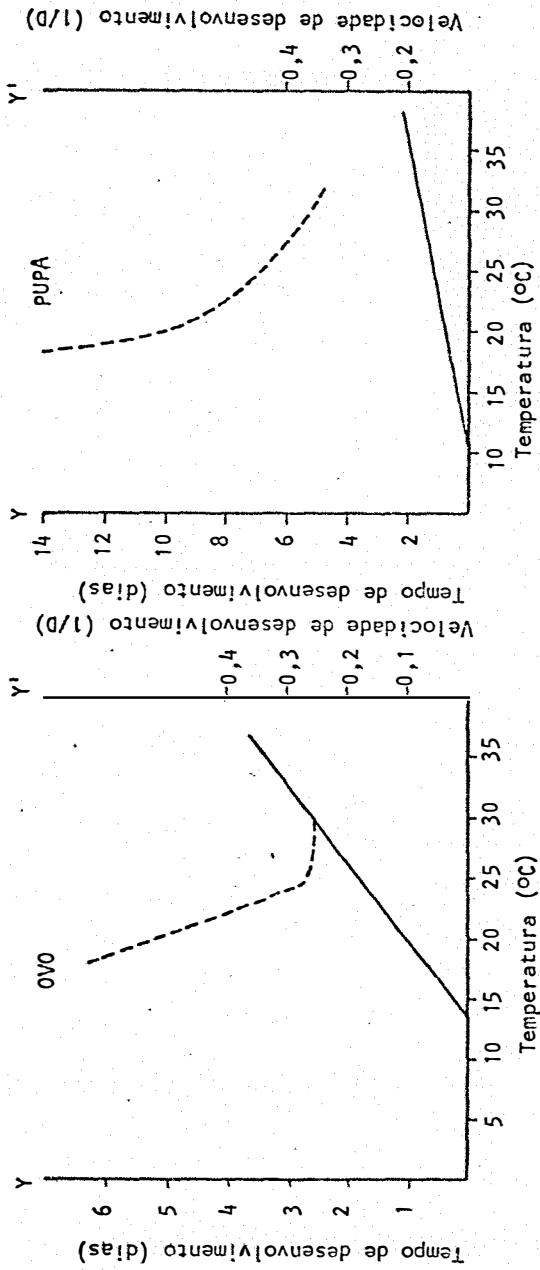


Figura 5 - Tempo de desenvolvimento (---) e velocidade de desenvolvimento (—) do período ovo, ovo-adulto e pupa de *A. grandis* na região de Piracicaba, SP, em função da temperatura.

4.4. BIOENSAIO COM *B. bassiana*

4.4.1. EFEITO DE *B. bassiana* NA FASE ADULTA DE *A. grandis*

A. Adultos com 2 a 3 dias de idade

Na tabela 11 encontram-se os resultados do efeito do fungo, após 18 dias da inoculação, no período de pré-oviposição, oviposição, fertilidade e mortalidade dos adultos.

Analisando-se os dados do período de pré-oviposição, observa-se um aumento desse período a partir da dosagem de 10^5 conídios/ml. A média de ovos/fêmea foi no mínimo 60% inferior à testemunha, acontecendo o mesmo com a média de ovos/fêmea/dia.

A viabilidade dos ovos só foi afetada na dosagem 10^8 conídios/ml do fungo, havendo um decréscimo de 38% em relação à testemunha.

A mortalidade dos insetos, na dosagem 10^4 conídios/ml, foi muito baixa (tabela 11), e entre as dosagens 10^5 e 10^8 conídios/ml os valores obtidos foram semelhantes; entretanto, nas duas dosagens superiores, a mortalidade foi superior a 60%. O efeito do fungo foi mais rápido nas fêmeas que nos machos, razão pela qual nas dosagens maiores não foi possível obter dados sobre postura.

Tabela 11 - Efeito de diferentes dosagens de *B. bassiana* na fase adulta de *A. grandis*, com 2 a 3 dias de idade, sob condições de laboratório após 18 dias da inoculação. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$. U.R.: $80 \pm 5\%$. Fotofase de 14 horas.

Dosagens conídios/ml	Período (dias) pré-oviposição		Ovos/fêmea		Ovos/fêmea/dia		Viabilidade dos ovos (%)	Mortali- dade (%)
	\bar{x}	Erro padrão	\bar{x}	Erro padrão	\bar{x}	Erro padrão		
Testemunha	5,40	$\pm 0,63$	29,10a ¹⁾	$\pm 1,38$	1,46	$\pm 0,15$	96,70	0,00
10 ⁴	7,70	$\pm 0,51$	6,10bc	$\pm 0,67$	0,30	$\pm 0,16$	98,50	5,00
10 ⁵	13,00	$\pm 0,37$	11,64b	$\pm 1,21$	0,64	$\pm 0,27$	95,30	40,00
10 ⁶	12,30	$\pm 0,36$	2,20bc	$\pm 0,56$	0,12	$\pm 0,06$	98,02	60,00
10 ⁷	11,00	$\pm 0,04$	1,30bc	$\pm 0,47$	0,07	$\pm 0,01$	90,10	50,00
10 ⁸	10,00	$\pm 0,04$	1,20c	$\pm 0,47$	0,08	$\pm 0,01$	68,75	60,00
10 ⁹	—	—	—	—	—	—	—	75,00
10 ¹⁰	—	—	—	—	—	—	—	90,00

CV 58,78%

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

¹⁾ As médias nesta coluna, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

B. Adultos com mais de 8 dias ovipositando

Os resultados obtidos nesta amostra podem ser observados na tabela 12. A média dos ovos produzidos por fêmea e ovos/fêmea/dia, no decorrer dos 16 dias do bioensaio, foi maior que na amostra anteriormente analisada. A redução

ça na média de ovos/fêmea em relação à testemunha variou de 26% na dosagem de 10^8 conídios/ml até 76% na de 10^{10} conídios/ml.

A mortalidade só foi superior a 60% nas três dosagens maiores do fungo. Neste experimento, ambos os sexos foram igualmente afetados pelo fungo, diferindo dos dados encontrados para adultos com 2 a 3 dias de idade, em que as fêmeas foram mais rapidamente afetadas.

A viabilidade dos ovos não foi afetada pelos tratamentos, possivelmente isso se deve ao fato da fêmea poder reter espermatozoides viáveis, por longo tempo após a cópula, na sua espermateca, colocando assim ovos férteis na ausência do macho, segundo CROSS (1983).

Tabela 12 - Efeito de diferentes dosagens de *B. bassiana* na fase adulta de *A. grandis*, após 8 dias da oviposição, sob condições de laboratório, 16 dias após inoculações. Temperatura $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R.: $80 \pm 5\%$. Fotofase: 14 horas.

Dosagens (conídios/ml)	ovos/fêmea		ovos/fêmea/dia		Viabilidade dos ovos (%)	Mortalidade total de a- dultos (%)
	\bar{x}	Erro padrão	\bar{x}	Erro padrão		
Testemunha	39,75a ¹	± 0,91	2,12	± 0,22	95,99	0,00
10 ⁴	28,28abc	± 1,12	1,80	± 0,35	94,95	2,00
10 ⁵	14,12 bc	± 0,71	0,88	± 0,17	88,02	10,00
10 ⁶	19,84abc	± 0,84	1,23	± 0,33	93,03	14,00
10 ⁷	16,60abc	± 0,73	1,04	± 0,22	88,28	16,00
10 ⁸	29,44ab	± 0,89	1,84	± 0,28	94,98	64,00
10 ⁹	16,40 bc	± 0,79	1,03	± 0,24	94,01	70,00
10 ¹⁰	9,60 c	± 0,45	0,60	± 0,14	96,70	84,00

CV.: 47,52%

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

¹ As médias nesta coluna seguidas da mesma letra não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

C. Adultos coletados do campo de idade desconhecida

Na amostra coletada do campo, os dados de ovos/fêmea, ovos/fêmea/dia e viabilidade dos ovos (tabela 13) foram muito semelhantes aos obtidos na amostra com 3 dias de idade (tabela 11).

Com relação à testemunha, as fêmeas ovipositaram numa média muito maior que nas outras amostras analisadas; entretanto, nas diferentes dosagens a oviposição dimi

nuiu com o seu incremento e nas fêmeas submetidas às três maiores dosagens não houve oviposição, devido à ocorrência de maior número de fêmeas infectadas pelo fungo, em relação a machos.

A viabilidade dos ovos foi superior a 92% nos tratamentos onde se teve oviposição após a infecção, resultado semelhante à testemunha.

O incremento na mortalidade dos adultos foi inferior a 50% nos três primeiras dosagens; e a partir da dosagem 10^7 conídios/ml, obteve-se mais de 80% de mortalidade sendo as fêmeas mais afetadas que os machos.

Tabela 13 - Efeito de diferentes dosagens de *B. bassiana* na fase adulta de *A. grandis* coletados do campo e mantidos sob condições de laboratório, 18 dias após inoculação. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R.: $80 \pm 5\%$ e fotofase 14 horas.

Dosagens (conídios/ml)	ovos/fêmea		ovos/fêmea/dia		Fertilidade dos ovos (%)	Mortalidade total de a- dultos (%)
	\bar{x}	Erro padrão	\bar{x}	Erro padrão		
Testemunha	54,10 a ¹	± 1,73	3,03	± 0,39	96,70	0,00
10 ⁴	11,20 b	± 0,92	0,70	± 0,21	93,40	10,00
10 ⁵	14,10 b	± 1,01	0,83	± 0,23	92,50	20,00
10 ⁶	6,60 bc	± 0,97	0,39	± 0,22	98,70	45,00
10 ⁷	0,40 c	± 0,23	0,02	± 0,00	97,30	90,00
10 ⁸	—	—	—	—	—	85,00
10 ⁹	—	—	—	—	—	90,00
10 ¹⁰	—	—	—	—	—	93,00
CV.	45,21%					

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

¹ As médias nesta coluna, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ao se analisarem as porcentagens gerais da mortalidade nas 3 amostras de *A. grandis* (tabela 14), observa-se que para os adultos obtidos em laboratório e inoculados com 2 a 3 dias de idade (A) ou com 8 dias após o início de oviposição (B), a mortalidade só foi superior a 50% a partir da dosagem 10⁸ conídios/ml; no entanto, para os adultos coletados no campo (C) a maior mortalidade foi obtida a partir de 10⁷ conídios/ml.

Estes resultados podem sugerir que a população dos adultos coletada do campo foi mais sensível ao pató-

geno nas condições de laboratório, em função de um possível estresse ocasionado na troca de habitat e também pela idade diferente e nutrição desses adultos.

Tabela 14 - Porcentagem total de mortalidade causada por diferentes dosagens de *B. bassiana* em 3 grupos de adultos de *A. grandis*, sob condições de laboratório. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; U.R.: $80 \pm 5\%$ e Fotofase 14 horas.

Dosagens (conídios/ml)	Porcentagem de mortalidade (%) em ¹		
	A ²	B ³	C ⁴
10 ⁴	16,66 b	2,00 b	6,00 d
10 ⁵	30,00 b	10,00 b	12,00 cd
10 ⁶	46,66 b	14,00 b	38,00 bcd
10 ⁷	36,66 b	16,00 b	54,00ab
10 ⁸	50,00 b	64,00a	50,00abc
10 ⁹	73,33a	70,00a	72,00ab
10 ¹⁰	96,60a	84,00a	88,00a
Testemunha	0,00	0,00	0,00
CV.	28,58%	34,95%	35,99%

¹ Dados transformados (arco-seno $\sqrt{\% / 100}$) para efeito de análise.

² Adultos de bicudo com 2-3 dias de idade.

³ Adultos de bicudo após 8 dias de ter começado oviposição.

⁴ Adultos coletados no campo um dia antes da inoculação.

As médias nas três colunas, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4.2. TEMPO LETAL (TL₅₀) DE *B. bassiana* SOB CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

Os TL₅₀ referentes às diferentes dosagens de *B. bassiana* nas 3 amostras de adultos do *A. grandis* estudados, encontram-se nas tabelas 15, 16 e 17. A representação gráfica do LT₅₀ das melhores dosagens observa-se nas figuras 6, 7 e 8.

Nos adultos, inoculados quando tinham de 2 a 3 dias de idade, o TL₅₀ mais baixo foi de 4,99 dias na dosagem 10¹⁰ conídios/ml; já para adultos inoculados 8 dias após o início da oviposição, o valor encontrado foi de 6,16 dias e nos coletados do campo de 2,02 dias.

A dose letal calculada (DL₅₀) pelo método de Próbites foi de 9,4 x 10⁶ conídios/ml para adultos com 2 a 3 dias de idade; de 9,4 x 10⁷ para os adultos inoculados 8 dias após ter começada a oviposição e de 2,29 x 10⁷ conídios / ml para os coletados do campo e inoculados no laboratório.

Estes resultados mostram que o fungo nas suas diferentes dosagens apresentou maior eficiência sobre a população coletada do campo. Embora os dados encontrados sejam menores aos observados por ALVES *et alii* (1986), as dosagens (DL₅₀) muito altas para se ter um controle satisfatório se constitui em fator que pode ser limitante ao uso do patógeno para controlar *A. grandis*.

Tabela 15 - Tempo letal médio (TL₅₀) dos adultos de *A. grandis*, com 2 a 3 dias de idade, para distintas dosagens de confídios/ml de *B. bassiana*, com seus intervalos de confiança (IC), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) e χ^2 calculado e de tabela.

Dosagem (confídios/ml)	TL ₅₀ (dias)	IC ¹	a	b	χ^2	
					Calculado	Tabela
10 ⁴	41,11	25,58-66,05	1,54193	2,14258	1,02	15,51
10 ⁵	28,22	18,98-41,95	2,03779	2,04207	1,05	14,07
10 ⁶	26,70	20,10-35,46	3,78308	0,85303	0,50	19,67
10 ⁷	19,97	16,31-24,42	1,31513	2,83359	4,25	18,31
10 ⁸	7,35	5,56- 9,71	-0,77278	6,66238	6,58	7,81
10 ⁹	7,13	5,55- 9,17	1,82628	3,71813	15,51	22,08
10 ¹⁰	4,99	4,12- 6,04	-0,21167	7,46429	5,46	11,07

¹ ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 - Tempo letal médio (TL₅₀) dos adultos de *A. grandis* com mais de 8 dias ovipositando, para distintas dosagens de confídios/ml de *B. bassiana*, com seu intervalo de confiança (IC), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) e χ^2 calculado e de tabela.

Dosagem (confídios/ml)	TL ₅₀ (dias)	IC ¹	a	b	χ^2	
					Calculado	Tabela
10 ⁴	—	—	—	—	—	—
10 ⁵	34,66	15,97-75,22	0,37640	3,00250	1,21	11,07
10 ⁶	109,61	47,83-251,17	2,21158	1,36696	1,05	16,92
10 ⁷	64,71	8,91-468,41	2,02958	1,64019	1,77	11,07
10 ⁸	14,54	12,32-17,16	-0,70043	4,90300	7,30	14,07
10 ⁹	14,43	13,50-15,41	-1,11966	5,27887	3,94	16,92
10 ¹⁰	6,16	5,41-7,01	-1,20826	7,73596	5,51	7,81

¹ ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 17 - Tempo letal médio (TL₅₀) dos adultos de *A. grandis* coletado do campo, para distintas dosagens de conídios de *B. bassiana*, com seu intervalo de confiança (IC), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) e χ^2 calculado e de tabela.

Dosagem (conídios/ml)	TL ₅₀ (dias)	IC ¹	a	b	χ^2	
					Calculado	Tabela
10 ⁴	—	—	—	—	—	—
10 ⁵	27,65	12,67-60,31	1,05179	2,73857	0,32	7,81
10 ⁶	17,74	15,37-20,47	1,13411	3,09509	5,03	18,31
10 ⁷	8,24	6,75-10,07	-0,25146	5,73045	4,41	7,81
10 ⁸	8,02	6,13-10,50	1,73126	3,61321	7,18	9,49
10 ⁹	6,39	5,40-7,56	2,02308	3,69411	7,58	11,07
10 ¹⁰	2,02	0,28-14,53	4,42163	1,88665	0,26	5,99

¹ ao nível de 5% de probabilidade.

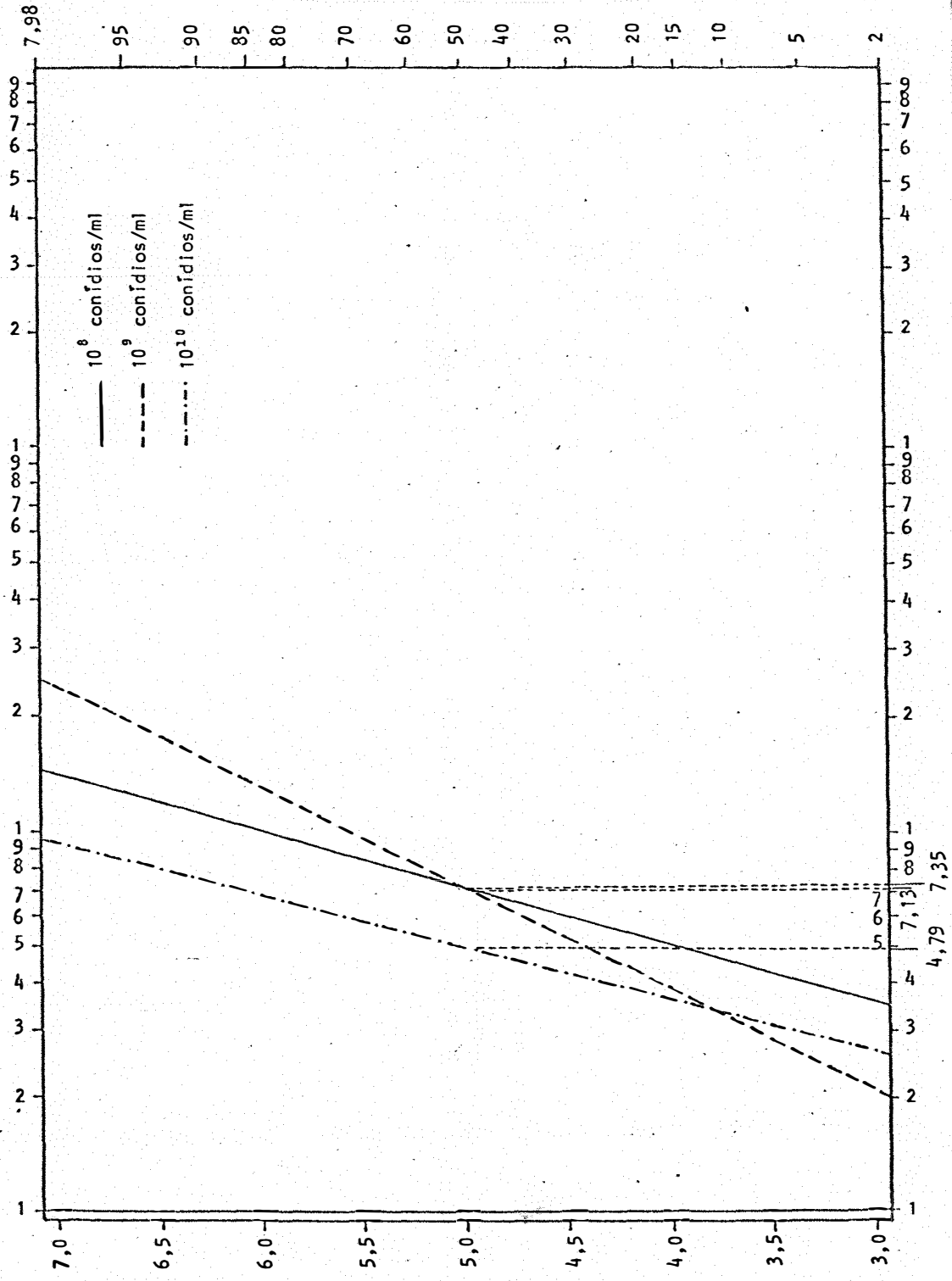


Figura 6 -- Tempos letais medianos em dias para adultos de *A. grandis* com 2 a 3 dias de idade em bioensaios com *B. bassiana* sob condições de laboratório (escala log./próbitos).

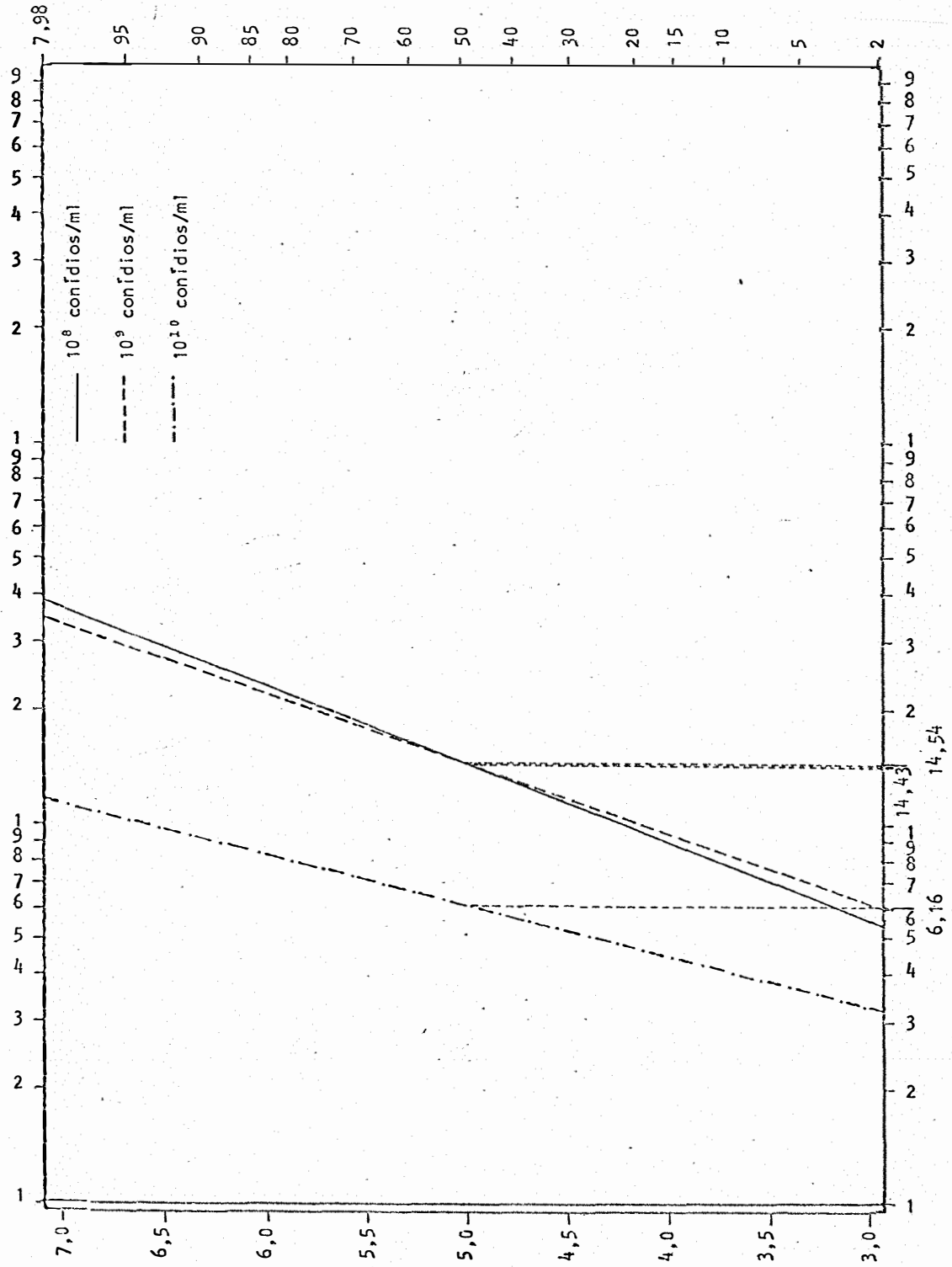


Figura 7 - Tempos letais medianos em dias para adultos de *A. grandis* com mais de 8 dias ovipositando, em bioensaios com *B. bassiana* sob condições de laboratório (escala log./próbitos).

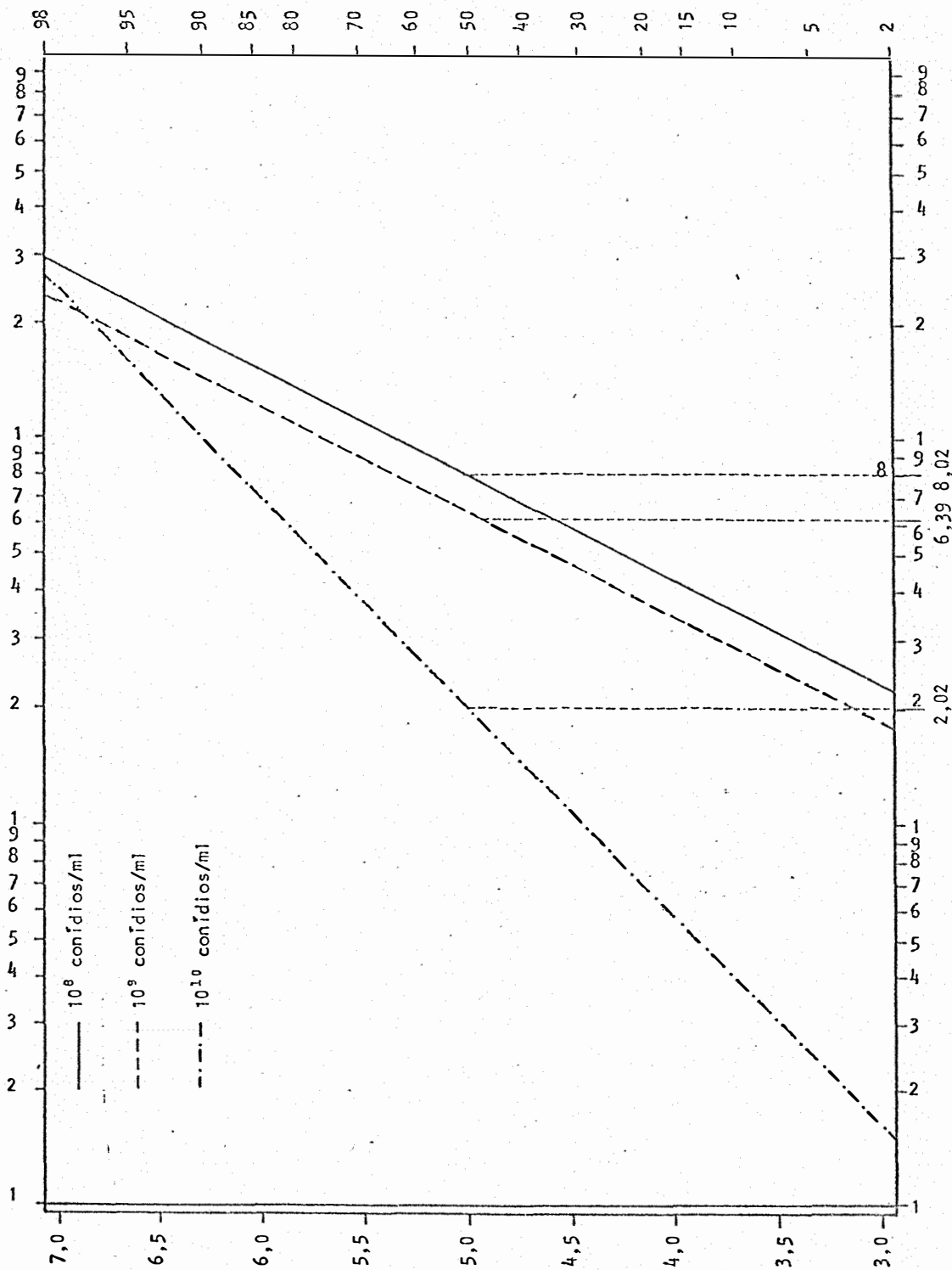


Figura 8 - Tempos letais medianos em dias para adultos de *A. grandis* coletados do campo, em bioensaios com *B. bassiana* sob condições de laboratório (escala log./próbitos).

4.5. ENSAIOS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

4.5.1. MOVIMENTAÇÃO DA POPULAÇÃO DOS ADULTOS DE *A. grandis* DURANTE O DIA

Os dados obtidos por hora e por dia, nas respectivas amostragens, encontram-se nas figuras de 9 a 14.

Tomando-se como base dias com céu nublado e dias com céu aberto observa-se, segundo a tabela 18, que nos dias nublados, no terço superior da planta foi encontrada 37% da população dos adultos, e nos dias com céu aberto 38%. Trabalhando com modelos empíricos para prever a distribuição do inseto na planta, BONHAM e FYE (1971) observaram que os adultos permanecem a maior parte de sua vida no terço superior da planta e, segundo os dados obtidos em Piracicaba, do total de adultos, só 37,44% se encontraram na parte superior e a maior porcentagem (45,57%) na parte média da planta, diferindo das observações destes autores.

Com relação aos adultos encontrados na parte inferior da planta, verificou-se uma maior porcentagem nos dias com céu nublado (tabela 18). Este fato poderia ser um dos vários fatores que explicam a dificuldade de se controlar o bicudo na fase adulta, já que as pulverizações sempre são dirigidas à parte média e superior da planta, ficando parte da população sem controlar, a qual poderia dar início a novas gerações e infestar de novo a cultura.

A maior quantidade dos adultos amostrados foi sempre encontrada dentro das estruturas frutíferas e somente 16,62% do total foi observado nas folhas, ramos e talos da planta. Nos dias de céu aberto observou-se maior porcentagem de adultos fora das estruturas (tabela 18).

O período mais adequado para estimar a densidade populacional de adultos, nos dias com céu aberto, foi das 8 até 16 horas; nesta condição, entre 8 e 14 horas, 22,4% da população encontrou-se fora das estruturas frutíferas da planta. Nos dias com céu nublado, obtiveram-se dois períodos, um entre 8 e 10 horas, com 19,40% dos adultos fora das estruturas e outro entre 14 e 18 horas com 10,50%. HARDEE *et alii* (1966), sob condições de campo, encontraram uma maior movimentação dos adultos entre as 9 e 16 horas do dia, mas sem estabelecer a condição climática do dia.

Entre os fatores climáticos analisados para ver sua influência na distribuição do inseto no decorrer do dia, constatou-se que quando a temperatura foi inferior a 26°C e a velocidade do vento, a 2 metros de altura, menor que 5,25 km/h, 37,55% da população estava na parte superior, 41,56% na parte média e 20,89% na parte inferior da planta; quando a temperatura e velocidade do vento foram superiores a estes valores, 37,38% da população estava na parte superior, 47,57% na parte média e só 15,05% encontrava-se na parte inferior da planta.

A relação entre velocidade do vento (V_2) e mé

dia de adultos (tanto total de adultos como os presentes na parte média e superior da planta), encontra-se representada na figura 16. Estas relações ajustaram-se a uma curva de regressão exponencial de forma $N = a \cdot e^{b \cdot V^2}$, apresentando um coeficiente de correlação com valor negativo de 87,56% para os adultos encontrados na parte média e superior da planta e de 86,41% para o total de adultos.

Tabela 18 - Distribuição dos adultos de *A. grandis* na planta e estruturas frutíferas, segundo o estado do tempo do dia, sob condições de campo, no cultivar IAC-20.

Estado do dia	Parte da planta			Adultos presentes (%)	
	Superior	Média	Inferior	nas estruturas frutíferas ¹⁾	fora das estruturas ²⁾
Céu nublado	36,98	42,72	20,30	81,09	18,91
Céu aberto	37,90	48,42	13,60	85,81	14,19
Valor médio	37,44	45,57	16,69	83,45	16,62

1) Estruturas frutíferas: botões, flores e maçãs.

2) Fora das estruturas: na folha, ramos e talo da planta.

Os dias amostrados com temperatura máxima do ar de 27°C apresentaram maior número de adultos fora das estruturas frutíferas, dado similar ao encontrado por GILLILAND e McCOY (1969).

A média de adultos, na sua totalidade, dentro das diferentes partes da planta, foi maior quando ocorreu o déficit médio de saturação do ar por hora (DD). Esta relação ajustou-se a uma curva de regressão exponencial da forma $N = a.e^{b.DD}$, encontrando-se um coeficiente de correlação para média total de adultos com valor negativo de 86,61% e para média de adultos na parte superior e média da planta também com valor negativo de 84,65% (figura 15).

Pelo teste da hipótese sobre o coeficiente de correlação para determinar associação entre as variáveis, segundo CENTENO (1982), encontrou-se ao nível de 1% de probabilidade associação da velocidade do vento a 2 m de altura e do déficit de saturação do ar com a média de adultos nos casos estudados.

Isto não quer dizer que as outras variáveis estudadas não estejam associadas, pois a ação conjunta delas determina as condições do tempo durante o dia, afetando o movimento dos adultos na planta.

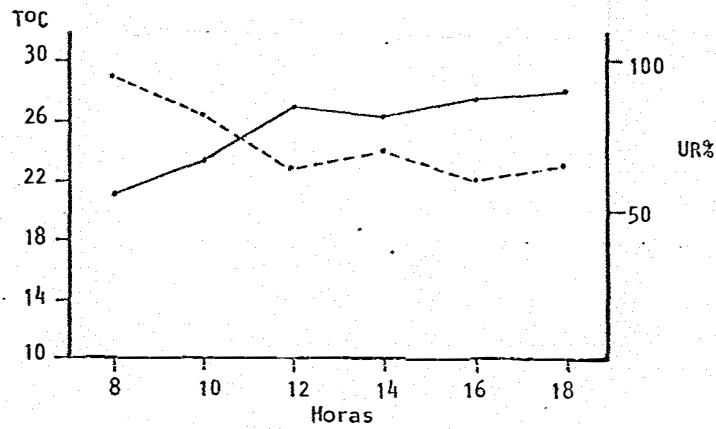
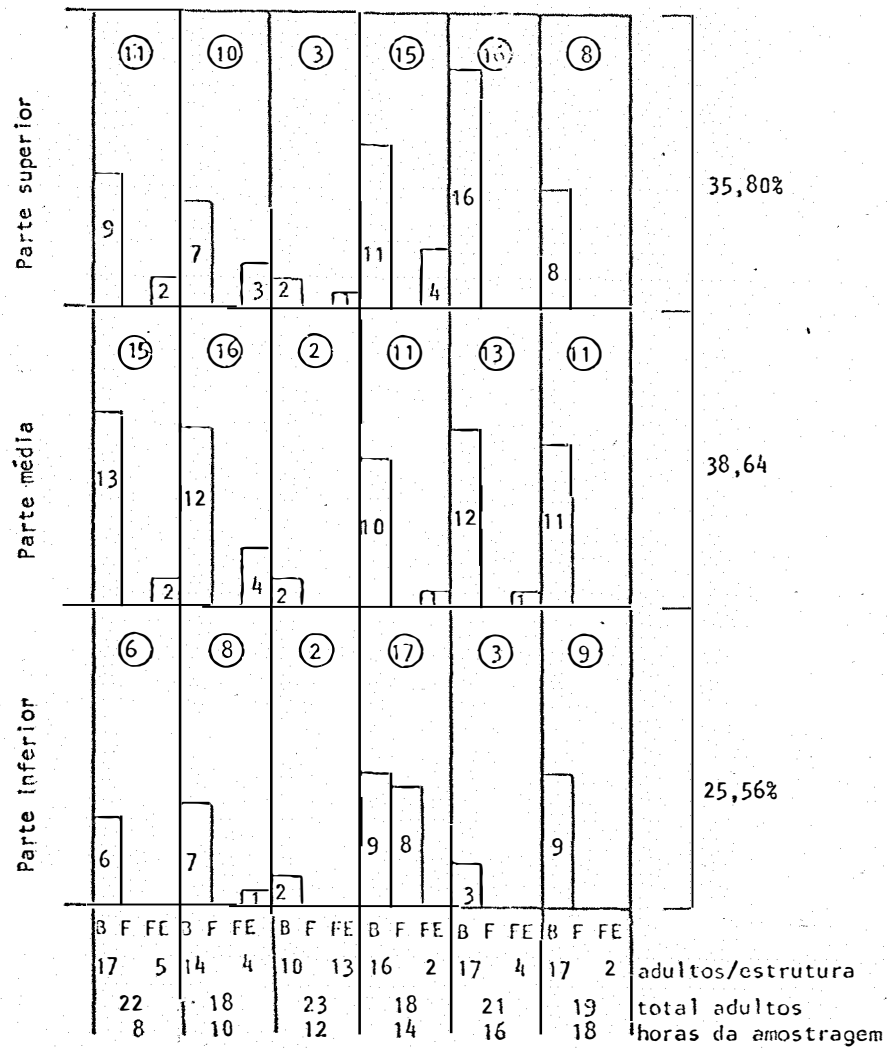


Figura 9 - Adultos de *A. grandis* amostrados por hora/10m lineares, nos botões (B), flores e maçãs (F) e fora das estruturas (FE), nos diferentes estratos da planta e suas porcentagens no dia 10/03/86; como sua relação com a temperatura (—) e UR% (----) sob condições de campo no cultivar IAC-20.

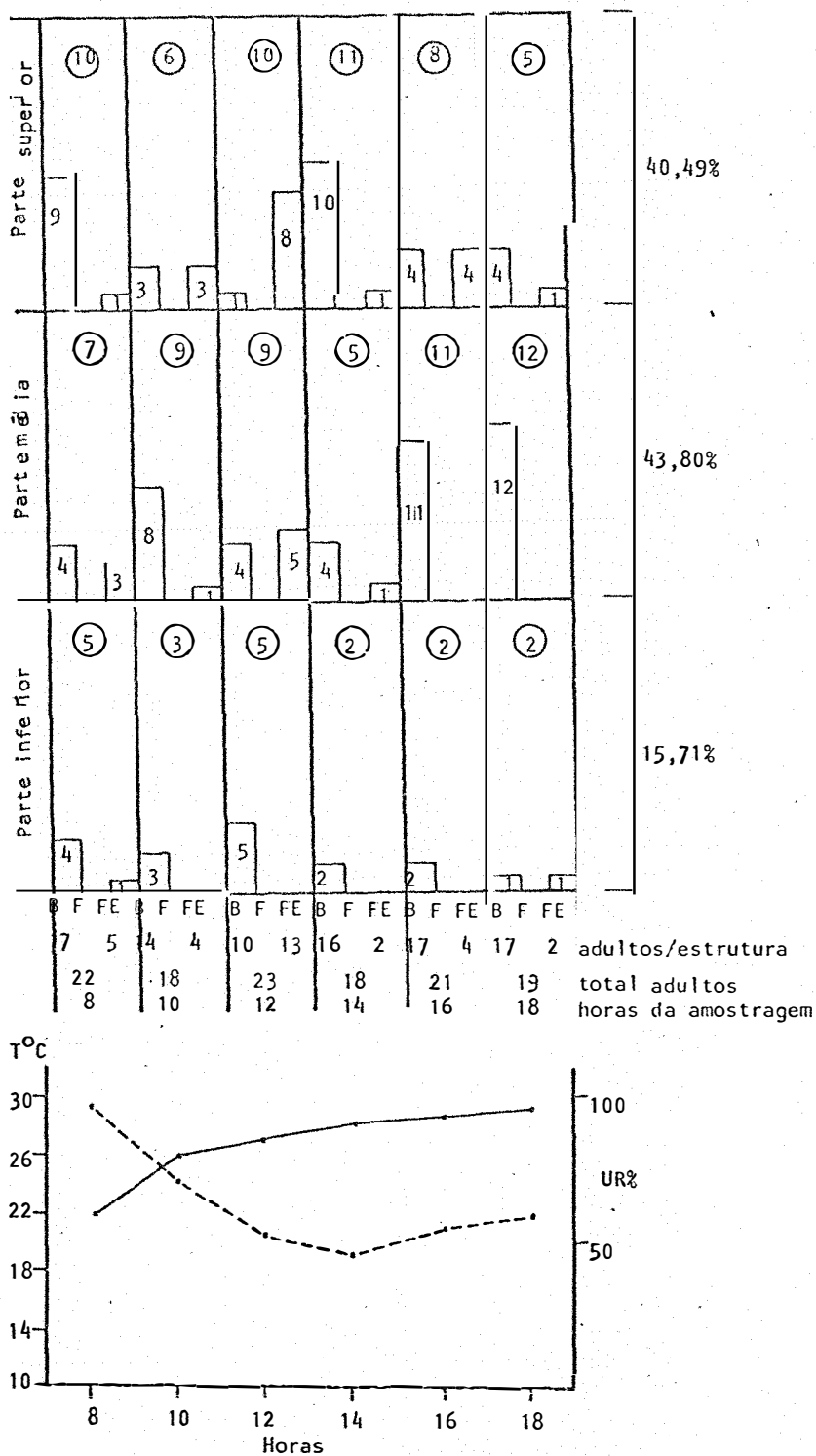


Figura 10 - Adultos de *A. grandis* amostrados por hora/10m lineares, nos botões (B), flores e maçãs (F) e fora das estruturas (FE), nos diferentes estratos da planta e suas porcentagens, no dia 11/03/86, com sua relação com a temperatura (—) e UR% (----) sob condições de campo no cultivar IAC-20.

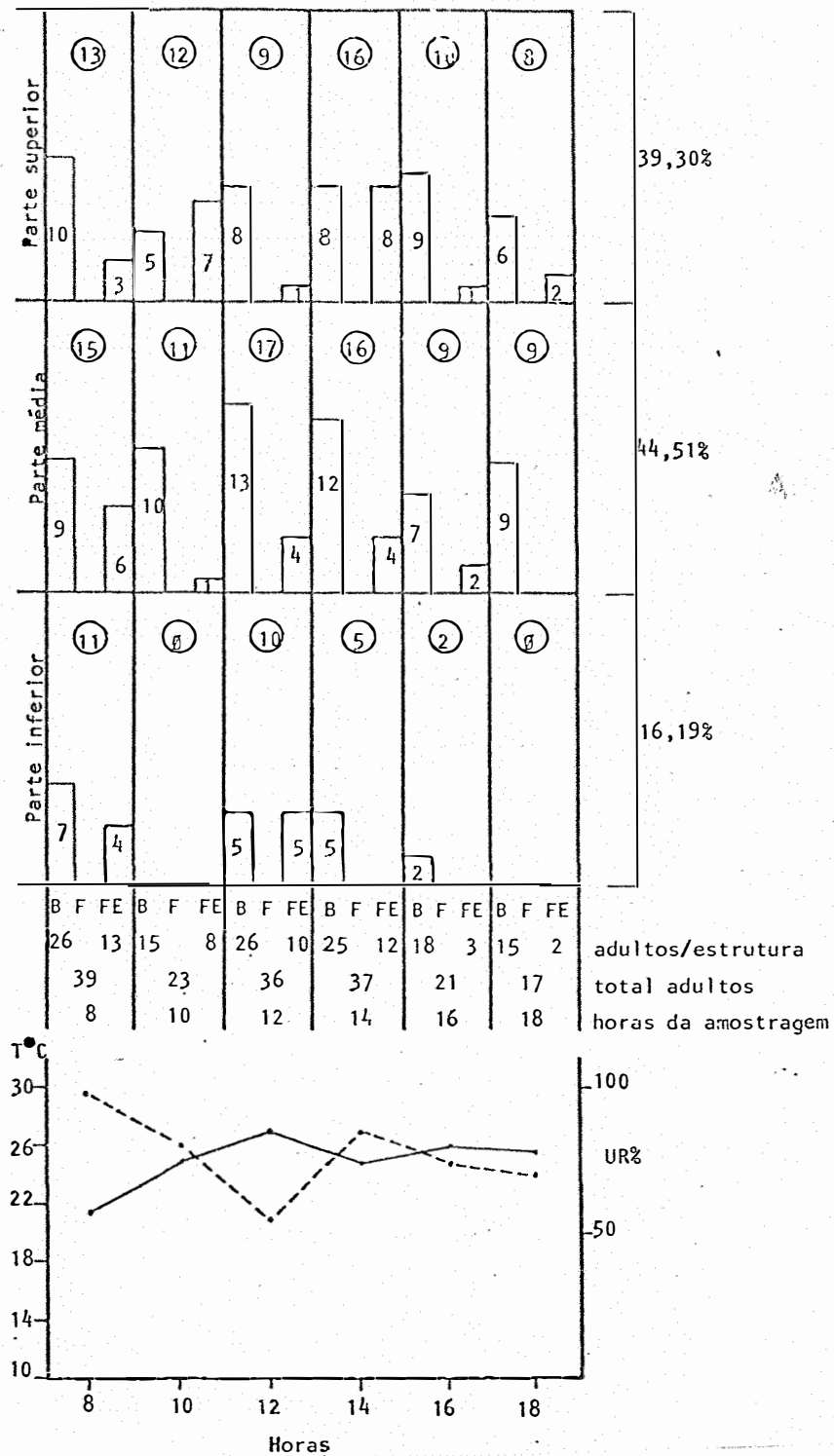


Figura 11 - Adultos de *A. grandis* amostrados por hora/10m lineares, nos botões (B), flores e maçãs (F) e fora das estruturas (FE), nos diferentes estratos da planta e suas porcentagens, no dia 12/03/86, com sua relação com a temperatura (—) e UR% (----) sob condições de campo no cultivar IAC-20.

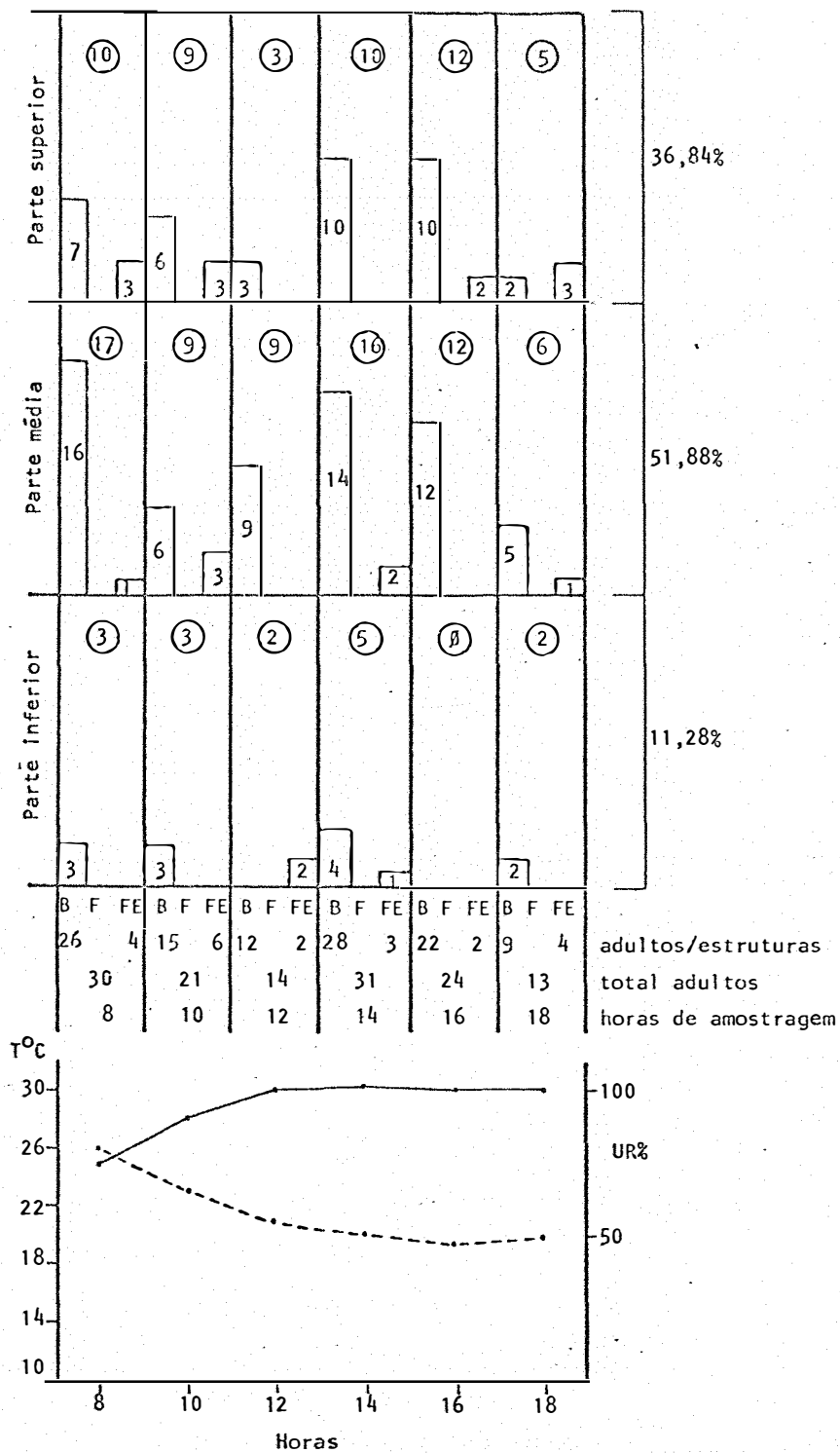


Figura 12 - Adultos de *A. grandis* amostrados por hora/10m lineares, nos botões (B), flores e maçãs (F) e fora das estruturas (FE), nos diferentes estratos da planta e suas porcentagens, no dia 17/03/86, como sua relação com a temperatura (—) e UR% (----) sob condições de campo no cultivar IAC-20.

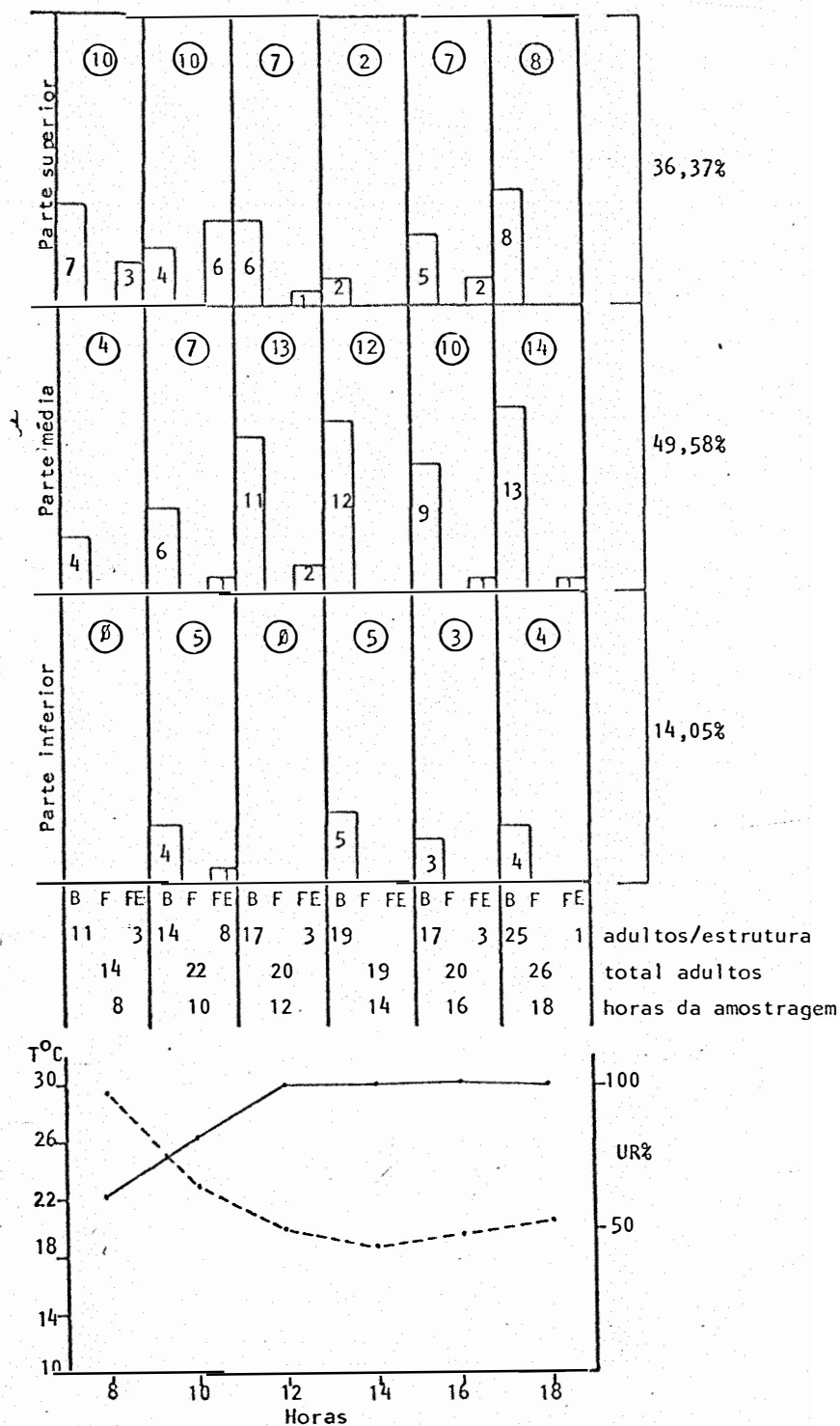


Figura 13 - Adultos de *A. grandis* amostrados por hora/10m lineares, nos botões (B), flores e maçãs (F) e fora das estruturas (FE), nos diferentes estratos da planta e suas porcentagens, no dia 18/03/86, como sua relação com a temperatura (—) e UR% (----) sob condições de campo no cultivar IAC-20.

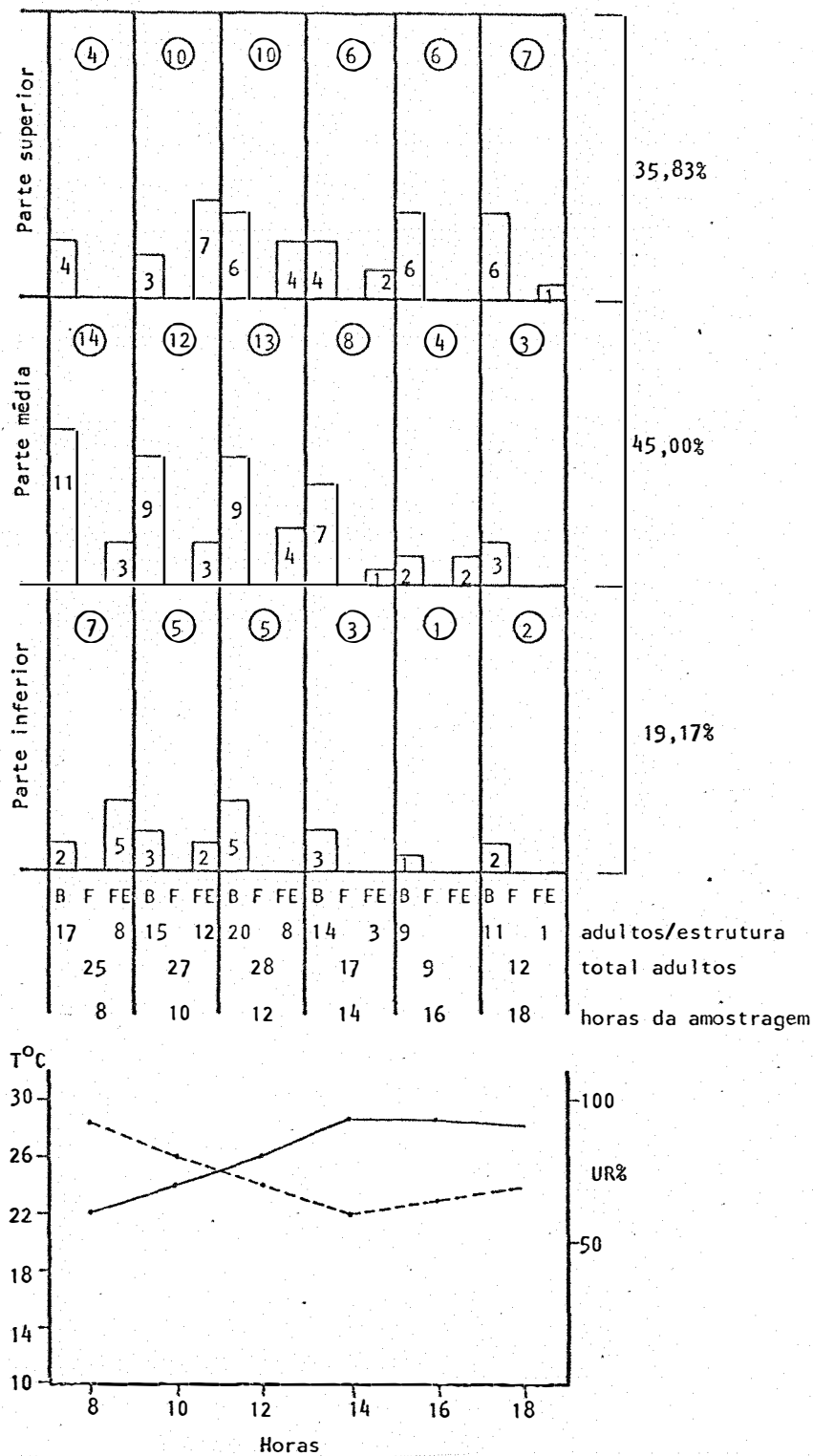


Figura 14 - Adultos de *A. grandis* amostrados por hora/10m lineares, nos botões (B), flores e maçãs (F) e fora das estruturas (FE), nos diferentes estratos da planta e suas porcentagens, no dia 19/03/86, como sua relação com a temperatura (—) e UR% (----) sob condições de campo no cultivar IAC-20.

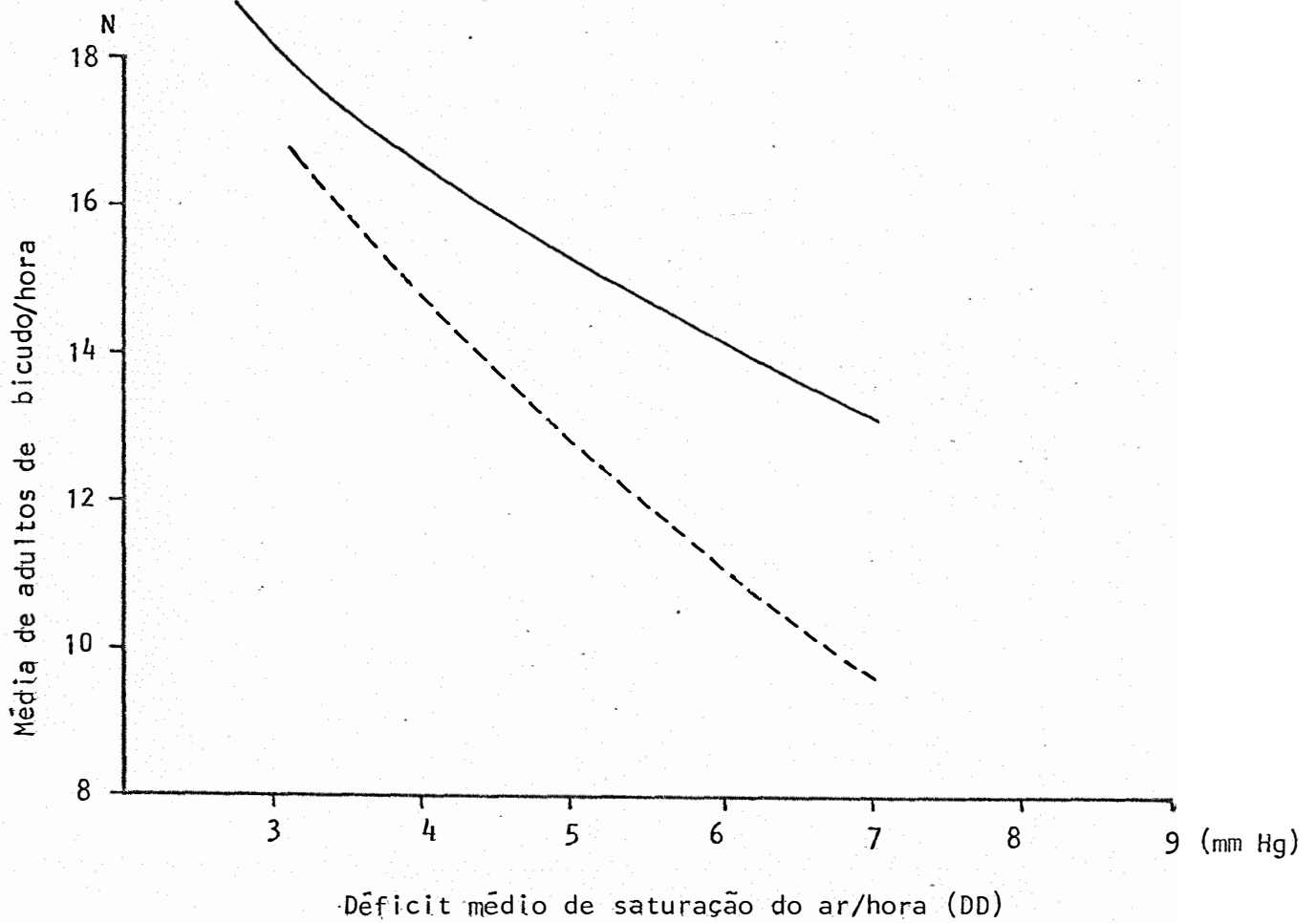


Figura 15 - Relação entre a média total (—) dos adultos de bicudo e a média (---) da parte superior e média da planta com déficit médio de suturação do ar por hora, sob condições de campo no cultivar IAC-20.

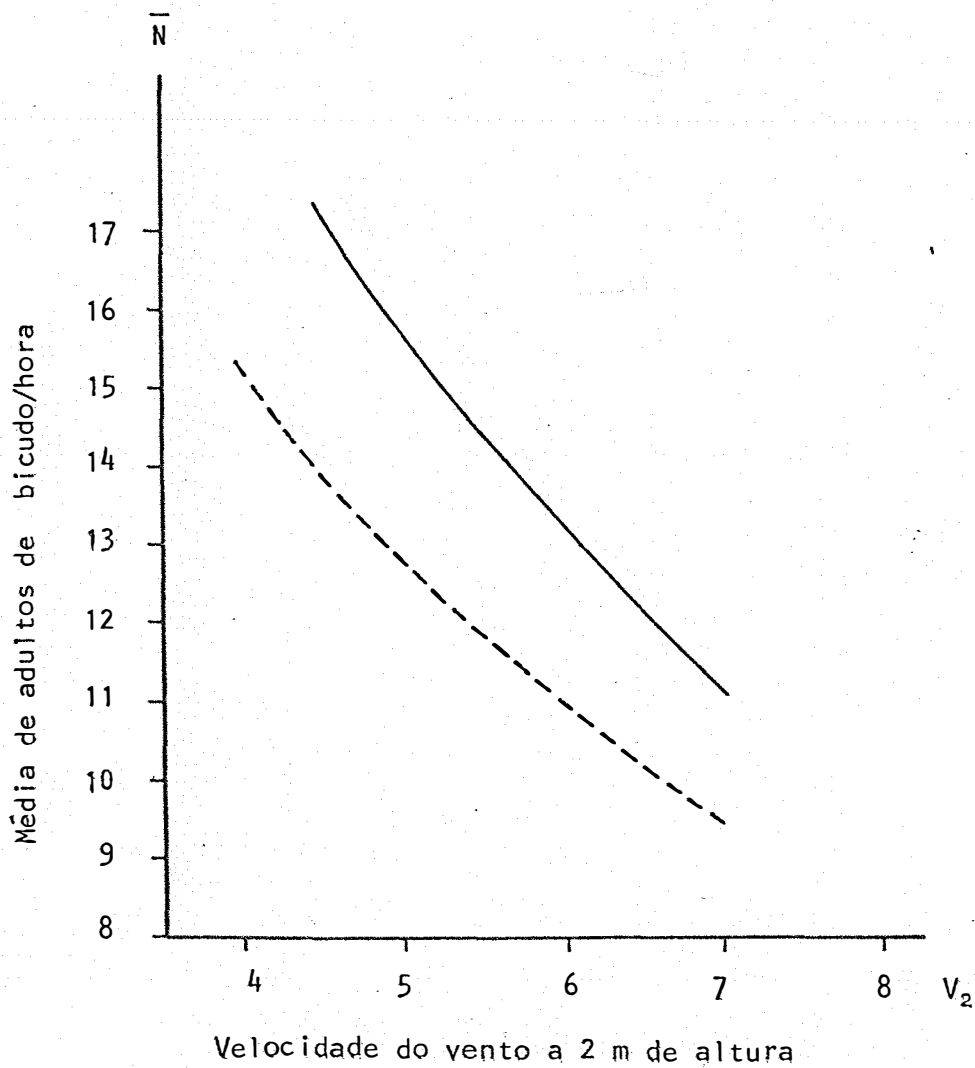


Figura 16 - Relação entre a média de adultos totais (—) e adultos na parte superior mais média (---) da planta com a velocidade do vento a 2m de altura, sob condições de campo no cultivar IAC-20.

4.5.2. BIOENSAIO COM *B. bassiana*

A. Efeito da *B. bassiana* sobre adultos e sua consequência nas estruturas frutíferas da planta

O número de adultos presentes por metro linear, 4 dias após a quarta pulverização, é apresentado na tabela 19.

À dosagem 5×10^{12} conídios/ha observa-se diferença ao nível de 5% de probabilidade entre o número de pulverizações. Na dosagem 10^{12} conídios/ha e no tratamento com inseticida não houve significância entre os diferentes números de pulverizações e a testemunha.

Tabela 19 - Número dos adultos de *A. grandis* por metro linear, 4 dias após a quarta pulverização, no cultivar IAC-20, com diferentes dosagens de *B. bassiana* sob condições de campo.

Número de pulverizações	Dosagens (conídios/ha)		Inseticida ¹⁾
	10^{12}	5×10^{12}	
Testemunha	2,00 a	0,75 b	4,50 a
1	2,25 a	2,00 ab	1,12 a
2	2,00 a	4,00 a	1,50 a
3	2,25 a	0,75 b	1,75 a
4	2,25 a	1,50 ab	4,25 a
CV.	37,27%	32,41%	35,75%

Dados transformados ($\sqrt{x + 0,5}$) para efeito de análise.

¹⁾ Metil parathion na dose de 1,0 litro/ha.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Nos tratamentos com fungo, o número de adultos foi menor que no tratamento com inseticida, e mesmo 14 dias após a quarta pulverização, os adultos presentes nas parcelas com fungo continuaram com número inferior ao do tratamento com inseticida (figura 17).

No tratamento com inseticida observou-se um incremento da população mais acentuado a partir da primeira pulverização, em relação aos tratamentos com o fungo. Isto pode ser devido ao fato de que o inseticida alterou fatores que estavam regulando a população em condições normais, como também à presença de uma maior quantidade de estruturas retidas pela planta.

Analisando-se os dados relacionados com as porcentagens de estruturas danificadas pelo *A. grandis* (tabela 20), nota-se que só no tratamento de 10^{12} conídios/ha de *B. bassiana* houve diferença significativa quanto ao número de pulverizações. Nos demais tratamentos não houve significância estatística entre eles, mas a retenção de botões pela planta foi superior, o que favoreceu aos adultos para sua alimentação e oviposição.

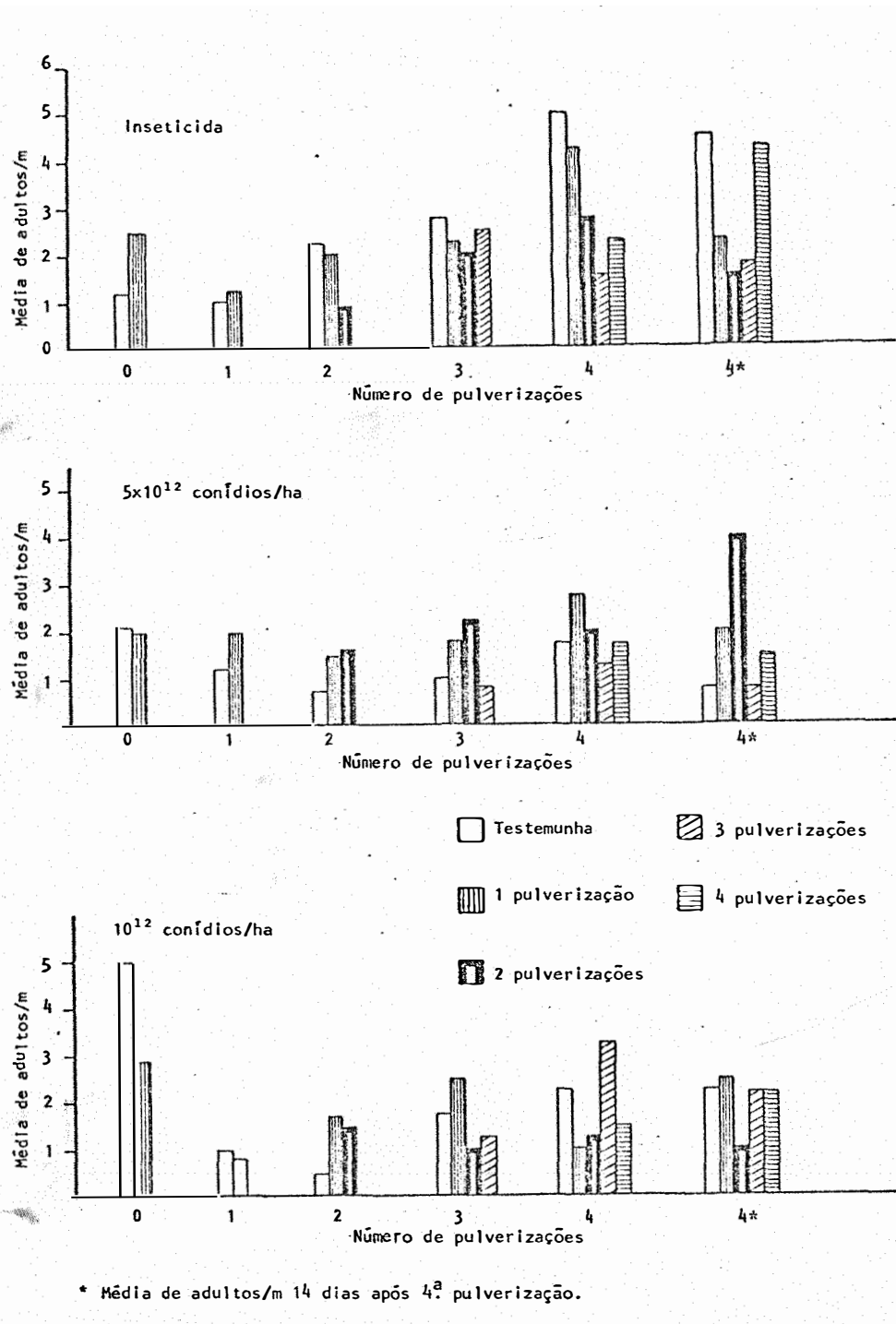


Figura 17 - Número médio de adultos de bicudo/m linear por pulverização, nos diferentes tratamentos, sob condições de campo no cultivar IAC-20.

Tabela 20 - Média das porcentagens de estruturas frutíferas por planta atacada por *A. grandis*, 4 dias após a quarta pulverização nos tratamentos com *B. bassiana*, sob condições de campo no cultivar IAC-20.

Número de pulverizações	Dosagens (conídios/ha)		Inseticida ¹
	10 ¹²	5 x 10 ¹²	
Testemunha	72,17 a	75,80 a	72,75 a
1	58,62 ab	50,10 a	65,08 a
2	69,04 ab	52,31 a	77,50 a
3	63,99 ab	65,42 a	64,42 a
4	36,70 b	59,21 a	62,79 a
CV.	15,26%	12,76%	24,75%

Dados transformados (arco-seno $\sqrt{\%/100}$) para efeito de análise.

¹ Parathion-metílico na dose de 600g de i.a./ha.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na figura 18, observam-se as porcentagens de estruturas frutíferas atacadas pelo bicudo, nos diferentes tratamentos, em relação à testemunha, antes de começar a pulverizar, e no 4º e 14º dias após a quarta pulverização. Na dosagem 5 x 10¹² conídios/ha, 4 dias após a última pulverização, a média geral da porcentagem de estruturas atacadas foi de 25,11% menor que a testemunha e em 10¹² conídios/ha, 20,92%; entretanto, no tratamento com inseticida houve somente uma porcentagem de 6,01% abaixo da testemunha.

Estes resultados mostram que com a dosagem 5x

10^{12} conídios/ha do fungo, obteve-se menor número de adultos de bicudo por parcela e menor porcentagem de estruturas atacadas por planta.

Dos insetos marcados e liberados, uma hora antes das pulverizações, foram observados 15,14% com o fungo na dosagem de 10^{12} conídios/ha e 13,17% na de 5×10^{12} conídios/ha. Isto faz supor que o adulto permanece ~~foram~~ apenas pelo tempo necessário para encontrar uma nova estrutura, dificultando ser atingido diretamente pelo patógeno no momento da pulverização.

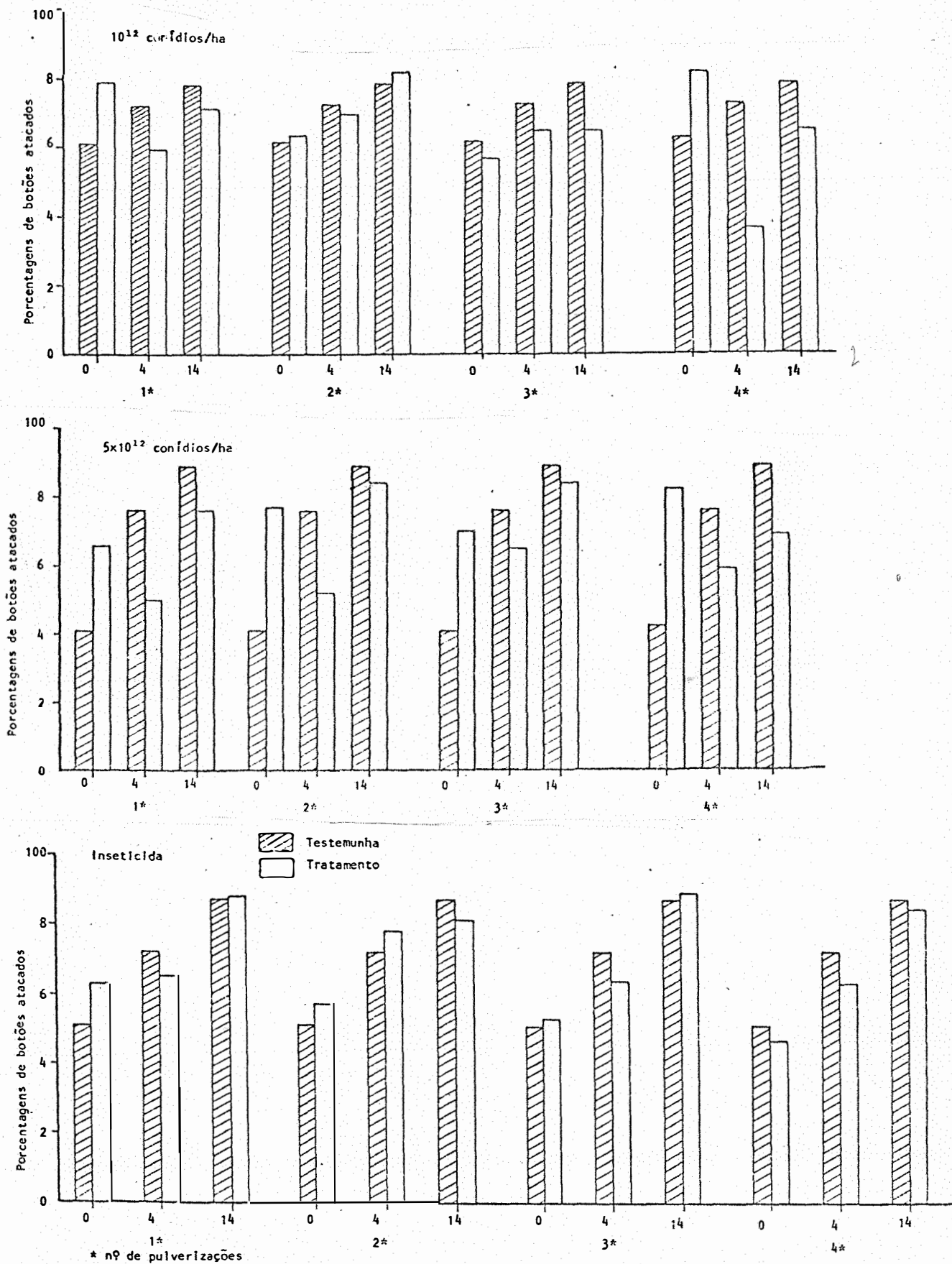


Figura 18 - Porcentagem de botões atacados por *A. grandis* antes, 4 e 14 dias após a 4ª pulverização nos diferentes tratamentos, sob condições de campo no cultivar IAC-20.

B. Porcentagem de mortalidade nos diferentes tratamentos

Na tabela 21 observam-se as porcentagens de mortalidade causadas nos adultos pelo fungo nas diferentes dosagens em cada tratamento (número de pulverizações), assim como a mortalidade de adultos alimentados, no laboratório, com botões e folhas pulverizadas na lavoura.

Analisando-se os resultados, verificou-se que a maior porcentagem total de mortalidade foi na dosagem 5×10^{12} conídios/ha nas suas diferentes pulverizações, e a maior eficiência no controle dos adultos coletados do campo foi nas parcelas com duas pulverizações. Na dosagem 10^{12} conídios/ha só obteve-se 20% de mortalidade nas parcelas com uma pulverização.

Registrou-se maior mortalidade nos adultos alimentados com folhas das plantas pulverizadas com a dosagem 5×10^{12} conídios/ha do fungo do que em 10^{12} conídios/ha, onde observou-se mortalidades de 12 e 4%, respectivamente.

Tabela 21 - Porcentagem total de mortalidade de *A. grandis* causada por *B. bassiana* pulverizada no campo e em adultos alimentados no laboratório, após 29 dias de contato com a fonte de inóculo, com estruturas de plantas contaminadas no campo.

Dosagem (conídios/ha)		Número de pulverizações			
		1	2	3	4
10^{12}	A	20,00	4,80	5,38	1,16
	B	12,00	12,00	12,00	4,00
	C	0,00	4,00	8,00	4,00
5×10^{12}	A	12,30	28,80	10,00	6,60
	B	12,00	4,00	24,00	20,00
	C	4,00	8,00	4,00	4,00

- A. Mortalidade em adultos coletados no campo.
 B. Mortalidade em adultos sadios alimentados, no laboratório, com folhas pulverizadas com fungo no campo.
 C. Mortalidade em adultos sadios alimentados, no laboratório, com botões florais pulverizados com fungo no campo.

C. Tempo médio para *B. bassiana* matar adultos de *A. grandis* quando pulverizado no campo

A média do tempo em dias necessária para o fungo matar tanto os insetos coletados no campo e alimentados com botões sem fungo como os alimentados com material contaminado no campo, é apresentada na tabela 22.

Tabela 22 - Média em dias do tempo utilizado por *B. bassiana* para matar adultos de *A. grandis* com e sem inóculo adquirido no campo, após as diferentes pulverizações no cultivar IAC-20.

Dosagem (conídios/ha)	Adultos contaminados em alimento sadio		Adultos sadios em alimento contaminado	
	\bar{x}	Desvio padrão	\bar{x}	Desvio padrão
10^{12}	15,69	± 2,51	14,13	± 2,08
5×10^{12}	14,13	± 2,08	13,63	± 2,25

O menor tempo necessário para o patógeno matar os adultos no campo foi obtido na dosagem de 5×10^{12} conídios/ha e que correspondeu a 14,13 dias (tabela 22). Este fato é pouco promissor do ponto de vista de controle, já que segundo DAXL e HERNANDEZ (1977), um adulto de bicudo pode danificar em média 3,2 estruturas frutíferas por dia no campo.

Quando adultos sadios foram alimentados, no laboratório, com folhas e botões contaminados no campo, a média do tempo foi inferior em 1 dia à dos adultos das parcelas pulverizadas. Esta diferença deve-se ao fato de que em condições ambientais de laboratório sempre constantes, o fungo uma vez iniciado o processo de infecção pode continuar o seu desenvolvimento, o que não acontece no campo, onde tanto o inseto como o fungo estão sujeitos às mudanças dos fatores abióticos, ocasionando maior ou menor velocidade no seu desenvolvimento.

Na figura 19 observa-se que nos adultos coletados no campo após a pulverização com o fungo, o tempo necessário para ocorrer mortalidade apresentou um intervalo de variação entre 8 e 26 dias na dosagem 10^{12} conídios/ha superior à encontrada para 5×10^{12} conídios/ha; caso contrário, observa-se quando os adultos sadios são alimentados com material pulverizado com o fungo no campo.

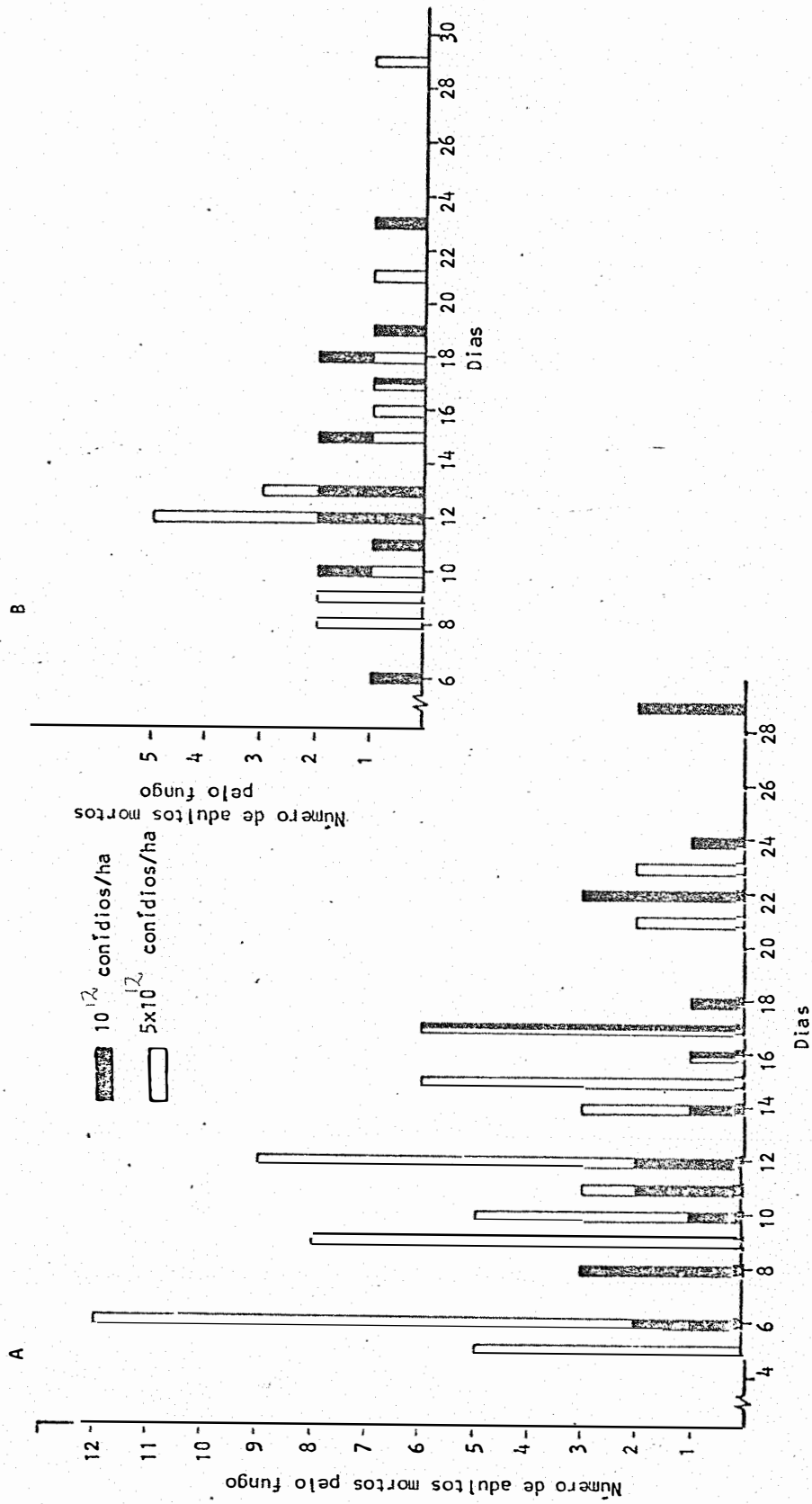


Figura 19 - Mortalidade de adultos de *A. grandis* causada por *B. bassiana* em relação com o tempo quando os adultos foram contaminados no campo (A) e quando contaminados no laboratório com material de plantas pulverizadas com o fungo (B) no campo.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa com *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, pode-se concluir que:

- . Os períodos de incubação e pupal são menores no campo do que no laboratório, ocorrendo o inverso com o período larval.
- . O número de ínstars é constante e igual a 3.
- . A duração do período ovo-adulto no campo é 2,6 dias maior do que no laboratório.
- . A viabilidade do período ovo-adulto é menor no campo do que no laboratório.
- . A maior taxa de oviposição ocorre nos primeiros 25 dias

de idade.

- . A taxa líquida de reprodução para *A. grandis*, sob condições de laboratório, é de 15,9.
- . A constante térmica para os períodos de ovo, pupa e ovo-adulto são: 47,73GD; 102,75GD e 236,76GD, respectivamente.
- . Ocorre maior população de *A. grandis* na planta quando a velocidade do vento e temperatura são menores.
- . Nos dias com céu nublado encontra-se maior número de adultos no terço médio e superior da planta.
- . *Beauveria bassiana* ocasiona alongamento no período de pré-oviposição, diminuição no período de oviposição e no número de ovos colocados por fêmea.
- . A fertilidade dos ovos colocados por fêmeas infectadas pelo patógeno não é afetada.
- . O efeito do fungo é mais rápido nas fêmeas do que nos machos.
- . Dosagens acima de 10^7 conídios/ml ocasionam mais de 50% de mortalidade nos adultos, sob condições de laboratório.
- . *B. bassiana* pulverizada na cultura não protege as estruturas frutíferas da planta do ataque do bicudo.
- . As diferentes pulverizações de *B. bassiana* não quebram o

ciclo de *A. grandis* no campo.

- . O fungo no campo provoca um máximo de 28,8% de mortalidade nos adultos.
- . O tempo necessário para *B. bassiana* matar os adultos de *A. grandis* é maior no campo do que no laboratório.
- . O menor tempo de exposição do adulto ao fungo, pela alta permanência dentro das estruturas frutíferas, faz o controle por patógenos muito difícil.

6. LITERATURA CITADA

ALVES, S.B.; C.B.J. JARAMILLO e S. SILVEIRA NETO, 1986. Patogenicidade da *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolado 61 ao bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 10. Rio de Janeiro, RJ. Resumos. p. 186.

ANDRADE, C.F.S.; PIEROZZI Jr., J. e HABIB, M.E.M., 1984. Ocorrência natural de doenças infecciosas em populações de "bicudo", *Anthonomus grandis* Boheman, 1843. In: IX Congresso Brasileiro de Entomologia, Londrina. Resumos. p. 154

- BARBOSA, S.; R. BRAGA SOBRINHO; M.J. LUKEFAHR e O.G. BEINGOLEA, 1983. Relatório sobre a ocorrência do bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, "Boll Weevil", no Brasil e recomendações para sua erradicação. Campina, Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 12p.
- BARIOLA, L.A., 1985. Longevity and reproduction of overwintered boll weevils (*Anthonomus grandis*) on cotton and alternate hosts. Southwest. Entomol., 9(3): 253-256, 1984.
In: Biol. Abstr. 79(4): 29939.
- BELL, M.R. e R.E. McLAUGHLIN, 1970. Influence of the protozoan *Mattesia grandis* McLaughlin on the toxicity to the boll weevil of four insecticides. J. Econ. Entomol. Menasha, 63(1): 266-269.
- BELL, H.R., 1983. Microbial agents. In: RIDGWAY, R.L., E. P. LLOYD e W.H. CROSS, editores. Cotton insect management with special reference to the Boll Weevil. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, nº 589. p. 129-151.
- BONHAM, C.D. e R.E. FYE, 1971. A empirical model for predicting boll weevil distribution on cotton plants. J. Econ. Entomol. Menasha, 64: 539-540.

- BRAGA SOBRINHO, R. e M.J. LUKEFAHR, 1983. Bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman): nova ameaça à cotonicultura brasileira - biologia e controle. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA. 32p. (Documentos, 22).
- CENTENO, A.J., 1982. Curso de estatística aplicada à biologia. Goiânia, Ed. Universidade Federal de Goiás. 188p.
- CHARLES, L.C. e P.L. ADKISSON, 1982a. Effects of constant and variable temperature regimens on the survival and rate of increase of the boll weevil (*A. grandis*) Southwest. Entomol., 7(1): 50-55, 1982. In: Abstr. Entomol. 13(10): 47216.
- CHARLES, L.C. e P.L. ADKISSON, 1982b. Life history and fecundity of the boll weevil (*A. grandis*) reared in constant and variable temperature regimens. Southwest. Entomol. 6(4): 298-302, 1981. In: Abstr. Entomol. 13(10): 47215.
- COAKLEY, J.M.; F.G. MAXWELL e J.N. MENKINS, 1969. Influence of feeding, oviposition and egg and larval development of the boll weevil and abscission of cotton square. J. Econ. Entomol., Menasha, 62: 244-245.

COOKE, F.T. Jr. e D.W. PARVIN Jr., 1983. The cost of insecticides used on cotton in the United States. In: RIDGWAY, R.L., E.P. LLOYD e W.H. CROSS, editores. Cotton insect management with special reference to the Boll Weevil. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook n° 589, p. 29-52.

CROSS, W.H., 1973. Biology, control and eradication of the boll weevil. Ann. Rev. Entomol. Palo alto, 18: 17-46.

CROSS, W.H.; M.J. LUKEFAHR; P.A. FRYXELL e H.R. BURKE, 1975. Host plants of the boll weevil. Envir. Entomol. College Park, 4: 19-26.

CROSS, W.H., 1983. Ecology of cotton insects with special reference to the boll weevil. In: RIDGWAY, R.L.; E.P. LLOYD e W.H. CROSS, editores. Cotton insect management with special reference to the boll weevil. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, n° 589. p. 53-69.

CURRY, G.L.; J.R. CATE e P.J.H. SHARPE, 1982. Cotton bud drying: contributions to boll weevil mortality. Envir. Entomol. College Park, 11(2): 344-350.

DAVY, J. e W.L. STERLING, 1978a. Rate and thresholds of boll weevil (*Anthonomus grandis grandis*) Locomotory activity in response to temperature. Envir. Entomol. College Park, 8(5): 874-878.

DAVY, J. e W.L. STERLING, 1978b. Temperature thresholds for spring emergence and flight of the boll weevil (*Anthonomus grandis grandis*). Envir. Entomol. College Park, 8(6): 1118-1122.

DAXL, R. e J. HERNANDEZ, 1977. *Anthonomus grandis* (var. interm.) Boh.. Biologia con relación a niveles económicos de daño permisible en algodón. In: Sexto Seminario Técnico sobre el Cultivo del Algodonero. Managua, Nicaragua. p. 13-40.

EARLE, N.W., 1980. Heat-induced paralysis in the adult boll weevil: Effects on reproduction and longevity. Envir. Entomol. College Park, 9(3): 309-310.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1985. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Cultura do algodoeiro em áreas infestadas pelo bicudo. Campina Grande. 17p. (Circular técnica, 11).

FYE, R.E.; R. PATANA e W.C. MCADA, 1969. Development periods for boll weevils reared at several constant and fluctuating temperatures. J. Econ. Entomol. Menasha, 62(6): 1402-1405.

FYE, R.E. e C.D. BONHAM, 1970. Analysis of populations of the boll weevil in one acre of cotton at Florence, South Carolina, in 1957-59. J. Econ. Entomol. Menasha, 63: 1505-1510.

GABRIEL, D. e R. da S. TANCINI, 1986. Estudos de biologia do *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) no laboratório. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 10. Rio de Janeiro, RJ. Resumos. p.97.

GAST, R.T., 1966. Control of four diseases of laboratory-reared boll weevils. J. Econ. Entomol. Menasha, 59(4): 793-797.

GILLILAND, F.R. Jr. e C.E. McCOY, 1969. The behavior of newly emerged boll weevils. Ann. Entomol. Soc. Am. College Park, 62(3): 602-605.

GRIFFIN, J.G.; J. ROBERSON e O.L. MALONE, 1980. Boll weevil development in mass rearing: Effects of temperature. Envir. Entomol. College Park, 9(1): 72-74.

GUERRA, A.A., 1984. Daily attractive response patterns of boll weevils (*Anthonomus grandis grandis*) to grandluxe traps in the Lower-Rio Grande Valley of Texas (USA). Southeast. Entomol. 8(4): 252-258, 1983. In: Abstr. Entomol. 15(7): 2192.

HABIB, M.E.M. e W.D. FERNANDEZ, 1983. *Anthonomus grandis* Boheman (Curculionidae) já está na lavoura algodoeira do Brasil. Revista de Agricultura, Piracicaba, 58(1/2): 74.

HABIB, M.E.M.; W.D. FERNANDEZ; A. FAVARO Jr. e C.F.S. ANDRADE, 1984. Avaliação da eficiência de três inseticidas químicos no combate ao bicudo *Anthonomus grandis* Boheman, 1843, em condições de campo. Revista de Agricultura, Piracicaba, 59(2): 137-144.

HABIB, M.E.M.; W.D. FERNANDEZ; A. FAVARO Jr. e C.F.S. ANDRADE, 1984. Eficiência do feromônio de agregação e inseticidas químicos no combate ao bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Col., Curculionidae). Revista de Agricultura, Piracicaba, 59(3): 239-251.

HADDAD, M.L. e J.P.P. PARRA, 1984. Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo de insetos. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 12 p. [Boletim da Série Agricultura e Desenvolvimento].

HARDEE, D.D.; E.B. MITCHELL e P.M. HUDDLESTON, 1966. Effect of age, nutrition, sex, and time of day on response of boll weevil to an attractant from cotton. Ann. Entomol. Soc. Am. College Park, 59(5): 1024-1025.

HARRIS, F.A.; E.P. LLOYD e D.N. BAKER, 1966. Effect of the fall environment on the boll weevil in Northeast Mississippi. J. Econ. Entomol. Menasha, 59(6): 1327-1330.

HOPKINS, A.R.; H.M. TAFT e W. JAMES, 1969. Life history of the boll weevil in field cages. J. Econ. Entomol. Menasha, 62(4): 964-965.

JARAMILLO, C.B.J. e S.B. ALVES, 1986. Patogenicidade do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., isolado SPL-255 ao bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 10. Rio de Janeiro, RJ. Resumos. p. 199.

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

LOPES DA SILVA, A., 1980. Goiás, o Estado que mais sofreu com as pulverizações abusivas. Agropecuária, São Paulo, 2(21): 45p.

LLOYD, E.P. e M.E. MERKL, 1966. A field-cage study of population dynamics of the boll weevil. J. Econ. Entomol., Menasha, 59(1): 83-86.

McLAUGHLIN, R.E., 1962. Infectivity tests with *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on *Anthonomus grandis* Boheman. J. Ins. Pathol., New York, 1: 386-388.

McLAUGHLIN, R.E., 1965. *Mattesia grandis* n.sp., a sporozoan pathogen of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman. J. Protozool., Lawrence, 12: 405-413.

McLAUGHLIN, R.E., 1969. *Glugea gasti* n.sp., a microsporidion pathogen of the boll weevil *Anthonomus grandis*. J. Protozool., Lawrence, 16: 84-92.

McLAUGHLIN, R.E. e M.R. BELL, 1970. Mass production *in vivo* of two protozoan pathogens, *Mattesia grandis* and *Glugea gastii*, of the boll weevil, *Anthonomus grandis*. J. Inver. Pathol., New York, 16: 84-88.

McLAUGHLIN, R.E.; M.R. BELL e S.D. VEAL, 1966. Bacteria and fungi associated with dead boll weevil (*Anthonomus grandis*) in a natural population. J. Inver. Pathol., New York, 8: 401-408.

McLAUGHLIN, R.E.; R.J. DAUM e M.R. BELL, 1968. Development of the bait principle for boll-weevil control. III. Field cage tests with a feeding stimulant and the protozoans *Mattesia grandis* (Neogregarinida) and a Microsporidian. J. Inver. Pathol., New York, 12: 168-174.

McLAUGHLIN, R.E. e J.C. KELLER, 1964. Antibiotic control of an Epizootic caused by *Serratia marcescens* Bizio in the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman. J. Ins. Pathol., New York, 6: 481-485.

McLAUGHLIN, R.E.; H.A. SCOTT e M.R. BELL, 1972. Infection of the boll weevil by *Chilo* irridescent virus. J. Inver. Pathol., New York, 19: 285-290.

MITCHELL, E.R. e W.J. MISTRIC Jr., 1965. Concepts of popula
tion dynamics and estimation of boll weevil populations.
J. Econ. Entomol. Menasha, 58(4): 757-763.

NAKANO, O.; S. SILVEIRA NETO e R.A. ZUCCHI, 1981. Entomolo-
gia econômica. São Paulo, Ed. Ceres. 314p.

OURTH, D.D. e D.L. SMALLEY, 1980. Phagocytic and humeral im
munity of the adult cotton boll weevil, *Anthonomus gran-*
dis (Coleoptera, Curculionidae), to *Serratia marcescens*.
J. Inver. Pathol., New York, 36: 104-112.

PAIVA CASTRO, L.M.C. de A.; A. BATISTA FILHO e B. P. BASTOS
CRUZ, 1984. Ocorrência do fungo *Beauveria* sp. patogênico
ao "bicudo" do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) na
região de Campinas, Estado de São Paulo. Biológico, São
Paulo, 50(3): 65-68.

PARROT, W.L.; J.N. JENKINS e W.T. BUFORD, 1970. Instars and
duration of stadia of boll weevil larvae. Ann. Entomol.
Soc. Am. College Park, 63: 1265-1267.

PRICE, P.W., 1975. Insect ecology. London. Ed. John Willey
& Sons. 514p.

- ROACH, S.H., 1973. Developmental changes in the voil weevil, *Anthonomus grandis*, studied with time-lapse photography. Ann. Entomol. Soc. Am. College Park, 66(1): 24-27.
- ROACH, S.H.; J.E. LEGGETT e F. MOORE, 1984. Oviposition and survival of migrating boll weevils environmental holding conditions. Ann. Entomol. Soc. Am. College Park, 77(4) : 417-422.
- SCHWARTZ, P.H., 1983. Losses in yield of cotton due to insects. In: RIDGWAY, R.L.; E.P. LLOYD e W.H. CROSS, editores. Cotton insect management with special reference to the boll weevil. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook n° 589, p. 329-356.
- SGRILLO, R.B., 1982. A distribuição de weibull como modelo de sobrevivência de insetos. Ecossistema. Espírito Santo do Pinhal, 7: 9-13.
- SILVEIRA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN e N.A. VILLA NOVA, 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ed. Ceres. 419p.
- SLATTEN, B.H. e A.D. LARSON, 1967. Mechanism of pathogenicity of *Serratia marcescens*. I. Virulence for the adult boll weevil. J. Inver. Pathol., New York, 9: 78-81

- STERLING, W.L.R. e P.L. ADKISSON, 1970. Seasonal rates of increase for a population of the boll weevil, *Anthonomus grandis*, in the High and Rolling Plains of Texas. Ann. Entomol. Soc. Am. College Park, 63(6): 1696-1700.
- TAYLOR, R.C.; G.A. CARLSON; F.T. COOKE Jr.; K.H. REICHELDERFER e I.R. STARBIRD, 1983. Aggregate economic effects of alternative boll weevil management strategies. Agr.Econ. Res. Washington, 35(2): 19-28.
- VILLACORTA, A.; A.P. GUTIERREZ; W.I. dos SANTOS e M.A. PIZZA MIGLIO, 1984. Modelo de simulação do algodoeiro variedade IAC-17, básico para acoplar o modelo do bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 9. Londrina, PR. Resumos. p. 298.
- WALKER, J.K.; J.R. GANNAWAY e G.A. NILES, 1977. Age distribution of cotton bolls and damage from the boll weevil. J. Econ. Entomol. Menasha, 70(1). 5-8.