

# PERÍODO DE EMERGÊNCIA E MORTALIDADE NATURAL DO BICUDO-DO-ALGODOEIRO<sup>1</sup>

FRANCISCO DE SOUSA RAMALHO<sup>2</sup> e JOSÉ ROBERTO BEZERRA SILVA<sup>3</sup>

**RESUMO** - Foram estudados o período de emergência dos adultos e a mortalidade natural das formas jovens e adultas em pré-emergência do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman), na Fazenda Várzea Alegre, município de Ingá, PB, durante os anos agrícolas de 1989 e 1990. Cada unidade experimental foi composta de uma gaiola de emergência, contendo 200 e 400 botões florais, apresentando orifício de oviposição, com brácteas abertas e amarelas, nos anos de 1989 e 1990, respectivamente. Os dados evidenciaram que: (1) a emergência de adultos do bicudo-do-algodoeiro ocorre das 6:00 às 16:00 horas, com um pico significativo das 7:00 às 10:00 horas; (2) a mortalidade real do *A. grandis* é de 35,05%; (3) dessecação, parasitismo e predação são as causas que contribuem com maior intensidade na mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro, dentro do botão floral; e (4) a mortalidade natural do *A. grandis* é mais alta na fase de larva.

Termos para indexação: insetos, *Anthonomus grandis*, parasitismo, predação, inviabilidade de ovo.

## TIME OF THE ADULT EMERGENCE AND NATURAL MORTALITY OF THE COTTON BOLL WEEVIL

**ABSTRACT** - The time of the adult emergence and the natural mortality of the eggs, larvae, pupae and pre-emergent adults of the boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) were studied in the "Várzea Alegre" Farm at Ingá, PB, Brazil, in 1989 and 1990 cotton seasons. Each experimental unit consisted of one emergence cage. Two hundred and four hundred damaged squares (with egg punctures) with open and yellow bracteas in 1989 and 1990 seasons, respectively, were placed on the soil surface under the emergence cage. The study showed that: (1) the emergence of boll weevil adults occurs from 6:00 up to 16:00 hours, with a significant peak from 7:00 up to 10:00 hours, (2) the real mortality of the boll weevil is 35.05%, (3) desiccation, parasitism and predation are the most important causes of the boll weevil mortality within cotton squares, and (4) the natural mortality of the *A. grandis* is highest in the larval fase.

Index terms: insects, *Anthonomus grandis*, parasitism, predation, desiccation, egg inviability.

## INTRODUÇÃO

O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) é uma das principais pragas do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) no Nordeste do Brasil (Ramalho & Jesus 1989; Ramalho et al. 1989; Ramalho & Gonzaga 1992).

O controle emergencial dessa praga é feito através do uso de produtos químicos, adotando-se o nível de controle, isto é, o inseticida é aplicado no momento em que 10% dos botões florais estiverem com orifício de oviposição (Ramalho & Jesus 1989; Ramalho et al. 1990).

Trabalhos realizados por Ramalho & Jesus (1988), Ramalho & Jesus (1989), Ramalho & Gonzaga (1990), Ramalho et al. (1990), Ramalho & Gonzaga (1992) e Ramalho et al. (1992) evidenciaram que a redução de dosagens e o conhecimento do local específico na planta a ser dirigido o inseticida em relação ao comportamento do

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 15 de abril de 1993.

Pesquisa financiada pela Fundação Banco do Brasil e CNPq.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., EMBRAPA/EMEPa-PB, Caixa Postal 02, CEP 58100-970 Campina Grande, PB.

<sup>3</sup> Téc.-Agr., Auxiliar de Pesquisa junto à EMEPA-PB.

bicudo, são passos importantes para se obter sucesso em programas de manejo da praga. Sabe-se que adultos do bicudo com três dias de idade são mais suscetíveis a inseticidas do que os com sete dias de idade (Teague et al. 1983). Então, adultos do bicudo recém-emergidos provavelmente serão mais vulneráveis aos produtos químicos do que adultos que estão se aproximando do final do ciclo de sua vida (Beckham 1963).

Pesquisadores dos Estados Unidos da América do Norte têm quantificado a sobrevivência do bicudo em botões florais atacados e caídos ao solo. Hunter & Hinds (1905), durante três anos de estudo, concluíram que apenas 39% dos botões florais com orifícios de oviposição que caem ao solo dão origem a formas adultas do bicudo, ocorrendo uma mortalidade natural de 61%. As causas de mortalidade natural do bicudo dentro dos botões florais são identificadas como: dessecação (alta temperatura e baixa umidade do solo), parasitismo, predação, doença e inviabilidade de ovo (Hunter & Hinds 1905; Hinds 1907a, 1907b; Sanderson 1907; Pierce 1908; Pierce 1911; Pierce et al. 1912; Fenton & Dunnam 1929; Isely 1932; Smith 1936; Fye & Bonham 1970; Demichele et al. 1976; Meinke & Slosser 1982; Sturm & Sterling 1990; Ramalho et al. 1993).

Com base no exposto, o conhecimento do período do dia em que a emergência de adultos do bicudo ocorre com maior intensidade é de suma importância, pois permitirá que se obtenha maior eficiência biológica, econômica e ecológica dos produtos químicos e biológicos utilizados contra essa praga.

Pretendeu-se, com a pesquisa, determinar o período de emergência de adultos do bicudo, provenientes de botões florais da cultivar de algodão herbáceo (*G. hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) CNPA Precoce 1, bem como a sobrevivência das diferentes fases de desenvolvimento do bicudo, usando-se tabelas de vida para identificar a mortalidade indispensável e o poder letal das causas de mortalidade natural que ocorrem dentro dos botões florais.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Várzea Ale-

gre, município de Ingá, Paraíba, durante os anos agrícolas de 1989 e 1990.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 13 tratamentos (período do dia): (1) 6:00 - 7:00, (2) 7:00 - 8:00, (3) 8:00 - 9:00, (4) 9:00 - 10:00, (5) 10:00 - 11:00, (6) 11:00 - 12:00, (7) 12:00 - 13:00, (8) 13:00 - 14:00, (9) 14:00 - 15:00, (10) 15:00 - 16:00, (11) 16:00 - 17:00, (12) 17:00 - 18:00 e (13) 18:00 - 6:00, distribuídos em cinco repetições. A unidade experimental foi constituída de uma gaiola de emergência (saída de adultos vivos do bicudo de dentro dos botões florais), com as seguintes dimensões: 16 cm de altura, 16,5 cm de diâmetro da base e 12,5 cm de diâmetro do topo, circundada por tela plástica branca de nylon de 0,5 mm de malha. As gaiolas foram distribuídas aleatoriamente em 1 ha de algodão herbáceo (*G. hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.), da cultivar CNPA Precoce 1, plantada no espaçamento de 0,80 x 0,20 m, em solo franco argiloso limoso, com duas plantas por cova, e fileiras na direção norte-sul. Cada gaiola foi posicionada entre duas fileiras de algodão. Em 1989 e 1990 foram coletados e colocados dentro de cada gaiola de pós-emergência, sobre a superfície do solo, respectivamente, 200 e 400 botões florais atacados pelo bicudo. Estes apresentavam orifício de oviposição, brácteas abertas e amarelecidas, e se desprendiam facilmente da planta. O trabalho foi conduzido com a terceira geração da praga, em área de algodão que não recebeu aplicação de inseticidas.

Cada gaiola foi observada e registrado o número de adultos emergidos do bicudo, em intervalos de uma hora, a partir das 6:00 até às 18:00 horas, isto é, 13 vezes ao dia. Após a quantificação do número de adultos emergidos, estes foram retirados da gaiola. As observações continuaram até a completa ausência da emergência de adultos, quando, então, procedeu-se à coleta de todos os botões florais de cada gaiola, em sacos de papel. O material foi transportado para o Laboratório de Entomologia da EMEPA-PB/CRLS, onde se realizou a dessecação de cada botão floral, seguindo a metodologia descrita por Ramalho et al. (1993), a fim de qualificar e quantificar as causas de mortalidade natural (inviabilidade de ovo, dessecação, doença, parasitismo e predação) do bicudo, dentro dos botões florais. Usando-se tabelas de vida, quantificou-se a mortalidade real, a mortalidade aparente, a mortalidade indispensável e o poder letal de cada causa de mortalidade.

Construíram-se duas tabelas de vida, sendo cada uma composta de 11 colunas (Tabelas 1 e 2). A primeira coluna (X) representa as fases de desenvolvimento do bicudo: ovo (OVO), larva (LAR.), pupa (PUP.), adulto pré-emergido (adulto que se encontra

**TABELA 1. Tabela de vida do bicudo-do-algodoeiro construída usando-se dados de mortalidade natural que ocorrem dentro dos botões florais, ano de 1989, Ingá, PB.**

X	Lx	C	Dxc	%Dxc	100 Qxc	MSxc	MIxc	Lxc	Log10Lxc	Kxc
OVO	1000	INV.	9	0,900	0,900	0,009	6,147	1000	3,000	0,004
LAR.	991	DES.	111	11,100	11,201	0,112	76,502	991	2,996	0,052
		DOE.	5	0,500	0,505	0,005	3,446	880	2,944	0,002
		PAR.	56	5,600	5,651	0,057	38,595	875	2,942	0,029
		PRED.	15	1,500	1,514	0,015	10,338	819	2,913	0,008
PUP.	804	DES.	72	7,200	8,955	0,090	61,164	804	2,905	0,041
		DOE.	4	0,400	0,498	0,005	3,398	732	2,865	0,002
		PAR.	0	0,000	0,000	0,000	0,000	728	2,862	0,000
		PRED.	15	1,500	1,866	0,019	12,743	728	2,862	0,009
APE.	713	DES.	14	1,400	1,964	0,020	13,411	713	2,853	0,009
		DOE.	2	0,200	0,281	0,003	1,916	699	2,844	0,001
		PRED.	14	1,400	1,964	0,020	13,411	697	2,843	0,009
ADU.	683						683	2,834		
Total			317	31,700						

**TABELA 2. Tabela de vida do bicudo-do-algodoeiro construída, usando-se dados de mortalidade natural que ocorrem dentro dos botões florais, caídos ao solo, no ano de 1990, Ingá, PB.**

X	Lx	C	Dxc	%Dxc	100 Qxc	MSxc	MIxc	Lxc	Log10Lxc	Kxc
OVO	2000	INV.	12	0,600	0,600	0,006	7,392	2000	3,301	0,003
LAR.	1988	DES.	263	13,150	13,229	0,132	162,986	1988	3,298	0,062
		DOE.	5	0,250	0,252	0,003	3,099	1725	3,237	0,001
		PAR.	141	7,050	7,093	0,071	87,380	1720	3,236	0,037
		PRED.	67	3,350	3,370	0,034	41,521	1579	3,198	0,019
PUP.	1512	DES.	155	7,750	10,251	0,103	126,296	1512	3,180	0,047
		DOE.	4	0,200	0,265	0,003	3,259	1357	3,133	0,001
		PAR.	0	0,000	0,000	0,000	0,000	1353	3,131	0,000
		PRED.	55	2,750	3,638	0,036	434,815	1353	3,131	0,018
APE.	1298	DES.	35	1,750	2,696	0,027	33,220	1298	3,113	0,012
		DOE.	1	0,050	0,077	0,001	0,949	1263	3,101	0,000
		PRED.	30	1,500	2,311	0,023	28,475	1262	3,101	0,010
ADU.	1232						1232	3,091		
Total			768	38,400						

dentro do botão floral) (APE.) e adulto emergido (adulto que consegue sair vivo de dentro do botão floral) (ADU.).

A segunda coluna (Lx) é o número de sobreviventes

na fase X. A pesquisa foi iniciada com o inseto na fase de ovo, isto é, 1.000 (em 1989) e 2.000 (em 1990) botões florais atacados (com orifício de oviposição) pelo bicudo. O valor de Lx para a fase de desenvolvi-

mento X foi obtido subtraindo-se do número de insetos vivos no início da fase anterior, o número de insetos mortos durante a fase anterior. Este procedimento efetuado até a obtenção de adultos emergidos do bicudo.

A causa de mortalidade C é o fator responsável pela morte do inseto na fase X. As causas de mortalidade adotadas neste estudo foram: inviabilidade de ovo (INV.), dessecação (DES.), doença (DOE.), parasitismo (PAR.) e predação (PRED.). A inviabilidade de ovo compreende todas as causas da mortalidade de ovo (infertilidade, doença, dessecação e proliferação de tecidos celulares do botão floral que causa o esmagamento do ovo (Ramalho et al. 1993).

O Dxc é o número de insetos mortos em cada fase X que morreu devido a causa c. A percentagem de mortalidade real (%Dxc) é a percentagem de insetos mortos em cada fase, em função do número de ovos vivos. Ela foi calculada usando-se a equação  $\%Dxc = [Dxc/L(\text{ovo})] \cdot 100$ , onde Dxc é o número de insetos mortos na fase X pela causa c, e L(ovo) é o número de ovos vivos no início da geração. A equação calculada a percentagem de mortalidade real do bicudo, baseada em toda uma geração, a partir de ovo até adulto pré-emergido.

A percentagem de mortalidade aparente (100Qxc) é a percentagem de insetos mortos em cada fase, e foi calculada em função do número de insetos vivos no início de cada fase do inseto, utilizando-se a equação:  $100Qxc = (Dxc/Lx) \cdot 100$ , onde Dxc é o número de insetos mortos na fase X, que morreu devido à ação da causa c, e Lx é o número de insetos vivos na fase X.

A proporção de mortalidade/sobrevivência (MSxc) foi obtida através da equação  $MSxc = Dxc/Lx$ . Multiplicando-se o número de insetos que atingiu a fase de adultos emergido [L(ADU.)] pela proporção de mortalidade/sobrevivência (MSxc), tem-se a mortalidade indispensável (MIxc) para a fase de desenvolvimento X e causa de mortalidade c.

Os valores de Lxc são obtidos através da subtração de  $Dx(c-1)$  do  $Lx(c-1)$ . O logaritmo decimal ( $\log_{10}$ ) de Lxc ( $\log_{10}Lxc$ ) é utilizado no cálculo do poder letal (Kxc) de cada causa de mortalidade (Varley & Gradwell 1968), nas diferentes fases de desenvolvimento do bicudo. Calculou-se o poder letal através da equação:  $Kxc = \log_{10}[Lx(c-1)] - \log_{10}[Lx(c)]$ .

Os números totais de adultos emergidos do bicudo, em cada período do dia, foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  e submetidos à análise de variância. Para a comparação de médias dos períodos do dia, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabelas de vida de terceiras gerações do bicudo foram construídas, utilizando-se dados de mortalidade natural que ocorreram dentro dos botões florais, nos anos agrícolas de 1989 (Tabela 1) e 1990 (Tabela 2). Os resultados revelam que dos 1.000 e 2.000 botões florais atacados (com orifício de oviposição) pelo bicudo, 683 e 1.232, isto é, 68,3 e 61,6%, respectivamente, deram origem a adultos emergidos vivos do inseto. A sobrevivência de formas imaturas e adultas pré-emergidas do bicudo em botões florais caídos ao solo é variável, como pode ser constatado através dos resultados obtidos por Hunter & Hinds (1905), Hinds (1907b), Fenton & Dunnam (1929), Sturm & Sterling (1990). Ela depende do grau de eficiência das causas de mortalidade natural que são funções de outros elementos que compõem o agroecossistema, tais como: clima, tipo de solo, tipo e cultivar de algodão, vegetação nativa e sistema de exploração agrícola adotado pelo cotonicultor. Nas épocas em que foi conduzida a pesquisa, julho de 1989 e junho de 1990, a umidade relativa chegou a atingir 90%, com o nível mais baixo até 70%; as temperaturas do meio ambiente oscilaram entre 17 e 28°C.

O número de adultos emergidos do bicudo foi significativamente mais alto, durante o período das 7:00 às 10:00 horas, nos anos agrícolas de 1989 e 1990 (Fig. 1 e 2). Cinquenta por cento dos adultos emergiram durante este período. Observou-se emergência de adultos do bicudo, das 6:00 às 16:00 horas, porém das 15:00 às 16:00 horas, houve uma emergência de apenas 0,2%. Os resultados obtidos mostram que a emergência de adultos do bicudo está relacionada com a luz. Beckham (1963) assumiu que a emergência de adultos do bicudo é dependente da temperatura e que o seu pico de emergência ocorre às 10:00 horas. Os resultados obtidos sugerem que as aplicações de produtos (químico ou biológico) visando adultos emergidos como alvo biológico devem ser realizadas das 7:00 às 10:00 horas.

As mortalidades reais e aparentes são mostradas nas Fig. 3, 4 e 5. A soma dos valores referentes a 100Qc (Tabelas 1 e 2) representa a mortalidade que ocorreu dentro de cada fase de desen-

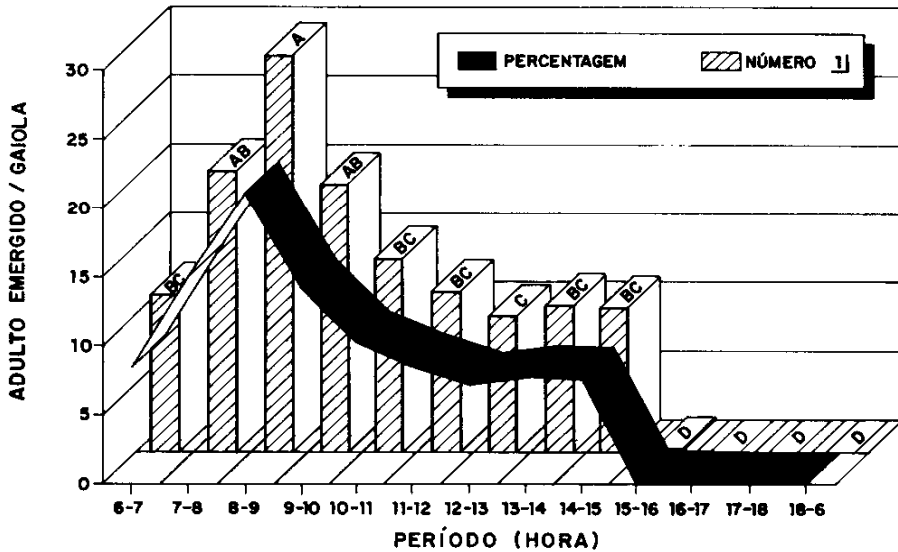


FIG. 1. Número médio e porcentagem de adultos emergidos do *Anthonomus grandis*, em diferentes períodos do dia, durante o ano agrícola de 1989, Ingá, PB. 1/Transformado em  $\sqrt{x + 0,5}$ , para fins de análise estatística. Dados originais são apresentados. Colunas seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P = 0,05$ ).

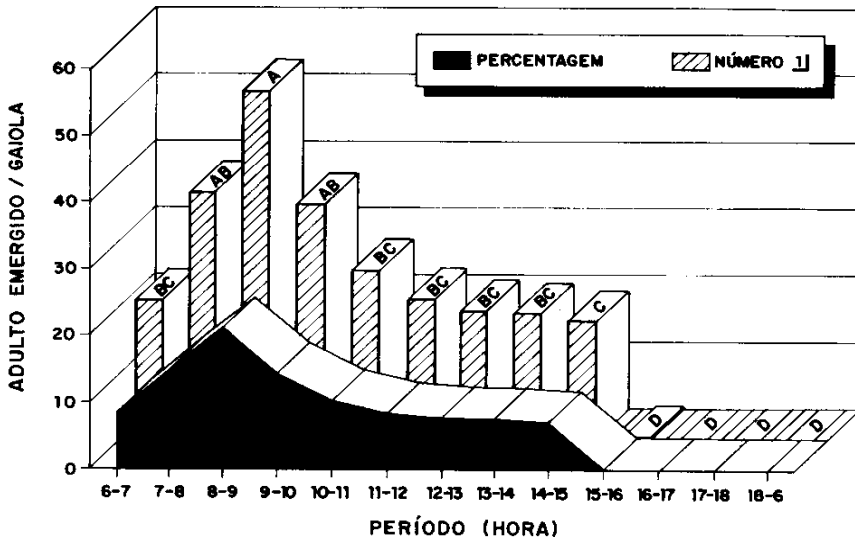


FIG. 2. Número médio e porcentagem de adultos emergidos do *Anthonomus grandis*, em diferentes períodos do dia, durante o ano agrícola de 1990, Ingá, PB. 1/Transformado em  $\sqrt{x + 0,5}$ , para fins de análise estatística. Dados originais são apresentados. Colunas seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P = 0,05$ ).

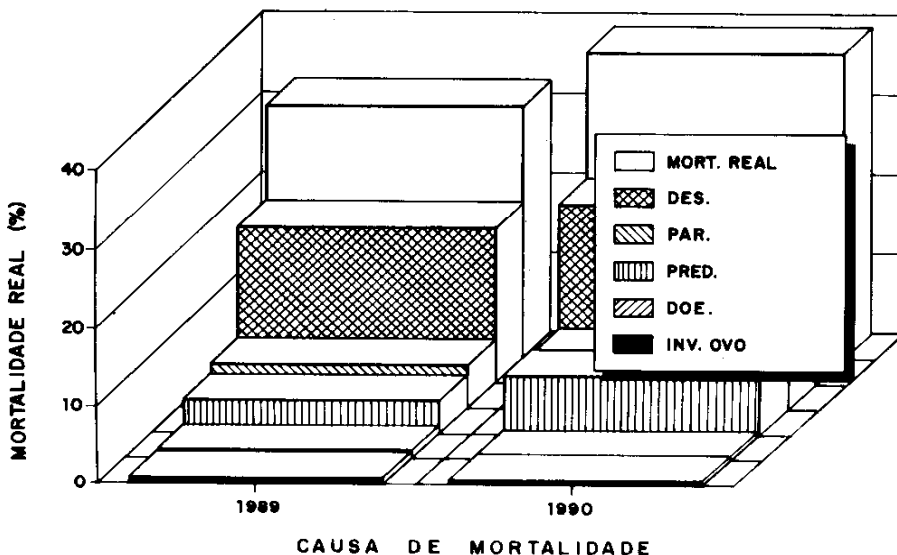


FIG. 3. Mortalidade real e contribuição das causas de mortalidade natural: dessecação (DES.), parasitismo (PAR.), predação (PRED.), doença (DOE.) e inviabilidade de ovo (INV. OVO) do *Anthonomus grandis*, durante os anos agrícolas de 1989 e 1990, Ingá, PB.

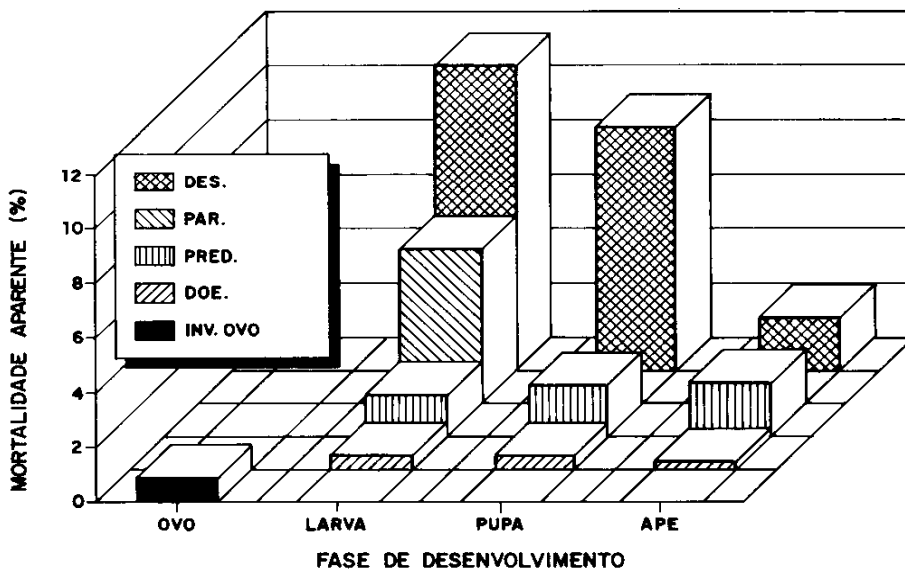


FIG. 4. Percentagem de mortalidade em cada fase de desenvolvimento do *Anthonomus grandis* e contribuição de cada causa de mortalidade natural: dessecação (DES.), parasitismo (PAR.), predação (PRED.), doença (DOE.) e inviabilidade de ovo (INV. OVO), obtidas durante o ano de 1989, Ingá, PB. APE = Adulto pré-emergido.



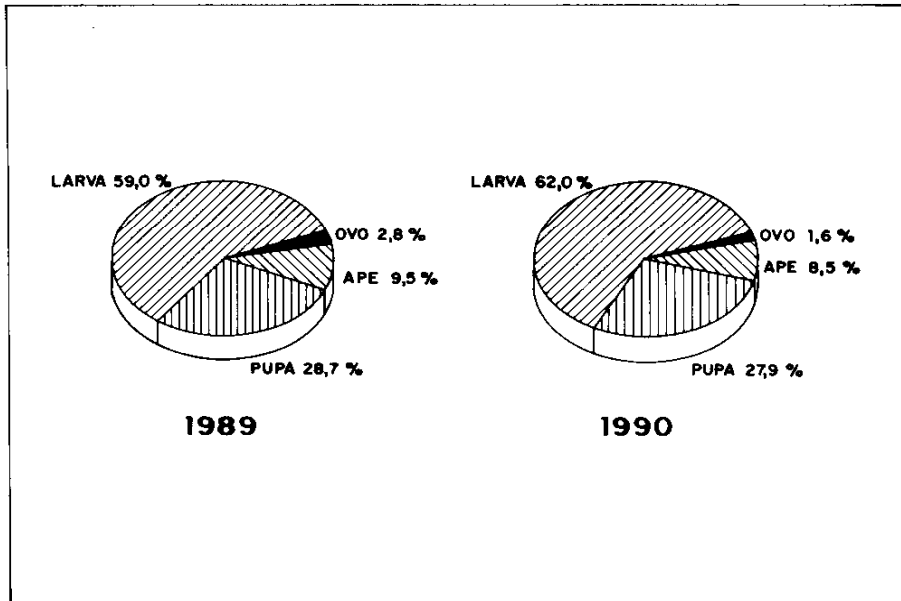


FIG. 6. Mortalidade natural das diferentes fases de desenvolvimento do *Anthonomus grandis*, durante os anos agrícolas de 1989 e 1990, Ingá, PB. APE = adulto pré-emergido.

predadores de formas imaturas do bicudo (Pierce et al. 1912). Nos anos de 1900, a formiga *Solenopsis geminata* (F.) foi considerada o principal predador do bicudo, no Texas (Hunter & Hinds 1905; Hinds 1907a, 1907b).

A proporção de mortalidade/sobrevivência (MSxc) é o aumento na população de bicudo que teria ocorrido se a causa de mortalidade c, na fase de desenvolvimento x, tivesse sido ausente (Bess 1945; Southwood 1966).

Os dados das Tabelas 1 e 2, mostram que a dessecação de larvas do bicudo contribuiu com os mais altos valores de mortalidade indispensável. As dessecações de pupas e adultos emergidos apresentaram valores de mortalidade indispensável ligeiramente inferiores aos de larvas do bicudo. Estes resultados indicam que o impacto da dessecação na população do bicudo declina com a sua idade.

A dessecação de larvas, pupas e adultos pré-emergidos constitui uma das três mais importan-

tes causas de mortalidade natural desse inseto, seguida por parasitismo de larvas e predação de larvas, pupas e adultos pré-emergidos. Meinke & Slosser (1982) informaram que a mortalidade indispensável induzida por uma determinada causa é a fração da mortalidade de uma geração que não ocorreria na ausência dessa, apesar da ação de outras causas que atuaram subsequentemente sobre o inseto. Os valores da mortalidade indispensável (MIxc) representam o número de bicudos que atingiriam a fase de adulto emergido vivo, se alguma dessas causas de mortalidade natural (Dxc) não se fizesse presente.

Todavia, se todas as formas imaturas do bicudo morrerem, não ocorrerá mortalidade indispensável. Causas atuando contemporaneamente (Morris 1965; Ramalho et al. (1993) afetam o componente indispensável de uma causa de mortalidade, mas se é conhecida a relação exata de densidade das causas subsequentes, então pode-se



calcular uma correta e mais realística mortalidade indispensável (Southwood 1966).

Ao se calcular a mortalidade indispensável, assume-se que a taxa de mortalidade é independente de densidade da presa. Entretanto, sabe-se que o parasitismo é função da densidade do bicudo. Existem poucas evidências que suportam a idéia de que todas as causas de mortalidade do bicudo são altamente dependentes da densidade da presa.

Dessecação é uma causa de mortalidade que é independente de densidade populacional do bicudo.

A predação do bicudo, no agroecossistema do algodoeiro da Paraíba, geralmente é feita por formigas (Ramalho et al. 1993), e como essas são polífas, então crê-se que predação seja uma causa de mortalidade que atua independentemente da densidade populacional do bicudo.

Os dados referentes ao poder letal ( $K_{xc}$ ) de cada causa de mortalidade, atuando nas fases de desenvolvimento do bicudo (Tabelas 1 e 2), evidenciam que a dessecação apresentou os mais altos valores desta variável. Os poderes letais referentes ao parasitismo e predação de larvas, pupas e adultos pré-emergidos tiveram um resultado sensivelmente elevado. Mesmo assim, as gaiolas de emergência utilizadas na pesquisa afetaram o impacto do parasitismo e predação na população do inseto, pois dificultaram o acesso do parasitóide *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) e das formigas predadoras à presa. As fêmeas do *C. grandis* preferem parasitar larvas no terceiro instar do bicudo, as quais se encontram dentro dos botões florais, caídos ao solo (Johnson et al. 1973; Ramalho et al. 1989).

Doença foi a causa de mortalidade que apresentou os mais baixos valores para o poder letal, em todas as fases de desenvolvimento do bicudo. Os valores de  $K_{xc}$  para as causas de mortalidade que atuam sobre ovos foram muito baixos. Então, as causas da mortalidade natural de ovos são insignificantes para serem usadas nos modelos de predição das dinâmicas de populações do bicudo.

## CONCLUSÕES

1. A emergência de adultos do *A. grandis*, em

botões florais caídos ao solo ocorre das 6:00 às 16:00 horas, com um pico significativo das 7:00 às 10:00 horas.

2. Não há emergência de adultos do bicudo, em botões florais caídos ao solo, das 16:00 às 6:00 horas.

3. A sobrevivência do *A. grandis* dentro dos botões florais caídos ao solo é de 65%.

4. As principais causas de mortalidade natural do *A. grandis* dentro dos botões florais caídos ao solo são dessecação, parasitismo e predação.

5. A mortalidade natural do bicudo é mais alta na fase de larva.

6. As causas da mortalidade natural de ovos são insignificantes para serem usadas nos modelos de predição das dinâmicas de populações do *A. grandis*.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Banco do Brasil e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de auxílio financeiro para a realização desta pesquisa, e aos Drs. Carlos Roberto F. Brandão, Museu de Zoologia/Universidade de São Paulo e P.M. Marsh, "Systematic Entomology Laboratory, URS/USDA", pela identificação das formigas e do parasitóide, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- BECKHAM, C.M. Time of day boll weevils emerge from fallen cotton squares. Georgia: Agricultural Experimental Station, 1963. 12p. (Mimeograph Serie NS, 174).
- BESS, H.A. A measure of the influence of natural mortality factors on insect survival. *Annals of the Entomological Society of America*, v.38, p.472-482, 1945.
- DEMICHELE, D.W.; CURRY, G.L.; SHARPE, P.J.H.; BARFIELD, C.S. Cotton bud drying: a theoretical model. *Environmental Entomology*, v.5, p.1011-1016, 1976.
- FENTON, F.A.; DUNNAM, E.W. *Biology of the cotton boll weevil at Florence, S.C.* Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1929. 75p. (Technical Bulletin, 42).

- FYE, R.E.; BONHAM, C.D. Summer temperatures of the soil surface and their effect on survival of boll weevils in fallen squares. **Journal of Economic Entomology**, v.63, p.1599-1602, 1970.
- HINDS, W.E. **An ant enemy of the boll weevil**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1907a. 68p. (USDA Bureau of Entomology Bulletin, 63).
- HINDS, W.E. **Some factors in the natural control of the Mexican cotton boll weevil**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1907b. 80p. (USDA Bureau of Entomology Bulletin, 74).
- HUNTER, W.D.; HINDS, W.E. **The Mexican boll weevil**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1905. 172p. (USDA Bureau of Entomology Bulletin, 51).
- ISELY, D. **Abundance of the boll weevil in relation to summer weather and to food**. Arkansas: Ark Agric. Exp. Station, 1932. 78p. (Ark .. Agric. Exp. Sta Bulletin, 271).
- JOHNSON, W.L.; CROSS, W.H.; MCGOVERN, W.L.; MITCHELL, H.C. Biology of *Heterolacus grandis* in a laboratory culture and its potential as an introduced parasite of the boll weevil in the United States. **Environmental Entomology**, v.2, p.112-118, 1973.
- MEINKE, L.J.; SLOSSER, J.C. Fall mortality of the boll weevil in fassen cotton squares, with emphasis on parasite-induced mortality. **Environmental Entomology**, v.11, p.318-323, 1982.
- MORRIS, R.F. Contemporaneous mortality factors in population dynamics. **Canadian Entomologist**, v.17, p.1173-1184, 1965.
- PIERCE, W.D. Some factors influencing the development of the boll weevil. **Proceedings of the Entomological Society**, Washington, v.13, p.111-117, 1911.
- PIERCE, W.D. **Studies of parasites of the cotton boll weevil**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1908. 63p. (U.S. Bureau of Entomology Bulletin, 73).
- PIERCE, W.D.; MOOD, C.E.; HUNTER, W.D. **The insect enemies of the cotton boll weevil**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1912. 99p. (U.S. Bureau of Entomology Bulletin, 100).
- RAMALHO, F.S.; GONZAGA, J.V. Efeitos do consórcio de algodão com milho e piretróide contra o bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.191-199, 1990.
- RAMALHO, F.S.; GONZAGA, J.V. Methodology of the application of pyrethroids against cotton boll weevil and pink bollworm. **Tropical Pest Management**, v.37, p.324-328, 1992.
- RAMALHO, F. de S.; GONZAGA, J.V.; SILVA, J.R.B. Método para determinação das causas de mortalidade natural do bicudo do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.8, p.877-887, 1993.
- RAMALHO, F. de S.; JESUS, F.M.M.; BLEICHER, E. Manejo integrado de pragas e viabilidade do algodoeiro herbáceo no Nordeste: In: SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL. **Seminários sobre controle de insetos**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.112-123.
- RAMALHO, F. de S.; JESUS, F.M.M.; GONZAGA, J.V. Táticas de manejo integrado de pragas em áreas infestadas pelo bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.5, p.677-690, 1990.
- RAMALHO, F.S.; JESUS, F.M.M. Distribution of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) eggs within cotton squares. **Tropical Agriculture**, v.60, p.245-248, 1988.
- RAMALHO, F. de S.; JESUS, F.M.M. Evaluation of electrodynamic and conventional insecticides against cotton boll weevil and pink bollworm. **International Pest Control**, London, v.31, p.56-60, 1989.
- RAMALHO, F.S.; SILVA, J.R.R.; GONZAGA, J.V. Métodos de aplicação de inseticidas contra o bicudo-do-algodoeiro e da lagarta-rosada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.987-997, 1992.
- SANDERSON, E.D. **Hibernation and development of the cotton boll weevil**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1907. (U.S. Bureau of Entomology Bulletin, 63).
- SAUER, N.F.G. Inimigos naturais da *Platyedra gossypiella* (Saunders) no Estado de São Paulo; vespas depredadoras e espécies de parasitos com notas sobre a sua biologia. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.9, p.187-200, 1938.

- SMITH, G.I. Percentages and causes of mortality of boll weevil stages within, the squares. **Journal of Economic Entomology**, v.29, p.99-105, 1936.
- SOUTHWOOD, T.R.I. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. London: Chapman and Hall, 1966. 391p.
- STURM, M.M.; STERLING, W.I. Geographical patterns of boll weevil mortality observations and hypothesis. **Journal of Economic Entomology**, v.83, p.59-65, 1990.
- TEAGUE, T.G.; GATE, J.R.; MAPP JUNIOR, I.W. Toxicity of azinphosmethyl and methyl parathion to three populations of boll weevil. **Southwestern Entomologist**, v.8, p.107-112, 1983.
- VARLEY, G.C.; GRADWELL, G.R. Populations models for the winter moth. In: SOUTHWOOD, T.R.E. **Insect abundance**. Scotland: Blackwell Scientific Publications, 1968. p.50-60.