

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE FATORES BIÓTICOS DE MORTALIDADE NATURAL DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, 1843 (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE), NA REGIÃO DE CAMPINAS, SP. BRASIL

por

Ivo Pierozzi Jr.* & Mohamed E.M. Habib**

Resumen

Pierozzi, I. Jr. & M. E.M. Habib: Levantamento e análise de eficiência de fatores bióticos de mortalidade natural de *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera, Curculionidae) na região de Campinas, SP. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 18 (70): 423-432, 1992. ISSN 0370-3908.

A partir de 1983 y durante 4 años consecutivos se estudiaron los factores bióticos de mortalidad natural de *A. grandis* en un área comprendida entre las coordenadas 22° 35' y 23° 05' de latitud sur y 46° 55' y 47° 35' de longitud oeste. Tanto el inventario de los enemigos naturales como la evaluación de su eficacia abarcaron las épocas de cosecha de algodón y los períodos de intervalo, teniendo en cuenta diferentes condiciones de cultivo y distintos métodos de control de plagas. Entre los predadores figuran arañas que atacan los adultos del picudo del algodón y hormigas en su mayoría del género *Solenopsis* que atacan larvas y pupas en sus lugares de desarrollo. Cuatro especies de Hymenoptera actúan como ectoparásitos de los estadios inmaduros (*Eupelmus cushmani*, *Catolaccus grandis* y dos especies de *Bracon*. Las últimas son responsables de un 20% del parasitismo durante el ciclo del algodón y del 70% luego de la aplicación de insecticidas. Durante el invierno se capturaron en trampas adultos del picudo del algodón parasitados por el taquírido *Hyalomyodes brasiliensis*. Entre los patógenos figuran el hongo *Isaria* sp. que ataca larvas y adultos de *A. grandis* y la bacteria *Serratia marcescens* que actúa a nivel epizootico en campos altamente parasitados. El impacto ejercido por los enemigos naturales de *A. grandis* en términos de control de la población debe ser tenido en cuenta para el manejo de esta plaga.

Abstract

A. grandis natural biotic mortality factors were investigated in Campinas region, State of Sao Paulo, Brazil, in an area located between the geographical coordinates 22° 35' and 23° 05' latitude S and 46° 55' and 47° 35' longitude WGr, during four consecutive years from 1983. Surveys of natural enemies and their efficiencies were carried in crops with different types of cotton cultivation and pest control methods. Among the predators spider attacks were observed on boll weevil adults and ant attacks, mainly *Solenopsis* spp., on larvae and pupae in their sites of development. Four species of ectoparasitic Hymenoptera were observed attacking *A. grandis* immature stages: *Eupelmus cushmani* (Crawford), *Catolaccus grandis* (Burks) and two species of *Bracon*, which were responsible for parasitism varying between 20%, during the cotton cycle and 70% after the end of insecticide applications. Boll weevil adults captured in traps during the winter were parasitized by the tachnid *Hyalomyodes brasiliensis* Townsend. Among the pathogens, the fungus *Isaria* sp. was detected on larvae and adults of *A. grandis*; the bacterium *Serratia marcescens* Bizio, occurred in epizootic levels in fields with elevated parasitism. Natural enemies impact on the boll weevil populations must be considered in I.P.M. programs of this pest.

Introdução

Nas primeiras seis décadas da presença de *A. grandis* nos Estados Unidos, grande atenção era dada aos fatores naturais de mortalidade do curculionídeo. As medidas de combate à praga, desenvolvidas pelos entomologistas norteamericanos, procuravam tirar o máximo proveito destes fatores, integrando-os às técnicas culturais (Walker, 1986), uma vez que os inseticidas disponíveis na época tinham uma eficiência limitada (Parencia, 1986).

No início dos anos 50, com o surgimento dos inseticidas químicos organo-sintéticos, a questão do combate a este inseto parecia ter sido definitivamente solucionada e por quase duas décadas o controle químico, não só do bicudo como também de outras pragas, desenvolveu-se bastante (Kogan, 1988; Parencia, 1986).

Em meados dos anos 70, depois do reconhecimento a nível mundial dos problemas causados pelo uso intensivo dos inseticidas químicos, foram retomados os estudos de levantamento e avaliação de eficiência dos fatores de mortalidade natural, atuando sobre insetos prejudiciais, em agroecossistemas.

Em relação a *A. grandis*, das três categorias de inimigos naturais de insetos (predadores, parasitas e patógenos), a menos documentada é a de predadores, possivelmente pela dificuldade de observação inerente ao ato de predação. Mesmo assim, ataques por pássaros e formigas, principalmente, têm sido relatados (Agnew & Sterling, 1981; Burke 1976; Hunter & Pierce, 1912).

Em compensação, a lista de artrópodes que parasitam o curculionídeo ultrapassam 40 espécies segundo Cross & Chesnut (1971), que registram 33 Hymenoptera, 6 Diptera e 1 Coleoptera, entre os insetos e mais 2 espécies de Acarina, além de relacionarem seus hospedeiros e distribuição geográfica. Chesnut & Cross (1971) discutem e comparam a importância destes inimigos naturais nos Estados Unidos, cobrindo um período de trinta e cinco anos.

A biologia e o comportamento de um dos parasitos mais importantes do bicudo nos Estados Unidos, *Bracon mellitor*, foi tratada por Folsom (1936), Adams et al. (1969), que realizaram também testes de liberação deste braconídeo, Bradleigh et al. (1976) e Henson et al. (1977). *B. kirkipatricki*, também foi estudada (Cross et al., 1969), sendo considerada promissora e tendo sido igualmente objeto de estudos na Colômbia (Jiménez et al., 1982).

Outro parasito importante, principalmente na América Central, é *Catolaccus* (= *Heterolaccus*)

grandis (Cross & Mitchell, 1969; De Coss et al., 1981; Quant, 1980).

Registram-se, ainda, um nematódeo parasitando adultos de praga (Cleveland, 1981), uma nova espécie de *Bracon* parasitando larvas (Wharton, 1983) e avaliações de parasitismo em condições naturais (Meinke & Slosser, 1981; 1982; Roach & Leggett, 1979).

Em relação aos patógenos, são poucos os registros de microorganismos causadores de epizootias em populações de *A. grandis*, sob condições naturais (Cross, 1973). Em Campinas, SP, Habib et al. (1984) detectaram adultos com micose causada por *Isaria* sp.

Em condições de laboratório, no entanto, foram registrados vários microorganismos patogênicos, detectados em criações do bicudo nos Estados Unidos, tendo que ser controlados (Gast, 1966; Jenkins et al., 1970; McLaughlin, 1966a.). Mereceram atenção especial os protozoários *Mattesia grandis* e *Glugea gasti* (McLaughlin, 1969; McLaughlin & Bell, 1970; Vavra & McLaughlin, 1970) que, associados a estimulantes de apetite, foram avaliados para a utilização no controle biológico do curculionídeo (Bell & McLaughlin, 1970; McLaughlin 1966b; 1967; McLaughlin et al., 1968; 1969).

O mecanismo de patogenicidade de bactéria *Serratia marcescens*, em adultos de *A. grandis*, foi estudado por Slatten & Larson (1967). O efeito de aflatoxinas foi estudado por Moore et al. (1970) apud Roberts, 1981, que observaram terem as toxinas, dependendo da dose, efeito letal ou esterilizante.

Martignoni & Iwai (1981) registram ainda a ocorrência de vírus iridescente e vírus de poliedrose nuclear em *A. grandis*.

Na região de Campinas, SP, desde 1983, têm sido realizados esforços de levantamento, avaliação de eficiência e potencial de utilização dos inimigos naturais desta praga do algodão (Andrade et al., 1984; Pierozzi Jr. 1985; Pierozzi Jr., et al., 1984; Pierozzi Jr. & Queiroz, 1985; Pierozzi Jr., et al., 1985; Pierozzi Jr. & Habib, 1986a; 1986b). O presente trabalho tem como objetivo reunir o máximo de informações referentes à ocorrência e a eficiência de fatores naturais de mortalidade do bicudo na região de Campinas, SP, durante um período de quatro anos consecutivos de coleta de dados.

Material e Métodos

Os inimigos naturais de *A. grandis* foram levantados na região de Campinas, SP, numa área compreendida entre as coordenadas geográficas 22° 35' e 23° 05' de latitude S e 46° 55' e 47° 35' de longitude WGr, durante quatro anos consecutivos a partir de 1983, incluindo os ciclos de algodão e os períodos entre safras.

* NMA/EMBRAPA - Campinas, SP

** Depto. de Zoologia/IB/UNICAMP - Campinas, SP

As avaliações foram realizadas em lavouras que apresentaram condições variadas de cultivo do algodão bem como de controle das pragas e, neste particular, puderam ser consideradas (1) lavouras com utilização de medidas de Manejo Integrado de Pragas (M. I. P.), elaboradas pelos presentes autores, tais como plantas iscas, inseticidas de ação seletiva, monitoramento da densidade populacional dos insetos e (2) lavouras com utilização de programas de controle químico convencional.

Nos dois primeiros anos, as avaliações basearam-se apenas no exame de frutos do algodoeiro, na fase final da cultura. A partir de 1985, as avaliações passaram a ser realizadas semanalmente desde o início do cultivo e, no ciclo 1986-87, botões florais e frutos recém formados e caídos no chão, devido ao ataque da praga, também foram examinados durante a fase de florescimento das plantas.

As avaliações levaram em consideração a ataque tanto aos estágios imaturos de *A. grandis*, presentes no interior de seus sítios de reprodução, como aos insetos adultos observados sobre as plantas ou capturados pelo sistema armadilha-feromônio.

No caso dos predadores a constatação de ocorrência dependeu sempre de observações diretas ou de evidências do ataque, em condições de campo. Os aracnídeos foram enviados para identificação ao Dr. Benedito A.M. Soares do Departamento de Zoologia, IBBMA, UNESP, em Botucatu, SP, e as formigas foram identificadas pelo Dr. Woodruff W. Benson do Departamento de Zoologia, IB, UNICAMP, em Campinas, SP.

Para a avaliação dos fatores de mortalidade natural atuantes sobre os estágios imaturos procedeu-se a coleta de frutos verdes, apanhados das plantas segundo estratégia de amostragem aleatória simples que, posteriormente, eram examinados em laboratório, estabelecendo-se para cada agente atuante um índice de abundância relativa.

O mesmo procedimento de coleta e avaliação foi adotado para botões florais e pequenos frutos do algodoeiro atacados por *A. grandis* e caídos no chão, durante o ciclo de algodão 1986/87.

As estruturas contendo larvas do bicudo parasitadas foram levadas ao laboratório para obtenção dos adultos dos parasitos. Alguns exemplares, posteriormente, foram enviados ao "Biossystematics and Beneficial Insects Institute", órgão do "USDA", em Beltsville, Maryland, EUA, para identificação. Os parasitos coletados no campo em seus estágios imaturos, foram levados ao laboratório e mantidos em uma sala climatizada (temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C e $70 \pm 10\%$ U.R.), com fotoperíodo natural.

Larvas e adultos do curculionídeo com sintomas de doenças também foram coletadas, sendo o diagnóstico realizado em laboratório, através da

descrição dos sintomas e do isolamento, purificação e identificação dos agentes etiológicos, utilizam-se técnicas básicas de microbiologia. Como etapa final, os postulados de Koch foram sempre empregados.

Bicudos adultos capturados sobre as plantas e nas armadilhas, durante as entressafas de 1985 e 1987 e durante o ciclo 1986/1987, foram separados pelas datas de coleta e mantidos em laboratório em frascos de vidro transparente (8 cm de diâmetro por 15 cm de altura), com o fundo forrado com papel de filtro e alimentados com pequenos pedaços de maçã ou banana, trocados de três em três dias. Os frascos foram mantidos em local bem iluminado, com temperatura e umidade relativa ambientes. Este procedimento facilitava a obtenção de adultos dos parasitos emergidos.

Para fins de análise estatística dos dados referentes aos ciclos 1985/86 e 1986/87, foram comparados os valores dos índices de frutos infestados pelo bicudo com a presença de *Bracon* spp. ou com a presença de indivíduos do curculionídeo mortos. Utilizou-se um programa específico para esta finalidade, elaborado em linguagem Pascal, empregando-se o Teste Xc para detectar diferenças significativas entre os dias de avaliação no mesmo campo e, quando encontradas, o Teste de Igualdade de Proporções para determinar quais os dias correspondentes à diferença.

Resultados e Discussão

O levantamento realizado no presente trabalho revelou que pelo menos 10 espécies de inimigos naturais de *A. grandis* puderam ser detectados na região de Campinas, SP. Entre elas encontram-se predadores, parasitos e patógenos os quais, no conjunto, atacam praticamente todos os estágios de desenvolvimento do curculionídeo, com exceção do ovo.

Predadores

Devido a características inerentes à predação, como a agilidade dos predadores e o consumo praticamente imediato das suas presas, foi possível registrar apenas a atuação de aranhas e formigas atacando tanto os adultos de praga como seus estágios imaturos, em botões florais e frutos do algodoeiro.

A ação desses predadores foi relativamente fácil de ser constatada — pelo menos do ponto de vista qualitativo — examinando-se as teias de aranhas construídas nas plantas, observando-se o forrageamento de formigas ou mesmo flagrando um ataque eventual.

Em relação às aranhas, apesar da ocorrência de várias espécies nos algodoeiros, as quais pelo porte poderiam preda o curculionídeo, foi constatado apenas ataque por *Latrodectus geometricus* Koch

(Theridiidae). Esta espécie é de distribuição cosmopolita (Dr. B.A.M. Soares, comunicação pessoal) e nas observações do presente trabalho, mostrou-se especialmente freqüente em campos adjacentes a matas naturais.

Algumas formigas, sobretudo do gênero *Solenopsis*, foram observadas entrando em frutos infestados e atacando larvas e pupas do curculionídeo no seu interior. *Camponotus sericeiventris* (Guérin) foi também freqüentemente observada, atacando adultos capturados em armadilhas, durante o período entre safras.

Sterling et al. (1984) acreditam que as formigas sejam os principais predadores de *A. grandis*, nos Estados Unidos. Sterling (1978) e Jones & Sterling (1979) verificaram que *Solenopsis invicta* Buren pode impedir o crescimento populacional da praga em situações específicas, no Texas, mas para que isso aconteça é necessário alta densidade de formigueiros na lavoura. Outros estudos também têm sido realizados na lavoura. Outros estudos também têm sido realizados com o objetivo de avaliar o potencial de *Solenopsis* spp. como agentes naturais de controle das populações do curculionídeo nos Estados Unidos (Agnew & Sterling, 1981; Fillman & Sterling, 1983; 1985).

Na verdade, acredita-se que a predação por formigas seja muito mais comum do que os registros indicam, pois larvas e pupas do bicudo, no interior de botões florais ou frutos, na planta ou no chão, são bastante vulneráveis ao ataque por estes insetos (Burke, 1976; Marin, 1981).

No entanto, é importante destacar que vários predadores, especialmente aranhas, pássaros (Howell, 1907 *apud* Rummel & Curry, 1986; Sturm & Sterling, 1986) e outros vertebrados podem desempenhar um papel significativo no controle das populações de *A. grandis* sob condições naturais a este potencial necessita ser melhor investigado, inclusive no período entre safras.

A freqüente ocorrência de aranhas predadoras revelam a alta potencialidade que tais artrópodes podem ter, junto com outros predadores generalistas, na supressão natural de populações dessa praga. Além disso, os pássaros devem ser responsáveis por altos índices de predação de adultos da praga. Através do exame do conteúdo estomacal, Hunter & Pierce (1912) puderam registrar 53 espécies de pássaros alimentando-se de *A. grandis*.

Parasitas

É conveniente fazer aqui uma consideração a respeito da identificação das duas espécies de braconídeos encontradas no presente trabalho. Desde 1984, tem-se enviado a especialistas estrangeiros exemplares dos parasitos mas, até o presente momento, apenas os sistematistas norte-americanos enviaram resposta. No entanto, eles explicam que

o gênero *Bracon* está sendo revisto, razão pela qual vêem-se impossibilitados de fazer a identificação das espécies encontradas no presente trabalho. Embora confirmem que se trata de duas espécies diferentes, os pesquisadores consultados mencionam serem próximas a *B. vulgaris* Ashmead, conhecido parasito de *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Santis, 1980). Deste modo decidiu-se mencioná-las como *Bracon* sp. 1 e *Bracon* sp. 2, mantendo-se o critério adotado por Pierozzi Jr. (1985).

No final de março de 1984, em uma lavoura no Município de Raffard, SP, onde a população do curculionídeo era altíssima (cerca de 60% de frutos verdes atacados) foram observadas larvas de *A. grandis* parasitadas. *Bracon* sp. 1 ocorreu em altos níveis populacionais, mas também puderam ser detectados *Bracon* sp. 2 e *Eupelmus cushmani* (Crawford) (Hymenoptera, Eupelmidae). Na primeira avaliação nesta lavoura, em 27.03.84, onde foram examinados 1.026 frutos, a porcentagem destas estruturas contendo *Bracon* sp. 1, entre aquelas atacadas por *A. grandis*, foi de 71.2%. Foram encontradas, em média, 3.1 ± 0.3 larvas do parasito/larva do hospedeiro (mínimo de 1 e máximo de 8 larvas/larva do hospedeiro). Foram também observadas larvas do braconídeo de diferentes idades atacando a mesma larva hospedeira, indicando a ocorrência de mais de uma oviposição no mesmo recurso. Em 13.04.84, durante a segunda avaliação na mesma lavoura, foram coletados 218 frutos do baixeiro que apresentavam 7% de ataque pelo curculionídeo. De 23 larvas de *A. grandis* encontradas, 18 delas (78.3%) estavam parasitadas.

A ocorrência desta mesma espécie de parasito pôde igualmente ser detectada durante o mesmo ciclo em uma lavoura no Município de Campinas, SP. No entanto, tal lavoura estava sendo submetida a um programa de M. I. P., com a utilização de plantas iscas e inseticidas seletivos para o controle de *A. grandis*. Deste modo, devido aos baixos índices populacionais do curculionídeo, o parasito foi observado apenas no começo do mês de abril, bem depois da colheita, no interior das poucos frutos atacados ainda presentes nas plantas. Num total de 50 frutos avaliados, 11,8% mostraram a presença de larvas de *A. grandis* parasitadas e, um mês mais tarde, em 200 botões florais de rebrotamento examinados, foi detectado um índice de 15,8% de larvas do curculionídeo parasitadas.

No ciclo do algodão 1984/85, na mesma área da lavoura avaliada no ano anterior, em Campinas, novamente baixos índices de ocorrência dos parasitos foram detectados. Aplicações de inseticidas seletivos somente durante a fase de florescimento da cultura, mantiveram as populações da praga sob controle e somente no final de março, depois da colheita, foram observadas larvas do curculionídeo parasitadas: metade dos 50 frutos avaliados em 21.03.85 apresentaram a presença do parasito.

Nos ciclos do algodão seguintes, 1985/86 e 1986/87, foram realizadas avaliações sistemáticas semanais nas lavouras estudadas e os índices de parasitismo são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Constata-se que os índices de mortalidade foram bastante variáveis de local para local e de ano para ano. Tais índices cresceram a medida que a população do curculionídeo cresceu chegando a valores superiores a 50% somente depois da cessação das aplicações de inseticidas químicos o que, na região estudada, acontece normalmente de meados de março em diante, época em que a maioria dos frutos nas lavouras já amadureceram.

Tabela 1

Índices de parasitismo por *Bracon* spp. e de outras causas de mortalidade de *A. grandis*, em frutos verdes, durante os ciclos do algodão 1985/86.

Data	Nº de frutos verdes		Parasitismo		Outras causas de mortalidade (*)	
	Examinados	Infestados por <i>A. grandis</i>	Frutos verdes com parasito		Nº de indivíduos	
			Nº	%	Examinados	Mortos %
Lavoura 4						
Mar. 14	100	18	1	5,6 a	22	1 4,5 b
20	100	30	4	13,3 a	35	7 20,0 a
27	100	27	1	3,7 a	32	3 9,4 b
Abr. 03	100	18	3	16,7 c	21	13 61,9 d
09	25	2	1	50,0 c	2	1 50,0 d
Lavoura 5						
Mar. 05	80	26	3	11,5 b	28	1 3,6 a
14	80	12	3	25,0 b	11	3 27,3 a
Lavoura 6						
Abr. 02	100	16	1	6,3 a	21	1 4,7 a
10	100	23	5	21,7 b	22	3 13,6 c
17	174	39	27	69,2 c	25	5 20,0 c
23	134	22	12	54,5 b	11	6 54,5 b

(*) Doenças, causas fisiológicas ou interrupção do desenvolvimento pela inadequabilidade do sítio de reprodução

Porcentagens seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($\chi^2_{0,05}$ e Igualdade de Proporções $\alpha_{0,05}$).

As avaliações dos sítios de reprodução de *A. grandis* coletados do chão foram realizadas nas lavouras estudadas durante o ciclo do algodão 1986/87, todas no município de Cosmópolis, SP. Os resultados mostraram que os parasitos puderam ser detectados nos campos desde o início da cultura, sendo os braconídeos os parasitos mais frequentes (Tabela 3). O índice total de mortalidade entre todos os estágios do inseto variou grandemente de semana para semana não chegando a ultrapassar 30%, havendo certa tendência em se localizar entre os 10 e 20%. O estágio que apresentou índices mais altos de mortalidade foi o larval, seguido pelos estágios de pupa e adulto, nesta ordem.

No período de 23 de janeiro a 5 de fevereiro de 1987, choveu praticamente todos os dias. Grande parte das larvas encontradas mortas (Tabela 3) apresentavam-se putrefeitas, ao contrário do que se tinha observado até então, onde a maioria delas apresentavam sintomas de morte por dessecação.

Acredita-se que a alta umidade do solo tenha contribuído bastante para a elevação da mortalidade das larvas no interior das estruturas caídas no chão, uma vez que estas devem ter apodrecido mais rapidamente, não dando condições para que o curculionídeo completasse seu desenvolvimento.

Tabela 2

Índices de parasitismo por *Bracon* spp. e de outras causas de mortalidade de *A. grandis*, em frutos verdes, durante os ciclos do algodão 1986/87.

Data	Nº de frutos verdes		Parasitismo		Outras causas de mortalidade (*)	
	Examinados	Infestados por <i>A. grandis</i>	Frutos verdes com parasito		Nº de indivíduos	
			Nº	%	Examinados	Mortos %
Lavoura 7						
Mar. 05	100	45	7	15,6 a c	69	1 1,4 d
12	100	33	1	3,0 b	78	1 1,3 c
19	100	30	5	16,7 c	48	12 25,0 a
26	90	33	8	24,2 c	33	14 42,4 b
Lavoura 8						
Jan. 21	50	4	0	0 a	5	1 20,0 a
Fev. 04	70	20	0	0 a	28	1 3,6 a
11	60	17	0	0 a	28	2 7,1 a
18	50	5	0	0 a	5	0 0 a
25	50	7	1	14,3 a	8	1 12,5 a
Mar. 05	50	9	0	0	13	3 23,1 a
12	50	15	2	13,3 a	20	7 35,0 a
19	60	13	2	15,4 a	13	4 30,8 a
26	50	16	3	18,8 a	15	5 33,3 a
Lavoura 9						
Jan. 21	60	15	0	0 cdef	21	1 4,8 a cde
Fev. 04	50	12	0	0 a	20	0 0 e
11	50	22	1	4,5 ef	30	2 6,7 de
18	50	22	0	0 ef	30	0 0 cde
25	46	21	2	9,5 def	24	5 20,8 b
Mar. 05	50	1	0	0 c ef	25	5 20,0 b
12	50	4	1	25,0 bcdef	26	8 30,8 b
19	50	3	2	66,7 ab de	8	1 12,5 ab d
26	15	3	2	66,7 a d	3	0 0 a cde
Lavoura 10						
Fev. 25	80	11	0	0 a	19	2 10,5 a
Mar. 05	80	19	1	5,3 a	28	1 3,6 a
12	40	11	0	0 a	23	1 4,3 a
19	90	32	2	6,3 a	32	4 7,7 a
26	80	19	4	21,1 b	22	5 22,7 a
Abr. 02	80	30	8	26,7 b	30	4 13,3 a
09	80	36	16	44,4 b	30	8 26,7 a

(*) Doenças, causas fisiológicas ou interrupção do desenvolvimento pela inadequabilidade do sítio de reprodução

Porcentagens seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ($\chi^2_{0,05}$ e Igualdade de Proporções $\alpha_{0,05}$).

A quarta espécie de ectoparasito das fases imaturas do bicudo levantada neste trabalho foi *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera, Pteromalidae). Esta espécie é monófaga e, embora em baixos índices populacionais, também pôde ser detectada nas lavouras do ciclo 1986/87 desde o início, assim como *Bracon* spp. (Tabela 3). Johnson et al. (1973) registram que este parasito prefere ovipôr em botões florais caídos no chão e contendo o curculionídeo, a colocar seus ovos nas estruturas ainda presas às plantas. Este fato explica porque nos frutos verdes examinados não foi registrada a ocorrência de larvas ou pupas da praga parasitadas por este himenóptero encontrando-se, ao contrário, grande número de larvas parasitadas por *Bracon* spp.

Tabela 3

Índices de abundância relativa de parasitismo e outras causas de mortalidade natural de *A. grandis* em botões florais e pequenos frutos atacados e caídos no chão, durante o ciclo do algodão 1986/87.

Data	Estruturas examinadas				
	Lavoura	Nº	com <i>Bracon</i> spp (%)	com <i>Catolaccus grandis</i> (%)	com insetos mortos(*) (%)
23.12.86	09	610	0	0	10,8
03.01.87	09	679	0	0,1	28,1
07.01.87	09	413	0,2	0	10,0
	11	360	1,7	0	12,0
20.01.87	11	605	1,8	0,3	16,7
	12	324	2,2	0	16,7
23.01.87	09	816	0,2	0	13,0
	10	616	0,6	0,2	13,5
	11	712	0,7	0	21,8
28.01.87	09	956	0,9	0	30,2
	11	867	2,9	0	20,0
05.02.87	09	407	0	0,2	14,0
	11	990	0,3	0,1	20,2
	12	429	0	0	19,6
25.02.87	09	251	0	0	11,2
	10	263	0,8	0	3,4
	11	345	0,9	0	7,0
	12	358	0	0	12,0

(*) Outras causas de mortalidade excluindo-se o parasitismo

Adams et al. (1969), estudando *Bracon mellitor* Say, considerado o principal parasito de *A. grandis* nos Estados Unidos, observaram que este braconídeo prefere atacar seu hospedeiro em sítios ainda presos à planta àqueles caídos no chão. Além disso, as larvas de *B. mellitor* apresentam comportamento canibalístico, enquanto que *Bracon* sp. 1 é gregária na fase larval sendo que, em média, três adultos do parasito são produzidos por larva do hospedeiro (Pierozzi Jr. 1985). Outros aspectos comportamentais destas espécies de parasitos devem ser melhor estudados sob condições de campo no Brasil.

O levantamento de inimigos naturais, assim como a avaliação da sua eficiência no controle natural das populações de *A. grandis*, foram dificultados no período entre safras, pois nesta época é difícil localizar o próprio curculionídeo. Mesmo com um índice de ocorrência extremamente baixo — 15 adultos parasitados em 1.572 coletados (0,9%) — foi possível constatar o ataque de *Hyalomyodes brasiliensis* Townsend (Diptera, Taquinidae), examinando-se adultos do coleóptero capturados sobre as plantas e em armadilhas com feromônio. Depois de se desenvolverem, as larvas deste endoparasito abandonam o interior do corpo de seus hospedeiros para empupar. Desta maneira foi possível detectar sua presença tanto através da dissecação de bicudos adultos como, mais simplesmente, observando as pupas do taquinídeo sobre o papel absorvente que forrava o fundo dos frascos onde os adultos da praga eram mantidos. Sempre foi constatada a presença de uma larva do taquinídeo por hospedeiro (parasito solitário).

Os dados aqui apresentados levam a crer que os himenópteros parasitos parecem ser a categoria de inimigos naturais do curculionídeo mais expressiva, principalmente quando se considera os índices de parasitismo em larvas do curculionídeo, alcançados por *Bracon* spp. (Tabelas 1 e 2). Eles podem ser detectados nas lavouras desde o início

do ciclo do algodão (Tabela 3). No entanto, o aumento das suas populações acompanha, obviamente, o aumento de população do hospedeiro; A atuação dos braconídeos, no final do ciclo do algodão merece atenção. Foi observado que, depois que as aplicações de inseticidas deixam de ser realizadas, as populações daqueles himenópteros, notadamente *Bracon* sp. 1, puderam estabelecer-se no campo. Os altos índices de larvas do curculionídeo parasitadas, observadas nos frutos verdes a partir de fevereiro e março, comprovam este fato.

Em termos de importância, no entanto, deve-se considerar também os outros parasitos, que embora em índices populacionais bem mais baixos, em relação a *Bracon* sp. 1, puderam ser observados em quase todos os campos estudados.

Patógenos

Adultos e larvas do curculionídeo mumificadas e cobertas por micélio branco foram encontrados também no município de Raffard, SP, em 27.03.84, no interior de frutos de algodoeiro atacados pelo bicudo.

O exame microscópico do fungo, em culturas de lâminas, possibilitou a identificação do material como sendo pertencente ao gênero *Isaria*, idêntico ao material isolado por Habib et al. (1984), da mesma espécie de inseto. Aplicando-se os postulados de Koch, a infecção de 55 adultos de *A. grandis*, no laboratório, resultou em manifestação dos mesmos sintomas detectados no campo, levando os insetos a morte após aproximadamente cinco dias, com 31% de mortalidade.

Finalmente, foi constatada no presente trabalho a ocorrência de larvas do curculionídeo com coloração avermelhada e com lentas respostas aos toques. Também na mesma lavoura de Raffard, foram observadas larvas e pupas mortas, de coloração marrom escura. Um total de 72 larvas coletadas mostrou, no laboratório, sintomas de falta de apetite, relativa flacidez e aquisição de coloração avermelhada chegando a marrom escura, com a morte das mesmas.

O agente etiológico foi isolado, inoculado e purificado em meio de Agar Nutriente. Baseando-se nos sintomas exibidos pelos insetos doentes, entre eles presença de pigmento vermelho (Prodi-giosina) característico do microrganismo, no exame microscópico e nas descrições de Breed et al. (1957), Bucher (1981), Poinar Jr. & Thomas (1978) e Steinhaus (1963), chegou-se a conclusão que se tratava da bactéria *Serratia marcescens* Bizio.

Nas avaliações realizadas nos ciclos seguintes, larvas e pupas com os mesmos sintomas de doença descritos acima, puderam ser detectadas, embora os índices de ocorrência tenham sido sempre baixos. Por esta razão, os insetos mortos por doença foram somados àqueles cuja morte ocorreu por outras

causas, tais como problemas fisiológicos ou inadequabilidade do sítio de desenvolvimento, nos resultados constantes das Tabelas 1 e 2.

De acordo com Steinhaus (1963), *S. marcescens* é uma bactéria gram negativa, móvel e em forma de pequenos bastonetes, é especialmente patogênica para larvas de insetos holometábolos. Até 1963, 72 espécies de insetos foram registradas como susceptíveis a este patógeno. No entanto, é um microrganismo amplamente distribuído, ocorrendo ainda na água, no solo, no leite e em outros alimentos (Breed et al., 1957).

O mecanismo de patogenicidade desta bactéria, para adultos de *A. grandis*, foi estudado, por Slatten & Larson (1967). A infecção foi conseguida tanto por ingestão como por injeção do patógeno, porém como o nível de 100% de mortalidade nunca foi alcançado, os autores concluíram que o adulto de *A. grandis* possui certo grau de resistência ou tolerância a este microrganismo, nos Estados Unidos.

Vale a pena ressaltar, ainda, a relação entre altos índices de larvas doentes e a presença de grandes populações de parasitos que na procura de seus hospedeiros, ao introduzirem seus oviposidores nas câmaras de desenvolvimento dos estágios imaturos do bicudo, nos botões florais ou, frutos, podem disseminar eficientemente os patógenos entre a população do hospedeiro, potencializando sua ação (Pierozzi Jr., 1985).

Embora alguns pesquisadores tenham revelado atuação natural ineficiente dos inimigos naturais de *A. grandis* (Adams et al., 1969; Cross, 1973; Jiménez, 1981; Jiménez et al., 1982), o presente trabalho revela a atuação muito promissora de inimigos naturais, principalmente em áreas submetidas a programas de M.I.P. e no final do ciclo do algodão.

Alguns trabalhos no México e América Central mostram que o parasitismo, sob condições naturais, alcança níveis ao redor de 50% (Aquino, 1981; Quant, 1978; 1980). Nos Estados Unidos, testes de liberação de parasitos alcançavam níveis satisfatórios de controle (Adams et al., 1969; Cross et al., 1969).

A riqueza de insetos entomófagos; nos campos de algodão, é bem conhecida (Andrade, 1981; Brader, 1979, Habib, 1976; 1983; Reynolds et al., 1982; Whitcomb & Bell, 1964). O potencial de controle que esses insetos e outros patógenos podem desempenhar estimulam a continuação de trabalhos para a verificação da ocorrência natural de parasitos, predadores e patógenos do curculionídeo, além de possíveis avaliações de suas eficiências.

Literatura Citada

- Adams, C.H.; W.H. Cross, & H.C. Mitchell 1969. Biology of *Bracon mellitor*, a parasite of the boll weevil. J. Econ. Entomol., 62: 889-896.
- Agnew, C.W. & W.L. Sterling 1981. Predation of boll weevils in partially opened cotton bolls by the red imported fire ant. Southwest Entomol., 6: 215-219.
- Andrade, C.F.S. 1981. Estudios ecológicos e patológicos da polidrose nuclear de *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae). Tese de Mestrado. UNICAMP, Campinas SP. 153 p.
- Andrade, C.F.S.; I. Pierozzi Jr. & M.E.M. Habid 1984. Ocorrência natural de doenças infecciosas em populações do "bicudo", *Anthonomus grandis* Boheman 1843. In: IX Congresso Brasileiro de Entomologia, Londrina, PR. Resumos. p. 154.
- Aquino, G.V. 1981. Estudios preliminares para el establecimiento del control de la calidad del *Bracon kirkipatricksi* (Wilkinson) y de *Ephestia kuniella*. IX Reunión de Control Biológico. Oaxaca, México. p. 210-220.
- Bell, M.R. & R.E. McLaughlin 1970. Influence of the protozoan *Mattesia grandis* McLaughlin on the toxicity to the boll weevil of four insecticides. J. Econ. Entomol., 63: 266-269.
- Brader, L. 1979. Integrated pest control in the developing world. Ann. Rev. Entomol., 24: 225-254.
- Bradleigh, U.S.; R.D. Henson, & L.S. Barfield, 1976. Ovipositional behavior of *Bracon mellitor* Say (Hymenoptera, Braconidae) a parasitoid of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boh.): I. Isolation and identification of a syntetic releaser of ovipositor probing. J. Chem. Ecol., 2: 431-440.
- Breed, R.S., E.G.D. Murray & N.R. Smith 1957. Bergey's Manual of determinative bacteriology. 7 ed. The Williams & Wilkins Company, Baltimore. 1094 p.
- Bucher, G.E. 1981. Identification of bacteria found in insects. In: Burges, H.D., ed. Microbial control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. p. 7-33. Academic Press, London.
- Burke, H.R. 1976. Bionomics of the Anthonomine weevils. Ann. Rev. Entomol., 21: 283-303.
- Chesnut, T.L. & W.H. Cross 1971. Arthropod parasites of the boll weevil, *Anthonomus grandis*: 2. Comparisons of their importance in the United States over a period of thirty-eight years. Ann. Entomol. Soc. Am., 64: 549-557.
- Cleveland, T.C. 1981. A parasitic nematode of the boll weevil (*Anthonomus grandis grandis*). J. GA. Entomol. Soc., 16: 122-125.
- Cross, W.H. 1973. Biology, control and eradication of the boll weevil. Ann. Rev. Entomol., 18: 17-46.
- Cross, W.H. & H.C. Mitchell 1969. Distribution and the importance of *Heterolaccus grandis* as a parasite of the boll weevil. Ann. Entomol. Soc. Am., 62: 235-236.
- Cross, W.H.; W.L. McGovern & H.C. Mitchell 1969. Biology of *Bracon kirkipatricksi* and field releases of the parasite for control of the boll weevil. J. Econ. Entomol., 62: 448-454.
- Cross, W.H. & T.L. Chesnut 1971. Arthropod parasites of boll weevil, *Anthonomus grandis*: 1. An annotated list. Ann. Entomol. Soc. Am., 64: 516-527.
- De Coss, M.E.F.; P.R. Bodega & R. Flores 1981. Some observations about the parasite *Catolaccus grandis* (equals *Heterolaccus*

- grandis*) in the region of Socomiscas, Chiapas, Mexico. Southwest Entomol., 6: 312-315.
- Fillman, D.A. & W.L. Sterling, 1983. Killing power of the red imported fire ant (Hym.: Formicidae): a key predator of the boll weevil (Col.: Curculionidae). Entomophaga, 28: 339-344.
- . 1985. Inaction levels for the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hym.: Formicidae): a predator of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Col.: Curculionidae). Agric. Ecosys. Environ., 13: 93-102.
- Folsom, J.W. 1936. Observations on *Microbracon mellitor* (Say) in relation to the boll weevil. J. Econ. Entomol., 29: 111-116.
- Gast, R.T. 1966. Control of four diseases of laboratory reared boll weevils. J. Econ. Entomol., 59: 793-797.
- Habid, M.E.M. 1976. Estudos biológicos e anatômicos sobre *Alabama argillacea* Hubner, 1818 (Lepidoptera, Notctuidae). Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas, SP. 117 p.
- . 1983. O potencial biótico na lavoura algodoeira no Brasil. Anais do 1o. Simposio Hoechst Fitossanidade do Algodão, R.J. p. 77-81.
- Habib, M.E.M.; W.D. Fernández, A. Favaro Jr., & C.F.S. Andrade, 1984. Eficiência do feromônio de agregação e inseticidas químicos no combate ao bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman. Rev. Agric., 59: 239-251.
- Henson, R.D.; S.B. Vinson, & C.B. Barfield 1977. Ovipositional behavior of *Bracon mellitor* Say, a parasitoid of boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman): III. Isolation and identification of natural releasers of ovipositor probing. J. Chem. Ecol. 3: 151-158.
- Hunter, W.D. & W.D. Pierce. 1912. The Mexican boll weevil: a summary of the investigations of this insect up to Dec. 31, 1911. U.S. Dep. Agric. Bur. Entomol. Bull. 114.
- Jenkins, J.N., R.E. McLaughlin; W.L. Parrot & C.J.J. Wouters, 1970. Eliminating *Glugea gastii* from genetic stocks of the boll weevil. J. Econ. Entomol. 63: 1638-1639.
- Jiménez, N.C. 1981. Control cultural, químico y biológico del picudo del algodónero (*Anthonomus grandis* Boheman) en la zona algodonera del Sinú. Revista El Algodonero, febrero, p. 9-11. Colombia.
- Jiménez, J.A., E. Bustamante & G. Carrero 1982. Cria y adaptación del himenoptero *Bracon kirkipatricksi*, parásito del picudo del algodónero, en condiciones de Colombia. Instituto Colombiano de Agropecuario, Bogotá. 12 p.
- Johnson, W.L.; W.H. Cross; W.L. McGovern & H.C. Mitchell 1973. Biology of *Heterolaccus grandis* in a laboratory culture and its potential as an introduced parasite of the boll weevil in the United States. Environ. Entomol., 2: 112-118.
- Jones, D. & W.L. Sterling 1979. Manipulation of red imported fire ants in a trap crop for boll weevil suppression. Environ. Entomol., 8: 1073-1077.
- Kogan, M. 1988. Introdução ao conceito de manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas. In: Anais do I Simpósio Internacional de Manejo Integrado de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas. CATI, Campinas, SP. p. 109-120.
- Marín, C. 1981. El picudo del algodónero. Treinta años de existencia en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico No. 81. 19 p.
- Martignoni, M.E. & P.J. Iwai 1981. A catalogue of viral diseases of insects, mites and ticks. In: Burges, H.D., ed. Microbial control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. p. 897-911. Academic Press, London.
- McLaughlin, R.E. 1966a. Laboratory techniques for rearing disease-free insect colonies: Elimination of *Mattesia grandis* McLaughlin and *Nosema* sp. from colonies of boll weevils. J. Econ. Entomol., 59: 401-404.
- . 1966b. Infection of the boll weevil with *Mattesia grandis* induced by a feeding stimulant. J. Econ. Entomol., 59: 909-911.
- . 1967. Development of the bait principle for boll weevil control. II. Field-cage tests with a feeding stimulant and the protozoan *Mattesia grandis*. J. Invert. Pathol., 9: 70-77.
- . 1969. *Glugea gastii* sp. n., a microsporidian pathogen of the boll weevil, *Anthonomus grandis*. J. Protozool., 16: 84-92.
- McLaughlin, R.E., R.J. Daum & 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* and a microsporidian. J. Invert. Pathol., 12: 168-174.
- McLaughlin, R.E.; T.C. Cleveland, R.J. Daum & M.R. Bell 1969. Development of the bait principle for boll weevil control. IV. Field tests with a bait containing a feeding stimulant and the sporozoans *Glugea gastii* and *Mattesia grandis*. J. Invert. Pathol., 13: 429-441.
- McLaughlin, R.E. & M.R. Bell 1970. Mass production in vivo of two protozoan pathogens, *Mattesia grandis* and *Glugea gastii*. J. Invert. Pathol., 16: 84-88.
- Meinke, L.J. & J.E. Slosser 1981. Boll weevil (*Anthonomus grandis grandis*) parasite surveys in the Rolling Plains of northern Texas, USA. J. Econ. Entomol., 74: 506-509.
- . 1982. Fall mortality of the boll weevil (*Anthonomus grandis grandis*) in fallen cotton squares with emphasis on parasite induced mortality. Environ. Entomol., 11: 318-323.
- Parencia, P.G. 1986. Controle químico do bicudo In: Barbosa, S.; Lukefahr, M.S. & Braga Sobrinho, R. ed. O Bicudo do algodoeiro. Dept. de Difusao de Tecnologia, Embrapa, Brasília, DF. p. 185-200.
- Pierozzi Jr. I. 1985. Ecologia Aplicada de *Anthonomus grandis grandis* Boh., 1843 (Coleoptera, Curculionidae), na região de Campinas, SP. Tese de Mestrado. UNICAMP, Campinas, SP. 155 p.
- Pierozzi Jr. I., M.E.M. Habib & C.F.S. Andrade 1984. Ocorrência natural de parasitismo e predação em populações do bicudo *Anthonomus grandis grandis* Boheman. 1843. In: IX Congresso Brasileiro de Entomologia, Londrina, P.R. Resumos. p. 163.
- Pierozzi Jr. I., & M.C.V. Queiroz 1985. Comportamento de reprodução em fêmeas de *Bracon* sp. (Hymenoptera, Braconidae). In: XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Campinas, SP. Resumos. p. 134.
- Pierozzi Jr. I. M.E.M. Habib & C.F.S. Andrade 1985. Primeiro registro de ocorrência no Brasil de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera, Pteromalidae), parasito de *Anthonomus grandis grandis* Boheman (Coleoptera, Curculionidae). In: XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Campinas, SP. Resumos. p. 135.
- Pierozzi, Jr. I. & M.E.M. Habib 1986a. Estudos preliminares de criação em grande escala de *Bracon* sp. (Hymenoptera, Braconidae), parasito de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera, Curculionidae). In: X Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio de Janeiro, RJ. Resumos. p. 223.
- . 1986b. Primeiro registro de parasitismo em adultos de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera, Curculionidae) por

- Hyalomyodes brasiliensis* Tow. (Diptera, Tachinidae). In: X Congresso Brasileiro de Entomologia, Rio de Janeiro, RJ. Resumos. p. 241.
- Poinar Jr., G.O. & G.M. Thomas 1978. Diagnostic manual for the identification of insect pathogens. Plenum Press, New York. 218 p.
- Quant, G.L. 1978. Investigación práctica en el manejo del picudo del algodonero, *Anthonomus grandis* Boheman, en Nicaragua XII Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. p. 1-14.
- . 1980. Algunos aspectos claves en el manejo integrado del picudo del algodonero, *Anthonomus grandis* Boheman. Separata Memorias del VII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología - "SOCOLEN". Bucaramanga, Colombia. 6-8 de agosto. 26 p.
- Reynolds, H.T.; P.L. Adkisson, R.F. Smith & R.F. Friesbie 1982. Cotton insect pest management. In: Metcalf, R.L. & Luckmann, W.H., ed. Introduction to insect pest management. 2 ed. John Wiley & Sons, Inc. New York and London. p. 375-441.
- Roach, S.H. & J.E. Leggett 1979. Boll Weevil parasites: emergence from squares in the Florence, SC area. J. Econ. Entomol., 72: 162-164.
- Roberts, D.W. 1981. Toxins of Entomopathogenic Fungi. In: Burgess H.D., ed. Microbial control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. p. 441-464. Academic Press, London.
- Rummel, D.R. & G.L. Curry 1986. Dinâmica populacional e níveis da dano econômico. In: Barbosa, S.; Lukefahr, M.S. & Braga Sobrinho, R. ed. O Bicudo do Algodoeiro. Departamento de Difusao de Tecnologia, Embrapa, Brasília, D.F. p. 201-220.
- Santis, L. 1980. Catálogo de los himenopteros brasileños de la Serie Parasitica incluyendo Bethyloidea. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 395 p.
- Slatten, B.H. & A.D. Larson 1967. Mechanism of pathogenicity of *Serratia marcescens*. I. Virulence for the adult boll weevil. J. Invert. Pathol., 9: 78-81.
- Steinhaus, E.A. 1963. Insect pathology - an advanced treatise. Academic Press, New York. Vol. 1, 661 p.; Vol. 2, 689 p.
- Sterling, W.L. 1978. Fortuitous biological suppression of the boll weevil by red imported fire ant. Environ. Entomol., 7: 564-568.
- Sterling, W.L.; D.A. Dean; D.A. Fillman & D. Jones, 1984. Naturally occurring biological control of the boll weevil. Entomophaga, 29: 1-9.
- Sturm, M.M. & W. Sterling 1986. Boll weevil mortality factors within flower buds of cotton. Bull. Entomol. Soc. Am., 32: 239-247.
- Vavra, J. & R.E. McLaughlin 1970. The fine structure of some developmental stages of *Mattesia grandis* McLaughlin, a parasite of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman J. Protozool, 17: 483-496.
- Walker Jr., J.K. 1986. Controle cultural do bicudo. In: Barbosa, S.; Lukefahr, M.S. & Braga Sobrinho, R. ed. O Bicudo do Algodoeiro. Departamento de Difusão de Tecnologia, Embrapa, Brasília, D.F. p. 159-184.
- Wharton, R.H. 1983. New species of Illidops and Bracon (Hymenoptera, Braconidae) of potencial use in biological control. Can. Entomol., 115: 667-672.
- Whitcomb, W.H. & K. Bell 1964. Predaceous insects, spiders and mites of Arkansas cotton fields. Arkansas Agr. Exp. Sta. Bull. 690.