

BIOLOGICAL CONTROL

Interação entre *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) e *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae)

JOSÉ R. GONÇALVES¹, LÊDA R.D'A. FARONI², RAUL N.C. GUEDES¹, CARLOS R.F. DE OLIVEIRA¹ E FLÁVIA M. GARCIA²

¹Depto. Biologia Animal, goncalves_mip@hotmail.com; ²Depto. Engenharia Agrícola. Univ. Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG

Neotropical Entomology 35(6):823-827 (2006)

Interaction between *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) and *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) on *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae)

ABSTRACT - The interaction between *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) and *Anisopteromalus calandrae* (Howard) may be a promising tool for the integrated pest management of stored grain insect pests. The objective of this study was to evaluate the compatibility of these two natural enemies on *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). The experimental units were petri dishes (140 x 10 mm) containing 30 g of whole wheat grains (13% water content) infested with 20 adults of *R. dominica*. The treatments consisted of inoculation of *A. lacunatus* and *A. calandrae*, separately and associated, in eight replicates. Three inoculations of five adult females of the natural enemies were carried out in each petri dish at five, ten and fifteen days after the infestation of *R. dominica*. All treatments were stored during 60 days in environmental chamber at 30 ± 1°C, 60 ± 5% relative humidity and 24h scotophase. The smallest numbers of physogastric females of *A. lacunatus* and of adults of *A. calandrae* were obtained when the natural enemies were in association. The use of *A. calandrae* alone demonstrated a low instantaneous rate of increase (r_i) of *R. dominica* and a high protection of the wheat grains. The association of *A. calandrae* with *A. lacunatus* led to the lowest number of immatures of *R. dominica*. These results demonstrate the importance of this interaction as a tool of for the integrated management of *R. dominica* in stored wheat grains.

KEY WORDS: Biological control, stored grain pest, mite, stored wheat

RESUMO - A interação entre *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) e *Anisopteromalus calandrae* (Howard) pode ser uma ferramenta promissora para o manejo integrado de pragas. O objetivo deste estudo foi avaliar a compatibilidade desses dois inimigos naturais sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). As unidades experimentais consistiram de placas de Petri (140 x 10 mm), contendo 30 g de grãos de trigo com teor de água de 13% b.u. Esses grãos foram infestados com 20 adultos de *R. dominica*, com idade entre três e sete dias. Os tratamentos consistiram na inoculação com *A. lacunatus* e *A. calandrae*, isoladamente e em conjunto, em oito repetições. Foram realizadas três inoculações com cinco fêmeas adultas dos inimigos naturais por placa de Petri, cinco, dez e quinze dias após a infestação de *R. dominica*. Todos os tratamentos foram armazenados por 60 dias em câmara climática ajustada a 30 ± 1°C, 60 ± 5% UR e escotofase de 24h. Os menores números de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* e de adultos de *A. calandrae* foram observados quando esses inimigos naturais estavam associados. O uso de *A. calandrae* sozinho ocasionou menor taxa instantânea de crescimento populacional de *R. dominica* e maior proteção aos grãos de trigo. Quando esse inimigo natural foi associado a *A. lacunatus*, além de preservar seu potencial, também apresentou os menores números de imaturos de *R. dominica*, demonstrando a importância dessa interação como ferramenta do manejo integrado de *R. dominica* em unidades armazenadoras.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, praga de grãos armazenados, ácaro, trigo armazenado

O coleóptero *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) é o principal inseto-praga de grãos de trigo armazenado em muitos países, inclusive no Brasil (Lorini 2002). A forma de controle mais utilizada no seu manejo é o químico. No entanto, esse método nem sempre apresenta resultados satisfatórios, uma vez que existem muitas raças de *R. dominica* resistentes aos princípios ativos dos inseticidas disponíveis para o seu controle (Guedes *et al.* 1996, Guedes & Zhu 1998). Assim, torna-se de fundamental importância a busca por alternativas que possam ser integradas ao manejo desse inseto-praga. A utilização do controle biológico tem surgido como alternativa de controle de pragas de grãos armazenados, com várias espécies de inimigos naturais. Esses organismos liberados nos armazéns podem se reproduzir por muito tempo, quando possuem hospedeiros disponíveis e condições ambientais satisfatórias (Scholler *et al.* 1997).

Uma das restrições ao controle biológico em armazenamento é a possível contaminação dos produtos por fragmentos dos próprios agentes depois de mortos (Scholler 1998). Outra desvantagem é que os inimigos naturais, na maioria das vezes, só aparecem em números significativos após um produto ter sido infestado e danos sérios já terem ocorrido (Champ 1966). Entretanto, Press *et al.* (1984) e Cline *et al.* (1985) sugerem que, se inimigos naturais forem introduzidos em número suficiente no início do armazenamento, o crescimento inicial da praga pode ser suprimido. Porém, o baixo nível de contaminação ocasionado pelo sucesso desses organismos pode trazer melhoria em relação às perdas causadas pelas pragas. Além do mais, essa desvantagem pode ser facilmente eliminada com nova limpeza dos grãos (Brower 1991).

O ácaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) e a vespa *Anisopteromalus calandrae* (Howard) são importantes inimigos naturais de *R. dominica*. *A. lacunatus* apresenta elevado potencial de parasitismo sobre ovos de *R. dominica* (Gonçalves *et al.* 2001), enquanto *A. calandrae* é um importante parasitóide de larvas desse coleóptero (Menon *et al.* 2002). Além disso, esses inimigos naturais atuam sobre outros coleópteros-praga de grãos armazenados (Okamoto 1971, Wen & Brower 1995, Oliveira *et al.* 2003).

O uso de mais de uma espécie de inimigo natural para o controle de pragas é uma técnica de manejo que visa aumentar a eficácia do controle biológico, principalmente quando os organismos atuam sobre diferentes estágios de desenvolvimento da praga (Kakehashi *et al.* 1984, Keever *et al.* 1986). Todavia, efeitos negativos podem ocorrer com as interações, uma vez que os inimigos naturais podem afetar-se mutuamente (Brower & Press 1988, Wen *et al.* 1994). Embora a eficácia de um dos inimigos naturais possa ser diminuída, a redução da população do hospedeiro sob a ação dos organismos associados pode ser maior do que se as espécies estivessem sozinhas (Keller 1984).

A interação de *A. lacunatus* e *A. calandrae* como ferramenta do manejo integrado de pragas pode ser promissora, uma vez que esses inimigos naturais apresentam compatibilidade com o controle químico (inseticidas) e o físico (aeração), importantes métodos de controle de pragas de grãos armazenados (Baker & Weaver 1993, Flinn *et al.* 1997, Scholler 1998, Gonçalves *et al.* 2004). Além disso,

tanto *A. lacunatus* quanto *A. calandrae* ocorrem em grãos e ambientes de armazenamento infestado por *R. dominica*, principalmente, na superfície da massa de grãos, onde existe maior concentração de insetos-praga e o acesso dos inimigos naturais é mais fácil (Scholler *et al.* 1997). Desta forma, este trabalho estuda a compatibilidade desses inimigos naturais sobre uma população de *R. dominica*.

Material e Métodos

Criação de *R. dominica*. O coleóptero *R. dominica* foi criado em câmara climatizada, à temperatura de $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h, a partir de adultos provenientes da criação estoque do laboratório. A criação foi iniciada com 50 adultos de *R. dominica* em placas de Petri, contendo grãos de trigo com teor de água de 13% b.u. (base úmida). Os ovos da praga foram coletados com peneira de orifícios de 1 mm de diâmetro, sete dias após a montagem das criações, tempo suficiente para que o inseto iniciasse a oviposição, e foram colocados em outras placas com a mesma dieta. Os ovos foram coletados de acordo com um calendário, para que houvesse disponibilidade de adultos de *R. dominica* com idade conhecida. O controle da infestação de *A. lacunatus* sobre as criações de *R. dominica* foi realizado pulverizando-se 0,6 mg/g de enxofre sobre os grãos de trigo.

Criações de *A. lacunatus* e *A. calandrae*. Indivíduos de *A. lacunatus* e *A. calandrae* foram obtidos de criações massais de *R. dominica* infestadas por esses inimigos naturais há mais de quatro anos. As criações foram conduzidas separadamente para cada inimigo natural, a $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.

Interação entre *A. lacunatus* e *A. calandrae* sobre *R. dominica*. As unidades experimentais consistiram de placas de Petri de 140 x 10 mm (diâmetro x altura), contendo 30 g de grãos de trigo com teor de água de 13% b.u. (base úmida), infestados com 20 adultos não-sexados de *R. dominica*, com idade entre três e sete dias. Os tratamentos consistiram na inoculação de *A. lacunatus* e *A. calandrae*, isoladamente e em conjunto, em oito repetições. Foram realizadas três inoculações de cinco fêmeas adultas por placa de Petri no período de cinco, dez e quinze dias após a infestação de *R. dominica*, tempo suficiente para que o coleóptero colocasse os primeiros ovos e as larvas eclodissem. As placas foram revestidas com filme plástico de PVC para evitar que os insetos e os ácaros escapassem e também para prevenir possível contaminação com indivíduos de outras espécies. Em cada placa, foram feitos três furos com alfinete entomológico no filme de PVC, de maneira a permitir melhor troca de ar com o meio externo. Todos os tratamentos foram armazenados por 60 dias em câmara climática ajustada a $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ UR e escotofase de 24h.

Após o período de armazenamento, avaliou-se o efeito de *A. lacunatus* e *A. calandrae* sobre as populações de *R. dominica*. Para isso, a massa de grãos de cada placa foi passada em peneira com orifícios de 1 mm de diâmetro, separando-se os indivíduos de *A. calandrae* e *R. dominica* dos grãos e o resíduo (pó) contendo fases imaturas, ovos e

larvas de *R. dominica* e adultos de *A. lacunatus*. Em seguida, procedeu-se à determinação da perda de massa dos grãos de trigo (%), através da alteração da massa com o término do experimento. Foram registrados os números de fêmeas de *A. lacunatus* em processo de fisogastría, ovos de *R. dominica* parasitados ou não pelo ácaro, adultos de *A. calandreae*, larvas de primeiro instar de *R. dominica* e adultos desse coleóptero. O resíduo da massa de grãos foi analisado com auxílio de microscópio estereoscópico.

A taxa instantânea de crescimento de *R. dominica* (r_i) foi calculada usando-se a equação: $r_i = [\ln(N_f/N_0)]/\Delta t$; onde N_f = número final de coleópteros vivos; N_0 = número inicial de coleópteros vivos; Δt = variação de tempo (número de dias em que o ensaio foi executado) (Walthall & Stark 1997).

Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O número de adultos de *R. dominica* apresentou diferença significativa com a ação dos inimigos naturais *A. lacunatus* e *A. calandreae* ($F_{3,28} = 64,42$; $P < 0,001$). A população de *R. dominica* se reduziu associada aos inimigos naturais. No entanto, os menores números de adultos do coleóptero foram observados quando *A. calandreae* esteve presente isoladamente ou associada a *A. lacunatus* (Tabela 1). Os resultados demonstram superioridade de *A. calandreae* sobre *A. lacunatus*. Isso pode estar relacionado com a densidade inicial de *R. dominica*, uma vez que os inimigos naturais apresentam potencial de parasitismo variável com a densidade do hospedeiro (Smith 1994, Flinn & Hagstrum 2002).

Assim como observado para o número de adultos de *R. dominica*, a taxa instantânea de crescimento (r_i) do coleóptero ($0,0605 \pm 0,004$) também apresentou diferença significativa com o parasitismo dos inimigos naturais ($F_{3,28} = 25,23$; $P < 0,001$). O menor crescimento da população de *R. dominica* foi observado com *A. calandreae* ($0,0348 \pm 0,031$) e em seguida com a *A. lacunatus* ($0,0520 \pm 0,012$). No entanto, quando os inimigos foram associados, a r_i do coleóptero ($0,0351 \pm 0,038$) não diferiu significativamente da obtida com *A. calandreae* isoladamente.

Também não houve diferença significativa no número de ovos ($F_{3,28} = 119,42$; $P < 0,001$) e de larvas ($F_{3,28} = 507,43$;

$P < 0,001$) de *R. dominica*, nos diferentes tratamentos. Os menores números de imaturos do coleóptero foram encontrados nos tratamentos utilizando *A. lacunatus* sozinho e associado a *A. calandreae* (Fig. 1).

Em um ecossistema de grãos armazenados, a liberação combinada de inimigos naturais que atacam diferentes estágios de desenvolvimento de seus hospedeiros pode aumentar a eficiência do controle biológico (Scholler 1998, Gonçalves *et al.* 2003), o que foi observado na associação de *A. lacunatus* e *A. calandreae* sobre a população de *R. dominica*. Outros resultados de sucesso com interações entre inimigos naturais foram observados para *Venturia canescens* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthicoridae) (Press 1989), *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) (Brower & Press 1990).

Por outro lado, a associação entre inimigos naturais pode afetar de forma adversa esses organismos (Scholler 1998). Houve diferença significativa para o número de *A. lacunatus* fisogástricos ($F_{3,28} = 28,79$; $P < 0,001$) e o número de vespas adultas de *A. calandreae* ($F_{3,28} = 119,42$; $P < 0,001$), sendo que a associação de *A. lacunatus* com *A. calandreae* proporcionou os menores números de inimigos naturais (Tabela 1). Isso já era esperado, uma vez que os dois inimigos naturais em conjunto interagiram com a mesma densidade do hospedeiro que foi oferecida para ambas as espécies isoladamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Wen & Brower (1995), num ensaio de competição de *A. calandreae* e *T. elegans*. Outros resultados de interações adversas entre inimigos naturais foram observados para *B. hebetor*, que suprimiu *V. canescens* em uma população de *Cadra cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) (Press *et al.* 1977); para *T. pretiosum* que parasitou ovos de *X. flavipes*; e para *X. flavipes* que predou ovos de *C. cautella* parasitados por *T. pretiosum* (Brower & Press 1988).

A perda de massa dos grãos de trigo apresentou diferença significativa com a utilização dos inimigos naturais ($F_{3,28} = 40,79$; $P < 0,001$). *A. calandreae*, tanto sozinho como associada ao ácaro parasita, proporcionou as menores perdas de massa dos grãos (Fig. 2). É possível que a perda seja ainda menor utilizando-se a interação de *A. lacunatus* e *A. calandreae* com o controle químico e o físico, uma vez que pesquisas anteriores já constataram a compatibilidade entre esses

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de adultos de *R. dominica* e seus inimigos naturais *A. lacunatus* e *A. calandreae*, criados isoladamente ou associados, sobre grãos de trigo, após 60 dias do armazenamento a $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ de UR e 24h de escotofase.

Tratamentos	<i>R. dominica</i> ¹	<i>A. lacunatus</i> ²	<i>A. calandreae</i> ²
<i>R. dominica</i>	755,8 \pm 17,43 a		
<i>R. dominica</i> + <i>A. lacunatus</i>	461,0 \pm 30,93 b	699,1 \pm 74,53 a	
<i>R. dominica</i> + <i>A. lacunatus</i> + <i>A. calandreae</i>	197,8 \pm 46,49 c	194,8 \pm 57,28 b	8,5 \pm 2,02 b
<i>R. dominica</i> + <i>A. calandreae</i>	182,3 \pm 33,21 c		24,5 \pm 3,28 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelos testes de Tukey⁽¹⁾ e F⁽²⁾, a 5% de probabilidade.

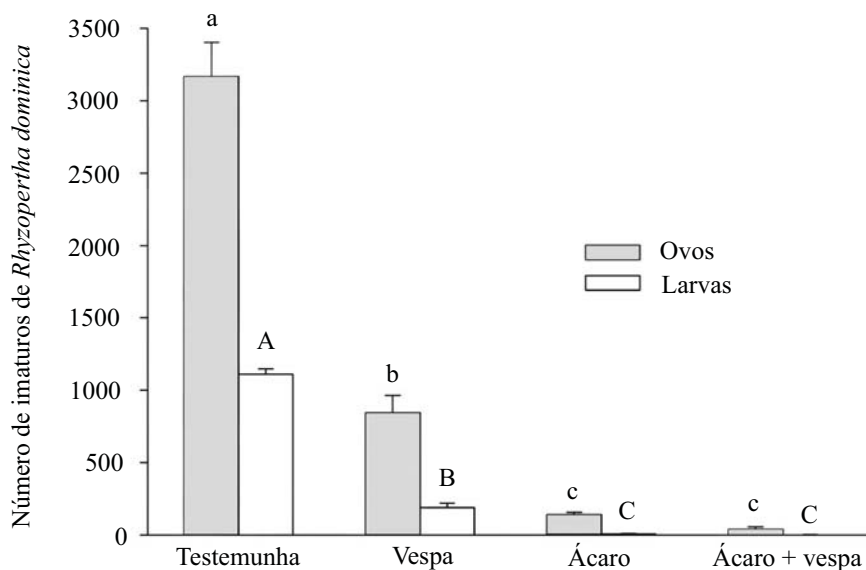


Fig. 1. Efeito dos inimigos naturais *A. calandreae* (parasitóide) e *A. lacunatus* (predador), isoladamente e em conjunto, sobre o número de ovos e larvas de *R. dominica*, após 60 dias da infestação de grãos de trigo a $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ de UR e 24h de escotofase. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

organismos e métodos de controle (Baker & Weaver 1993, Flinn 1998, Gonçalves et al. 2004).

Em geral, o uso isolado de vespas proporcionou menor taxa instantânea de crescimento populacional de *R. dominica* e perda de massa dos grãos. Entretanto, quando esse inimigo natural foi associado a *A. lacunatus*, além de preservar seu potencial, também apresentou os menores números de imaturos de *R. dominica*.

Conclui-se que a interação de *A. lacunatus* com *A. calandreae* é uma ferramenta importante para o manejo

populacional de *R. dominica*. Novos estudos devem ser realizados com intuito de avaliar o potencial de controle e índice de competição entre *A. lacunatus* e *A. calandreae* em camadas mais profundas da massa de grãos infestados com *R. dominica*.

Referências

- Baker, J.E. & D.K. Weaver. 1993. Resistance in field strains of the parasitoid *Anisopteromalus calandreae* (Hymenoptera: Pteromalidae) and its host, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), to malathion, chlorpyrifos-methyl, and pirimiphos-methyl. *Biol. Control* 3: 233-242.
- Brower, J.H. 1991. Replacing fumigants with beneficial insects. *Califor. Agric.* 2: 14-16.
- Brower, J.H. & J.W. Press. 1988. Interaction between the egg parasite *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and a predator, *Xylocoris flavipes*, (Hemiptera: Anthocoridae) of the almond moth, *Cadra cautella*, (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Entomol. Sci.* 23: 342-349.
- Brower, J.H. & J.W. Press. 1990. Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in suppressing stored-product moth populations in small inshell peanut storages. *J. Econ. Entomol.* 83: 1096-1101.
- Champ, B.R. 1966. Insects and mites associated with stored products in Queensland. *Queensl. J. Agric. Anim. Sci.* 23: 177-195.
- Cline, L.D., J.W. Press & B.R. Flaherty. 1985. Suppression of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), inside and outside of burlap, woven polypropylene, and cotton bags by the parasitic wasp, *Anisopteromalus calandreae* (Hymenoptera:

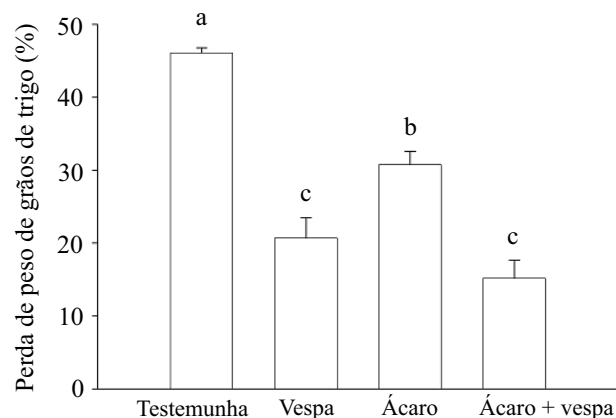


Fig. 2. Perda de massa de grãos de trigo em função da infestação de *R. dominica* associada a *A. calandreae* (parasitóide) e *A. lacunatus* (predador), isoladamente e em conjunto, após 60 dias do armazenamento a $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ de UR e 24h de escotofase. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

- Pteromalidae). J. Econ. Entomol. 78: 835-838.
- Flinn, P.W. 1998. Temperature effects on efficacy of *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) to suppress *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. J. Econ. Entomol. 91: 320-323.
- Flinn, P.W. & D.W. Hagstrum. 2002. Temperature-mediated functional response of *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) in stored wheat. J. Stored Prod. Res. 38: 185-190.
- Flinn, P.W., D.W. Hagstrum & W.E. Muir. 1997. Effects of time of aeration, bin size, and latitude on insect populations in stored wheat: A simulation study. J. Econ. Entomol. 90: 646-651.
- Gonçalves, J.R., C.R.F. de Oliveira & C.H.C. Matos. 2003. Potencial de *Trichogramma* spp. no controle de pragas de grãos armazenados. Eng. Agric. 11: 65-71.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & C.R.F. de Oliveira. 2001. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) em ovos de *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). Eng. Agric. 9: 242-250.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & C.R.F. de Oliveira. 2004. Insecticide selectivity to the parasitic mite *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). Neotrop. Entomol. 33: 243-248.
- Guedes, R.N.C. & K.Y. Zhu. 1998. Characterization of malathion resistance in a Mexican population of *Rhyzopertha dominica*. Pestic. Sci. 53: 15-20.
- Guedes, R.N.C., B.A. Dover & S. Kambhampati. 1996. Resistance to chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, and malathion in Brazilian and U.S. population of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Econ. Entomol. 89: 27-32.
- Takehashi, N., Y. Suzuki & Y. Iwasa. 1984. Niche overlap of parasitoids in host-parasitoid system: Its consequence to single versus multiple introduction controversy in biological control. J. Appl. Ecol. 21: 115-131.
- Keever, D.W., M.A. Mullen, J.W. Press & R.T. Arbogast. 1986. Augmentation of natural enemies for suppressing two major insect pests in stored farmers stock peanuts. Environ. Entomol. 15: 767-770.
- Keller, M.A. 1984. Reassessing evidence for competitive exclusion of introduced natural enemies. Environ. Entomol. 13: 192-195.
- Lorini, I. 2002. Manejo integrado de pragas de grãos armazenados (MIPGrãos). p. 607-621. In I. Lorini, L.H. Miike & V.M. Scussel (eds.). Armazenagem de grãos, Instituto Bio Geneziz, 983p.
- Menon, A., P.W. Flinn & B.A. Dover. 2002. Influence of temperature on the functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 38: 463-469.
- Oliveira, C.R.F. de, L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & A. Pallini. 2003. Parasitism by the mite *Acarophenax lacunatus* on beetle pests of stored products. Biocontrol 48: 503-513.
- Okamoto, K. 1971. The synchronization of the life cycles between *Callosobruchus chinensis* (L.) and the parasite *Anisopteromalus calandrae* Howard. J. Ecol. 21: 233-237.
- Press, J.W. 1989. Compatibility of *Xylocoris flavipes* (Hymenoptera: Anthocoridae) and *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae) for suppression of the almond moth, *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). J. Entomol. Sci. 24: 156-160.
- Press, J.W., B.R. Flaherty & R.T. Arbogast. 1977. Interactions among *Nemeritis canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), and *Ephesia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). J. Kans. Entomol. Soc. 50: 259-262.
- Press, J.W., L.D. Cline & B.R. Flaherty. 1984. Suppression of residual populations of the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, by the parasitic wasp, *Anisopteromalus calandrae*. J. Ga. Entomol. Soc. 19: 110-113.
- Scholler, M. 1998. Integration of biological and non-biological methods for controlling arthropods infesting stored products. Postharv. News Inf. 9: 15-20.
- Scholler, M., S. Prozell, A.G. Al-Kirshi & C. Reichmuth. 1997. Towards biological control as a major component of integrated pest management in stored product protection. J. Stored Prod. Res. 33: 81-97.
- Smith, L. 1994. Temperature influences functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing maize weevil larvae in shelled corn. Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 849-855.
- Walthall, W.K. & J.D. Stark. 1997. Comparison of two population level ecotoxicological endpoints: The intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. Environ. Toxicol. Chem. 16: 1068-1073.
- Wen, B. & J.H. Brower. 1995. Competition between *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. Biol. Control 5: 151-157.
- Wen, B., L. Smith & J.H. Brower. 1994. Competition between *Anisopteromalus calandrae* and *Choetospila elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) in corn. Environ. Entomol. 23: 367-373.

Received 08/VIII/05. Accepted 27/II/06.