

Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil?

Biological control of pests in storage: is an alternative to reduce the use of pesticides in Brazil?

Marcus Alvarenga Soares¹

José Cola Zanuncio²

Germano Leão Demolin Leite³

Tatiane Carla Reis⁴

Marlon Almeida Silva⁵

Resumo: Esse trabalho descreve o uso do controle biológico contra pragas de grãos armazenados e apresenta os principais inimigos naturais observados no ambiente de armazenamento. Em todo o mundo tem-se reconhecido a importância dos inimigos naturais como controladores das populações de pragas em grãos armazenados. Estudos pré-introdutórios têm permitido o conhecimento das principais características biológicas, compatibilidade com outros métodos de controle e dinâmica populacional. No entanto, existem poucos relatos de técnicas econômicas para criação massal, armazenamento, transporte e liberação da maioria desses agentes. Assim, não existem tecnologias de uso dos inimigos naturais, o que, atualmente, não permite considerá-los como uma estratégia do manejo integrado de pragas (MIP) do armazenamento.

Palavras-chave: Alimentos. Armazenamento. Pragas. Controle biológico. Parasitóides. Predadores. Patógenos.

Abstract: This literature revision describes advantages and disadvantages of the use of the biological control against stored grains pests and it introduces the main natural enemies observed in the storage atmosphere. Around of the world the researchers have been identifying and recognized the natural enemies' importance as controllers of the pest's populations in stored grains. Pré-introductory studies were developed for many of them, allowing the knowledge of the main biological characteristics, compatibility with other control methods and population dynamics. However, few reports exist in the scientific literature of economical techniques for rearing, storage, transport and liberation of most of these agents. Thus, technologies of the natural enemies' use don't exist, and not allow considering them as a strategy of the storage integrated pests management (IPM).

Key words: Foods. Storage. Pests. Biological control. Parasitoids. Predators. Pathogens.

1 Doutor em Entomologia e professor da Faculdade de Engenharia da UEMG. João Monlevade - MG.

2 PHD em Entomologia e professor do Departamento de Biologia Animal. Viçosa - MG.

3 Doutor em Entomologia e professor do Instituto de Ciências Agrárias. Montes Claros - MG.

4 Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais.

5 Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais/ Faculdade de Engenharia, campus João Monlevade, MG (UEMG/ FaEnge).

INTRODUÇÃO

A alta demanda de grãos, como os cereais e algumas leguminosas, a modernização da agricultura e os fatores mercadológicos, como a espera por preços mais satisfatórios, permitiram maior produção e geraram a necessidade de armazenamento. No entanto, as condições inadequadas e o tempo prolongado de armazenamento podem levar ao surgimento de avarias nas massas de grãos. Essas avarias podem ser grãos fermentados ou carunchados (Carvalho; Rossetto, 1968).

Os principais insetos pragas de grãos armazenados são pertencentes às ordens Coleoptera e Lepidoptera. A ordem Psocoptera também ocorre nas massas de grãos e embora não causem danos consideráveis, sua presença afeta a qualidade comercial do grão (Lorini, 1999).

Dentre os métodos de controle de pragas de grãos armazenados, os físicos, através do controle da temperatura, ventilação, umidade e irradiação foram os primeiros utilizados pela humanidade, mas estes se tornaram obsoletos com a introdução dos métodos de controle químico (Brower *et al.*, 1996).

O controle químico é, atualmente, o mais utilizado contra pragas em massas de grãos, devido a sua facilidade de aplicação, rapidez de ação e economia. Existem dois tipos de inseticidas mais utilizados, os de contato e os fumigantes (Brower *et al.*, 1996; Santos, 1993; Schöller; Flinn, 2000). No entanto, este método de controle apresenta algumas desvantagens, como permanência de resíduos químicos nos grãos, alta periculosidade para aplicadores e trabalhadores, contaminação do meio ambiente e indução de resistência aos insetos. Além disso, a competição internacional e o mercado têm exigido a produção de alimentos com quantidade, qualidade e menor impacto ambiental (Altieri *et al.*, 2003). Isto tem despertado o interesse dos pesquisadores por métodos alternativos de controle de insetos em produtos armazenados.

Neste contexto, o controle biológico apresenta papel fundamental nos programas alternativos que objetivam a redução do uso de agrotóxicos, embora seu uso contra pragas de produtos armazenados, ainda, seja limitado (Zdárková *et al.*, 2003).

REVISÃO DA LITERATURA

Controle biológico das pragas de produtos armazenados: vantagens e desvantagens

O controle biológico engloba o uso de predadores, parasitóides ou patógenos para suprimir as populações de pragas. O “designer” de um programa de controle biológico de pragas de produtos armazenados requer cuidado e planejamento. Como a maioria dos inimigos naturais é específica de certas pragas, torna-se necessário identificar e determinar quais pragas estão causando os maiores danos. Para isso, deve-se determinar as espécies de agentes de controle biológico a serem liberadas nas massas de grãos, o número ideal de inimigos naturais a ser liberado e a época mais apropriada de liberação (Brower *et al.*, 1996).

Paralelamente, torna-se necessário gerar técnicas econômicas para criação massal, armazenamento, transporte e liberação dos agentes de controle biológico; monitorar as populações das pragas nas massas de grãos e realizarem-se estudos básicos sobre a biologia e as relações ecológicas das pragas e seus inimigos naturais (Brower *et al.*, 1996).

A utilização do controle biológico, em massas de grãos, apresenta certas vantagens como a proteção dos inimigos naturais das condições adversas do ambiente externo, ausência de resíduos químicos nos alimentos e a localização e combate das pragas em espaços da unidade armazenadora que os inseticidas podem não atingir (Simberloff; Stiling, 1996; Schöller; Flinn, 2000).

Seu uso pode ser viável e efetivo, principalmente se for utilizado como uma ferramenta de prevenção de pragas nas unidades de armazenamento e no caso de remediação, for integrado com outras estratégias de manejo como, por exemplo, atmosfera modificada (AM) (Gonçalves *et al.*, 2000) ou controle químico (Gonçalves *et al.*, 2002).

Como restrição ao uso do controle biológico em armazenamento, pode-se citar a possível contaminação dos produtos por fragmentos dos próprios agentes depois de mortos (Arbogast, 1984), mas, a remoção desses fragmentos pode ser feita através de procedimentos normais de limpeza dos grãos (Flinn; Hagstrum, 2001).

Dessa forma, a legislação dos Estados Unidos da América (EUA) tem permitido a liberação aumentativa de insetos benéficos em produtos armazenados (Flinn; Hagstrum, 2001) desde que sejam respeitados certos limites de presença de fragmentos de insetos. O Brasil, ainda, não possui legislação específica para liberações de inimigos naturais em unidades armazenadoras.

Agentes de controle biológico presentes no ambiente de armazenamento

1. Parasitóides de insetos

Uma importante família de parasitóides que atacam as pragas de grãos armazenados são os Pteromalidae. Esses parasitóides himenópteros vivem cerca de 5 a 10 dias. São encontrados naturalmente nas massas de grãos, podendo ser liberados de forma aumentativa para o controle biológico das pragas de grãos armazenados. Esses agentes de controle são, ainda, facilmente removidos das massas de grãos, após sua morte, por processos simples de limpeza, pelo fato de seus adultos permanecerem fora dos grãos (Flinn; Hagstrum, 2001).

O parasitóide *Theocolax elegans* (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae) ataca coleópteras, tais como, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), *Stegobium paniceum* (Linnaeus) (Coleoptera: Anobiidae), *Callosobruchus* spp. (Coleoptera: Bruchidae) e o Lepidoptera, *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae), parasitando suas larvas. Em dois ensaios de laboratório realizados por Flinn; Hagstrum (2001), utilizando liberações inundativas desse parasitóide em farinha de trigo, foi possível reduzir-se a população de *R. dominica* e o número de resíduos de insetos nos grãos de forma expressiva. Outro estudo mostrou que a liberação aumentativa de *T. elegans* reduziu cerca de duas a três vezes o custo com aplicações de agrotóxicos contra *R. dominica* (Flinn *et al.*, 1996).

Anisopteromalus calandrae (Howard) (Hymenoptera, Pteromalidae) foi, também, relatado como parasitóide de uma espécie de gorgulho em grãos de trigo de inverno duro e vermelho armazenados. Essa espécie de parasitóide possui uma cutícula fortemente esclerotizada que o permite penetrar facilmente nas massas de grãos para a procura e o parasitismo do hospedeiro *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae) (Mendoza *et al.*, 1999).

Gonçalves *et al.* (2003) sugeriram o uso de espécies da família Trichogrammatidae como agentes de controle biológico de lepidópteros pragas de grãos armazenados, pelo fato dessas pragas habitarem a superfície da massa de grãos, favorecendo sua localização pelo parasitóide, não havendo a necessidade de penetração em grandes profundidades. A localização

das pragas na massa de grãos, assim como o tipo de produto armazenado, pode afetar o desempenho dos agentes de controle biológico. No entanto, se a praga estiver situada ao alcance do inimigo natural, o tipo de grão não influenciará a localização da mesma.

Algumas espécies de *Trichogramma* podem penetrar, no mínimo, até 20 cm de profundidade em amendoim armazenado (Brower, 1990), como o exemplo de *Trichogramma evanescens* (West.) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que pode percorrer 55 cm em grãos do tamanho do amendoim e parasitar ovos de lepidópteros (Schöller *et al.*, 1996) viabilizando seu uso nesse ambiente. O uso de espécies de *Trichogramma* também é facilitado por esse inimigo natural ser disponível no mercado, além de ser barato, seguro e consistente em qualidade (Gonçalves *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2007).

Outros parasitóides foram relatados em ovos de lepidópteros de grãos armazenados, podendo ser potencialmente utilizados para o controle biológico, como a espécie *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) parasitando ovos de *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). O número de ovos parasitados por esse inimigo natural aumenta com a disponibilidade de ovos do hospedeiro na massa de grão (Yu *et al.*, 2003). Este inimigo natural parasita as larvas de *P. interpunctella* durante o inverno no estado da Califórnia (EUA). Nesse período (começo de novembro a fim de março ou meio de abril), as larvas de *P. interpunctella* sobrevivem em estado de diapausa em armazéns de figo, frutas secas e nozes, iniciando sua infestação de forma acentuada na primavera. A liberação inundativa de *B. hebetor* no inverno, fase em que *P. interpunctella* está em um estado susceptível, pode ajudar a reduzir o número de traças que emergem pela primavera (JOHNSONN; VALERO, 2007).

Venturia canescens (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae) é um parasitóide usualmente encontrado em moinhos de farinha, farinha armazenada ou grãos armazenados, parasitando larvas das mariposas *P. interpunctella*, *Cadra cautella* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) e espécies de *Ephestia* (Lepidoptera: Pyralidae) (CARLSON, 1979). Esse parasitóide é conhecido pelo sofisticado sistema de inativação das defesas de seu hospedeiro através da produção de partículas protéicas sintetizadas em glândulas acessórias do ovário. Quando os ovos do parasitóide deixam o ovário e passam através das glândulas acessórias, sua superfície é coberta por tais

partículas. Essas partículas protéicas, eficientemente, protegem os ovos do parasitóide contra reações de defesa celular do hospedeiro a corpos estranhos. Se as partículas são removidas ou inativadas experimentalmente, antes da infecção no interior das larvas hospedeiras, os ovos se tornam inativos pela encapsulação celular. A similaridade de proteínas presentes nessas partículas produzidas pelos parasitóides com algumas produzidas pelo hospedeiro *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sugerem que as proteínas que encobrem o ovo do parasitóide poderiam mascarar sua superfície, impedindo seu reconhecimento como um corpo estranho (FEDDERSEN *et al.*, 1986).

O ácaro *Acarophenax lacunatus* (Protigmata: Acarophenacidae) foi observado pela primeira vez em populações de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae) nos EUA, parasitando ovos desse coleóptero (CROSS; KRANTZ, 1964). A reprodução de *A. lacunatus* ocorre de forma rápida, com até 12 gerações em um mês sob ovos do hospedeiro *R. dominica*, o que o leva a dominar o ambiente, exercendo papel importante no controle biológico desse coleóptero (FARONI *et al.*, 2000; 2001).

Apenas quatro fêmeas de *A. lacunatus* reduzem em até 100%, os ovos de *R. dominica* em 23 dias, após sua inoculação (GONÇALVES *et al.*, 2001). Este ácaro pode reduzir a mobilidade e a iniciação ao vôo de *R. dominica* (ROCHA *et al.*, 2009) e, além disso, pode se dispersar ativamente, até 20 cm de profundidade, sem o auxílio de um hospedeiro para a forésia (OLIVEIRA *et al.*, 2006a). Esse inimigo natural atinge um tamanho máximo de 250 µm à 30 °C e se reproduz na faixa de temperatura entre 20 e 38 °C (FARONI *et al.*, 2000). O número médio de indivíduos gerados por uma fêmea fisogástrica de *A. lacunatus* varia com a temperatura, desde 11 indivíduos produzidos a 20 °C até 17 indivíduos a 30 °C (FARONI *et al.*, 2000; 2001).

Outros relatos, também, mostraram o maior potencial biótico desse inimigo natural, quando comparado com seus hospedeiros *R. dominica*, *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *C. ferrugineus*, podendo assim, reduzir a população destes insetos, bem como os danos ocasionados pelo ataque desses organismos (OLIVEIRA *et al.*, 2002; 2003a; 2003b; 2006b).

Além disso, *A. lacunatus* mostrou-se tolerante aos principais inseticidas utilizados para o

controle de pragas de produtos armazenados, apresentando alta porcentagem de parasitismo nos ovos do hospedeiro *R. dominica*, mesmo após a aplicação dos inseticidas (GONÇALVES *et al.*, 2004) o que favorece seu uso integrado com o método de controle químico nas massas de grãos armazenados. Isto foi confirmado por Gonçalves *et al.* (2006) ao observar em que o parasitóide *A. lacunatus* reduz as fases imaturas de *R. dominica*, quando associado a doses de deltametrina menores que 0,5 mg i.a. kg⁻¹.

Em última análise, o ácaro *Acarophenax tribolii* (Protigmata: Acarophenacidae) foi, também, relatado como um parasitóide que pode atacar ovos, larvas, pupas e adultos de *T. castaneum*, causando incremento da mortalidade e redução das taxas de desenvolvimento e fecundidade dessa praga (LOPEZ *et al.*, 2005).

2. Predadores de insetos

Uma gama de predadores ataca pragas de grãos armazenados, porém, a maioria desses predadores não desempenha um adequado controle das populações de pragas. Muitos desses predadores são, provavelmente, apenas visitantes ocasionais no armazenamento, onde as condições para seu crescimento não são ideais (BROWER *et al.*, 1996).

A espécie de predador de pragas de grãos armazenados mais estudada é a *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae) que se mostrou um eficiente agente de controle biológico de *T. castaneum*, atacando essa praga nos estádios de ovos e larvas com eficiência (LECATO, 1976).

Xylocoris flavipes apresenta elevada sobrevivência, reprodução e supressão da população de *T. castaneum* em trigo armazenado e tratado com 1mg/kg de spinosad, o que indica a possibilidade de uso desse predador em consórcio com esse inseticida no controle das pragas nas massas de grãos (TOEWS; SUBRAMANYAM, 2004).

Dentre as espécies da ordem coleoptera, o predador mais expressivo é *Teretriosoma nigrescens* (Lewis) (Coleoptera: Histeridae) um inimigo natural eficiente contra a praga de grãos armazenados *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) (Brower *et al.*, 1996). A infestação dessa praga decresce após a liberação do predador em milho armazenado e os danos nos grãos decrescem de 62,6% para 21,2% com a presença do predador na massa de grãos (RICHTER *et al.*, 1997).

Existe, ainda, uma gama de ácaros que são considerados predadores no ecossistema de grãos armazenados. No entanto, a maioria dos estudos está voltada para a família Pyemotidae, relatada predando larvas e pupas de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) no interior de grãos de trigo (da Cunha *et al.*, 2006). O ácaro *Pyemotes tritici* (Lagrèze-Fossat & Montagné) (Acari: Pyemotidae) foi descrito por vários autores atacando vários estádios de coleópteros e lepidópteros em produtos armazenados (BRUCE; LECATO, 1979; BRUCE; LECATO, 1980; HOSCHELE; TANIGOSHI, 1993). No entanto, o seu uso em escala comercial é limitado, já que esta espécie é causadora de irritações na pele do homem (DA CUNHA *et al.*, 2006).

Classifica-se, também, o ácaro *Cheyletus eruditus* (Schrank) (Acari: Cheyletidae) como um dos mais importantes predadores em grãos armazenados, por ser comum em ambientes de armazenamento e por apresentar ampla distribuição geográfica (GERSON *et al.*, 1999).

3. Patógenos de insetos

Os patógenos isolados de insetos incluem principalmente as classes de bactérias, vírus, fungos e em menor escala protozoários e nematóides. O primeiro patógeno isolado e identificado de uma praga de armazenamento (*E. kuehniella*) foi *Bacillus thuringiensis* descrito por Berliner em 1915 (BROWER *et al.*, 1996).

Baseados nos trabalhos de Berliner e outros da época, o potencial desse organismo foi reconhecido na Europa e seu uso como agente de controle de pragas de produtos armazenados foi investigado. Entre 1927 e 1935, tentou-se produzir comercialmente e aplicar o *B. thuringiensis* contra traças de grãos armazenados na França (MÉTALNIKOV; METALNIKOV, 1935 citado por BROWER *et al.*, 1996). Porém, a II Guerra Mundial interferiu na conclusão dos trabalhos (BROWER *et al.*, 1996). Esse foi o primeiro projeto desenvolvido para controle de pragas de produtos armazenados com agentes microbianos.

Atualmente, sabe-se que as bactérias *B. thuringiensis* são patógenos facultativos e matam o hospedeiro pela produção de toxinas. Podem ser facilmente produzidas em larga escala usando procedimentos de fermentação (BROWER *et al.*, 1996). No entanto, seu uso em programas de controle biológico de pragas é pouco relatado na literatura.

Na classe dos vírus, têm sido isolados, de pragas de produtos armazenados, os vírus da poliedrose nuclear (NPV), vírus granulose (GV) e vírus da poliedrose citoplasmática e uma gama de outros vírus ainda não identificados. A maioria dos isolados tem sido obtidos da ordem Lepidoptera (BROWER *et al.*, 1996).

Os fungos, assim como as bactérias, são patógenos facultativos de insetos. Contaminam os insetos por ingestão, por penetração da cutícula e alguns têm sido reportados entrando através dos espiráculos de alguns insetos. A maioria dos estudos de fungos ocorre com a espécie *Beauveria bassiana*. No entanto esse fungo é altamente dependente de condições de alta umidade relativa e apresenta várias dificuldades de produção massal, o que torna difícil seu uso como agente de controle de pragas em produtos armazenados (BROWER *et al.*, 1996).

CONCLUSÕES

O controle biológico de pragas em produtos armazenados deve ser entendido como uma possível medida profilática, não como uma estratégia remediadora e poderá ser mais efetivo quando integrado com outras estratégias de controle, tais como, sanitização, fumigação e aeração.

Em todo o mundo tem-se identificado e reconhecido a importância dos inimigos naturais como controladores das populações de pragas no ambiente de armazenamento. Estudos pré-introdutórios foram desenvolvidos para muitos deles, nos quais já se conhece as principais características biológicas dos agentes de controle, bem como sua dinâmica populacional em relação às pragas de armazenamento.

A compatibilidade dos agentes de controle biológico, com outras estratégias de controle, foi, também, muito estudada por vários autores, no entanto, existem poucos relatos na literatura científica de técnicas econômicas para criação massal, armazenamento, transporte e liberação da maioria desses agentes. Em outras palavras, não existem tecnologias de uso dos inimigos naturais, o que, atualmente, não permite considerá-los como uma estratégia do manejo integrado de pragas (MIP) do armazenamento.

Existe uma grande necessidade de pesquisas para determinar o número e a frequência de liberações de inimigos naturais, obtendo-se níveis de controle satisfatórios. Além disso, a determinação de metodologias seguras de amostragem tanto da população de pragas como de inimigos naturais é im-

portante. Tais pesquisas são benéficas e podem viabilizar o desenvolvimento de modelos de simulação computacional que poderiam ajudar na tomada de decisão pelo controle das pragas através de outras opções de manejo integradas ao controle biológico.

O passo inicial, que trata do estabelecimento de um conhecimento sólido das características biológicas, comportamentais e de todas as interações ecológicas estabelecidas entre praga/inimigo natural, já foi dado. Por outro lado, é necessário desenvolver tecnologias para a utilização econômica do controle biológico dentro do MIP de produtos armazenados e conscientizar as entidades armazenadoras da importância de seu uso.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.A.; SILVA E.N.; NICHOLLS, C.I. *O papel da biodiversidade no manejo de pragas*. Ribeirão Preto: Holos. 2003. 226p.
- ARBOGAST, R.T. Biological control of stored-product insects: status and prospects. In: BAUR, F.J. (ed.), *Insect management for food storage and processing*. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, p. 225-238, 1984.
- BROWER, J.H. Pests of stored products. In: HABECK, D.H., BENNETT, F.D., FRANK, J.H (eds.). *Classical biological control in the southern United States*. *Southern Coop. Series Bull*, Gainesville, v. 55, p.113-122, 1990.
- BROWER, J.H. *et al.* Biological control. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D.W. (Eds.). *Integrated Management of Insects in Stored Products*. Marcel Dekker, inc., p. 223-286, 1996.
- BRUCE, W.A.; LECATO, G.L. Pyemotes tritici: Potential biological control agent of stored product insects. *Recent Advances in Acarology*, v. 1, n. 1, p. 213-220. 1979.
- BRUCE, W.A.; LECATO G.L. Pyemotes tritici: A potential new agent for biological control of the red imported fire ant, Solenopsis invicta (Acari: Pyemotidae). *International Journal of Acarology*, v. 6, n. 4, p. 271-274, 1980.
- CARLSON, R.W. Family Icheumonidae. In: KROMBEIN, K.V.; HURD, P.D.Jr.; SMITH, D.R.; BURKS, D.B. (ed.). *Catalog of Hymenoptera in América north of México Smithsonian Institute*, Washington, D.C., p.315-740, 1979.
- CARVALHO, R.P.L.; ROSSETTO, C.J. Biologia de Zabrotes subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 13, n. 1, p. 105-117, 1968.
- CROSS, E.A.; KRANTZ, G.W. Two new species of the genus Acarophenax (Newstead and Duvall, 1918). *Acarologia*, v. 6, p. 287-295, 1964.
- DA CUNHA, U.S. *et al.* Ocorrência do ácaro Pyemotes sp. (Acari: Pyemotidae) em criações de insetos em laboratório. *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 4, p. 563-565, 2006.
- FARONI, L.R.A.; GUEDES, R.N.C.; MATIOLI, A.L. Potential of Acarophenax lacunatus (Prostigmata: Acarophenacidae) as a biological control agent of Rhyzopertha dominica (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 36, n. 1, p. 55-63, 2000.
- FARONI, L.R.A.; GUEDES, R.N.C.; MATIOLI, A.L. Effect of temperature on development and population growth of Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on Rhyzopertha dominica (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Biocontrol Science and Technology*, v. 11, n. 1, p. 5-12, 2001.
- FEDDERSEN, I.; SANDER, K.; SCHMIDT, O. Virus-like particles with host protein-like antigenic determinants protect an insect parasitoid from encapsulation. *Experientia*, v. 42, n. 11-12, p. 1278-1281, 1986.
- FLINN, P.W.; HAGSTRUM, D.W. Augmentative releases of parasitoid wasps in stored wheat reduces insect fragments in flour. *Journal of Stored Products Research*, v. 37, n. 2, p. 179-186, 2001.
- FLINN, P.W.; HAGSTRUM, D.W.; MCGAUGHEY, W.H. Suppression of beetles in stored wheat by augmentative releases of parasitic wasps. *Environmental Entomology*, v. 25, n. 2, p. 505-511, 1996.

- GERSON, U.; FAIN, A.; SMILEY, R.L. Further observations on the Cheyletidae (Acari), with a key to the genera of the Cheyletinae and a list of all known species in the family. *Entomologie*, v. 69, p. 35-86, 1999.
- GONÇALVES, J.R.; FARONI, L.R.D'A.; GUEDES, R.N.C. Pyrethroid-Acarophenax lacunatus interaction in suppressing the beetle Rhyzopertha dominica on stored wheat. *Experimental and Applied Acarology*, v. 26, n. 3-4, p. 231-242, 2002.
- GONÇALVES, J.R.; OLIVEIRA, C.R.F.; MATOS, C.H.C. Potencial de Trichogramma spp. no controle de pragas de grãos armazenados. *Engenharia na Agricultura*, v. 11, n. 1-4, p. 65-71, 2003.
- GONÇALVES, R.A. *et al.* Controle de Rhyzopertha dominica pela atmosfera controlada com CO₂, em trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2000.
- GONÇALVES, J.R. *et al.* Parasitismo de Acarophenax lacunatus (Prostigmata: Acarophenacidae) em ovos de Rhyzopertha dominica (Coleoptera: Bostrichidae). *Engenharia na Agricultura*, v. 9, n. 4, p. 242-250, 2001.
- GONÇALVES, J.R. *et al.* Insecticide selectivity to the parasitic mite Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on Rhyzopertha dominica (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 2, p. 243-248, 2004.
- GONÇALVES, J.R. *et al.* Associação de deltametrina com Acarophenax lacunatus e seu impacto sobre o desenvolvimento de Rhyzopertha dominica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 8, p. 1235-1240, 2006.
- HOSCHELE, W.; TANIGOSHI, L.K. Pyemotes tritici (Acari: Pyemotidae), a potential biological control agent of Anagasta kuehniella (Lepidoptera: Pyralidae). *Experimental and Applied Acarology*, v. 17, n. 11, p. 781-792, 1993.
- JOHNSON, J.A.; VALERO, K.A. Use of parasitoids for control of overwintering indianmeal moth populations in postharvest dried fruits and nuts. Disponível em: <http://www.epa.gov/Ozone/mbr/airc/1998/090johnson.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2007.
- LECATO, G.L. Predation by *Xylocoris flavipes* [Hem.: Anthocoridae]: Influence of stage, species and density of prey and of starvation and density of predator. *BioControl*, v. 21, n. 2, p. 217-221, 1976.
- LOPEZ, J.E.; GALLINOT, L.P.; WADE, M.J. Spread of parasites in metapopulations: an experimental study of the effects of host migration rate and local host population size. *Parasitology*, v. 130, n. 3, p. 323-332, 2005.
- LORINI, I. *Pragas de grãos de cereais armazenados*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 60p.
- MENDOZA, J.P. *et al.* Effects of Protect-It on efficacy of Anisopteromalus calandrae (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. *Environmental Entomology*, v. 28, n. 3, p. 529-534, 1999.
- OLIVEIRA, C.R.F.; FARONI, L.R.D'A.; GUEDES, R.N.C. Host egg preference by the parasitic mite Acarophenax lacunatus (Prostigmata: Acarophenacidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 39, n. 5, p. 571-575, 2003a.
- OLIVEIRA, C.R.F. *et al.* Parasitism by the mite Acarophenax lacunatus on beetle pests of stored products. *Biocontrol*, v. 48, n. 5, p. 503-513, 2003b.
- OLIVEIRA, C.R.F. *et al.* Parasitismo de Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre Dinoderus minutus (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Neotropical Entomology*, v. 31, n. 2, p. 245-248, 2002.
- OLIVEIRA, C.R.F. *et al.* Dispersão de Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em trigo armazenado, sob condições artificiais. *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 4, p. 536-541, 2006a.
- OLIVEIRA, C.R.F. *et al.* Parasitism of the mite Acarophenax lacunatus on Tribolium castaneum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 6, p. 1059-1061, 2006b.
- RICHTER J. *et al.* Impact of Teretriosoma nigrescens Lewis (Coleoptera: Histeridae) on Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) and

losses in traditional maize stores in southern Togo. *Journal of Stored Products Research*, v. 33, n. 2, p. 137-142, 1997.

ROCHA, S.L. *et al.* Phoretic load of the parasitic mite *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) affecting mobility and flight take-off of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 45, n. 4, p. 267-271, 2009.

SANTOS, J.P. Recomendações para o controle de pragas de grãos e sementes armazenadas. In: BULL, L.T.; Cantarella, H. (ed). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Potafós, p. 197-233, 1993.

SCHÖLLER, M.; FLINN, P.W. Parasites and Predators. In: SUBRAMANYAM, B.H.; Hagstrum, D.W. (eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored Product IPM. Integrated Management of Insects in Stored Products*. Norwell, Kluwer Academic Publishers, p. 229-271. 2000.

SCHÖLLER, M.; HASSAN, S.A.; REICHMUTH, CH. Efficacy assessment of *Trichogramma evanescens* and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), for control of stored

products moth pests in bulk wheat. *Entomophaga*, v. 41, n. 1, p. 125-132, 1996.

SIMBERLOFF, D.; STILING, P. How risk is biologic control? *Ecology*, v. 77, p. 1965-1974, 1996.

SOARES, M.A. *et al.* Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. *Phytoparasitica*, v. 35, n. 3, p. 314-318, 2007.

TOEWS, M.D.; SUBRAMANYAM, B. Survival of stored-product insect natural enemies in spinosad-treated wheat. *Journal of Economic Entomology*, v. 97, n. 3, p. 1174-1180. 2004.

YU, S.H. *et al.* Effect of host density on egg dispersion and the sexratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Stored Products Research*, v. 39, n. 4, p. 385-393, 2003.

ZDÁRKOVÁ, E.; LUKAS, J.; HORÁK, P. Compatibility of *Cheyletus eruditus* (Schrank) (Acari: Cheyletidae) and *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) (Hymenoptera: Bethyilidae) in biological control of stored grain pests. *Plante Protection Science*, v. 39, n. 1, p. 29-34, 2003.