

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA

**Potencial de Parasitismo de *Acarophenax lacunatus*
(Cross & Krantz) em Coleópteros-Praga de Produtos Armazenados**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48p
2001

Oliveira, Carlos Romero Ferreira de, 1971-
Potencial de parasitismo do ácaro *Acarophenax lacunatus*
(Cross & Krantz) em coleópteros-praga de produtos
armazenados / Carlos Romero Ferreira de Oliveira. –
Viçosa : UFV, 2001.
69p. : il.

Orientador: Lêda Rita D'Antonino Faroni
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa

1. *Acarophenax lacunatus*. 2. Ácaro no controle
biológico de pragas. 3. Coleópteros – Controle biológico.
4. *Rhyzopertha dominica*. 5. *Dinoderus minutus*. 6.
Cryptolestes ferrugineus. 7. *Oryzaephilus surinamensis*. 8
Tribolium castaneum. 9. Grãos – Doenças e pragas –
Controle biológico. I. Universidade Federal de Viçosa. II.
Título.

CDD 19.ed. 595.42045249
CDD 20.ed. 595.42045249

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA

**Potencial de Parasitismo de *Acarophenax lacunatus*
(Cross & Krantz) em Coleópteros-Praga de Produtos Armazenados**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 24 de Julho de 2001.



Dr. Angelo Pallini Filho
(Conselheiro)



Dr. Jamilton Pereira dos Santos



Dr. Arienilmar Araújo Lopes da Silva



Dra. Madelaine Venzon



Dra. Lêda Rita D'Antonino Faroni
(Orientadora)

A Deus.

Aos meus pais Tércio (*in memoriam*) e Lúcia.

À minha amiga e companheira Cláudia.

Aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do Curso, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

À Professora Lêda Rita D'Antonino Faroni, pela orientação, compreensão, confiança e pelo incentivo.

Aos professores Raul Narciso C. Guedes e Angelo Pallini Filho, pela orientação, amizade, sugestões e críticas.

À Lúcia, minha mãe, pela confiança, paciência, pelo carinho e apoio incondicional.

À Cláudia, minha companheira de *TODAS AS HORAS*.

À minha família, pela confiança e pelo estímulo.

Aos amigos José Roberto e Cristina, por todos os “momentos” vividos em conjunto, pela amizade, pelo auxílio e incentivo.

Ao *PROIN*, em particular ao prof. Og Francisco de Souza, pelo empréstimo de câmara climatizada para realização de uma parte do experimento.

Aos funcionários, estagiários e colegas do Setor de Armazenamento (Laboratório de Grãos) do DEA - UFV, pelo apoio e pela dedicação em algumas fases desta pesquisa.

Aos professores e amigos do Departamento de Biologia - Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo incentivo.

Em especial, à secretária do Departamento de Biologia Animal, Maria Paula Aparecida da Costa (Dona Paula), pela dedicação e pelo profissionalismo.

Aos demais amigos, pela amizade durante o curso, e àqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA, filho de Tércio Netto de Oliveira e Maria Lúcia Ferreira de Oliveira, nasceu na cidade de Recife, Estado de Pernambuco, em 3 de junho de 1971.

Em agosto de 1999, graduou-se Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Iniciou, no mesmo mês e ano, o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação da Profa. Lêda Rita D'Ántonino Faroni, submetendo-se à defesa de tese em 24 de julho de 2001.

Esta tese segue as **‘Normas para redação de teses’** aprovadas pelo Conselho de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa, em 01 de dezembro de 2000.

Os artigos foram escritos de acordo com as normas da revista **‘Neotropical Entomology’**.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. Introdução Geral	1
2. Literatura Citada	4
ARTIGO 1 – Preferência de <i>Acarophenax lacunatus</i> (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) por ovos de diferentes hospedeiros	
Resumo	10
Abstract	11
1. Introdução	12
2. Material e Métodos	13
2.1. Criação massal dos hospedeiros	13
2.2. Criação massal do ácaro <i>Acarophenax lacunatus</i>	14
2.3. Preferência de ovos por <i>Acarophenax lacunatus</i>	14
2.3.1. Teste sem chance de escolha	14
2.3.2. Teste com chance de escolha	15
2.4. Análise dos dados	16
3. Resultados e Discussão	16
3.1. Teste sem chance de escolha	16
3.2. Teste com chance de escolha	17
4. Literatura Citada	19

**ARTIGO 2 – Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz)
(Prostigmata: Acarophenacidae) em *Dinoderus minutus* (F.)
(Coleoptera: Bostrichidae)**

Resumo	32
Abstract	33
1. Introdução	34
2. Material e Métodos	35
3. Resultados e Discussão	36
4. Literatura Citada	38

**ARTIGO 3 – Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz)
(Prostigmata: Acarophenacidae) em Coleópteros-Praga de Grãos
Armazenados**

Resumo	47
Abstract	48
1. Introdução	49
2. Material e Métodos	50
2.1. Criação massal dos hospedeiros	50
2.2. Criação massal do ácaro <i>Acarophenax lacunatus</i>	50
2.3. Determinação do potencial do ácaro <i>Acarophenax lacunatus</i> no controle dos diferentes tipos de hospedeiros	51
3. Resultados e Discussão	52
4. Literatura Citada	55
Conclusões Gerais	67
Apêndice	68

RESUMO

OLIVEIRA, Carlos Romero Ferreira de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2001. **Potencial de parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) em coleópteros-praga de produtos armazenados.** Orientadora: Lêda Rita D'Antonino Faroni. Conselheiros: Angelo Pallini Filho e Raul Narciso Carvalho Guedes.

Com a necessidade de buscar alternativas para o uso de agentes químicos em produtos armazenados, devido ao desenvolvimento de resistência em insetos-praga e à possibilidade de contaminação dos alimentos por resíduos, os programas de erradicação de pragas têm dado maior ênfase ao controle biológico. Em razão do exposto, este trabalho foi dividido em três etapas que abordaram o potencial de parasitismo do ácaro *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) em cinco espécies de insetos de produtos armazenados. Na primeira etapa, avaliou-se a preferência deste ácaro por ovos dos insetos *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), *Dinoderus minutus* (Coleoptera: Bostrichidae), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). A segunda etapa abordou o estudo do potencial de parasitismo do ácaro em *D. minutus* em mandioca seca armazenada, e a terceira etapa em *R. dominica*, *T. castaneum*, *O. surinamensis* e *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) em trigo parcialmente triturado. Todos os testes foram realizados a 28 °C e escotofase de 24 horas, em câmaras climáticas do tipo B.O.D. O estudo da preferência por ovos foi realizado em dois testes: um sem chance de escolha e outro com chance de escolha, utilizando-se placas de Petri (5 cm de diâmetro), as quais foram divididas em quatro quadrantes. No teste sem chance de escolha, foram colocados, em cada quadrante, cinco ovos de apenas um dos insetos e, no centro da placa, uma fêmea de *A. lacunatus* em processo de fisogastria. O experimento foi realizado com cada uma das espécies. No teste com chance de escolha, foram utilizados ovos de todas as espécies, que foram distribuídos de forma que cada quadrante só recebesse ovos de um dos insetos. Da mesma forma, no centro da placa foi liberada uma fêmea fisogástrica do ácaro. Em nenhum dos testes o ácaro *A. lacunatus* parasitou ovos de *O. surinamensis*. No teste sem chance de escolha não foi observada preferência de *A. lacunatus* por ovos de nenhum dos outros hospedeiros. Entretanto, no teste com livre escolha, *A. lacunatus* parasitou mais ovos de *R. dominica* e *D. minutus* que de *T. castaneum*. Nas outras etapas do trabalho, avaliou-se a população final dos insetos (larvas e adultos), o número de ovos parasitados e de ácaros em processo de fisogastria, a taxa instantânea de crescimento (r_i) de *A. lacunatus* e dos insetos, e a perda de peso dos produtos (mandioca e trigo). Foi observado que o ácaro apresenta potencial biótico maior que o dos hospedeiros *R. dominica*, *D. minutus* e *T. castaneum*. Desta forma, o número de larvas e adultos destes insetos sofreu reduções em relação à testemunha, o que também ocorreu com as perdas de matéria seca ocasionadas pelo ataque dos insetos. Também não foi observado parasitismo em populações do coleóptero *O. surinamensis*. Pelo número de ovos parasitados de *R. dominica*, *D. minutus*, *T. castaneum* e *C. ferrugineus*, conclui-se que o ácaro *A. lacunatus* é um inimigo natural eficaz destes insetos, não sendo, portanto, um parasita específico de *R. dominica*, como se imaginava.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Romero Ferreira de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2001. **Parasitism potential of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) in Coleoptera-pests of stored products.** Adviser: Lêda Rita D'Antonino Faroni. Committee Members: Angelo Pallini Filho and Raul Narciso Carvalho Guedes.

With the necessity of searching for alternatives to the use of chemical control agents in stored products due to development of insecticide resistance in insect-pests and the possibility of foodstuff contamination by residue, pest eradication programs have been putting more emphasis on biological control. As a consequence, the present work was divided in three phases which aimed to assess the parasitism potential of the mite *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) in five species of insects of stored products. In the first phase, the mite preference for eggs of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), *Dinoderus minutus* (Coleoptera: Bostrichidae), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) was assessed. In the second phase, the parasitism potential of the mite species of *D. minutus* attacking dried stored cassava was evaluated and in the third phase the parasitism potential of the same parasitic species was assessed in *R. dominica*, *T. castaneum*, *O. surinamensis* e *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) infesting wheat. All of the experiments were carried out under controlled conditions of 28 °C and 24 hours scotophase in climatic chambers of the B.O.D. type. The study of egg preference was carried out in two tests: one without opportunity of choice and other with it using Petri dishes divided in four areas. On the non-choice test five eggs of only one species was placed in each different area and a physogastric female of *A. lacunatus* was placed in the centre of the Petri dish (5 cm diameter). On the choice test there was only eggs of a single species in each of the four areas within the Petri dish and the same procedure was used for each potential prey species. The mite *A. lacunatus* did not attack eggs of *O. surinamensis* in any of the tests. No preference of *A. lacunatus* by eggs of any host was observed on the non-choice test. However, *A. lacunatus* attacked more eggs *R. dominica* and *D. minutus* than of *T. castaneum*. In the other phases of the work the final insect population (adults and larvae), egg parasitism, number of mites in physogastry, the instantaneous rate of increase of the mite and the insect populations (r_i) and weight loss of the stored product (wheat or cassava). It was observed that the mite has higher biotic potential than the hosts *R. dominica*, *D. minutus* and *T. castaneum*. Therefore, the number of larvae and adults of these insect species were lower than in the control treatment, what was also observed with the losses in dried matter caused by insect infestation. Again, no parasitism on eggs of *O. surinamensis* was observed. Based on the egg parasitism of *R. dominica*, *D. minutus*, *T. castaneum* and *C. ferrugineus*, the mite *A. lacunatus* is an efficient natural enemy for all of this species and not only to *R. dominica*, as initially reported.

1. Introdução Geral

O ambiente artificial de armazenamento existe desde os primórdios da agricultura, e o meio criado pelos grandes depósitos de grãos e subprodutos oferece condições para que muitas espécies de artrópodos que se alimentam de grãos e resíduos possam se estabelecer. Nesses ambientes, os vários organismos têm fonte alimentar e proteção contra extremos de temperatura, o que permite o desenvolvimento populacional (Flechtmann 1986).

Dentre as diversas formas de vida que se adaptaram ao habitat de armazenamento, após o estabelecimento de depósitos de grãos e subprodutos, encontram-se insetos e ácaros. Estes organismos estão amplamente distribuídos nas principais zonas climáticas, onde ocasionam elevadas perdas com seus ataques. Estima-se que as perdas que ocorrem nos grãos no período pós-colheita chegam a 30%, sendo 10% a 15% diretamente decorrentes de infestações ocasionadas por insetos (Sinha 1995, Schöller *et al.* 1997). Quando os níveis populacionais destes organismos são altos, uma série de fatores interage contribuindo para o comprometimento da qualidade dos produtos que, muitas vezes, se tornam impróprios para o consumo. Assim, insetos e ácaros de maneira geral são pragas que causam danos quali-quantitativos em produtos armazenados e que contribuem para a dispersão de microorganismos. Entretanto, muitas espécies são parasitas e predadoras, podendo então ser utilizadas em programas de controle biológico (Bruce 1983).

Historicamente, a forma de controle mais utilizada em programas de manejo de pragas em grãos armazenados tem sido o controle químico (Haren & Davis 1992, White & Leesch 1996). No entanto, aspectos negativos da utilização de pesticidas vêm surgindo, como o desenvolvimento de resistência em muitos insetos, a contaminação de produtos alimentícios por resíduos químicos e efeitos negativos sobre inimigos naturais (Zettler & Cuperus 1990, Chaudry & Price 1990, Brower *et al.* 1996, Guedes & Zhu 1998). Com isso, o controle biológico tem surgido como uma forma alternativa de controle de pragas de grãos armazenados, uma vez que os inimigos naturais não trazem danos ao meio ambiente, a maioria é inofensiva ao homem e oferece menos condições para que as pragas desenvolvam resistência (Howarth 1991, Debach & Rosen 1991, Hoy 1994, Hokkanen *et al.* 1995, Simberloff & Stiling 1996, Schöller & Flinn 2000).

As estruturas armazenadoras proporcionam uma vantagem adicional para a utilização do controle biológico, pois protegem os inimigos naturais das condições adversas que possam ocorrer no ambiente externo. Entretanto, pesquisas sobre o potencial de inimigos naturais nesses ambientes ainda são escassas e restringem-se a um número reduzido de espécies (Arbogast 1984, Guedes 1990, Brower 1991, Brower *et al.* 1996).

Uma das restrições ao controle biológico em armazenamento é a possível contaminação dos produtos por fragmentos dos próprios agentes depois de mortos (Arbogast 1984). 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 parasitóides forem introduzidos em números suficientes no início do armazenamento, o crescimento inicial da praga pode ser suprimido. Porém, o baixo nível de contaminação ocasionado pelo sucesso de inimigos naturais pode trazer uma melhoria em relação às perdas causadas pelas pragas. Além do mais, esta desvantagem pode ser facilmente eliminada com uma nova limpeza dos grãos (Brower 1991).

Pesquisas desenvolvidas com ácaros parasitas e predadores em sistemas de armazenamento de grãos estão limitadas a algumas espécies de *Pyemotes* spp., *Blattisocius* spp., *Cheyletus* spp. e *Acarophenax* spp. (Bruce & Lecato 1979, Haines 1981, Bruce 1983, Gerson & Smiley 1990, Kumar & Naqi 1990, Steinkraus & Cross 1993, Faroni *et al.* 2001). Somando-se a isso, estudos sobre a especificidade e aplicabilidade destes inimigos naturais em programas de manejo integrado de pragas em grãos armazenados são escassos.

1.1- Ácaros Predadores

Muitas pesquisas sobre a utilização de ácaros predadores vêm sendo realizadas, principalmente no que se refere a grãos armazenados ensacados. A maior parte dos ácaros predadores pertence às famílias Cheyletidae, Laelapidae e Ascidae.

Um dos mais importantes predadores em grãos armazenados é o ácaro *Cheyletus eruditus* (Schrank), por ser comum em ambientes de armazenamento e por apresentar ampla distribuição geográfica (Berreen 1976, Gerson *et al.* 1999). Esse ácaro pode se alimentar de fases jovens de insetos, além de diversos outros ácaros-praga, como *Acarus siro* (L.), *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) e *Lepidoglyphus destructor*

(Schrank) (Zd'árkova 1998). Da mesma forma, Kumar & Naqi (1990), observando interações entre dois ácaros predadores, verificaram que *Cheyletus malaccensis* Oudemans preda ovos de *Trogoderma granarium* Everts e *Rhyzopertha dominica* (F.).

Outros ácaros promissores são os do gênero *Nodele*, que têm sido relatados em associação com várias espécies de insetos. *Nodele mu* (Haines) foi encontrado em populações de *Dinoderus minutus* (F.) por Haines (1988). *Nodele simplex* (Wafa & Soliman) foi criado em uma população de Psocoptera (Mohamed & Soliman 1983), enquanto *Nodele calamondin* (Muma) foi encontrado em criações de *Stegobium paniceum* (L.), mas são predadores de outros ácaros-praga, como *L. destructor* (Barker 1992).

Estudos com *Acaropsis sollers* Rhodendorf e *Acaropsis docta* (Berlese) mostraram que esses ácaros são importantes predadores de ovos de *Trogoderma* spp. (Kapil & Bhanot 1973). Também foi demonstrado que *Blattisocius* e *Hypoopsis* contribuem significativamente na redução de populações de pragas, e especialmente de ácaros e lepidópteros, no caso de *Blattisocius tarsalis* (Berlese) (Barker 1968, Graham 1970, Haines 1981).

1.2- Ácaros Parasitas

Em ambientes de armazenamento, os ácaros parasitas estão representados, principalmente, pelos Pyemotidae e Acarophenacidae. Estes ácaros têm ciclo de vida muito curto e, em geral, após as fêmeas terem sido fecundadas saem à procura de seus hospedeiros, nos quais se fixam e algumas vezes os paralisam. Ao se alimentarem do conteúdo do hospedeiro, seus corpos se distendem largamente, o que caracteriza o desenvolvimento da progênie no interior do corpo da fêmea, que, ao final, emerge já na forma adulta (Gerson & Smiley 1990). Esse fenômeno é denominado fisogastria (Evans 1992).

Os relatos de Rizk *et al.* (1979) mostram a capacidade do ácaro *Pyemotes herfsi* (Oudemans) de parasitar larvas do besouro *Tribolium confusum* Duv. O ácaro *Pyemotes tritici* (Lagrèze-Fossat & Montané) ataca e mata vários estágios de coleópteros e lepidópteros em produtos armazenados: todos os estádios larvais de *Plodia interpunctella* (Hübner), *Ephestia cautella* (Walker), *Oryzaephilus mercator* (Fauvel), *Lasioderma serricornis* (F.) e adultos de *Tribolium castaneum* (Herbst) e de *Sitotroga cerealella* (Oliver) em condições de laboratório (Bruce & Lecato 1979, Bruce & Lecato 1980, Hoschele & Tanigoshi 1993).

Merece citação o ácaro *Acarophenax tribolii* Newstead & Duvall, conhecido por parasitar ovos de *Tribolium* e *Cryptolestes* (Evans *et al.* 1961, Krantz 1978), e *Acarophenax mahunkai* Steinkraus & Cross, que demonstrou alto potencial de parasitismo em ovos do coleóptero *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Steinkraus & Cross 1993). Os autores comentam que existe a possibilidade deste ácaro conseguir atacar ovos de espécies aparentadas deste inseto.

Este ácaro foi primeiramente encontrado em populações de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) por Cross & Krantz (1964), mas até então não existiam dados sobre o seu comportamento e biologia. No Brasil, pesquisas realizadas no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, demonstraram o potencial de utilização de *A. lacunatus* para controle de populações de *R. dominica*, constatando-se redução de até 99% dos ovos deste inseto num período de 45 dias (Faroni *et al* 2000, 2001).

Esta pesquisa teve como objetivos testar a preferência de *A. lacunatus* por ovos de diferentes hospedeiros e determinar o seu potencial no controle de populações de cinco espécies de coleópteros-praga de grãos armazenados. As informações foram agrupadas em três artigos. O Artigo 1 trata da preferência do ácaro *A. lacunatus* por ovos de quatro espécies de coleópteros-praga de produtos armazenados: *R. dominica*, *D. minutus*, *T. castaneum* e *O. surinamensis*, onde procurou-se observar se o ácaro apresentava especificidade de parasitismo. O Artigo 2 avalia o potencial de parasitismo de *A. lacunatus* em *D. minutus* em mandioca seca armazenada, e fornece dados sobre aspectos importantes no controle deste coleóptero. O Artigo 3 aborda o potencial de parasitismo desse ácaro em *R. dominica*, *C. ferrugineus*, *T. castaneum* e *O. surinamensis* em trigo armazenado, e discute a sua utilização em programas de manejo de pragas de produtos armazenados.

2. Literatura Citada

- Arbogast, R.T. 1984.** Natural enemies as control agents for stored-product insects. In: Proceedings of the 3rd Intern. Work. Conf. Stored Prod. Prot., Manhattan, KS, p.360-374.
- Barker, P.S. 1968.** Bionomics of *Androlaelaps casalis* (Berlese) (Acarina: Laelapidae) a predator of mite pests of stored cereals. Can. J. Zool. 46:1099-1102.

- Barker, P.S. 1992.** Bionomics of *Nodele calamodin* Muma (Acarina: Cheyletidae) fed on *Lepidoglyphus destructor* (Schrank) (Acarina: Glycyphagidae) at two constant temperatures. *Can. J. Zool.* 70:2333-2337.
- Berrenn, J.M. 1976.** An analysis of feeding in *Cheyletus eruditus*, a predator of mites. *Proc. Assoc. Appl. Biol.* 82:190-192.
- Brower, J.H. 1991.** Replacing fumigants with beneficial insects. *Califor. Agricult.* 2:14-16.
- Brower, J.H., L. Smith, P.V. Vail & P.W. Flinn. 1996.** Biological control. In: Subramanyam, B. & D.W. Hagstrum (eds.), *Integrated Management of Insects in Stored Products*. Marcel Dekker, New York p.223-286.
- Bruce, W.A. 1983.** Mites as biological control agents of stored product pests. In: Hoy, M.A., L. Knutson & G.L. Cunningham (eds.), *Biological control of pests of mites*. University of California, Berkeley, p. 74-78.
- Bruce, W.A. & G.L. Lecato. 1979.** *Pyemotes tritici*. Potential biological control agent of stored product insects. *Rec. Adv. Acarol.* 1:213-220.
- Bruce, W.A. & G.L. Lecato. 1980.** *Pyemotes tritici*. A potential new agent for biological control of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Acari: Pyemotidae). *Intern. J. Acarol.* 6:271-274.
- Champ, B.R. 1966.** Insects and mites associated with stored products in Queensland 3. Hymenoptera. *Queensl. J. Agric. Anim. Sci.* 23:177-195.
- Chaudhry, M.Q. & N.R. Price. 1990.** Insect mortality at doses of phosphine which produce equal uptake in susceptible and resistant strains of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. Stored Prod. Res.* 26:101-107.

- 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 calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Econ. Entomol. 78:835-838.
- Cross, E.A. & G.W. Krantz. 1964.** Two new species of the genus *Acarophenax* Newstead and Durvall 1918 (Acarina: Pyemotidae). Acarol. 6:287-295.
- Debach, P. & D. Rosen. 1991.** Biological control by natural enemies. University Press, Cambridge, 2 ed. 386p.
- Evans, G.O. 1992.** Principles of acarology. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 563 p.
- Evans, G.O., J.G. Sheals & D. MacFarlane. 1961.** The terrestrial Acari of the British Isles. Introduction and Biology. British Museum, London. 219p.
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli. 2000.** Potential of *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) as a biological control agent of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 36:55-63.
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli. 2001.** Effect of temperature on development and population growth of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Bioc. Sci. Techn. 11:7-14.
- Flechtmann, C.H.W. 1986.** Ácaros em produtos armazenados e na poeira domiciliar. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, FEALQ. 97p.
- Gerson, U. & R. L. Smiley. 1990.** Acarine biocontrol agents: an illustrated key and manual. Chapman & Hall, New York. 174p.

- Gerson, U., A. Fain & R. L. Smiley. 1999.** 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. *Entomol.* 69:35-86.
- Guedes, R.N.C. 1990.** Manejo integrado para a proteção de grãos armazenados contra insetos. *Rev. Bras. Armaz.* 15:3-48.
- Guedes, R.N.C. & K.Y. Zhu. 1998.** Characterization of malathion resistance in a mexican population of *Rhyzopertha dominica*. *Pestic. Sci.* 53:15-20.
- Graham, W.M. 1970.** Warehouse ecology studies of bagged maize in Kenya – II. Ecological observations of an infestation by *Ephestia (Cadra) cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae). *J. Stored Prod. Res.* 6:157-167.
- Haines, C.P. 1981.** Laboratory studies on the role of an egg predator, *Blattisocius tarsalis* (Berlese) (Acari: Ascidae), in relation to the natural control of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) in warehouses. *Bull. Entomol. Res.* 71:555-574.
- Haines, C.P. 1988.** A new species of predatory mite (Acarina: Cheyletidae) associated with bostrichid beetles on dried cassava. *Acarol.* 29:361-375.
- Hare in, P.K.M. & R. Davis. 1992.** Control of stored-grain insects. In: Storage of cereal grain and their products. St. Paul: American Association of Cereal Chemists. p.491-534.
- Hokkanen, H.M.T., J.M. Lynch & J. Robinson. 1995.** Preface: overview of benefits and risks of biological control introductions. In: Hokkanen H.M.T. & J.M. Lynch (eds.), *Biological control: benefits and risks*. Cambridge University Press, Cambridge. p.17-22.
- Hoschele, W. & L.K. Tanigoshi. 1993.** *Pyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae), a potential biological control agent of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Exp. Appl. Acarol.* 17:781-792.

- Howarth, F.G. 1991.** Environmental impacts of classical biological control. *Ann. Rev. Entomol.* 36:485-509.
- Hoy, M.A. 1994.** Parasitoids and predators in management of arthropod pests. In: Metcalf, R.L. & W.H. Luckmann (eds.), *Introduction to insect pest management*, 3 ed. Wiley, New York. p.129-198.
- Kapil, R.P. & J.P. Bhanot. 1973.** Feeding behaviour of the predatory mite *Acaropsis docta* (Berlese). *J. Stored Prod. Res.* 9:1-6.
- Krantz, G.W. 1978.** A manual of acarology. 2ed. Oregon State University Book Stores, Corvallis. 509p.
- Kumar, P. & R. Naqi. 1990.** Study of host stage density effect on cannibalism in *Acaropsis sollers* predatory mites and its role as biological control agent (Acari: Cheyletidae). *Indian. J. Helmint.* 42:21-24.
- Luck, R.F., M.B. Sheppard & P.E. Kenmore. 1988.** Experimental methods for evaluating arthropod natural enemies. *Ann. Rev. Entomol.* 33:367-391.
- Mohamed, M.I. & Z.R. Soliman. 1983.** Biological aspects of the mite *Nodele simplex* Wafa & Soliman (Cheyletidae: Actinedida). *Zool. Soc. Egypt Bull.* 33:113-120.
- 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.
- Rizk, G.N., E. ElBadry, & S.M. Hafez. 1979.** The effectiveness of predacious and parasitic mites in controlling *Tribolium confusum* Duv. *Mesopotamia J. Agric.* 14:167-182.

- Schöller, 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.
- Schöller, M. & P.W. Flinn. 2000.** Parasites and Predators. In: Subramanyam, B. & D.W. Hagstrum (eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored Product IPM. Integrated Management of Insects in Stored Products.* Kluwer Academic Publishers, Norwell, p.229-271.
- Simberloff, D. & P. Stiling. 1996.** How risk is biologic control? *Ecol.* 77:1965-1974.
- Sinha, R.N. 1995.** The stored grain ecosystem. In: Jayas D.S., N.D.G. White & W.E. Muir (eds.), *Stored grain ecosystem.* Marcel Dekker, New York. p.1-33.
- Steinkraus, D.C. & E.A. Cross. 1993.** Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Prostigmata: Acarophenacidae), an egg parasite of the Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 86:239-249.
- White, N.D.G. & J.G. Leesch. 1996.** Chemical control. In: Subramanyam, B. & D.W. Hagstrum (eds.), *Integrated Management of Insects in Stored Products.* Marcel Dekker, New York, p. 287-330.
- Zd'árkova, E. 1998.** Biological control of storage mites by *Cheyletus eruditus*. *Integr. Pest Manag. Rev.* 3:111-116.
- Zettler, J.L. & G.W. Cuperus. 1990.** Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) in wheat. *J. Econ. Entomol.* 83:677-1681.

Preferência de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) por Ovos de Diferentes Hospedeiros

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA¹

¹ Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia,
Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: crom@insecta.ufv.br

RESUMO - O experimento foi conduzido com a finalidade de estudar a preferência do ácaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) por ovos de quatro coleópteros-praga em trigo armazenado: *Rhyzopertha dominica* (F.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Dinoderus minutus* (F.) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.). As unidades experimentais consistiram de placas de Petri de 5 cm de diâmetro, contendo 20 ovos de só um dos hospedeiros no teste sem chance de escolha e, cinco ovos de cada um dos hospedeiros no teste com chance de escolha; as placas foram inoculadas com uma fêmea fisogástrica do ácaro. Verificou-se que a taxa de parasitismo deste ácaro foi influenciada pelo tempo e pelos diferentes hospedeiros oferecidos. Em nenhum momento os ovos de *O. surinamensis* foram parasitados por indivíduos de *A. lacunatus*. Entretanto, fica evidenciada a capacidade deste ácaro em parasitar diferentes hospedeiros, tanto na presença como na ausência de *R. dominica*, o que pode indicar sua utilização em programas de controle biológico de pragas em grãos armazenados.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro, Coleoptera, controle biológico, trigo armazenado.

**Host egg preference of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz)
(Prostigmata: Acarophenacidae)**

ABSTRACT - This study was carried out aiming to assess the host egg preference of the mite species *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) towards pest species of stored wheat: *Rhizopertha dominica* (F.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Dinoderus minutus* (F.) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.). The experimental units constituted of Petri dishes (5 cm diameter) containing 20 eggs of one of the potential host species under assessment in the experiment without choice, and five eggs of each potential host species in the experiment with free choice, which were inoculated with one mite physogastric female. The mite parasitism rate was affected by the potential host and time of experiment. Eggs of *O. surinamensis* were never parasitized by *A. lacunatus*. Nonetheless, the mite species was able to parasitize eggs of different host species either in the presence or absence of *R. dominica*, what suggests the possibility of its utilization in biological control programs in stored grains.

KEY WORDS: Mite, Coleoptera, biological control, stored wheat.

1. Introdução

As formas mais utilizadas para a proteção de grãos armazenados contra insetos têm sido o uso de pesticidas e a modificação das condições ambientais para dificultar a proliferação desses organismos (White & Leesch 1996). Apesar de sua eficácia, o crescente desenvolvimento de resistência em muitas espécies de pragas aos produtos químicos, e a contaminação dos alimentos por resíduos têm levado à procura de alternativas que minimizem os efeitos negativos ocasionados por essa forma de controle (Zettler & Cuperus 1990, Chaudhry & Price 1990, Guedes *et al.* 1996, Brower *et al.* 1996, Guedes & Zhu 1998, Lorini & Galley 1999). Desta forma, vários pesquisadores vêm no controle biológico uma solução para os problemas surgidos com o controle químico (Debach & Rosen 1991, Hoy 1994, Schöller & Flinn 2000).

O controle biológico requer o desenvolvimento de técnicas econômicas para criação massal, armazenamento, transporte e aplicação de inimigos naturais. Entretanto, o seu êxito depende, principalmente, do conhecimento minucioso dos organismos envolvidos, nocivos e benéficos, e de suas interações. Assim, estudos básicos sobre o desenvolvimento das pragas e seus inimigos naturais são parte fundamental do controle biológico (Van Den Bosch *et al.* 1982, Debach & Rosen 1991), mas pesquisas sobre o potencial de agentes no controle de insetos em ambientes de armazenamento de grãos são escassas e restringem-se a um número reduzido de espécies (Brower *et al.* 1996).

Em sistemas de armazenamento, insetos e ácaros são pragas que causam danos quali-quantitativos em produtos armazenados e que contribuem para a dispersão de microorganismos, mas muitas espécies são parasitas e predadoras, apresentando potencial para serem utilizadas em programas de controle biológico. Os ácaros parasitas, representados principalmente por Pyemotidae e Acarophenacidae, têm ciclo de vida muito curto e, em geral, após a fecundação, as fêmeas saem à procura de alimento. Ao se alimentarem do conteúdo do hospedeiro, seu corpo se distende largamente, caracterizando o desenvolvimento da progênie (Gerson & Smiley 1990). Este fenômeno, no qual a progênie se desenvolve no interior do corpo da mãe e emerge já na forma adulta, é denominado fisogastria (Evans 1992).

Recentemente, o ácaro *Acarophenax lacunatus* Cross & Krantz (Prostigmata: Acarophenacidae) foi encontrado suprimindo populações de *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) em estudos realizados por Faroni (1992). Este ácaro tinha

sido identificado e descrito como Pyemotidae por Cross & Krantz (1964), em um material encontrado numa criação de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae). Entretanto, os autores não apresentaram dados sobre o comportamento e a biologia das espécies identificadas (*A. lacunatus* e *A. nidicolus*), fazendo apenas comentários de que estas espécies eram possíveis parasitas de ovos de coleópteros. O gênero *Acarophenax* foi posteriormente reclassificado como Acarophenacidae, e destaca-se por ser parasita específico de ovos de coleópteros-praga de grãos armazenados, apresentando, portanto, alto potencial para uso no controle biológico (Steinkraus & Cross 1993, Magowski 1994). Faroni *et al.* (2000, 2001) relatam que este ácaro desenvolve até 12 gerações num mês, o que o leva a dominar o ambiente, e demonstram seu potencial de parasitismo em populações de *R. dominica*.

Sabendo-se que numa massa de grãos são encontradas várias espécies de pragas, além de *R. dominica*, e que apenas foi demonstrada a eficácia de *A. lacunatus* na supressão de populações deste coleóptero, o objetivo deste trabalho foi estudar a preferência deste ácaro por ovos de diferentes hospedeiros em testes com e sem chance de escolha, procurando observar se o mesmo ataca outras espécies. Com isso, espera-se descobrir outros possíveis hospedeiros e, assim, fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de controle das populações de insetos em grãos armazenados.

2. Material e Métodos

2.1 - Criação massal dos hospedeiros

Para obtenção dos insetos necessários a esta pesquisa, foram estabelecidas criações contínuas dos coleópteros *R. dominica*, *Tribolium castaneum* (Herbst), *Dinoderus minutus* (F.) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.).

Os coleópteros *D. minutus* foram criados em frascos de vidro com capacidade de 1,7 L. A dieta foi constituída de pequenos pedaços retangulares de mandioca (2 cm), desidratados ao sol, conforme metodologia sugerida por Nair & Mathew (1984). Os demais insetos foram mantidos em frascos de vidro com capacidade de 1,7 L, contendo grãos de trigo levemente triturados, com umidade em torno de 13%. Todas as colônias foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D., a 28±2 °C, 65±1 % U.R. e escotofase de 24 horas, ou seja, em completa escuridão.

2.2- Criação massal do ácaro *Acarophenax lacunatus*

As populações de *A. lacunatus* foram obtidas de criações de *R. dominica*, infestadas com o ácaro. Essas populações foram mantidas sobre grãos de trigo, com teor de umidade em torno de 13%, em frascos de vidro com capacidade de 500 mL. Todas as colônias permaneceram em câmaras climáticas tipo B.O.D., a 28 ± 2 °C, 65 ± 1 % U.R. e escotofase de 24 horas.

Para a obtenção de fêmeas de *A. lacunatus* em processo de fisogastria, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Matioli (1997). Foram coletados da criação massal ovos de *R. dominica* com idade entre 48-72 horas, de forma que a película protetora dos mesmos já estivesse endurecida (El-Refai 1987). Os ovos foram colocados no centro de uma placa de Petri de 10 cm de diâmetro. Em seguida, as populações do inseto infestadas por *A. lacunatus* foram peneiradas, visando à obtenção do resíduo de trigo e de ácaros recém-emergidos. Este material foi então colocado na placa de Petri junto aos ovos do inseto e, transcorridas 24 horas, realizava-se a coleta das fêmeas de *A. lacunatus* já fixadas nos ovos de *R. dominica* e em processo de fisogastria.

2.3- Preferência de *Acarophenax lacunatus* por ovos de coleópteros

No teste de preferência, foram utilizados ovos de quatro espécies de insetos consideradas pragas em produtos armazenados: *R. dominica*, *T. castaneum*, *D. minutus* e *O. surinamensis*. Utilizando-se uma peneira com abertura de malha de 1 mm, obteve-se o resíduo de trigo (pó), do qual foram retirados os ovos dos insetos.

2.3.1 - Teste sem chance de escolha

Para a realização deste experimento utilizou-se uma arena, representada por uma placa de Petri de 5 cm de diâmetro, dividida em quatro quadrantes. Em cada quadrante foram colocados 5 ovos de apenas um dos coleópteros, ou seja, em cada arena só havia ovos de um dos quatro hospedeiros. No centro da placa, em um ponto equidistante dos ovos, foi liberada uma fêmea fisogástrica de *A. lacunatus* numa fase

próxima à emergência da progênie. Deste modo, os indivíduos da progênie tiveram acesso a ovos de apenas um tipo de hospedeiro.

Com a finalidade de evitar a fuga dos ácaros, as arenas foram revestidas com filme plástico de PVC. As arenas foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D., a 28 ± 2 °C e escotofase de 24 horas.

As avaliações foram realizadas de 12 em 12 horas, até que todos os ácaros tivessem se fixado em algum ovo ou até que houvesse a eclosão das larvas dos insetos. O ensaio foi realizado com cada espécie de coleóptero em três repetições.

A variável avaliada foi o número médio de ovos parasitados das espécies de hospedeiros testados em cada tratamento ao longo do tempo.

2.3.2- Teste com chance de escolha

A metodologia utilizada neste ensaio foi semelhante à anterior. No entanto, os ovos foram distribuídos de forma que cada quadrante recebesse apenas ovos de um dos quatro hospedeiros e, no centro da placa, em um ponto equidistante dos ovos, foi liberada uma fêmea fisogástrica de *A. lacunatus* numa fase próxima à emergência da progênie. Assim, os indivíduos da progênie puderam ter acesso aos ovos de todos os hospedeiros, sendo que os ovos das quatro espécies ocuparam suas posições através de sorteio.

Com a finalidade de evitar a fuga dos ácaros, as arenas foram revestidas com filme plástico de PVC. Todas as arenas foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D a 28 ± 2 °C e escotofase de 24 horas.

As avaliações foram realizadas de 12 em 12 horas, até que todos os indivíduos tivessem se fixado no ovo de algum hospedeiro ou até que houvesse a eclosão das larvas dos insetos. O ensaio consistiu de quatro tratamentos, ou seja, foram realizados quatro sorteios de tal forma que houve uma variação na distribuição dos hospedeiros na placa, em três repetições. A variável avaliada foi o número médio de ovos das diferentes espécies de hospedeiros parasitados pelo ácaro.

2.4- Análise dos dados

Os resultados dos testes foram submetidos à análise de variância com medida repetida, utilizando-se o programa SAS (SAS Institute 1989), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

3.1- Teste sem chance de escolha

Não houve diferença significativa no número de ovos parasitados dos hospedeiros *R. dominica*, *D. minutus* e *T. castaneum* quando todos os intervalos de tempo foram avaliados em conjunto (Figura 1), havendo influência da interação tempo/hospedeiros (Tabela 1). Entretanto, isso não foi observado no período entre 36 e 60 horas, quando avaliou-se cada intervalo de tempo separadamente (Tabela 2).

O ácaro *A. lacunatus* parasitou todos os hospedeiros oferecidos, com exceção de *O. surinamensis*. Observou-se que, a partir de 24 horas, o parasitismo de *A. lacunatus* começou a aumentar, mantendo esta tendência até o fim das observações. O número de ovos parasitados foi baixo até as 12 horas, início das observações, alcançando um máximo decorridas 84 horas (Figura 2). Assim, a progênie de uma fêmea fisogástrica de *A. lacunatus* foi capaz de parasitar 85%, 80% e 70% dos ovos desses coleópteros, respectivamente.

Em nenhum momento observou-se esse ácaro parasitando ovos de *O. surinamensis*, o que chama atenção, uma vez que Bruce & Lecato (1979) encontraram uma espécie de ácaro correlata, *Pyemotes tritici* (Lagrèze-Fossat & Montagné) (Prostigmata: Pyemotidae), infligindo uma mortalidade de 100% em ovos, larvas e pupas, e de 97% em adultos deste coleóptero. Este fato merece destaque porque pode significar a inexistência de uma inter-relação ecológica entre *A. lacunatus* e este inseto, já que mesmo quando oferecidos apenas ovos deste coleóptero o ácaro não parasitou este hospedeiro. Outra explicação seria que os ovos desse inseto podem não apresentar qualidades nutricionais favoráveis ao desenvolvimento do ácaro, liberar voláteis que não sejam atrativos, ou, simplesmente, possuir uma película protetora cujas estruturas dificultem sua alimentação. Vinson & Barbosa (1987) alertam para o fato de que ovos e

pupas, por serem estágios imóveis, representam um recurso finito e transitório para os parasitóides, daí a necessidade desses organismos encontrarem hospedeiros adequados. Ratificando tais afirmativas, Haines (1981) comenta que a membrana superficial dos ovos de *T. castaneum* é mais espessa e resistente que a de *Ephestia cautella* (Walker), o que acarretou menor ataque a esta praga pelo ácaro *Blattisocius tarsalis* (Berlese).

O parasitismo de ovos de *T. castaneum* por *A. lacunatus*, observado no presente estudo, é no mínimo intrigante, uma vez que Matioli (1997) concluiu que este ácaro não parasitava *T. castaneum* na presença de ovos de *R. dominica*. Uma possível resposta seria que o autor não realizou um teste sem chance de escolha, o que não permitiu ao ácaro a opção de escolher um outro hospedeiro na ausência de ovos de *R. dominica*. O fato de *A. lacunatus* ter sido encontrado atacando ovos de *T. castaneum*, no presente estudo, torna necessária a realização de estudos que esclareçam os mecanismos que envolvem as interações entre este inseto e o ácaro *A. lacunatus*.

3.2- Teste com chance de escolha

No teste com chance de escolha, o número de ovos parasitados por *A. lacunatus* também foi influenciado pela interação tempo/hospedeiros (Tabela 3).

O ácaro *A. lacunatus* demonstrou preferência por ovos de *R. dominica* e *D. minutus* em relação a *T. castaneum*, o que explica a diferença significativa observada na Figura 3. Analisando-se cada período de tempo isoladamente (Tabela 4), não se observa diferença significativa no parasitismo dos diferentes hospedeiros no primeiro intervalo de tempo (12 a 24 horas). A partir de 24 horas o parasitismo de *A. lacunatus* foi mais evidente, mantendo uma tendência para os hospedeiros *R. dominica* e *D. minutus*. Isso só ocorreu com *T. castaneum* até as 48 horas, quando então houve estabilidade no parasitismo dos ovos deste coleóptero (Figura 4).

Era esperado que o ácaro atacasse os ovos de *D. minutus*, uma vez que este inseto pertence à mesma família de *R. dominica* (hospedeiro comprovado) e, portanto, seus ovos podem apresentar similaridades morfológicas e nutricionais. De fato, alguns estudos têm demonstrado semelhanças, quanto à morfologia, entre ovos de alguns lepidópteros (Arbogast *et al.* 1980, Arbogast & Van Byrd 1981, Arbogast *et al.* 1983, Arbogast & Brower 1989), o que pode influenciar na atratividade aos inimigos naturais. Strand & Vinson (1983) relatam que os organismos que parasitam ovos podem selecioná-los, escolhendo aqueles com determinadas dimensões e examinando-os antes

de aceitá-los. Entretanto, existem espécies que atacam ovos de diversos tamanhos. No que se refere a *A. lacunatus*, o processo de busca do hospedeiro se inicia logo após a emergência da progênie e, segundo Matioli (1997), parece ocorrer de maneira aleatória, sem uma tendência de caminhar definido. Entretanto, Cross & Krantz (1964) relatam que as pernas I de *A. lacunatus* apresentam várias setas, que provavelmente servem como sensores que auxiliam na localização dos hospedeiros.

O parasitismo do ácaro *A. lacunatus* em ovos de *T. castaneum*, mesmo baixo, é um fato importante, uma vez que este inseto vem recebendo muita atenção ultimamente devido a relatos de surgimento de populações resistentes a produtos químicos, como alertaram Pacheco *et al.* (1993/94), o que pode tornar o ácaro *A. lacunatus* uma possível alternativa para controlar essa praga. Em seus estudos, Haines (1981) observou o ácaro *B. tarsalis* se alimentando de *T. castaneum* na ausência de *E. cautella*, fazendo comentários sobre a possibilidade dos ovos deste coleóptero servirem como recurso para períodos em que infestações de *E. cautella* sejam muito baixas, ou em que haja uma falta de sincronia entre as duas espécies. Com isso, a habilidade de *A. lacunatus* em parasitar mais de um inseto sugere que o mesmo pode se manter, quando não houver populações de *R. dominica*, em ovos de outros hospedeiros. Hospedeiros alternativos são importantes na manutenção dos inimigos naturais, especialmente quando esses indivíduos apresentam uma taxa de parasitismo elevada, como parece ser o caso de *A. lacunatus*, que poderia levar à supressão de sua própria população pela destruição rápida do hospedeiro.

Apesar das novas informações sobre o ácaro *A. lacunatus*, apresentadas neste estudo, outras pesquisas devem ser desenvolvidas a fim de se esclarecer algumas dúvidas que cercam este importante inimigo natural. Faz-se necessário o estudo da capacidade de dispersão deste ácaro numa massa de grãos, bem como o estudo das relações com outros possíveis hospedeiros e com métodos de controle químico. Outra importante lacuna a ser preenchida é tentar entender as interações de *A. lacunatus* com outros inimigos naturais, especialmente ácaros Cheyletidae, grupo facilmente encontrado em ambientes de armazenamento de grãos.

Diante do exposto, ficou demonstrado que o ácaro *A. lacunatus* não é parasita específico de *R. dominica*. Verificou-se, também, que na presença deste coleóptero *A. lacunatus* parasita indistintamente ovos de *R. dominica* e ovos de *D. minutus*, o que não ocorreu com *T. castaneum*.

4. Literatura Citada

- Ahmed, K.S. 1996.** Studies on ectoparasitoid, *Anisopteromalus calandrae* How. (Hymenoptera: Pteromalidae) as a biocontrol agent against the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fab.) in Saudi Arabia. J. Stored Prod. Res. 32:137-140.
- Arbogast, R.T. 1976.** Suppression of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Cucujidae) on shelled corn by the predator *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera, Anthocoridae). J. Ga. Entomol. Soc. 11:67-71.
- Arbogast, R.T. & J.H. Brower. 1989.** External morphology of the eggs of *Tinea pallescentella* Stainton, *Tinea occidentella* Chambers, and *Niditinea fuscella* (L.) (Lepidoptera: Tineidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 18: 321-328.
- Arbogast, R.T., G. Chauvin, R.G. Strong & R. Van Byrd. 1983.** The egg of *Endrosis sarcitrella* (Lepidoptera: Oecophoridae): fine structure of the chorion. J. Stored Prod Res. 19:63-68.
- Arbogast, R.T., G.L. Lecato & R. Van Byrd. 1980.** External morphology of some eggs of stored-product moths (Lepidoptera: Pyralidae, Gelechiidae, Tineidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 9:165-177.
- Arbogast, R.T. & R. Van Byrd. 1981.** External morphology of the eggs of the meal moth, *Pyralis farinalis* (L.), and the murky meal moth, *Aglossa caprealis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 10: 419-423.
- Brower, J.H., L. Smith, P.V. Vail & P.W. Flinn. 1996.** Biological control. In: Subramanyam, B. & D.W. Hagstrum (eds.), Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, New York. p.223-286.
- Bruce, W.A. & G.L. Lecato. 1979.** *Pyemotes tritici*. Potential biological control agent of stored product insects. Rec. Adv. Acarol. 1:213-220.

- Chaudhry, M.Q. & N.R. Price. 1990.** Insect mortality at doses of phosphine which produce equal uptake in susceptible and resistant strains of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 26:101-107.
- Cross, E.A. & G.W. Krantz. 1964.** Two new species of the genus *Acarophenax* Newstead and Durvall 1918 (Acarina: Pyemotidae). Acarol. 6:287-295.
- Cross, W.H., W.L. McGovern & E.A. Cross. 1975.** Insect hosts of parasitic mites called *Pyemotes ventricosus* Newport. J. Ga. Entomol. Soc. 10:1-8.
- Debach, P. & D. Rosen. 1991.** Biological Control by Natural Enemies. University Press, Cambridge, 2 ed. 386p.
- El-Refai, S.A. 1987.** Some ecological studies on *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae) (Coleoptera). Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 52:247-257.
- Evans, G.O. 1992.** Principles of Acarology. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 563p.
- Faroni, L.R.D'A. 1992.** Biología y control del gorgojo de los granos *Rhyzopertha dominica* (F.). Universidade Politécnica de Valencia, Valencia, Spain. 134p. (Tese de Doutorado).
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli. 2000.** Potential of *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) as a biological control agent of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 36:55-63.
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli. 2001.** Effect of temperature on development and population growth of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Bioc. Sci. Techn. 11:7-14.

- Gerson, V. & R. L. Smiley. 1990.** Acarine biocontrol agents: an illustrated key and manual. Chapman & Hall, New York. 174p.
- Guedes, R.N.C., B.A. Dover & S. Kambhampati. 1996.** Resistance to chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, and malation in Brazilian and U.S. population of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Econ. Entomol. 89:27-32.
- Guedes, R.N.C. & K.Y. Zhu. 1998.** Characterization of malathion resistance in a Mexican population of *Rhyzopertha dominica*. Pestic. Sci. 53:15-20.
- Haines, C.P. 1981.** Laboratory studies on the role of an egg predator, *Blattisocius tarsalis* (Berlese) (Acari: Ascidae), in relation to the natural control of *Ephesia cautella* (Walter) (Lepidoptera: Pyralidae) in warehouses. Bull. Entomol. Res. 71:555-574.
- Hoschele, W. & L.K. Tanigoshi. 1993.** *Pyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae), a potential biological control agent of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Exp. Appl. Acarol. 17:781-792.
- Hoy, M.A. 1994.** Parasitoids and predators in management of arthropod pests. In: Metcalf, R.L. & W.H. Luckmann (eds.), Introduction to insect pest management, 3 ed. Wiley, New York. p.129-198.
- Lecato, G.L., J.M. Collins & R.T. Arbogast. 1977.** Reduction of residual populations of stored product insects by *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae). J. Kans. Entomol. Soc. 50:84-88.
- Lorini, I. & D.J. Gallery. 1999.** Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae), a pest of stored grain in Brazil. J. Stored Prod. Res. 35:37-45.
- Luck, R.F., M.B. Sheppard & P.E. Kenmore. 1988.** Experimental methods for evaluating arthropod natural enemies. Ann. Rev. Entomol. 33:367-391.

- Magowski, W.L. 1994.** Discovery of the first representative of the mite subcohort heterostigmata (Arachnida: Acari) in the Mesozoic Siberian amber. *Acarol.* 35:229-241.
- Matioli, A.L. 1997.** Biologia de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) e seu potencial de parasitismo sobre *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. (Tese de Mestrado). 73p.
- Nair, K.S.S. & G. Mathew. 1984.** Dried tapioca tuber for laboratory rearing of the Bamboo Borer, *Dinoderus minutus* Fabr. (Coleoptera: Bostrychidae). *Mater. Und Organism., Berlin*, 19:49-54.
- Pacheco, I.A., M.R. Sartori & S. Bolonhezi. 1993/94.** Resistência ao Malathiom, Pirimifós-metilico e ao Fenitrotiom em coleópteros-praga de grãos armazenados- Fase II. *Rev. Bras. Armaz.* 18/19:32-39.
- SAS Institute. 1989.** SAS/STAT User's guide for personal computers, version 6. SAS Institute, Cary, N.C, USA.
- Schöller, M. & P.W. Flinn. 2000.** Parasites and Predators. In: Subramanyam, B. & D.W. Hagstrum (eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored Products IPM*. Kluwer, Boston. p.229-271.
- Spitler, G.H. & P.L. Hartsell. 1975.** Pirimiphos-methyl as a protectant for stored inshell almonds. *J. Econ. Entomol.* 68:777-780.
- Steinkraus, D.C. & E.A. Cross. 1993.** Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Prostigmata: Acarophenacidae), an egg parasite of the Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 86:239-249.
- Strand, M.R. & S.B. Vinzon. 1983.** Factors affecting host recognition and acceptance in the egg parasitoid *Telenomus heliothidis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Environm. Entomol.* 12:1 114-1119.

- Van Den Bosch, R., P.S. Messenger & A. P. Gutierrez. 1982.** An introduction to biological control. New York. Plenum Press. 247p.
- Vinzon S.B & P. Barbosa. 1987.** Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In: Slansky Jr., F. & J.G. Rodriguez (eds.), Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. Wiley & Sons, New York. p.673-695.
- White, N.D.G. & J.G. Leesch. 1996.** Chemical control. In: Subramanyam, B. & D.W. Hagstrum (eds.), Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, New York. p.287-330.
- Zettler, J.L. & G.W. Cuperus. 1990.** Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) in wheat. J. Econ. Entomol. 83:677-1681.

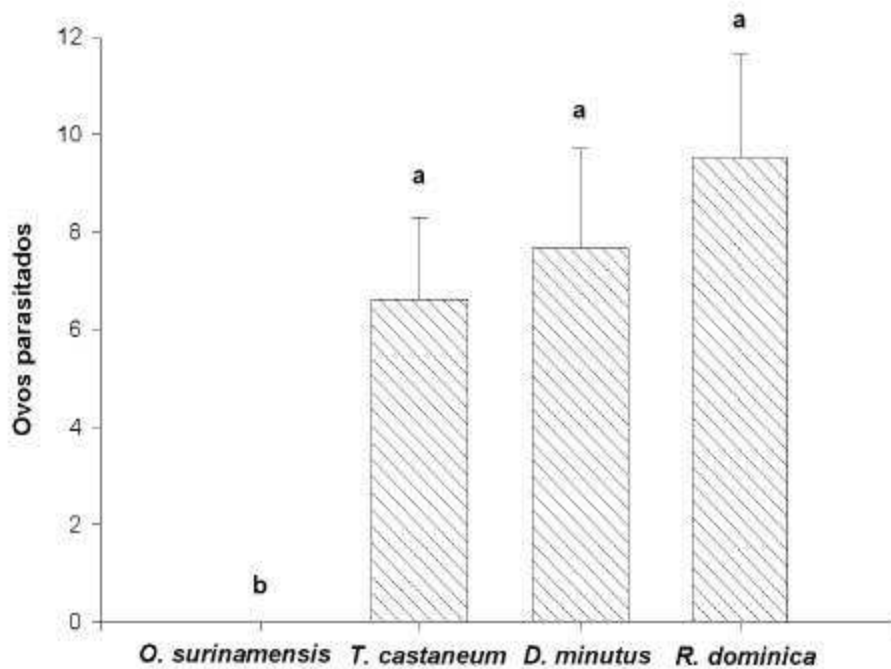


Figura 1- Número médio de ovos de diferentes hospedeiros parasitados por *A. lacunatus*, num teste sem chance de escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$; $gl = 24$, $F = 5,97$).

Tabela 1- Análise de variância multivariada com medidas repetidas do número de ovos de quatro hospedeiros diferentes (*O. surinamensis*, *T. castaneum*, *D. minutus* e *R. dominica*) parasitados por *A. lacunatus*, num teste sem chance de escolha. Efeitos são computados entre parcelas (a) e nas parcelas (b).

(a) Entre parcelas					
Fontes de variação		F	Graus de Liberdade		p
Blocos		3,88	3		0,08
Hospedeiros		84,78	3		<0,0001 *
(b) Nas parcelas					
Fontes de variação	Wilks' lambda	F	Graus de Numerador	Liberdade Denominador	p
Tempo	0,0002	643,09	6	1	0,0302 *
Tempo X blocos	0,0625	0,5	12	2	0,82
Tempo X hospedeiros	0,0001	9,61	18	3,31	0,0340 *

* Significativo a 5% pelo Teste F.

Tabela 2- Análise de variância entre cada intervalo de tempo utilizado na análise do parasitismo de *A. lacunatus* mostrado na Tabela 1 e na Figura 2.

Fontes	Graus de Liberdade	Soma de quadrado	F	p
12 horas – 24 horas				
Média	1	21,33	96,00	< 0,0001 *
Hospedeiro	3	10,66	16,00	0,0029 *
Bloco	2	0,66	1,50	0,29
Erro	6	1,33		
24 horas – 36 horas				
Média	1	40,33	51,86	0,0004 *
Hospedeiro	3	16,33	7,00	0,0219 *
Bloco	2	0,66	0,43	0,67
Erro	6	4,66		
36 horas – 48 horas				
Média	1	33,33	18,75	0,0049 *
Hospedeiro	3	17,33	3,25	0,1021
Bloco	2	4,66	1,31	0,33
Erro	6	10,66		
48 horas – 60 horas				
Média	1	44,08	11,26	0,0153 *
Hospedeiro	3	16,25	1,38	0,3355
Bloco	2	1,16	0,15	0,86
Erro	6	23,50		
60 horas – 72 horas				
Média	1	48,00	39,27	0,0008 *
Hospedeiro	3	28,66	7,82	0,0170 *
Bloco	2	2,00	0,82	0,48
Erro	6	7,33		
72 horas – 84 horas				
Média	1	33,33	133,33	< 0,0001 *
Hospedeiro	3	12,00	16,00	0,0029 *
Bloco	2	3,16	6,33	0,13
Erro	6	1,50		

* Significativo a 5% pelo Teste F.

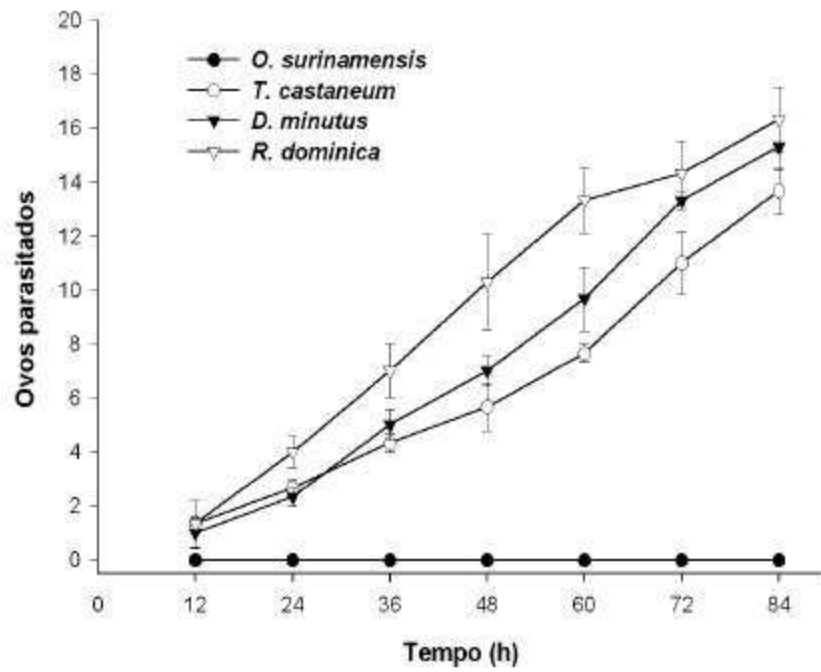


Figura 2- Efeito do tempo e de diferentes hospedeiros no parasitismo de *A. lacunatus*, num teste sem chance de escolha.

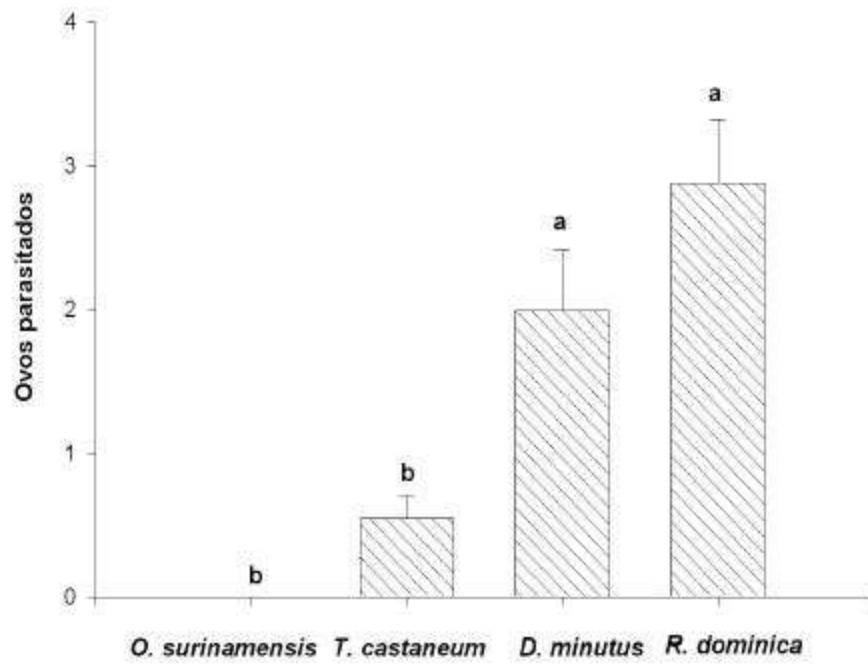


Figura 3- Número médio de ovos de diferentes hospedeiros parasitados por *A. lacunatus*, num teste com chance de escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$; $gl = 24$, $F = 17,47$).

Tabela 3- Análise de variância multivariada, com medidas repetidas, do número de ovos de quatro hospedeiros diferentes (*O. surinamensis*, *T. castaneum*, *D. minutus* e *R. dominica*) parasitados por *A. lacunatus*, num teste com chance de escolha. Efeitos são computados entre parcelas (a) e nas parcelas (b).

(a) Entre parcelas					
Fontes de variação		F	Graus de Liberdade		p
Blocos		1,45	11		0,19
Hospedeiros		128,08	3		<0,0001 *
(b) Nas parcelas					
Fontes de variação	Wilks' lambda	F	Graus de Numerador	Liberdade Denominador	p
Tempo	0,0367	122,43	6	28,00	<0,0001 *
Tempo X blocos	0,1067	1,22	66	155,28	0,16
Tempo X hospedeiros	0,0385	9,56	18	79,68	<0,0001 *

* Significativo a 5% pelo Teste F.

Tabela 4- Análise de variância entre cada intervalo de tempo utilizado na análise do parasitismo de *A. lacunatus* mostrado na Tabela 3 e na Figura 4.

Fontes	Graus de Liberdade	Soma de quadrado	F	P
12 horas – 24 horas				
Média	1	3,00	16,50	0,0003 *
Hospedeiro	3	1,50	2,75	0,06
Bloco	11	1,50	0,75	0,68
Erro	33	6,00		
24 horas – 36 horas				
Média	1	5,33	34,06	<0,0001 *
Hospedeiro	3	3,33	7,10	0,0008 *
Bloco	11	2,17	1,26	0,29
Erro	33	5,17		
36 horas – 48 horas				
Média	1	10,08	44,87	<0,0001 *
Hospedeiro	3	3,58	5,31	0,0042 *
Bloco	11	2,91	1,18	0,34
Erro	33	7,42		
48 horas – 60 horas				
Média	1	3,00	16,97	0,0002 *
Hospedeiro	3	3,67	6,91	0,0010 *
Bloco	11	1,50	0,77	0,66
Erro	33	5,83		
60 horas – 72 horas				
Média	1	1,68	9,79	0,0037 *
Hospedeiro	3	2,06	3,99	0,0157 *
Bloco	11	1,56	0,82	0,61
Erro	33	5,68		
72 horas – 84 horas				
Média	1	4,68	25,69	<0,0001 *
Hospedeiro	3	4,22	7,73	0,0005 *
Bloco	11	2,06	1,03	0,44
Erro	33	6,02		

* Significativo a 5% pelo Teste F.

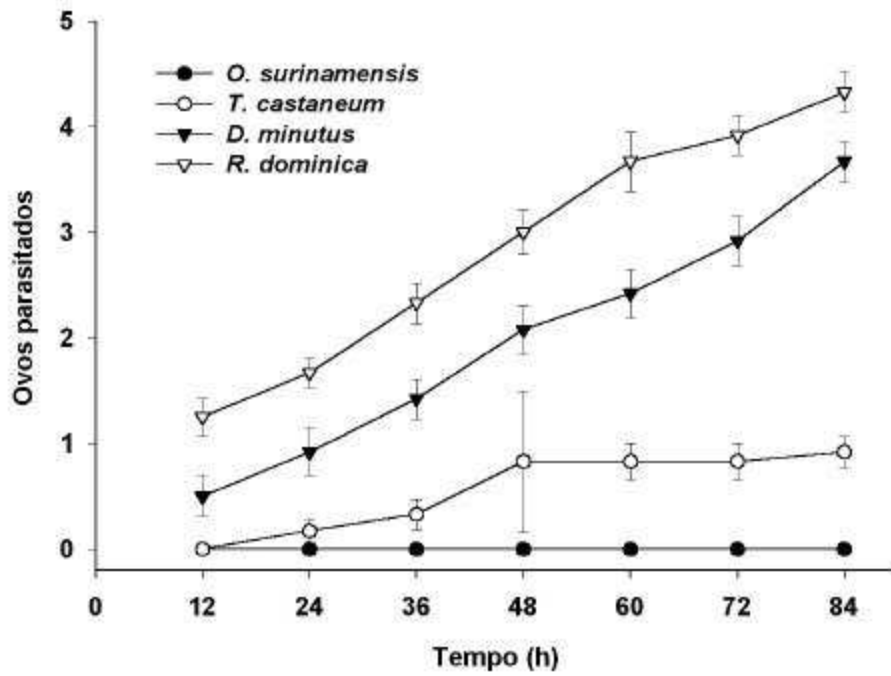


Figura 4 Efeito do tempo e de diferentes hospedeiros no parasitismo de *A. lacunatus*, num teste com chance de escolha.

Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em *Dinoderus minutus* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae)

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA¹

¹ Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia,
Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: crom@insecta.ufv.br

RESUMO - Insetos do gênero *Dinoderus* são comumente encontrados causando prejuízos em bambu, mandioca e cereais armazenados em diversas partes do mundo, especialmente na América Tropical, África e Ásia. Por isso, estes besouros vêm recebendo maior atenção da comunidade científica ultimamente. Assim, o experimento foi conduzido com a finalidade de avaliar o parasitismo do agente de controle biológico *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em populações de *Dinoderus minutus* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). As unidades experimentais consistiram de frascos de vidro de capacidade de 1,7 L, contendo 100 g de mandioca seca em pedaços, infestados com 20 adultos deste coleóptero. Decorridos três dias, foram inoculadas quatro fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus*, sendo os tratamentos realizados em quatro repetições. Os resultados demonstraram que *A. lacunatus* foi bastante eficiente no controle de populações de *D. minutus*, causando reduções de até 85% dos ovos deste inseto num período de 45 dias após a inoculação. Perdas de peso da mandioca, ocasionadas pelo inseto, também foram reduzidas.

PALAVRAS-CHAVE - Ácaro, controle biológico, mandioca armazenada.

Parasitism of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Dinoderus minutus* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae)

ABSTRACT - Insects of the genus *Dinoderus* are frequently found causing losses in bamboo, cassava and stored cereals in several parts of the world, especially in Tropical America, Africa and Asia. Therefore, these beetles are receiving increased attention by researchers. The experiment was carried out aiming to assess the parasitism of the biological control agent *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) on populations of *Dinoderus minutus* (Coleoptera: Bostrichidae). The results showed that *A. lacunatus* was efficient on controlling *D. minutus*, and caused reductions of up to 85% of eggs of these insects in a period of 45 days after inoculation. Cassava weight loss caused by the insect was also reduced.

KEY WORDS - Mite, biological control, stored cassava.

1. Introdução

Conhecido vulgarmente como “broca-do-bambu”, *Dinoderus minutus* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) é uma praga amplamente distribuída nos trópicos (Nair & Mathew 1984, Borgemeister *et al.* 1999). Muito problemático em áreas de armazenamento de bambu, pode tornar-se tão abundante que chega a causar sérios danos, reduzindo-o a pó ou fibras, quando não o destrói totalmente (Sing & Bhandari, 1988). Além de sua capacidade de atacar bambu cortado, é freqüentemente encontrado injuriando madeira seca e causando danos em culturas de inhame, batata, banana seca, sementes de milho doce e bulbos de lírio (Plank 1948, Haines 1981, Dobie *et al.* 1984, Sing & Bhandari 1988, Rees 1991), sendo reconhecido também como séria praga de cana-de-açúcar (Nair & Mathew, 1984).

Outra importante cultura amplamente atacada por este inseto é a mandioca, um dos principais alimentos consumidos na África, Ásia e América Tropical (Nyakunga 1982, Hodges *et al.* 1985, Borgemeister *et al.* 1999). Ocasionalmente, também pode atacar produtos armazenados como cacau, amido, farinha de sagu e cereais (Dobie *et al.* 1984).

A elevação de *Dinoderus* spp. à condição de praga se deu após grandes infestações em milho armazenado no sul da Tanzânia e no norte de Zâmbia (Rees 1991). Além disso, foram também encontrados em Ghana, atacando produtos armazenados em fazendas. Assim, fica evidenciada a importância de *D. minutus* como praga, principalmente pelo fato de que se desenvolve facilmente no Brasil, devido ao clima favorável. Somando-se a isso, cerca de 50% da produção de milho no Brasil é armazenada em espiga e em estruturas armazenadoras rústicas (Santos 1993, Santos & Mantovani 1997), o que pode favorecer a incidência da praga.

No presente estudo, foi avaliado o potencial de parasitismo do ácaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophencidae) em *D. minutus*. Sua eficiência já foi comprovada no controle de populações de outro Bostrichidae, *Rhyzopertha dominica* (F.), como reportado por Faroni *et al.* (2000, 2001). Além disso, estudos sobre ácaros como agentes de controle biológico em produtos armazenados em regiões tropicais são escassos e limitados a poucas espécies.

2. Material e Métodos

2.1. Criação massal de *Dinoderus minutus*

Os insetos *D. minutus* foram criados em frascos de vidro com capacidade de 1,7 L, em dieta constituída de pequenos pedaços retangulares (2 cm) de mandioca (100 g), previamente seca ao sol, segundo metodologia de Nair & Mathew (1984).

As colônias foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D., a $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ e escotofase de 24 horas.

2.2. Criação massal do ácaro *Acarophenax lacunatus*

As populações de *A. lacunatus* foram obtidas de criações contínuas de *R. dominica* mantidas sobre grãos de trigo não-tratados, com umidade de 13%, em frascos de vidro com capacidade de 500 mL. A obtenção de fêmeas de *A. lacunatus* em processo de fisogastria foi feita baseando-se em metodologia desenvolvida por Matioli (1997). Foram coletados ovos de criações de *R. dominica* sem o ácaro, os quais foram colocados no centro de uma placa de Petri de 10 cm de diâmetro. Em seguida, as populações de *R. dominica* infestadas por *A. lacunatus* foram peneiradas, visando à obtenção do resíduo de trigo e de ácaros recém-emergidos. O material obtido foi então colocado na placa de Petri, junto aos ovos do inseto e, transcorridas 24 horas, realizou-se a coleta das fêmeas de *A. lacunatus* já fixadas nos ovos de *R. dominica* e em processo de fisogastria.

Todas as colônias foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D., a $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ e escotofase de 24 horas.

2.3. Avaliação do potencial do ácaro *A. lacunatus* no controle de *D. minutus*

Para avaliar a eficiência de *A. lacunatus* no controle de *D. minutus*, foram inoculadas quatro fêmeas fisogástricas do ácaro em populações de 20 insetos adultos deste hospedeiro, sendo comparadas com uma amostra testemunha sem a presença do ácaro. Estas criações foram mantidas em frascos de vidro, segundo metodologia citada no item 2.1., e cada tratamento consistiu de quatro repetições.

As avaliações foram realizadas 45 dias após a instalação dos tratamentos. Após esse período, o conteúdo dos frascos foi peneirado em peneira com abertura de malha de 1 mm, separando-se o resíduo (pó) com os ovos de *D. minutus* e os ácaros. O resíduo foi analisado com auxílio de um microscópio estereoscópio, obtendo-se o número de ovos de *D. minutus* parasitados por *A. lacunatus*, de ácaros em processo de fisogastria e de insetos vivos (larvas e adultos). De posse do número de ácaros fisogástricos e do coleóptero, foi possível determinar a taxa instantânea de crescimento (r_i) da população de *A. lacunatus* e de *D. minutus*, através da equação proposta por Walthall & Stark (1997):

$$r_i = \ln(N_f/N_o) / \Delta t$$

em que:

N_f = número final de ácaros / insetos

N_o = número inicial de ácaros / insetos

Δt = variação de tempo (número de dias em que o ensaio foi executado)

Em seguida, a dieta foi analisada quanto à perda de peso, utilizando-se uma balança analítica da marca Gehaka, modelo BG 2000, com precisão de 0,01g. Conhecendo-se o peso inicial e o final de cada frasco, obteve-se a porcentagem de perda de peso das amostras.

As avaliações foram realizadas 45 dias após a instalação dos tratamentos, sendo os dados submetidos à análise de variância (ANOVA).

3. Resultados e Discussão

O número de fêmeas fisogástricas do ácaro *A. lacunatus* encontradas após 45 dias da inoculação de quatro fêmeas foi $66,25 \pm 3,94$, sendo sua taxa instantânea de crescimento (r_i) igual a $0,06 \pm 0,01$. Este fato é importante já que é o primeiro relato sobre esse agente de controle biológico parasitando ovos de *D. minutus*. O ácaro *A. lacunatus* foi primeiramente observado em populações de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae) por Cross & Krantz (1964) e, posteriormente, em criações de *R. dominica* por Faroni (1992) e Faroni *et al.* (2000, 2001).

A taxa instantânea de crescimento de *D. minutus* na presença de *A. lacunatus* ($0,02 \pm 0,00$) foi inferior à observada nas populações em que este ácaro esteve ausente ($0,04 \pm 0,00$), como observado na Figura 1. Isto se deve ao grande percentual de ovos parasitados por *A. lacunatus* que, por sua vez, apresentou um potencial biótico maior que o do seu hospedeiro. Resultados semelhantes foram obtidos por Faroni *et al.* (2000),

ao verificarem que o potencial biótico deste ácaro é maior que o de *R. dominica*, sendo então capaz de, num curto período de tempo, desenvolver sua população de forma que seja superior à de seu hospedeiro. Da mesma forma, Steinkraus & Cross (1993) observaram que o ácaro *Acarophenax mahunkai* (Prostigmata: Acarophencidae) se desenvolvia muito mais rapidamente que seu hospedeiro, o coleóptero *Alphitobius diaperinus* (Panzer). Hoschele & Tanigoshi (1993) também relatam que a espécie correlata de ácaro, *Pyemotes tritici* (Prostigmata: Pyemotidae), produziu 4-5 gerações durante o intervalo em que *Anagasta kuehniella* (Zeller) completava uma geração, apresentando, portanto, uma taxa de crescimento também superior à deste hospedeiro.

Em relação ao parasitismo, *A. lacunatus* demonstrou ser um bom agente de controle de *D. minutus*, uma vez que, em média, $84,38 \pm 1,78\%$ dos ovos do hospedeiro foram atacados após a inoculação de quatro indivíduos fisogástricos do ácaro, num período de 45 dias. Na Figura 2, pode-se observar um ovo de *D. minutus* parasitado por uma fêmea de *A. lacunatus*, que se apresenta no estado de fisogastria, caracterizada pelo alargamento do corpo. Estudos realizados por Faroni *et al.* (2001) com *R. dominica*, utilizando os mesmos parâmetros (45 dias e quatro ácaros fisogástricos), mostraram valores próximos a 100% de parasitismo. De forma semelhante, Steinkraus & Cross (1993) observaram que o ácaro *A. mahunkai* parasitou 51% dos ovos do coleóptero *A. diaperinus*. Assim, fica evidenciado o potencial de parasitismo de *A. lacunatus* em populações do coleóptero *D. minutus*.

O crescimento das populações de *D. minutus* infestadas pelo ácaro *A. lacunatus* foi muito inferior ao das populações não-infestadas, como observado nas Figuras 3 e 4. O número de larvas e adultos deste hospedeiro sofreu reduções de 45,5% e 59,67%, respectivamente, em relação à testemunha, a exemplo do encontrado por Faroni *et al.* (2000, 2001), que verificaram uma redução no incremento populacional de *R. dominica* em torno de 40 a 94% num período de 45 dias.

As perdas ocasionadas por *D. minutus* foram menores nas populações infestadas pelo ácaro (cerca de 2,46%), em relação à testemunha (11,56%), num período de 45 dias (Figura 5), o que representou uma redução de 76,7% nas perdas ocasionadas por este coleóptero em função da presença de *A. lacunatus*. Perdas de até 73% foram observadas em mandioca seca fermentada e de 52% em mandioca não-fermentada, atribuídas a *Dinoderus* spp. e *P. truncatus*, na Tanzânia, por Hodges *et al.* (1985). Resultados semelhantes foram obtidos por Rajamma *et al.* (1996), que observaram *D. minutus* causando enormes prejuízos, inclusive ocasionando perdas superiores às causadas por

Sitophilus oryzae (L.) e *Araecerus fasciculatus* DeGeer em mandioca fermentada. Os resultados obtidos neste trabalho foram menos expressivos, talvez em parte, pelo reduzido volume de mandioca, bem como pela pequena quantidade de insetos utilizados no experimento. Entretanto, fica comprovada a eficiência de *A. lacunatus* na redução de perdas ocasionadas por *D. minutus* em mandioca seca armazenada.

O ácaro *A. lacunatus* é um parasita eficaz de ovos de *D. minutus*, pois apresenta potencial biótico maior que o de seu hospedeiro e reduz expressivamente as perdas causadas por este coleóptero. Esta é a primeira citação deste ácaro parasitando um hospedeiro diferente de *R. dominica*, apesar de ter sido encontrado primeiramente em populações de *C. ferrugineus* por Cross & Krantz (1964). Entretanto, os autores não fornecem dados sobre o comportamento e a biologia das espécies de *Acarophenax* identificadas (*A. lacunatus* e *A. nidicolus*), bem como não dão informações sobre o parasitismo de *A. lacunatus* neste hospedeiro. O acréscimo dessas informações poderá contribuir para a utilização deste agente de controle biológico em programas de manejo integrado de pragas, em ambientes de armazenamento de grãos.

4. Literatura Citada

- Borgemeister, C., K. Schäfer, G. Goergen, S. Awande, M. Setamou, H.M. Poehling & D. Scholz. 1999.** Host-finding behavior of *Dinoderus bifoveolatus* (Coleoptera: Bostrichidae), an important pest of stored cassava: the role of plant volatiles and odors of conspecifics. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 92:766-771.
- Cross, E.A. & G.W. Krantz. 1964.** Two new species of the genus *Acarophenax* Newstead and Durvall 1918 (Acarina: Pyemotidae). *Acarol.* 6:287-295.
- Dobie, P., C.P. Haines, R.J. Hodges & P.F. Preveatt. 1984.** Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual. UK, Tropical Development and Research Institute, 273p.
- El-Refai, S.A. 1987.** Some ecological studies on *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae) (Coleoptera). *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.* 52:247-257.

- Faroni, L.R.D'A.** 1992. Biología y control del gorgojo de los granos *Rhyzopertha dominica* (F.). Universidade Politécnica de Valencia, Valencia, Spain. 134p. (Tese de Doutorado).
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli.** 2000. Potential of *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) as a biological control agent of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 36:55-63.
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli.** 2001. Effect of temperature on development and population growth of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). Bioc. Sci. Technol. 11:7-14.
- Haines, C.P.** 1981. Insects and arachnids from stored products: a report on specimens received by the Tropical Stored Products Centre 1973-1977. Tropical Products Institute, Report L 54, 73p.
- Haines, C.P.** 1988. A new species of predatory mite (Acarina: Cheyletidae) associated with bostrichid beetles on dried cassava. Acarol. 29:361-375.
- Hodges, R.J., J. Meik & H. Denton.** 1985. Infestation of dried cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 21:73-77.
- Hoschele, W. & L.K. Tanigoshi.** 1993. *Phyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae), a potential biological control agent of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Exp. Appl. Acarol. 17:781-792.
- Kumar, P. & R. Naqi.** 1990. Study of host stage density effect on cannibalism in *Acaropsis sollers* predatory mites and its role as biological control agent (Acari: Cheyletidae). Indian. J. Helminth. 42:21-24.

- Matioli, A.L. 1997.** Biologia de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) e seu potencial de parasitismo sobre *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Dissertação de Mestrado, UFV, Viçosa, 73p.
- Nair, K.S.S. & G. Mathew. 1984.** Dried tapioca tuber for laboratory rearing of the bamboo borer, *Dinoderus minutus* Fabr. (Coleoptera: Bostrichidae). Mater. und Organ. 19:49-54.
- Nyakunga, Y. B. 1982.** The biology of *Prostephanus truncates* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on cassava. UK: University of Reading, 64p. (MSc Thesis).
- Plank, H.K. 1948.** Biology of the bamboo powder-post beetle in Puerto Rico. Puerto Rico, USDA, (Bulletin 44). 29p.
- Rajamma, P., G. Mathew & K.R. Lakshmi. 1996.** A comparative study on insect infestation of fermented and non-fermented cassava chips. J. Root Crops. 22:82-87.
- Rees, D.P. 1991.** The effect of *Teritriossoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) on three species of storage Bostrichidae infesting shelled maize. J. Stored Prod. Res. 27:83-86.
- Santos, J.P. 1993.** Recomendações para o controle de pragas de grãos e de sementes armazenadas. In: Bull L.T. & H. Cantarella (eds.), Cultura do milho - fatores que afetam a produtividade. Vitória, Potafos. p.197-236.
- Santos, J.P. & E.C. Mantovani. 1997.** Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, transporte e armazenamento. Circular Técnica, n.24. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS. 40p.
- Singh, P. & R.S. Bhandari. 1988.** Insect pest of bamboos and their control. Indian For. 114:670-683.

Steinkraus, D.C. & E.A. Cross. 1993. Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Prostigmata: Acarophenacidae), an egg parasite of the Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 86:239-249.

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.

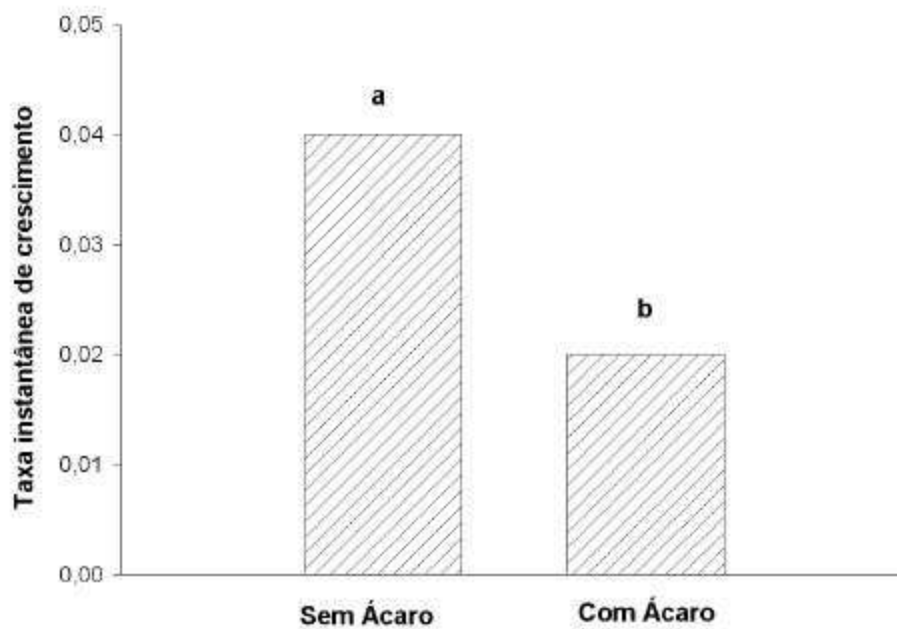
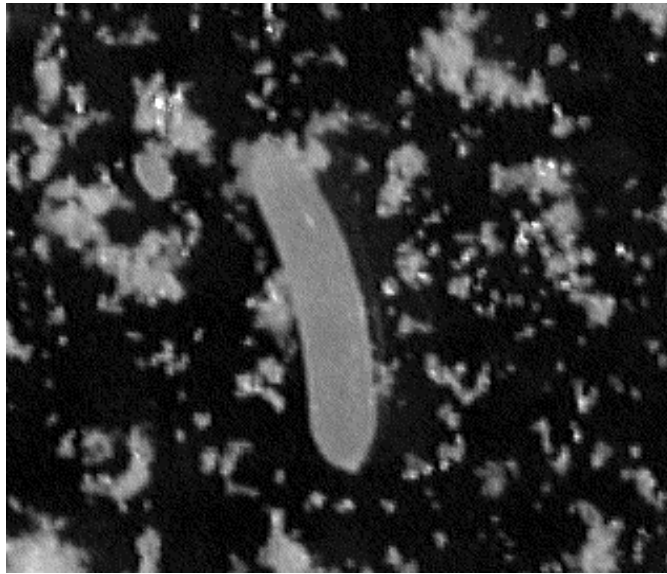


Figura 1. Taxa instantânea de crescimento (r_i) de *D. minutus*, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas do ácaro *A. lacunatus*. As barras representam média de quatro repetições. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$; $g=6$, $F=81,0$).

(A)



(B)



Figura 2. (A) Ovo de *D. minutus*; (B) Ovo de *D. minutus* parasitado por uma fêmea fisogástrica do ácaro *A. lacunatus*.

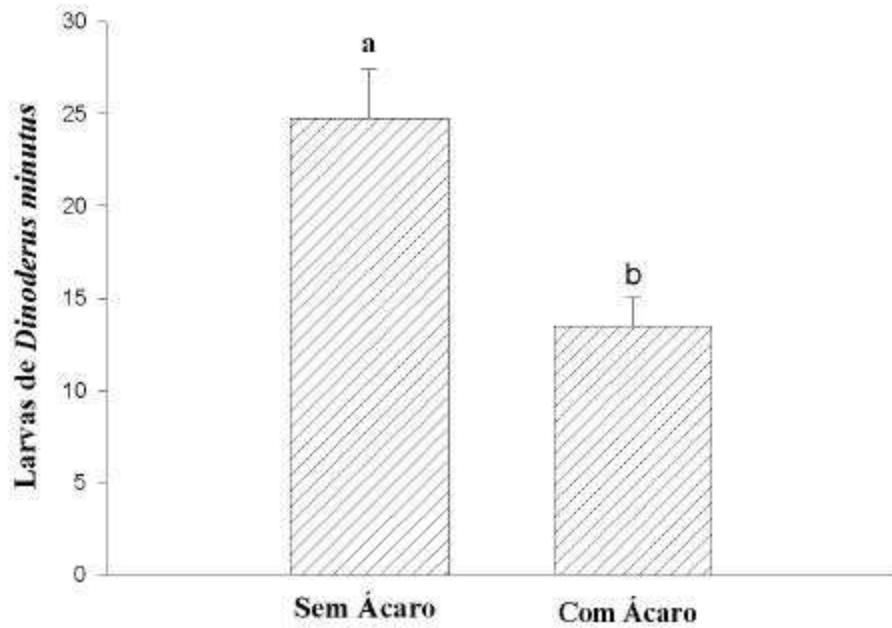


Figura 3. Número médio de larvas vivas de *D. minutus*, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus*. Barras representam média de quatro repetições e linhas verticais representam os erros-padrão das médias. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$; gl= 6, F= 13,35).

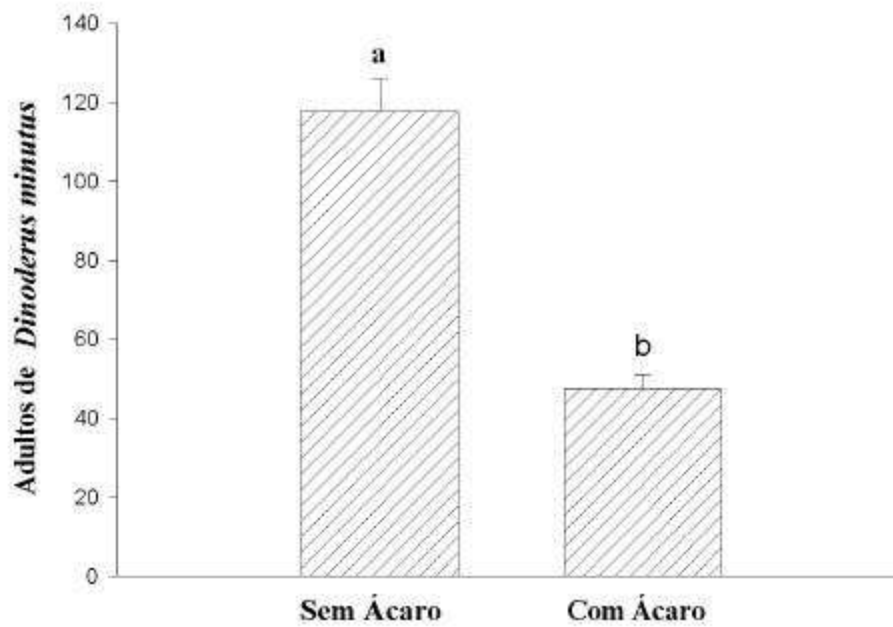


Figura 4. Número médio de adultos vivos de *D. minutus*, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus*. Barras representam média de quatro repetições e linhas verticais representam os erros-padrão das médias. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$; $gl= 6$, $F= 64,95$).

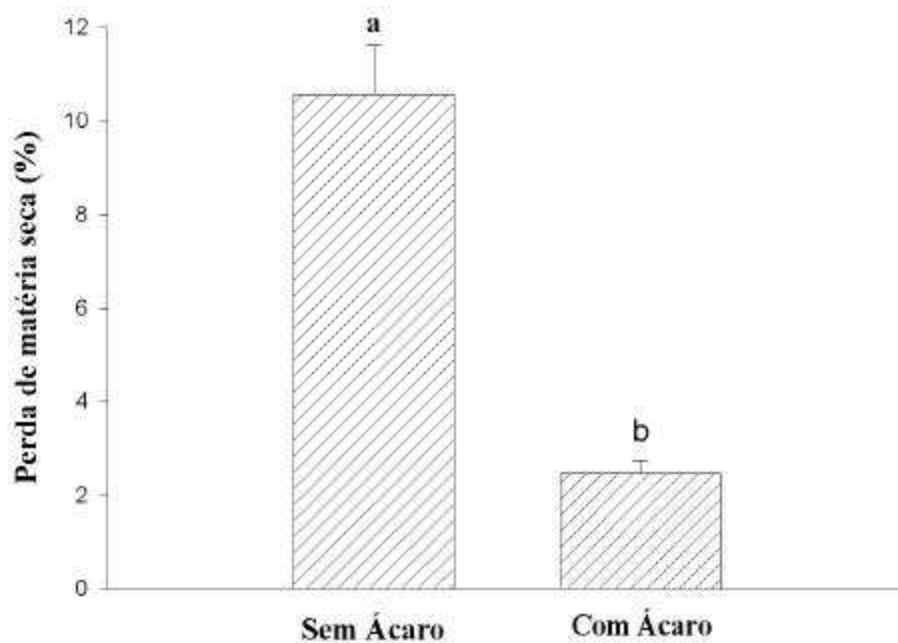


Figura 5. Perda média de matéria seca ocasionada por *D. minutus*, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus*. Barras representam média de quatro repetições e linhas verticais representam os erros-padrão das médias. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$; gl= 6, F= 55,16).

Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em Coleópteros-Praga de Grãos Armazenados

CARLOS ROMERO FERREIRA DE OLIVEIRA¹

¹ Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia,
Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: crom@insecta.ufv.br

RESUMO – A utilização de ácaros como agentes de controle biológico em produtos armazenados é pouco estudada, apesar destes artrópodos serem frequentemente encontrados na massa de grãos. Assim, o experimento foi conduzido com a finalidade de estudar o parasitismo do ácaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em quatro espécies de coleópteros em trigo armazenado: *Rhyzopertha dominica* (F.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.). As unidades experimentais consistiram de placas de Petri contendo 25 g de grãos de trigo com teor de umidade de 13%, infestadas com 20 adultos de uma das espécies. Três dias após a infestação foram inoculados quatro ácaros fisogástricos, sendo os tratamentos realizados em quatro repetições. Pela porcentagem de ovos parasitados ficou demonstrada a eficiência de *A. lacunatus* como agente de controle biológico, especialmente de *R. dominica* e *T. castaneum*, o que ocasionou uma redução significativa das populações destes coleópteros. Foi observado, ainda, que as perdas de peso do trigo ocasionadas pelos insetos também foram reduzidas na presença do ácaro. Até esta data, *A. lacunatus* tinha sido encontrado parasitando apenas ovos de *R. dominica*. Portanto, esse novo relato pode indicar sua utilização em programas de manejo integrado de pragas em ambientes de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro, insetos, controle biológico, trigo armazenado.

**Parasitism of Coleoptera Pests of Stored Grains by *Acarophenax lacunatus*
(Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae)**

ABSTRACT – Published information on biological control of stored product insects by mites is meagre, although these arthropods are frequently found in the grain mass. This study was carried out aiming to assess the parasitism by *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) in four different species of stored wheat beetles: *Rhyzopertha dominica* (F.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.). The experimental units constituted of Petri dishes containing 25 g of wheat grains of 13% m.c. infested with 20 adults of each beetle species. Three days afterwards, four female physogastric mites were inoculated on each experimental unit. Four replicates were used for each treatment. The egg parasitism (%) showed a high efficiency of *A. lacunatus* as a biological control agent especially for *R. dominica* and *T. castaneum*, what led to a significant decrease of both beetle species populations. There was also a decrease in wheat weight loss due to the mite presence. Up to this data, *A. lacunatus* was reported parasitizing only eggs of *R. dominica*, however this report broadens the possibility of use of this mite species in integrated pest management programs in storage environments.

KEY WORDS: Mite, insects, biological control, stored wheat.

1. Introdução

As perdas que ocorrem nos grãos após a colheita chegam a atingir 30% em alguns casos, sendo 10% diretamente decorrentes de infestações causadas por insetos no período de armazenamento (Sinha, 1995, Schöller *et al.* 1997).

O controle químico vem dominando os métodos de controle de pragas em grãos armazenados (Mourier & Poulsen 2000). Entretanto, o emprego inadequado deste tipo de controle pode causar demandas na reaplicação de pesticidas, elevando os custos com tratamentos, o que resulta numa maior quantidade de resíduos químicos e no desenvolvimento de resistência por parte dos insetos a fumigantes e inseticidas convencionais (Pacheco *et al.* 1990, 1991, Sartori *et al.* 1990, 1991, Guedes *et al.* 1996, Guedes & Zhu 1998).

O desenvolvimento de métodos de controle biológico de pragas implica na busca de inimigos naturais potenciais e na seleção de candidatos apropriados (Luck *et al.* 1988). Pesquisadores vêm intensificando seus estudos na tentativa de encontrar formas alternativas de controle das pragas de grãos e, nesse sentido, o controle biológico tem recebido bastante atenção, uma vez que não acarreta riscos ao meio ambiente (Howarth 1991, Simberloff & Stiling 1996), além de oferecer menos condições para que as pragas desenvolvam resistência (Wood & Way 1988, Debach & Rosen 1991).

O manejo integrado de pragas tem no controle biológico um de seus principais componentes. Este método engloba a introdução e, ou, manipulação de inimigos naturais pela conservação ou aumento de suas populações, ou pela modificação do ambiente favorecendo sua proliferação, reduzindo a níveis toleráveis os danos causados pelas pragas. Estudos básicos sobre a sistemática, biologia e ecologia das pragas e seus inimigos naturais são uma parte fundamental do controle biológico (Van Den Bosch *et al.* 1982, Garcia-Mari 1989).

Em depósitos de grãos o controle biológico apresenta muitas vantagens, e uma delas é que as estruturas armazenadoras protegem os inimigos naturais das condições adversas do ambiente externo. Apesar disso, pesquisas sobre o potencial de agentes no controle de insetos nesses ambientes ainda são escassas e restringem-se a um número reduzido de espécies (Arbogast 1984, Guedes 1990, Brower 1991, Brower *et al.* 1996).

No que diz respeito a ácaros parasitas e predadores há pouca informação disponível, estando as pesquisas focalizadas nas espécies *Pyemotes tritici* (Lagrèze-Fossat & Montané), *Blattisocius tarsalis* (Berlese), *Acarophenax mahunkai* Steinkraus

& Cross, e *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Bruce & Lecato 1979, Haines 1981, Bruce 1983, Gerson & Smiley 1990, Kumar & Naqi 1990, Steinkraus & Cross 1993, Faroni *et al.* 2000, 2001). Os estudos sobre a especificidade e aplicabilidade destes inimigos naturais em programas de manejo integrado de pragas são escassos.

Entre os principais insetos que atacam grãos de cereais e subprodutos armazenados, destaca-se o coleóptero *Rhyzopertha dominica* (F.), conhecido por diversos autores como "besourinho dos grãos" (Bell *et al.* 1977, Dyte & Halliday 1985, Chaudhry & Price 1990). Sabendo-se que numa massa de grãos outras espécies de pragas são encontradas além de *R. dominica*, e que apenas foi demonstrada a eficácia de *A. lacunatus* na supressão de populações deste coleóptero, o objetivo deste trabalho foi estudar seu potencial de parasitismo sobre as pragas *R. dominica* (F.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.), na expectativa de se descobrir outros possíveis hospedeiros, o que poderá demonstrar seu potencial no manejo integrado de pragas em ambientes de armazenamento.

2. Material e Métodos

2.1. Criação massal dos hospedeiros

Para obtenção dos insetos necessários aos propósitos desta pesquisa, foram feitas criações contínuas dos coleópteros *R. dominica* (F.), *T. castaneum* (Herbst), *C. ferrugineus* (Stephens) e *O. surinamensis* (L.).

Os coleópteros foram criados, separadamente, em potes de vidro com capacidade de 1,7 L, contendo grãos de trigo levemente triturados, com umidade em torno de 13%. Todas as colônias foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D., a $28\pm 2^\circ\text{C}$ e escotofase de 24 horas.

2.2. Criação massal do ácaro *Acarophenax lacunatus*

As populações de *A. lacunatus* foram obtidas de criações contínuas de *R. dominica* mantidas sobre grãos de trigo não-tratados, com teor de umidade em torno de 13% b.u., em frascos de vidro com capacidade de 500 mL. Todas as colônias foram mantidas em câmaras climáticas tipo B.O.D., a $28\pm 2^\circ\text{C}$ e escotofase de 24 horas.

Para a obtenção de fêmeas de *A. lacunatus* em processo de fisogastría, foi utilizada a metodologia citada por Mاتيoli (1997). Foram coletados ovos das populações de *R. dominica*, com idade entre 48-72 horas, de forma que a película protetora dos mesmos já estivesse endurecida (El-Refai 1987), os quais foram colocados no centro de uma placa de Petri de 10 cm de diâmetro. Em seguida, as populações do inseto infestadas por *A. lacunatus* foram peneiradas, visando à obtenção do resíduo de trigo e de ácaros recém-emergidos. Este material foi então colocado na placa de Petri, junto aos ovos do inseto, e transcorridas 24 horas, realizou-se a coleta das fêmeas de *A. lacunatus* já fixadas nos ovos de *R. dominica* e em processo de fisogastría.

2.3. Determinação do potencial do ácaro *A. lacunatus* no controle dos diferentes hospedeiros

Para avaliar a eficiência de *A. lacunatus* no controle dos insetos *R. dominica*, *T. castaneum*, *C. ferrugineus* e *O. surinamensis*, foram inoculadas quatro fêmeas fisogástricas sobre populações de 20 insetos adultos de cada um dos hospedeiros, com idade de três a sete dias, sendo comparadas com uma amostra testemunha sem o parasito. Os tratamentos consistiram de quatro repetições.

Os insetos foram mantidos em placas de Petri de 140 mm de diâmetro por 10 mm de altura, contendo 25 g de trigo com teor de umidade em torno de 13%. As placas infestadas foram revestidas com filme plástico de PVC para evitar a fuga dos indivíduos e impedir possíveis contaminações. As unidades experimentais foram armazenadas, por um período de 45 dias, em câmara climática do tipo B.O.D., a $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ e escotofase de 24 horas.

O conteúdo de cada placa foi passado em peneira com abertura de malha de 1 mm, separando-se os insetos do resíduo (pó) e, obtendo-se os ovos dos hospedeiros e os ácaros. Em seguida, os grãos foram analisados quanto à perda de peso. Para isso, utilizou-se uma balança analítica da marca Gehaka (modelo BG 2000), com precisão de 0,01g. Conhecendo-se o peso inicial e o final de cada placa, obteve-se a porcentagem de perda de peso das amostras.

O resíduo foi analisado com auxílio de um microscópio estereoscópico, observando-se o número de ovos parasitados por *A. lacunatus* e o número de ácaros em processo de fisogastría. De posse do número de ácaros fisogástricos e dos insetos, foi possível determinar a taxa instantânea de crescimento (r_i) da população de *A. lacunatus* e dos coleópteros, através da equação proposta por Walthall & Stark (1997):

$$r_t = \ln(N_f/N_0) / \Delta t$$

em que:

N_f = número final de ácaros/ insetos

N_0 = número inicial de ácaros/ insetos

Δt = variação de tempo (número de dias que o ensaio foi executado)

As avaliações foram realizadas 45 dias após a instalação dos tratamentos, sendo os dados submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

O parasitismo de *A. lacunatus* sobre populações de *R. dominica*, *T. castaneum* e *C. ferrugineus* está demonstrado na Figura 1, onde se observa que foram atacados mais de 83%, 69% e 19% dos ovos destes insetos, respectivamente. Não foi encontrada diferença significativa na porcentagem de ovos parasitados das duas primeiras espécies. Sob as condições experimentais, *A. lacunatus* demonstrou habilidade em parasitar estas populações. Steinkraus e Cross (1993) encontraram *Acarophenax mahunkai* parasitando 51% dos ovos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer), e comentam a possibilidade do ácaro conseguir parasitar ovos de espécies aparentadas deste coleóptero. Estudando o potencial *A. lacunatus* em populações de *R. dominica*, Faroni *et al.* (2001) encontraram valores próximos a 100% de parasitismo. Assim, o presente estudo confirma a eficácia de *A. lacunatus* no controle de *R. dominica* e demonstra que este ácaro também parasita *T. castaneum* e *C. ferrugineus*.

Em nenhum momento *A. lacunatus* parasitou ovos de *O. surinamensis* e, conseqüentemente, não apresentou nenhuma influência sobre as populações deste coleóptero. Um fato curioso é que Bruce & Lecato (1979), em estudos de laboratório, encontraram uma espécie de ácaro correlata, *P. tritici*, infligindo uma mortalidade de 100% em ovos, larvas e pupas, e de 97% em adultos de *O. surinamensis*. Isto é um fato intrigante, que pode significar simplesmente um caso de preferência, ou a inexistência de uma inter-relação ecológica entre *A. lacunatus* e *O. surinamensis*. Já Ahmed (1996), ao utilizar a vespa *Anisopteromalus calandrae* How. em cinco espécies de coleópteros, também não observou parasitismo em nenhum dos estágios estudados de *O. surinamensis*. Mas existem relatos em que *O. surinamensis* foi suprimido com sucesso, como é o caso da vespa *Holepyris sylvanidis* (Brethes) (Spitler & Hartsell 1975) e do

percevejo *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Arbogast 1976, Lecato et al. 1977).

A performance de *A. lacunatus* sobre populações de *T. castaneum* (Figura 1) indica a possibilidade deste ácaro se manter no ambiente, mesmo sem a presença de *R. dominica*, o que parece ser importante quando se trata da utilização de agentes de controle biológico em táticas de manejo integrado. De fato, hospedeiros alternativos são importantes na manutenção dos inimigos naturais, especialmente quando esses indivíduos apresentam uma taxa de parasitismo elevada, levando à supressão de sua própria população por destruir rapidamente a do hospedeiro-alvo. Em seus estudos, Haines (1981) observou o ácaro *Blattisocius tarsalis* (Berlese) se alimentando de *T. castaneum* na ausência de *Anagasta (=Ephestia) cautella* (Walker) e comenta sobre a possibilidade dos ovos deste inseto servirem como recurso para períodos em que infestações de *A. cautella* sejam muito baixas, ou em que haja uma falta de sincronia entre as duas espécies.

O número médio de fêmeas fisogástricas do ácaro foi quase três vezes maior em *R. dominica* que em *T. castaneum*, sendo extremamente baixo em populações de *C. ferrugineus* (Figura 2).

O baixo percentual de ovos parasitados de *C. ferrugineus* pode indicar que o mesmo não seja um bom hospedeiro alternativo, ou então, que *A. lacunatus* apresenta alguma dificuldade em localizar estes ovos (Figura 1). No entanto, a presença deste ácaro nessas populações, mesmo depois de transcorridos 45 dias da inoculação, sugere a possibilidade dele se manter em ovos deste coleóptero na ausência do hospedeiro principal. É importante salientar que o ácaro *A. lacunatus* foi primeiramente encontrado em populações de *C. ferrugineus* por Cross & Krantz (1964), que o identificaram e descreveram como Pyemotidae, sem, no entanto, fornecerem dados sobre o comportamento e a biologia das espécies de *Acarophenax* identificadas (*A. lacunatus* e *A. nidicolus*). Os autores destacam apenas que seriam possíveis parasitas de ovos de coleópteros, mas também não informam sobre o parasitismo destes ácaros neste hospedeiro.

O número de larvas das três espécies de coleópteros estudadas é apresentado na Tabela 1. Só foram observadas diferenças significativas entre as populações (com e sem ácaros) de *R. dominica* e *T. castaneum*, o que não ocorreu com as populações de *C. ferrugineus*. Pode-se observar reduções no número de larvas, em relação às populações não-infestadas, que foram de 26%, 52,6% e 61,1% para *C. ferrugineus*, *T. castaneum* e *R. dominica*, respectivamente. Estas reduções podem ser reflexo do percentual de ovos

parasitados, o que resultou na diminuição de larvas eclodidas e, conseqüentemente, no número de adultos.

A presença de *A. lacunatus* também resultou em reduções no número de adultos quando comparadas com a testemunha (Tabela 2). Estas reduções foram de 23,8%, 47,4% e 50%, para *C. ferrugineus*, *R. dominica* e *T. castaneum*, respectivamente, sendo observadas diferenças estatísticas entre as populações destes três coleópteros, tanto entre as inoculadas como naquelas em que o ácaro esteve ausente. Com isso, os resultados obtidos no presente estudo se assemelham aos encontrados por Faroni *et al* (2000), que observaram reduções de 40% a 94% das populações de *R. dominica* em 45 dias de observação. Semelhantemente, Flinn & Hagstrum (2001) estudaram liberações repetidas do parasitóide *Theocolax elegans* Westwood (Hymenoptera: Pteromalidae) e encontraram reduções de até 91% nas populações de *R. dominica*.

As taxas instantâneas de crescimento (r_i) dos insetos foram maiores nas populações em que *A. lacunatus* não estava presente (Tabela 3), o que demonstra a interferência do ácaro nas populações desses insetos. Entretanto, não se observa entre *R. dominica* e *C. ferrugineus* diferenças significativas, tanto nas populações inoculadas como naquelas em que *A. lacunatus* esteve ausente.

As taxas de crescimento (r_i) do ácaro foram maiores que as dos insetos (0,08 em *R. dominica* e 0,05 em *T. castaneum*), com exceção quando o mesmo era mantido em populações de *C. ferrugineus*. Desta forma, *A. lacunatus* apresentou um potencial biótico maior que o de seus hospedeiros, o que promoveu o desenvolvimento de um grande número de gerações num curto período de tempo, levando-o a dominar o ambiente. Resultados semelhantes foram obtidos por Faroni *et al.* (2000), ao verificarem que o potencial biótico deste ácaro é maior que o de *R. dominica*, sendo então capaz de, num curto período de tempo, desenvolver sua população (12 gerações em 30 dias) de forma que fosse superior a de seu hospedeiro. Isso também foi verificado por Steinkraus & Cross (1993), ao observarem que o ácaro *A. mahunkai* se desenvolvia muito mais rapidamente que seu hospedeiro, o coleóptero *A. diaperinus*.

As perdas ocasionadas por *R. dominica* foram maiores que as causadas pelos outros insetos, porém bem menores nas suas populações infestadas com *A. lacunatus*, em relação à testemunha (Tabela 4). Nas populações inoculadas com o ácaro houve reduções nas perdas de matéria seca ocasionadas pelo ataque dos três coleópteros, que foram de 44,8%, 15,3% e 8,4%, para *R. dominica*, *C. ferrugineus* e *T. castaneum*,

respectivamente. Richter *et al.* (1996) observaram *Teretriossoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) reduzindo 81,2% das perdas ocasionadas pelo bostriquídeo *Prostephanus truncatus* Horn, enquanto Helbig (1998) observou reduções de até 71,2% nas perdas provocadas por este coleóptero em consequência do parasitismo de *A. calandrae*. Embora não tenha havido diferenças significativas no que se refere a perdas de matéria seca para as populações de *T. castaneum* e *C. ferrugineus*, inoculadas ou não, fica demonstrado o potencial de *A. lacunatus* em minimizar os efeitos prejudiciais causados por estes insetos.

Diante do exposto, demonstrou-se que o ácaro *A. lacunatus* é um parasita eficaz de ovos de *R. dominica* e *T. castaneum* e reduz perdas causadas por estes coleópteros. Esta habilidade de reduzir algumas populações de insetos sugere que este ácaro pode ser um promissor agente de controle biológico em armazenamento de grãos, especialmente em áreas tropicais. Além disso, seu potencial de parasitismo se manteve no mesmo patamar observado para outros inimigos naturais utilizados em ambientes de armazenamento. Somando-se a isso, verificou-se que *A. lacunatus*, ao contrário do que se sabia, não é um parasita específico de *R. dominica*, pois também parasita *T. castaneum* e *C. ferrugineus*.

Assim, com a escassez de estudos sobre ácaros utilizados como agentes de controle biológico, esta pesquisa acrescenta informações sobre *A. lacunatus*, para a sua possível utilização em programas de manejo integrado de pragas. Apesar disso, novos estudos devem ser realizados visando o conhecimento de seu comportamento na presença de outros inimigos naturais, sua integração com protetores químicos e sua capacidade de dispersão numa massa de grãos.

4. Literatura Citada

- Ahmed, K.S. 1996.** Studies on ectoparasitoid, *Anisopteromalus calandrae* How. (Hymenoptera: Pteromalidae) as a biocontrol agent against the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Fab.) in Saudi Arabia. J. Stored Prod. Res. 32:137-140.
- Arbogast, R.T. 1976.** Suppression of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Cucujidae) on shelled corn by the predator *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera, Anthocoridae). J. Ga. Entomol. Soc. 11:67-71.

- Arbogast, R.T. 1984.** Natural enemies as control agents for stored-product insects. In: Proceedings of the 3rd Intern. Work. Conf. Stored Prod. Protec., Manhattan, KS. p.360-374.
- Bell, C.H., Hole, B.D., Evans, P.H. 1977.** The occurrence of resistance to phosphine in adult end egg stages of strains of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 13:91-94.
- Brower, J.H. 1991.** Replacing fumigants with beneficial insects. Califor. Agricult. 2:14-16.
- Brower, J.H., L. Smith, P.V. Vail & P.W. Flinn. 1996.** Biological control. In: Subramanyam, B.H., & Hagstrum, D.W. (eds.), Integrated management of insects in stored products. Marcel Dekker, New York. p.223-286.
- Bruce, W.A. 1983.** Mites as biological control agents of stored product pests. In: Hoy, M.A., L. Knutson & Cunningham, G.L. (Eds.), Biological control of pests by mites. University of California, Berkeley. p. 74-78.
- Bruce, W.A. & G.L. Lecato. 1979.** *Pyemotes tritici* potential biological control agent of stored product insects. Rec. Adv. Acarol. 1:213-220.
- Chaudhry, M.Q., Price, N.R. 1990.** Insect mortality at doses of phosphine which produce equal uptake in susceptible and resistant strains of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 26:101-107.
- Cross, E. A. & G. W. Krantz. 1964.** Two new species of the genus *Acarophenax* (Newstead and Duvall, 1918). Acarol. 6:287-295.
- Cross, W.H., W.L. McGovern & E.A. Cross. 1975.** Insects hosts of parasitic mites called *Pyemotes ventricosus* Newport. J. Ga. Entomol. Soc. 10:1-8.
- Debach, P. & D. Rosen. 1991.** Biological control by natural enemies. University Press, Cambridge, 2 ed. 386p.

- Dyte, C.E., Halliday, D. 1985.** Problems of development of resistance to phosphine by insect pests of stored grains. Bulletin OEPP/EPPO. 15:51-57.
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli. 2000.** Potential of *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) as a biological control agent of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 36:55-63.
- Faroni, L.R.D'A., R.N.C. Guedes & A.L. Matioli. 2001.** Effect of temperature on development and population growth of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Bioc. Scien. Technol. 11:7-14.
- Flinn, P.W. & D.W. Hagstrum. 2001.** Augmentative releases of parasitoid wasps in stored wheat reduces insect fragments in flour. J. Stored Prod. Res. 37:179-186.
- Garcia-Mari, F. 1989.** Evaluación de la eficacia de los enemigos naturales-Control Integrado de Plagas. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Espanha. p.117-142.
- Gerson, V. & R. L. Smiley. 1990.** Acarine biocontrol agents: an illustrated key and manual. Chapman & Hall, New York. 174p.
- Guedes, R. N.C. 1990.** Manejo integrado para a proteção de grãos armazenados contra insetos. Rev. Bras. Armaz. 15:3-48.
- Guedes, R. N.C., D.A. Dover & S. Kambhampati. 1996.** Resistance to chlorpyrifos-methyl, pyrimifos-methyl, and malathion in Brazilian and U.S populations of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Econom. Entomol. 89:27-32.
- Guedes, R. N.C., & K.Y. Zhu. 1998.** Organophosphate resistance in *Rhyzopertha dominica*: Survey and biochemical mechanisms. Recent Res. Devel. Entomol. 2:1-7.
- Haines, C.P. 1981.** Laboratory studies on the role of an egg predator, *Blattisocius*

- tarsalis* (Berlese) (Acari: Ascidae), in relation to the natural control of *Ephestia cautella* (Walter) (Lepidoptera: Pyralidae) in warehouses. Bull. Entomol. Res. 71:555-574.
- Helbig, J. 1998.** Ability of naturally occurring parasitoids to suppress the introduced pest *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera, Bostrichidae) in traditional maize stores in Togo. J. Stored Prod. Res. 34:287-295.
- Hoschele, W. & L.K. Tanigoshi. 1993.** *Phyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae), a potential biological control agent of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Exp. Appl. Acarol. 17:781-792.
- Howarth, F.G. 1991.** Environmental impacts of classical biological control. Ann. Rev. Entomol. 36:485-509.
- Kumar, P. & H. Naqi. 1990.** Study of host stage density effect on cannibalism in *Acaropsis sollers* (Acari: Cheyletidae) predatory mites and its role as a biological control agent. Indian J. Helminthol. 42:21-24.
- Lecato, G.L., J.M. Collins & R.T. Arbogast. 1977.** Reduction of residual populations of stored product insects by *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae). J. Kans. Entomol. Soc. 50:84-88.
- Luck, R.F., M.B. Sheppard & P.E. Kenmore. 1988.** Experimental methods for evaluating arthropod natural enemies. Ann. Rev. Entomol. 33:367-391.
- Matioli, A.L. 1997.** Biologia de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) e seu potencial de parasitismo sobre *Rhizopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. (Tese de Mestrado). 73p.
- Mourier, H. & K.P. Poulsen. 2000.** Control of insects and mites in grain using a high temperature/short time (HTST) technique. J. Stored Prod. Res. 36:309-318.

- Pacheco, I. A., M.R. Sartori & R.W.D. Taylor. 1990.** Levantamento de resistência de insetos praga de grãos armazenados à fosfina no Estado de São Paulo. Coletânea do ITAL, Campinas. 20:144-154.
- Pacheco, I. A., M.R. Sartori & S. Bolonhezi. 1991.** Resistance to malathion, pirimiphos-methyl and fenitrothion in Coleoptera from stored grains. In: Intern. Work. Conf. Stored Prod. Protec., 5, Bordeaux, France. Proceedings. p.1029-37.
- Richter, J., A. Biliwa, J. Helbig & S. Henning-Helbig. 1996.** Impact of *Teretriossoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) on *Prostephanus truncates* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) and losses in traditional maize stores in Southern Togo. J. Stored Prod. Res. 33:137-142.
- Sartori, M.R., I.A. Pacheco, M. Iaderoza & R.W.D. Taylor. 1990.** Ocorrência e especificidade de resistência ao inseticida malation em populações de insetos praga de grãos armazenados no Estado de São Paulo Coletânea do ITAL, Campinas. 20:194-209.
- Sartori, M.R., I.A. Pacheco & R.M.G. Vilar. 1991.** Resistance to phosphine in stored grain insects in Brazil I. In: Intern. Work. Conf. Stored Prod. Protec., 5, Bordeaux, France. Proceedings. p.1041-50.
- Schöller, 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.
- Simberloff, D. & P. Stiling. 1996.** How risk is biologic control? Ecol. 77: 1965-1974.
- Sinha, R.N. 1995.** The stored grain ecosystem. In: Jayas D.S., White, N.D.G & Muir, W.E. (eds.), Stored grain ecosystem. Marcel Dekker, New York. p.1-33.
- Spitler, G.H. & P.L. Hartsell. 1975.** Pirimiphos-methyl as a protectant for stored inshell almonds. J. Econ. Entomol. 68:777-780.

- Steinkraus, D.C. & E.A. Cross. 1993.** Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Prostigmata: Acarophenacidae), an egg parasite of the Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 86:239-249.
- Van Den Bosch, R., P. S. Messenger & A.P. Gutierrez. 1982.** An introduction to biological control. New York. Plenum Press. 247p.
- 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.
- Wood, R.K.S. & M.J. Way. 1988.** Biological control of pests, pathogens and weeds: developments and prospects. *Philos. Trans. Royal Soc. London, Series B* 318, 109-376.

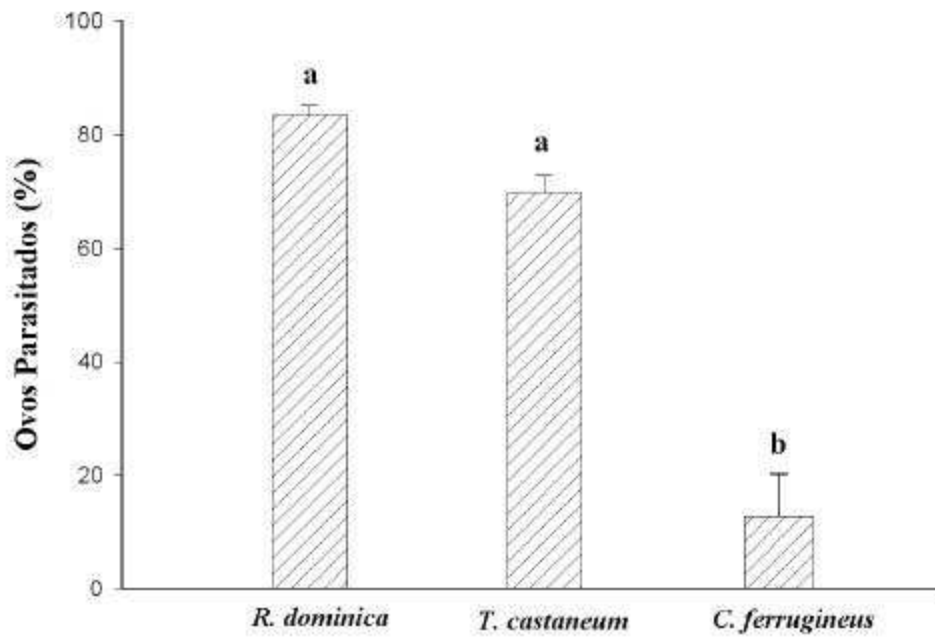


Figura 1- Porcentagem de ovos parasitados dos três coleópteros, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* (as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

Tabela 1 – Número médio de larvas dos três coleópteros, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* (temperatura de $28 \pm 02^{\circ}\text{C}$ e escotofase de 24 horas)

	Número final (Média \pm Erro-padrão)		
	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>	<i>C. ferrugineus</i>
Ácaro ausente	56,0 \pm 3,80 aA	42,75 \pm 2,82 aA	48,0 \pm 4,14 aA
Ácaro presente	21,75 \pm 2,43 aB	20,25 \pm 1,75 aB	35,5 \pm 8,05 aA
Redução da população (%)	61,1	52,6	26,0

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Número médio de adultos dos três coleópteros, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* (temperatura de $28 \pm 02^{\circ}\text{C}$ e escotofase de 24 horas)

	Número final (Média \pm Erro-padrão)		
	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>	<i>C. ferrugineus</i>
Ácaro ausente	134,5 \pm 15,10 aA	93 \pm 5,50 bA	126 \pm 3,70 aA
Ácaro presente	70,7 \pm 4,66 bB	46,5 \pm 2,72 cB	96 \pm 5,88 aB
Redução da população (%)	47,4	50,0	23,8

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Taxas instantâneas de crescimento (r_i) dos três coleópteros, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* (temperatura de $28 \pm 02^\circ\text{C}$ e escotofase de 24 horas)

	Média \pm Erro-padrão		
	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>	<i>C. ferrugineus</i>
Ácaro ausente	0,04 \pm 0,00 aA	0,03 \pm 0,00 bA	0,04 \pm 0,00 aA
Ácaro presente	0,03 \pm 0,00 aB	0,02 \pm 0,00 bB	0,03 \pm 0,00 aB

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

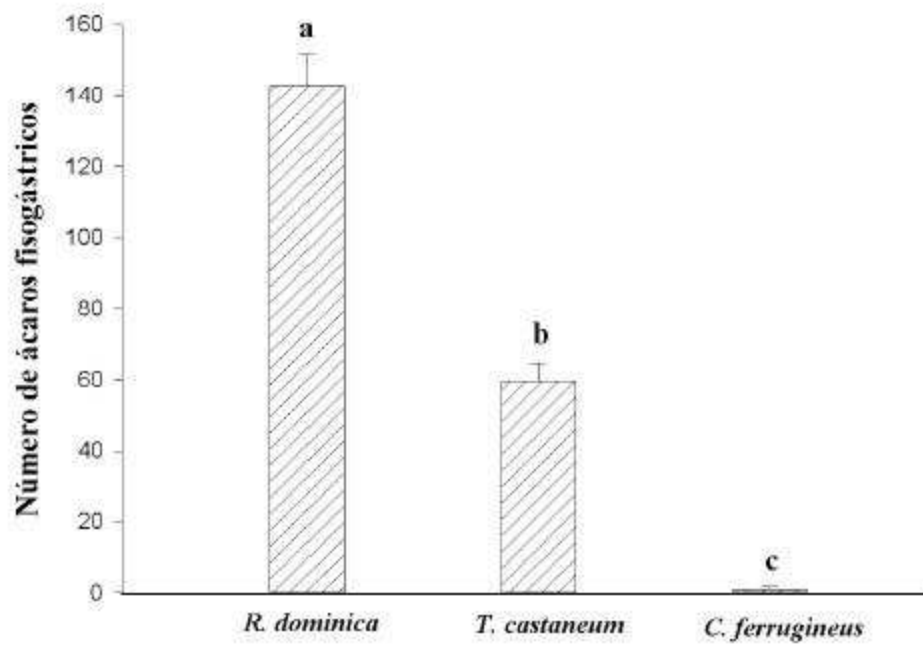


Figura 2- Número médio de ácaros encontrados nas populações dos três coleópteros, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* (as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

Tabela 4 – Perda média de matéria seca ocasionada pelas populações dos três coleópteros, após 45 dias da inoculação de fêmeas fisogástricas de *A. lacunatus* (temperatura de $28 \pm 02^{\circ}\text{C}$ e escotofase de 24 horas)

	Média \pm Erro-padrão		
	<i>R. dominica</i>	<i>T. castaneum</i>	<i>C. ferrugineus</i>
Ácaro ausente	23,97 \pm 0,88 aA	2,48 \pm 0,53bA	2,15 \pm 0,45 bA
Ácaro presente	13,23 \pm 1,07 aB	2,27 \pm 0,05 bA	1,83 \pm 0,08 bA
Redução da perda de matéria seca (%)	44,8	8,4	15,3

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conclusões Gerais

No estudo do potencial de parasitismo do ácaro *A. lacunatus* em diferentes hospedeiros e, da especificidade, através dos testes de preferência de ovos, conclui-se:

- O ácaro *Acarophenax lacunatus* não é parasita específico de *R. dominica*, sendo este o primeiro relato de seu parasitismo em ovos dos coleópteros *D. minutus* e *T. castaneum*;
- O coleóptero *O. surinamensis* não foi, em nenhum momento, parasitado pelo ácaro *A. lacunatus*, o que pode significar que este não seja um hospedeiro alternativo;
- O parasitismo do ácaro foi influenciado pelo tempo, pelos hospedeiros e pela interação tempo/hospedeiros;
- O maior parasitismo observado em *R. dominica* e em *D. minutus* pode ser devido a similaridades existentes entre os ovos das duas espécies;
- A performance de *A. lacunatus* sobre populações de *D. minutus*, *T. castaneum* e *C. ferrugineus* indica a possibilidade deste ácaro se manter no ambiente, mesmo sem a presença de *R. dominica*;
- Nas populações em que *A. lacunatus* esteve ausente, as taxas instantâneas de crescimento de *D. minutus*, *R. dominica*, *T. castaneum* e *C. ferrugineus* foram maiores;
- As reduções no número de larvas (exceto para *C. ferrugineus*) e adultos dos insetos estudados são reflexo do percentual de ovos parasitados por *A. lacunatus*;
- As perdas de matéria seca, ocasionadas pelo ataque de *R. dominica* e *D. minutus*, foram menores nas populações inoculadas com o ácaro;
- A habilidade de *A. lacunatus* em reduzir populações destes insetos sugere que este ácaro é um promissor agente de controle biológico em armazenamento de grãos, especialmente em áreas tropicais.

Apesar das informações acrescentadas com a presente pesquisa, mais estudos devem ser realizados visando o conhecimento do comportamento de *A. lacunatus* na presença de outros inimigos naturais, sua integração com protetores químicos de grãos armazenados e sua capacidade de dispersão numa massa de grãos.

APÉNDICE

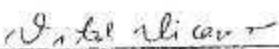


MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO
DELEGACIA FEDERAL EM SÃO PAULO
SERVIÇO DE SANIDADE VEGETAL

TÉRMO DE INSPEÇÃO

Aos 12 (doze) dias do mês de novembro de 1996 tendo em vista o despacho do Chefe do SSV/DFA/SP em face ao fax nº 1699/96 - EMBRAPA/CNPMA - Jaguariúna/SP, referente ao processo 21.000.002807/95-82 para a importação de Acarophenax lacunatus, procedeu-se inspeção no Laboratório de Quarentena Costa Lima do CNPDA/EMBRAPA, município de Jaguariúna/SP, com o objetivo de liberar tal organismo. Considerando que durante o período de quarentena não foi observado nada de anormal e que o material encontra-se totalmente descontaminado, fica suspensa a Quarentena, pelo que firmamos o presente.

Jaguariúna, 12 de novembro 1.996.


Vital Vicente Mora
Engº agrº crea 38398
SSV/DFA/SP