

SILMA LEITE ROCHA

**COMPORTAMENTO DE PARASITISMO DE *Acarophenax lacunatus* E
IMPACTO DE SUA FORÉZIA EM *Rhyzopertha dominica***

Dissertação 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
2007

SILMA LEITE ROCHA

**COMPORTAMENTO DE PARASITISMO DE *Acarophenax lacunatus* E
IMPACTO DE SUA FORÉZIA EM *Rhyzopertha dominica***

Dissertação 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: 28 de fevereiro de 2007.

Profa. Terezinha Maria C. Della Lucia
(Co-orientadora)

Prof. José Eduardo Serrão

Pesq. Jamilton Pereira dos Santos

Pesq. Eliseu José Guedes Pereira

Profa. Lêda Rita D'Antonino Faroni
(Orientadora)

Aos meus pais Ademar e Silma.
Ao meu único irmão Ademar.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado sabedoria para fazer as escolhas certas;

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia pelos conhecimentos adquiridos em especial ao Professor José Eduardo Serrão e ao Professor José Lino Neto pela atenção;

À Professora e orientadora Lêda Rita D'Antonino Faroni pela confiança depositada.

Ao Professor Raul Narciso Carvalho Guedes, pelo apoio e incentivo e pelos valiosos conselhos;

À Professora Terezinha Maria Castro Della Lucia pelo aconselhamento e pelo apoio;

Ao Eliseu José Guedes Pereira pelo apoio e amizade;

Ao Professor Germano Leão Demolin Leite pelos primeiros ensinamentos entomológicos e pela amizade;

Ao Professor Ernane Ronie Martins pela amizade e incentivo;

Aos funcionários, estagiários e colegas do Setor de Armazenamento (Laboratório de Grãos) do DEA e laboratório de Ecotoxocologia – UFV.

À Flávia Garcia e ao Geraldo pelo apoio na realização dos experimentos;

Aos amigos, Marcús, Ana Paula, Péricles, Lú, Larissa, Flávia, Madu, Vinícius, Joaquina, Leandro Juen, Jeane, Sarita, Christian, Hamilton, José Roberto, Carlos Romero e ABU-Pós pela amizade e paciência;

Às secretárias do Programa de Pós-graduação em Entomologia, Dona Paula e Mirian, pela dedicação e responsabilidade.

Aos meus amados pais, Ademar e Silma, pelo amor incondicional e por não terem medido esforços para proporcionar a minha felicidade, e ao meu irmão Ademar pela paciência e amizade.

Aos demais colegas, funcionários e amigos, que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

SILMA LEITE ROCHA, filha de Ademar Rocha Xavier e Silma Leite Rocha Xavier, nasceu em Montes Claros, estado de Minas Gerais, Brasil em 22 de novembro de 1980.

Em fevereiro de 2000 ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, onde graduou-se Agronomia.

No período de março de 2002 a dezembro de 2003, foi bolsista do PAD sob orientação do professor Ernane Ronie Martins. E de 2003 a 2004 foi bolsista PET também sob orientação do professor Ernane Ronie Martins.

Em fevereiro de 2005 iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. Introdução Geral.....	1
2. Literatura Citada	3
Comportamento de parasitismo de <i>Acarophenax lacunatus</i> em ovos de <i>Rhyzopertha dominica</i>	5
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. Introdução.....	7
2. Material e Métodos	9
2.1 - Obtenção de ovos de <i>Rhyzopertha dominica</i> e criação de <i>Acarophenax lacunatus</i>	9
2.2 - Descrição do comportamento de parasitismo de <i>A. lacunatus</i>	9
3. Resultados	10
4. Discussão	12
5. Literatura Citada	14
Carga forética do ácaro parasitóide <i>Acarophenax lacunatus</i> em <i>Rhyzopertha dominica</i> e sua relação com iniciação de vôo e caminhamento de seu hospedeiro	19
RESUMO	19
ABSTRACT -.....	21
1. Introdução.....	22
2. Material e Métodos	24
2.1 - Criação de <i>Rhyzopertha dominica</i> e <i>Acarophenax lacunatus</i>	24
2.2 - Bioensaio de iniciação de vôo.....	24
2.3 - Bioensaio de caminhamento.....	25
2.4 - Análises dos dados	26
3. Resultados	26
4. Discussão	27
5. Literatura Citada	31
Conclusões Gerais	36

RESUMO

ROCHA, Silma Leite, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007.
Comportamento de parasitismo de *Acarophenax lacunatus* e impacto de sua forésia em *Rhyzopertha dominica*. Orientadora: Lêda Rita D'Antonino Faroni.
Co-orientadores: Raul Narciso Carvalho Guedes e Terezinha Maria Castro Della Lucia.

Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) é um ácaro parasitóide de ovos de algumas famílias da classe Insecta, podendo ser uma ferramenta complementar no controle de pragas de produtos armazenados. Este ácaro tem preferência por parasitar ovos de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), em cujos adultos realiza forésia, forma passiva de deslocamento. Estudos a respeito do comportamento são de fundamental importância para a compreensão de diversos aspectos da biologia de artrópodes; no entanto estudos mais detalhados a respeito do comportamento de parasitismo de *A. lacunatus* e de sua relação forética com *R. dominica* ainda são poucos. Desta forma estudou-se o comportamento de parasitismo de *A. lacunatus* em ovos de *R. dominica*, bem como sua relação forética com esse coleóptero. Para a realização deste trabalho foram feitos dois ensaios. O primeiro abordou o estudo do comportamento de parasitismo de *A. lacunatus* em ovos de *R. dominica*. O segundo ensaio foi realizado em dois testes: um para verificar se a forésia de *A. lacunatus* afetaria a iniciação de vôo de seu hospedeiro e o outro para averiguar se a carga forética prejudicaria o caminamento do seu hospedeiro. No estudo do comportamento de parasitismo de *A. lacunatus*, o ácaro foi colocado em uma arena, juntamente com um ovo hospedeiro, sendo observado até o parasitismo. A partir destas observações, descreveu-se o comportamento de parasitismo com as seguintes categorias comportamentais: marcha exploratória inicial, marcha exploratória após o encontro do ovo e parasitismo propriamente dito. Para o teste da relação entre forésia e iniciação de vôo

utilizou-se adultos não-sexados de *R. dominica*, com e sem ácaros foréticos. Estes coleópteros foram colocados em uma câmara de bioensaio que foi avaliada, em intervalos de 10 minutos, por uma hora, para verificar se os besouros que iniciaram vôo tinham ou não ácaros foréticos. Observou-se que a maior parte dos besouros que iniciaram vôo não tinha ácaros aderidos ao corpo. No teste da relação de cargas foréticas com o caminhamento de *R. dominica*, besouros contendo diferentes cargas foréticas (0, 2, 4, 6, 8, 11 e 23 ácaros/inseto) foram observados quanto à distância caminhada, ao tempo de caminhamento e o tempo sem caminhar. Besouros com cargas foréticas de dois, quatro e seis ácaros caminharam mais e ficaram menos tempo sem caminhar ao contrário do observado para besouros com cargas foréticas de oito, 11 e 23 ácaros, os quais tenderam a ter um padrão de caminhamento semelhante aos de besouros sem ácaros foréticos. Em conclusão, além de se verificar que há um padrão comportamental uniforme no parasitismo de *A. lacunatus* sobre ovos de *R. dominica*, verificou-se que a presença de ácaros foréticos esteve associada à baixa frequência de iniciação de vôo do besouro, e que, dependendo da densidade de ácaros presos ao coleóptero, o caminhamento parece ser estimulado ou não afetado.

ABSTRACT

ROCHA, Silma Leite, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2007.
Parasitism behavior by *Acarophenax lacunatus* and impact of its phoresy on *Rhyzopertha dominica*. Adviser: Lêda Rita D'Antonino Faroni. Co-Advisers: Raul Narciso Carvalho Guedes and Terezinha Maria Castro Della Lucia.

Acarophenax lacunatus (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) is a parasitoid mite on eggs of some Insecta; this could be a complementary tool for pest management in stored products. This mite has preference for eggs of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) attaching to the adult beetles for dispersion, a phenomenon referred to as phoresy. Behavioral studies are critical for the understanding of several aspects of arthropod biology. No investigation on the parasitism behavior of *A. lacunatus* on and its phoretic relationship with *R. dominica* has been conducted yet and thus it was the objective of this work. Two sets of studies were conducted: the first investigated the parasitism behavior of *A. lacunatus* on the egg of *R. dominica*, and the second investigated whether phoresy of *A. lacunatus* would affect flight initiation and if phoretic loads would affected the walking behavior of adult beetles. In the study of parasitism behavior of *A. lacunatus*, the mite was placed in an arena together with in one host egg and observed until the parasitism. Based on observations of several individuals, the parasitism behavior was described with the following behavioral categories: initial exploratory march, exploratory march after finding the host egg and parasitism. In the test of flight initiation, adults of *R. dominica* with and without phoretic mites were placed in a bioassay chamber, which was evaluated in 10-min intervals for one hour to verify whether or not there were mites attached to the beetles that initiated flight. Results showed that most beetles initiating flight had no mites attached to their bodies. In the second test involving phoresy, beetles with

different phoretic loads (0, 2, 4, 6, 8, 11 and 23 mites/insect) were observed in a video-recorded arena so as to determine the distance walked, time spent walking and time without walking. Beetles with phoretic loads of two, four and six mites walked longer distances and stayed less time without walking unlike beetles with phoretic loads of 11 and 23 mites, which tended to show a walking pattern similar to beetles without phoretic mites. In addition to observing a uniform pattern in the parasitism behavior by *A. lacunatus* on eggs of *R. dominica*, the presence of phoretic mites was associated with low frequency of flight initiation by the beetle, and depending on the number of mites attached to coleopteran, walking was stimulated or unaffected.

1. Introdução Geral

O controle de pragas em unidades armazenadoras é feito utilizando-se predominantemente métodos químicos (White & Leesch 1996). No entanto, aspectos negativos do uso de pesticidas, como desenvolvimento de resistência em muitas espécies de insetos, além da contaminação de produtos alimentícios por resíduos químicos tem encorajado o desenvolvimento de novas técnicas para o controle de pragas de produtos armazenados (Brower *et al.* 1996). Desta forma, o controle biológico surge como uma maneira alternativa de controle de pragas em unidades armazenadoras.

Dentre os organismos que podem vir a ser utilizados no controle biológico em unidades armazenadoras, o ácaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) pode ser uma ferramenta complementar por ser um parasitóide de ovos de pragas de produtos armazenados (Faroni *et al.* 2001, Gonçalves *et al.* 2001).

A. lacunatus tem como hospedeiro preferencial ovos de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), conhecido como besourinho dos cereais. Embora o deslocamento do ácaro *A. lacunatus* na massa de grãos seja por forésia (Faroni *et al.* 2000) ou por caminhamento (Oliveira *et al.* 2006) na busca de alimento ou mesmo com o intuito de buscar um novo habitat, o comportamento forético desse ácaro ainda é pouco conhecido.

Apesar de *A. lacunatus* ter sido objeto de pesquisas que avaliaram sua capacidade de parasitismo, sua especificidade e utilização simultânea com métodos de controle químico (Faroni *et al.* 2000, Gonçalves *et al.* 2001, 2002, 2004, Oliveira *et al.* 2002, 2003), pouco ainda se sabe sobre o comportamento forético e de parasitismo do ácaro *A. lacunatus*.

Levando-se em consideração que o estudo do comportamento é de fundamental importância para a compreensão de diversos aspectos da biologia de artrópodes,

pretendeu-se com este trabalho estudar o comportamento de parasitismo de *A. lacunatus* em ovos de *R. dominica*, descrevendo os padrões comportamentais e o tempo gasto para a realização de cada um deles, por meio de um etograma. Espera-se, desse modo, produzir descrições onde estarão contidos os padrões discretos e típicos de comportamento da espécie que formará um repertório comportamental básico desta (Martin & Bateson 1993), no que se refere ao parasitismo. Pretendeu-se ainda averiguar se a carga forética afeta a dispersão do coleóptero ou, especificamente, a iniciação de vôo e o caminhar. As informações da relação ácaro e o seu hospedeiro contribuirão para o manejo do parasitóide e sua utilização em programas de controle.

2. Literatura Citada

- 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, Inc. New York. 223-286.
- Faroni, L.R.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.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.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & C.R.F. de Oliveira. 2001. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) em ovos de *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). Eng. Agric. 9. 242-250.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni & R.N.C. Guedes. 2002. Pyrethroid-*Acarophenax lacunatus* interaction in suppressing the beetle *Rhyzopertha dominica* on stored wheat. Exp. Appl. Entomol. 26: 231-242.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & C.R.F. de Oliveira. 2004. Insecticide selectivity to the parasitic mite *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). Neotrop. Entomol. 33: 243-248.
- Martin, P. & Bateson, P. 1993. Measuring Behaviour. Cambridge, Cambridge Univ. Press. 222p.
- Oliveira, C.R.F., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes, A. Pallini & J.R. Gonçalves. 2002. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross e Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). Neotrop. Entomol. 31: 245-248.
- Oliveira, C.R.F., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & A. Pallini. 2003. Parasitism by the mite *Acarophenax lacunatus* on beetle pests of stored products. Biocontrol 48:503-513.
- Oliveira, C.R.F., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes A. Pallini & J.R. Gonçalves. 2006. Dispersão de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em trigo armazenado, sob condições artificiais. Neotrop. Entomol. 35: 536-541.

White, N.D.G. & J.G. Leesch. 1996. Chemical control. In: Subramanyam, B. e D.W. Hagstrum (eds.), Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, New York. 287-330.

**Comportamento de parasitismo de *Acarophenax lacunatus* em ovos de
*Rhyzopertha dominica***

SILMA LEITE ROCHA¹

¹ Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia,
Universidade Federal de Viçosa, Cep 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: silmalrocha@insecta.ufv.br

RESUMO – Este estudo objetiva descrever o comportamento do parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) em ovos de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). A unidade experimental consistiu de uma arena de 1,6 cm de diâmetro por 1,0 mm de altura, sobre a qual foi colocada uma fêmea de *A. lacunatus* e um ovo de *R. dominica*, observando-se o comportamento desde o momento em que o ácaro foi colocado na arena até o parasitismo. Foram anotadas as categorias comportamentais bem como o tempo de realização de cada um dos seus atos envolvidos. Além da descrição, evidenciou-se que o parasitismo do ácaro *A. lacunatus* sobre o ovo do coleóptero *R. dominica* apresenta padrões comportamentais uniformes.

PALAVRAS-CHAVE: Acarophenacidae, besourinho dos cereais, etograma, padrões comportamentais.

Parasitism behaviour of *Acarophenax lacunatus* on eggs of *Rhyzopertha dominica*

ABSTRACT - The objective of this study was to describe the behavior of parasitism of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Acari: Acarophenacidae) in egg of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). The experimental unit consisted of an arena (1,6 cm of diameter, 1,0 cm of height) in which a female mite, *A. lacunatus*, and an egg of *R. dominica* were placed, being observed the behavior since the moment that the mite was put in the arena until the parasitism. Categories of parasitism and time to accomplish each one of them were recorded. In addition to the description, was evidenced that the parasitism of the mite *A. lacunatus* on the egg of the coleopteran *R. dominica* showed uniformity of behavioral.

KEYWORDS: Acarophenacidae, lesser grain borer, ethogram, behavioral patterns.

1. Introdução

Dentre os organismos que podem ser utilizados para controle biológico em unidades armazenadoras está o ácaro *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae), que pode ser uma ferramenta complementar por ser um parasitóide de ovos de algumas famílias da classe Insecta (Faroni *et al.* 2001, Gonçalves *et al.* 2001).

O ácaro *A. lacunatus* foi descrito em 1964 quando fêmeas foram encontradas em populações de *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae) em Pulmann, Washington (Cross & Krantz 1964). De início, ele foi classificado como pertencente à subordem Prostigmata, família Pyemotidae. Logo depois, em 1965, Cross o redefiniu como pertencente à família Acarophenacidae (Steinkraus & Cross 1993). Embora não houvessem aprofundado os estudos a respeito da biologia de *A. lacunatus*, Cross & Krantz (1964) relataram a possibilidade de ele ser parasita de ovos de coleópteros.

Novos relatos a respeito de *A. lacunatus* foram feitos por Faroni *et al.* (2000, 2001), apresentando dados sobre sua biologia no coleóptero *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) e demonstrando que esse artrópode poderia ser utilizado como agente de controle biológico deste inseto-praga. Segundo esses mesmos autores, o *A. lacunatus* pode se desenvolver entre 18 e 41 °C, mas se reproduzindo somente na faixa de temperatura entre 20 e 38 °C. Esse ácaro pode ser considerado parasitóide de ovos, por destruir o hospedeiro, necessitando apenas de um hospedeiro para o desenvolvimento da progênie, e somente a fêmea adulta ataca o hospedeiro (Lindquist 1983, Price 1997).

Depois de iniciar o parasitismo, a fêmea do *A. lacunatus* suga todo o conteúdo do ovo hospedeiro e seu corpo começa a distender-se em função de o desenvolvimento da

progênie ocorrer no seu interior. Este processo é denominado fisogastria (Evans 1992). Em condições ótimas, sob temperatura de 30 °C, uma fêmea produz 16 fêmeas e um macho. Este, o primeiro a emergir, fecunda todas as fêmeas e morre pouco tempo depois. As fêmeas depois de fertilizadas saem em busca dos ovos hospedeiros e, quando o período de parasitismo finaliza, morrem na emergência da progênie (Faroni *et al.* 2000, 2001).

Oliveira *et al.* (2002, 2003) demonstraram que o *A. lacunatus* apresenta uma taxa de crescimento maior que a dos hospedeiros *R. dominica*, *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *C. ferrugineus*, e que esse ácaro não possui especificidade de hospedeiro.

Apesar de *A. lacunatus* ter sido objeto de estudo em pesquisas que avaliaram sua capacidade de parasitismo, sua especificidade e utilização simultânea com métodos de controle químico (Faroni *et al.* 2000, Gonçalves *et al.* 2001, 2002, 2004, Oliveira *et al.* 2002, 2003), pouco se sabe ainda sobre seu comportamento ao parasitar o ovo do hospedeiro.

O estudo do comportamento é de fundamental importância para a compreensão de diversos aspectos da biologia dos artrópodes. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento do parasitismo de *A. lacunatus* em ovos de *R. dominica*, descrevendo os padrões comportamentais e o tempo gasto para a realização de cada um deles, por meio de um etograma. Espera-se, desse modo, produzir descrições em que estarão contidos os padrões discretos e típicos de comportamento da espécie, formando um repertório comportamental básico no que se refere ao parasitismo (Martin e Bateson 1993).

2. Material e Métodos

2.1 - Obtenção de ovos de *Rhyzopertha dominica* e criação de *Acarophenax lacunatus*

Na obtenção de ovos de *R. dominica*, exemplares adultos deste coleóptero, obtidos da criação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (MIP-Grãos) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa-UFV, foram distribuídos em placas de petri e alimentados com dieta de grãos de trigo coloridos com calco oil red na concentração de 700 ppm.

A coloração dos grãos de trigo seguiu a metodologia proposta por Faroni *et al.* (2001) e teve como objetivo a obtenção de ovos de coloração rosácea da postura realizada pelas fêmeas alimentadas com estes grãos. Os ovos rosáceos eram então oferecidos ao parasitóide *A. lacunatus*, facilitando a descrição do seu comportamento, uma vez que apresenta uma coloração leitosa semelhante ao ovo do hospedeiro. As criações foram mantidas em câmara climática do tipo B.O.D., ajustada a uma temperatura de 30 ± 1 °C, umidade relativa de $65\pm 5\%$ e escotofase de 12 h. Os ovos do coleóptero foram coletados com peneira de orifícios de 1 mm de diâmetro, sete dias depois de os insetos terem sido postos nas placas de petri.

A criação do ácaro *A. lacunatus*, obtida também do Laboratório MIP-Grãos/DEA, foi feita em populações de *R. dominica* em B.O.D., ajustada para uma temperatura de 30 ± 1 °C, umidade relativa de $65\pm 5\%$ e escotofase de 12 h. Na descrição do comportamento, foram utilizados ácaros de idade de três a cinco dias de vida.

2.2 - Descrição do comportamento de parasitismo de *A. lacunatus*

Para a descrição do comportamento de parasitismo utilizou-se uma arena experimental, representada por um círculo [(1,6 cm de diâmetro, 1,0 mm de altura) da parte interna da tampa de uma placa de teste Elisa de 24 células (Techno Plastic

Products, Suécia)]. Na arena foram feitas duas marcações com tinta branca, uma no centro, local para a soltura do ácaro, e outra próxima a borda, onde foi colocado o ovo rosáceo com idade entre 48 e 72 h. Na borda da arena foi passada cola entomológica (Biocontrole, São Paulo) para evitar a saída do ácaro.

As observações, feitas com o auxílio de um microscópio estereoscópico, iniciavam-se após colocar o ovo e o ácaro na arena, e terminavam com o parasitismo propriamente dito. Além do registro de todos os padrões de comportamento de 30 ácaros, foi contabilizado o tempo gasto para a realização de parasitismo de cada ácaro.

3. Resultados

Após uma série de observações preliminares do comportamento do parasitismo de *A. lacunatus*, definiram-se os seguintes eventos comportamentais: marcha exploratória inicial, marcha exploratória após o encontro do ovo e parasitismo propriamente dito. As categorias comportamentais e os respectivos atos dentro de cada categoria estão listados na Tabela 1 e apresentados como fluxograma (Figura 1).

Na marcha exploratória inicial, Tabela 1, o *A. lacunatus* realiza a exploração da área em busca do hospedeiro e se desloca em várias direções, sempre do centro para a borda, apresentando três tipos de caminhar: o normal, o caminhar tateando com os pares de pernas I e o caminhar erguendo os pares de pernas I e II. O caminhar foi considerado normal quando o ácaro permanecia apoiado sobre os pares de pernas I, II, III e IV; o caminhar foi considerado do tipo tateando com os pares de pernas I, quando o ácaro erguia as pernas I formando um ângulo de 90° em relação ao corpo e as movimentava, na vertical, para cima e para baixo; e foi considerado o caminhar erguendo os pares de pernas I e II, quando o ácaro se apoiava somente nos pares de pernas III e IV. Verificou-se que todos os indivíduos

(n=30) realizaram a marcha exploratória inicial, havendo divergência apenas no que diz respeito ao tempo de sua realização (1min36s – 1h11min07s).

Ao encontrar o ovo, foram observadas três novas situações comportamentais do ácaro *A. lacunatus* em relação ao seu hospedeiro, embora em todas as situações tivessem sido repetidos os mesmos atos comportamentais da marcha exploratória inicial, além de paradas breves de aproximadamente dois minutos. Na primeira situação, depois de encontrar o ovo, o *A. lacunatus* retornava ao caminhar, porém, de forma aleatória (Tabela 1). Durante este caminhar, ora o *A. lacunatus* caminhava de forma normal, ora tateava com os pares de pernas I, ora erguia os pares de pernas I e II. Na segunda situação, o *A. lacunatus* caminhava ao redor do ovo hospedeiro (Tabela 1) e o ritual observado foi o mesmo da primeira situação, ou seja, caminhar normal, caminhar tateando com os pares de pernas I, formando um ângulo de 90° em relação ao corpo e caminhar apoiando-se sobre os pares de pernas III e IV. Foi considerada como terceira situação (Tabela 1), o *A. lacunatus* realizando todos os comportamentos da marcha exploratória inicial, além de paradas breves sobre o seu hospedeiro, ou seja, o ovo de *R. dominica*.

Foi observado que 93,33% dos ácaros, depois de terem encontrado o ovo de *R. dominica*, não realizavam o parasitismo de imediato. O tempo mínimo de permanência do ácaro sobre o ovo foi de três segundos e o tempo máximo de 7min54s. O parasitismo foi considerado quando o ácaro permanecia parado, por mais de 12 minutos, sobre o ovo hospedeiro, tateando apenas com os pares de pernas I. Vale ressaltar que o par de pernas II permanecia apoiado no ovo hospedeiro, enquanto os pares de pernas III e IV ficavam suspensos.

4. Discussão

A marcha exploratória inicial pode ser comparada ao comportamento de localização do hospedeiro realizado por parasitóides himenópteros da família Trichogrammatidae (Vinson 1998). Nesta categoria comportamental, o ato de caminhar tateando com as pernas I se assemelharia ao de antenação realizado por espécies de parasitóides das famílias Trichogrammatidae e Cynipoidea, as quais caminham movendo suas antenas durante a marcha exploratória para encontrar o hospedeiro (Guimarães & Zucchi 2004, Beserra & Parra 2003). Isto deve estar associado ao fato de o par de pernas I possuir setas sensoriais denominadas solenídios (Cross & Krantz 1964) que ajudam na localização, análise e reconhecimento do hospedeiro.

Ao encontrar o ovo, o ácaro passa a examiná-lo exibindo os tipos de caminhada: normal, com tateamento utilizando o par de pernas I e erguendo os pares de pernas II; e todos estes intercalados com paradas breves. Ao analisar o ovo externamente, o *A. lacunatus* supostamente estaria medindo-o e percebendo seu formato para verificar sua adequabilidade. Pode-se sugerir ainda que o *A. lacunatus* estaria, através dos solenídios, reconhecendo algum odor ou composto da cutícula do adulto que esteja no ovo. Em estudo feito por Soroker *et al.* (2003), foi observado que o ácaro *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), forético em *Bemisia tabaci* (Genn) (Hemiptera: Aleyrodidae), possui a capacidade de reconhecer partículas da cera deste inseto. Pelo fato de o *A. lacunatus* ter preferência por ovos de *R. dominica*, quando comparado com ovos de *T. castaneum* e de *D. minutus* (Oliveira *et al.* 2003), supõe-se seja capaz de reconhecer, de alguma forma, o ovo de *R. dominica*.

Acredita-se que durante as paradas breves, realizadas durante o caminhar sobre o ovo, possivelmente o ácaro estaria inserindo o estilete para verificar se o ovo se encontra em idade propícia ao parasitismo. Segundo Matioli (1997), ovos mais velhos,

com idade a partir de 72 h, são rejeitados por *A. lacunatus*. No presente trabalho, todos os ovos foram aceitos e conseqüentemente parasitados, uma vez que tinham entre 36 e 48 h de vida. Em espécies de Trichogramatidae, a rejeição do ovo hospedeiro estaria relacionada à idade e ao fato de este já ter sido parasitado (Pratissoli & Oliveira 1999, Beserra & Parra 2003). *Acarophenax lacunatus*, no entanto, não evita ovos parasitados, sendo observados ovos de *R. dominica* parasitados por até dois ácaros fêmeas.

A fase final do comportamento de parasitismo de *A. lacunatus* é o parasitismo propriamente dito, observado em todos os indivíduos amostrados (n=30). Esta etapa, que teve como tempo mínimo para ocorrência de 13min14s e máximo de 3h08min46s, é caracterizada pela permanência do ácaro parado por mais de 12 minutos tateando com as pernas I. Nesta fase, o indivíduo permanece com o estilete inserido no ovo hospedeiro, succionando-o para se alimentar. Enquanto se nutre, a progênie começa a se desenvolver dentro do corpo da fêmea, ocasionando sua expansão ou fisogastria, e a progênie somente irá emergir quando sexualmente madura (Evans 1992). Este comportamento é semelhante ao realizado por *Pyemotes tritici* (LaGreze-Fossot & Montagne) (Acari: Pyemotidae), ectoparasito de um grande número de artrópodes, principalmente da classe Insecta (Bruce & LeCato 1978, Gerson *et al.* 2003; Cunha *et al.* 2006). No entanto, são poucos os estudos sobre o comportamento de parasitismo daquele ácaro, sendo relatadas apenas fases do hospedeiro parasitadas por ele e informações a respeito de sua biologia.

O comportamento do parasitismo do *A. lacunatus* mostrou uniformidade no padrão de comportamento, iniciando com a marcha exploratória inicial, passando pela marcha exploratória após o encontro do ovo e finalizando com o parasitismo. No entanto, ainda são escassos os estudos etológicos desse ácaro. Este é o primeiro relato mais detalhado sobre o comportamento de parasitismo de *A. lacunatus* em ambiente artificial.

5. Literatura Citada

- Beserra, E.B. & J.R.P. Parra. 2003. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. entomol. 47: 205-209.
- Bruce, W.A & G.L. LeCato. 1978. *Pyemotes tritici*: Potencial biological control agent of stored-product insects. Rec. Adv. Acarol. 1: 213-220.
- Cross, E. A. & G. W. Krantz. 1964. Two new species of the genus *Acarophenax* Newstead and Duvall, 1918 (Acarina: Pyemotidae). Acarologia 6: 287-295.
- Cunha, U.S., E.S. Silva, G.J. Moraes & J.D. Vendramin. 2006. Ocorrência do ácaro *Pyemotes* sp. (Acari: Pyemotidae) em criações de insetos em laboratório. Neotrop. Entomol. 35: 563-565.
- Evans, G.O. Principles of acarology. 1992. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 563p.
- Faroni, L.R.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.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.
- Gerson U., R.L. Smiley & R. Ochoa. 2003. (eds.) Mites (Acari) for pest control. Oxford, Blakwell Science, 539p.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & C.R.F. de Oliveira. 2001. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Prostigmata: Acarophenacidae) em ovos de *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). Eng. Agric. 9: 242-250.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, & R.N.C. Guedes. 2002. Pyrethroid-*Acarophenax lacunatus* interaction in suppressing the beetle *Rhyzopertha dominica* on stored wheat. Exp. Appl. Entomol. 26: 231-242.
- Gonçalves, J.R., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes, C.R.F. de Oliveira & F.M. Garcia. 2004. Insecticide selectivity to the parasitic mite *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). Neotrop. Entomol. 33: 243-248.
- Guimarães, J.A. & R.A. Zucchi. 2004. Parasitism behavior of three species of Eucilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) fruit fly parasitoids (Diptera) in Brazil. Neotrop. Entomol. 33: 217-221.

- Lindquist, E.E. 1983. Some thoughts on the potential for use of mites in biological control, including a modified concept of "parasitoids". In M.A. Hoy, L. Knutson & G.L. Cunningham (eds.), Biological control of pests of mites. University of California, Berkeley, 12-20.
- 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.
- Oliveira, C.R.F., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes, A. Pallini & J.R. Gonçalves. 2002. Parasitismo de *Acarophenax lacunatus* (Cross e Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) sobre *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae). Neotrop. Entomol. 31: 245-248.
- Oliveira, C.R.F., L.R.A. Faroni, R.N.C. Guedes & A. Pallini. 2003. Parasitism by the mite *Acarophenax lacunatus* on beetle pests of stored products. Biocontrol 48:503-513.
- Price, P.W. 1997. Insect Ecology. New York: John Wiley & Sons, 874p.
- Pratissoli, D. & H.N. Oliveira. 1999. Influencia da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. Pesq. Agropec. Bras. 34: 891-896.
- Soroker, V., D.R. Nelson, O. Bahar, S. Reneh, S. Yablonski, & E. Palevsky. 2003. Whitefly wax a cue for phoresy in the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). Chemoecology 13:163-168.
- 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. Entomol. Soc. Am. 86:239-249.
- Vinson, S.B. 1998. The general host selection behaviour of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. Biological Control 11: 79-96.

Tabela 1 – Categorias comportamentais e atos observados no comportamento de parasitismo de *Acarophenax lacunatus* em ovos de *Rhyzopertha dominica*

Categorias comportamentais	Atos comportamentais	
1. Marcha exploratória inicial	1.1 Exploração da arena	Caminhamento normal
		Caminhamento tateando com o par de pernas I
		Caminhamento erguendo os pares de pernas I e II
		Paradas breves
2. Marcha exploratória após o encontro do ovo	1.2. Encontro do ovo hospedeiro	Contato com ovo tateando com o par de pernas I
		2.1 Caminhamento Aleatório
		2.2 Caminhamento ao redor do ovo
		2.3 Caminhamento sobre o ovo
3. Parasitismo propriamente dito	3.1 Inserção das peças bucais e sucção de um único ovo	Apresenta os mesmos tipos de caminhada exibidos durante a exploração da arena

Tabela 2 – Frequência de ocorrência das categorias comportamentais observadas no parasitismo de *Acarophernax lacunatus* em ovos de *Rhyzopertha dominica*

Categoria comportamental	Atos Média/ (Amplitude)	N= 30 observações
		Frequência de ocorrência
1. Marcha exploratória inicial	21min44s/(1min36s - 1h11min07s)	100%
2. Marcha exploratória após o encontro do ovo/caminhamento aleatório	2min29s/(0 - 18min36s)	100%
2. Marcha exploratória após o encontro do ovo/caminhamento ao redor do ovo	18min54s/(0 - 1h14min01s)	73,3%
2. Marcha exploratória após o encontro do ovo/ caminhamento sobre o ovo	22min41s(2min57s - 1h27min16s)	100%
3. Parasitismo	63min16s/(13min14s - 3h08min46s)	100%

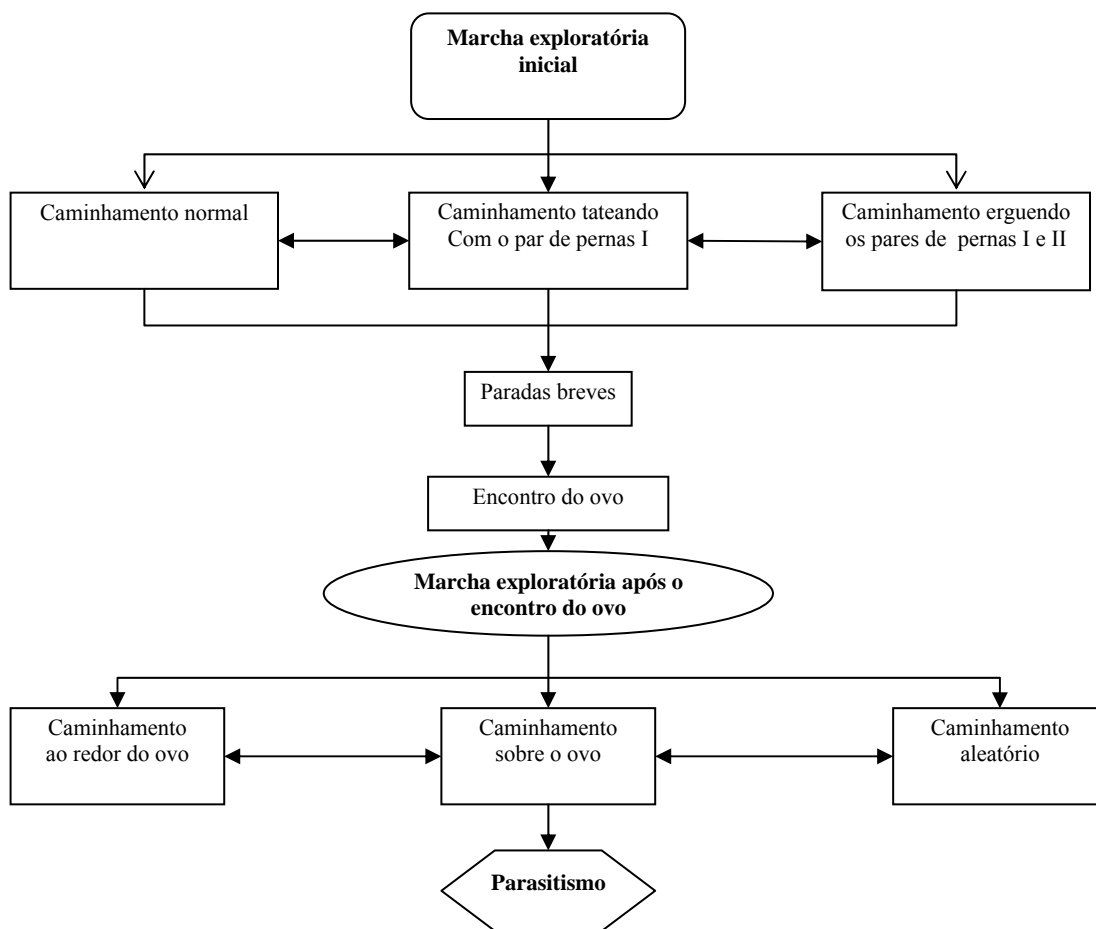


Figura 1 – Fluxograma do comportamento de parasitismo de *Acarophenax lacunatus* em ovo de *Rhizopertha dominica*

Carga forética do ácaro parasitóide *Acarophenax lacunatus* em *Rhyzopertha dominica* e sua relação com iniciação de vôo e caminhamento de seu hospedeiro

SILMA LEITE ROCHA¹

¹ Departamento de Biologia Animal/Setor de Entomologia,

Universidade Federal de Viçosa, Cep 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: silmalrocha@insecta.ufv.br

RESUMO - O experimento foi conduzido com a finalidade de estudar a relação da forésia de *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Acari: Acarophenacidae) com a iniciação de vôo e o caminhamento de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). Para o teste da influência da forésia na iniciação de vôo, a unidade experimental consistiu de um cilindro de papel adesivo acoplado a uma placa de petri, onde foram colocados 50 coleópteros não-sexados de *R. dominica*, 25 com ácaros aderidos ao corpo e 25 isentos de ácaros. Foi observado que a forésia afeta negativamente a iniciação de vôo. No experimento de influência da forésia no caminhamento de *R. dominica*, diferentes cargas foréticas (0, 2, 4, 6, 8, 11 e 23 ácaros/inseto) foram testadas em três seções de 30 minutos, registrando-se por meio de um programa, Videomex-one, a distância caminhada, o tempo de caminhamento e o tempo sem caminhar. Observou-se que com uma carga de dois a seis ácaros o coleóptero percorreu uma maior distância por mais tempo, ao contrário do observado para carga forética de oito a 23 ácaros. Através destes testes ficou evidenciado que a forésia do *A. lacunatus* teria uma relação negativa com o desempenho de iniciação de vôo e de caminhamento de *R. dominica* podendo inferir que, embora contribua para o

controle biológico desta praga parasitando seus ovos, diminui a sua capacidade de dispersão.

PALAVRAS-CHAVE: Acari, Coleoptera, dispersão, forésia, comportamento, besourinho dos cereais.

Phoretic load of parasitoid mite *Acarophenax lacunatus* in *Rhyzopertha dominica*
and its relationship with flight initiation and walking behavior of the host

ABSTRACT - The experiment was conducted to study the relationship between phoresy by *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Acari: Acarophenacidae) and flight initiation and walking of its host, *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). For the flight initiation test, the experimental unit consisted of a cylinder of sticky paper coupled with petri dish, where 50 non-sexed adults of *R. dominica* were placed, 25 of them with mites attached their bodies and 25 without phoretic mites. Results showed that the majority of beetles initiating flight had no mites attached to their bodies. To test the relationship between phoretic loads and walking behavior of *R. dominica*, beetles with different phoretic loads (0, 2, 4, 6, 8, 11 and 23 mites/insect) were observed in a arena video-recorded by Videomex-one equipment so as to determine the distance walked, time spent walking and time without walking. Beetles with phoretic loads of two, four and six mites walked longer distances and stayed less time without walking unlike beetles with phoretic loads of 11 and 23 mites, which tended to show a walking pattern similar to beetles without phoretic mites. Based on the results it appears that the phoresy by *A. lacunatus* presents a negative relationship with the flight initiation by *R. dominica*, and that depending on the phoretic load, the walking behavior of the coleopteran can be stimulated or unaffected. It is inferred that, in addition to contributing for the biological control of *R. dominica* parasitizing its eggs, *A. lacunatus* may decrease its dispersion capacity.

KEY WORDS: Acari, Coleoptera, dispersion, phoresy, behavior, lesser grain borer.

1. Introdução

Condições bióticas e abióticas desfavoráveis fazem com que os organismos se desloquem para explorar novos habitats mais propícios à sua própria sobrevivência e à de sua prole. A dispersão de um local a outro pode ser relativamente simples para animais de grande porte e com mobilidade, os quais podem caminhar ativamente ou voar de um local a outro. Entretanto para animais de pequeno porte, o deslocamento por longas distâncias é muitas vezes impossível de ser realizado sem auxílio. Por exemplo, para um coleóptero deixar um local, onde o recurso já está escasso, a procura de outro, poderia levar um minuto, enquanto para um ácaro, o mesmo percurso levaria muito mais tempo (Seeman 1996).

O deslocamento pode ser ativo, como a atividade de vôo e o caminhar, ou passivo, quando é feito através de balonismo, correntes de vento e forésia (Price 1997). O balonismo acontece quando um organismo produz um fio de seda que é carregado pelo vento levando o organismo. O deslocamento através de correntes de vento ocorre quando o organismo deixa-se levar pelas correntes de ar (Evans 1992). A forésia seria um fenômeno no qual um organismo se prende em outro de espécie diferente para se deslocar (Faryish & Axtell 1971), e talvez seja o meio mais eficiente de dispersão de pequenos animais na busca de seu microhabitat (Evans 1992, Seeman 1996).

A forésia é muito freqüente em ácaros e outros organismos ápteros (Wilson & Knollenberg 1987). Esta forma de dispersão passiva é considerada uma adaptação benéfica em artrópodes entomófagos, pois permite a estes alcançarem mais facilmente os seus hospedeiros (Clause 1976). Isto é particularmente verdadeiro para parasitas e parasitóides de ovos, como observado na interação entre o ácaro parasitóide de ovos *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata:

Acarophenacidae) o qual possui uma relação forética com *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), seu principal hospedeiro (Faroni *et al.* 2001). Porém as informações sobre a relação entre ácaros entomófagos e insetos de grãos armazenados são escassas. Essa relação desperta interesse, no que tange ao controle biológico de *R. dominica*, uma vez que este coleóptero é uma das principais pragas de trigo armazenado no Brasil, sendo o principal método de controle a aplicação de inseticidas (Lorini & Galley 1999). Entretanto, resistência a inseticidas em populações de *R. dominica* tem sido verificada (Pacheco *et al.* 1990, Sartori 1993, Guedes *et al.* 1996), e o interesse em controle biológico de insetos de grãos armazenados tem sido despertado (Inoue & Parra 1998, Grieshop *et al.* 2006).

A relação forética entre dois organismos pode ser comensalista quando há apenas o transporte de um organismo por outro, ou seja, quando não há nenhum efeito para o carregador; mutualística quando o organismo que está sendo carregado beneficia o carregador de alguma forma (Houck & OConnor 1991); ou pode ser prejudicial quando o organismo forético afeta de alguma forma o organismo utilizado como meio de transporte (Jalil & Rodrigues 1970). No entanto, analisando-se a relação forética de *A. lacunatus* com *R. dominica* percebe-se que pode haver efeito tanto comensal, quanto mutualístico. O efeito comensal ocorreria quando a forésia não limitasse ou mesmo não interferisse na dispersão do organismo afetando o vôo ou o caminhar do hospedeiro. Em contraste, a relação mutualística prevaleceria se tais atividades fossem beneficiadas pela presença de indivíduos foréticos. Estas relações podem variar e podem mostrar-se, contudo, densidade-dependente.

Considerando-se que *A. lacunatus* é um parasitóide de ovos de coleópteros-praga de grãos armazenados e que apresenta potencial para ser utilizado como um agente de controle biológico em unidades armazenadoras, pretendeu-se com este

trabalho averiguar se a carga forética afeta a dispersão de *R. dominica* quanto a iniciação de vôo e o caminhamento. Para isto, bioensaios de iniciação de vôo e de caminhamento foram conduzidos com adultos de *R. dominica* portadores ou não de ácaros foréticos (*A. lacunatus*).

2. Material e Métodos

2.1 - Criação de *Rhyzopertha dominica* e *Acarophenax lacunatus*

As populações de *R. dominica* e *A. lacunatus* foram obtidas da criação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (MIP-Grãos) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa-UFV. Os coleópteros foram criados em placas de petri e alimentados com trigo parcialmente triturado, enquanto a criação de *A. lacunatus* foi feita em populações de *R. dominica*. As criações foram mantidas em câmara climática do tipo B.O.D. sob condições de 30 ± 1 °C de temperatura, $65\pm 5\%$ de umidade relativa e escotofase de 12 h.

2.2 - Bioensaio de iniciação de vôo

A influência da carga forética na iniciação de vôo de *R. dominica* foi investigada utilizando-se metodologia adaptada de Aslam *et al.* (1994). A câmara de bioensaio consistia de uma placa de petri de 9 cm de diâmetro com borda externa envolvida por um papel do tipo adesivo transparente obtendo-se assim um cilindro de 15 cm de altura. As bordas da placa de petri foram revestidas com Teflon-30 (DuPont) para evitar que os insetos alcançassem as paredes internas do cilindro. O

experimento da iniciação de vôo foi realizado em seis repetições, cada uma delas consistindo-se da câmara descrita acima contendo 50 insetos adultos (não-sexados) de *R. dominica* liberados em sua base interior; destes adultos, 25 apresentavam-se com pelo menos seis ácaros aderidos ao seu corpo e 25 apresentavam-se isentos de ácaros. As câmaras de bioensaios foram colocadas por uma hora em B.O.D. ajustada para temperatura e umidade relativa de 30 ± 1 °C e $65\pm 5\%$, respectivamente. As avaliações do número de insetos presos às paredes do cilindro de bioensaio foram feitas a cada 10 minutos e, com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Leica MZ 7.5; Leica, Göttingen, Alemanha), verificou-se a presença ou não do ácaro no corpo do inseto.

2.3 - Bioensaio de caminhamento

A influência da carga forética de ácaros no deslocamento horizontal (i.e., caminhamento) de *R. dominica* foi investigada utilizando-se como arena de avaliação placas de petri de 9 cm de diâmetro com paredes internas revestidas com Teflon-30 (Dupont) para impedir a fuga dos insetos. Adultos de *R. dominica* com densidades foréticas crescentes (0, 2, 4, 6, 8, 11 e 23 ácaros/inseto), foram individualmente liberados no centro da arena, sobre papel-filtro. O caminhamento do inseto individualizado foi acompanhado e digitalizado utilizando-se o sistema Viedomex One (Collumbus Instruments, OH, EUA). O sistema permite a captura de imagem, sua digitalização e determinações temporais de deslocamento. Cada inseto foi observado durante três seções de 30 minutos cada, completando um período total de observação de 90 minutos. Foram assim determinados a distância percorrida (centímetros), o tempo de caminhamento (segundos) e o tempo sem caminhar (segundos). As médias obtidas das três determinações de 30 minutos feitas para cada

inseto foram utilizadas nas análises estatísticas subsequentes. O número de insetos sujeitos a estas determinações individualizadas foi de 10.

2.4 - Análises dos dados

O número de insetos que iniciaram vôo, com e sem ácaros foréticos, obtido no bioensaio de iniciação de vôo foi submetido ao teste t pareado ($P < 0.05$), utilizando-se o procedimento estatístico referente a este teste no programa SigmaPlot 2000 (SPSS 2000a). As determinações de distância que cada inseto percorreu, como o tempo de caminhada e o tempo sem caminhar, obtidas com os bioensaios de caminhada, tendo densidade forética como variável independente, foram submetidas à análise de regressão não-linear utilizando-se o procedimento de ajuste de modelos do programa TableCurve 2D (SPSS 2000b).

3. Resultados

O bioensaio de iniciação de vôo de *R. dominica* com ou sem ácaros em forésia foi utilizado para testar o efeito desta na iniciação do vôo. Os resultados obtidos mostraram-se significativamente diferentes ($t = - 3,00$; $gl = 5$; $P = 0,03$). A iniciação de vôo foi significativamente maior nos insetos sem ácaros foréticos, em contraposição a insetos portadores de ácaros em forésia (Figura 1).

Todos os parâmetros avaliados, distância caminhada, tempo de caminhada e tempo sem caminhar, foram afetados pela carga forética de adultos *R. dominica*. Modelos de equação com pico em torno da carga forética entre quatro e seis ácaros/inseto foram obtidos para a distância total caminhada ($R^2 = 0,72$; $F_{2,67} = 5,79$; $P = 0.005$) e para o tempo de caminhada ($R^2 = 0,70$; $F_{2,67} = 6,11$; $P = 0.004$)

(Figura 2A e 2B). Entretanto, o tempo dispensado pelos insetos sem caminhar mostrou tendência inversa ($R^2 = 0,71$; $F_{2,67} = 11,88$; $P < 0.0001$) (Figura 2C). Assim, nota-se que sob uma carga forética de quatro a seis ácaros, adultos de *R. dominica* apresentam maior distância percorrida, maior tempo de caminhamento e menor tempo sem caminhar (Figura 2). O aumento da carga forética de oito a 23 ácaros levou a uma tendência decrescente quanto aos parâmetros distância percorrida e tempo de caminhamento e crescente para o tempo sem caminhar (Figura 2).

4. Discussão

A iniciação de vôo de *R. dominica* foi afetada negativamente pela presença de ácaros, corroborando o resultado encontrado por Kinn & Witcosky (1978) que averiguaram a influência da forésia de *Trichouropoda australis* Hirschmann (Acari: Trematuridae) no vôo de *Dendroctonus frontalis* (Zimmerman) (Coleoptea: Scolytidae). Segundo Hunter & Rosário (1988) uma densidade forética alta pode inibir a flexibilidade das asas, a velocidade, a altitude, a capacidade de vôo e a mobilidade geral do hospedeiro. Ressalta-se, porém, que não foi detectada a presença de *A. lacunatus* sobre as asas de *R. dominica*. A opção de não se aderir às asas pode estar relacionada ao fato destes órgãos estarem bastante ativos durante o vôo fazendo com que os ácaros fossem lançados do inseto. Provavelmente houve adaptação comportamental na relação forética entre *A. lacunatus* e *R. dominica* para a não escolha das asas. Hunter & Rosário (1988) relataram a coevolução entre ácaros da ordem Mesostigmata e seus carregadores através de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais. O não posicionamento de ácaros nas asas também é relatado por Steinkraus & Cross (1993) ao estudarem a forésia de *Acarophenax*

mahunkai (Prostigmata: Acarophenacidae) em *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) e por Moser (1976) que relatou uma maior ocorrência de ácaro *T. australis* em toda a parte exposta do corpo de *D. frontalis*. Entretanto, nenhum desses trabalhos relacionou a forésia com possíveis conseqüências aos organismos carregadores.

O peso de um grupo de ácaros poderia também prejudicar a iniciação ao vôo. Levando-se em consideração que o número máximo de ácaros encontrados no coleóptero *R. dominica* é de aproximadamente 30 e que seu tamanho é de aproximadamente 110 µm, infere-se que o peso exercido por um grupo de ácaros não influenciaria na iniciação de vôo por ser ínfimo, porém a sensação de desconforto pode tirar a sensibilidade para vôo, considerando que a maioria dos ácaros foréticos preferem as regiões menos esclerotizadas para se aderirem (Jalil & Rodriguez 1970, Lindquist 1975). De acordo com Kinn & Witcosky (1978) uma alta densidade de ácaros diminui a velocidade de vôo em *Ips confusus* (LeConte) (Coleoptea: Scolytidae) e incapacitam o coleóptero *D. frontalis* de voar. Moser (1976) relatou que *D. frontalis* suporta pelo menos 20% de carga acrescida ao seu peso durante o vôo, indicando assim que, dependendo da carga forética, há prejuízos para a dispersão do coleóptero, conforme observado neste trabalho.

No ensaio de densidade de *A. lacunatus* e sua influência no caminhamento do coleóptero *R. dominica*, verificou-se que a carga forética dois a seis ácaros estimulou o caminhamento do coleóptero. Uma possível explicação é que essas quantidades de ácaros causem algum incômodo, em função da posição que se encontram ou pelo desencadeamento de algum processo químico ou mecânico, levando o coleóptero a se deslocar por maiores distâncias, favorecendo a dispersão de *A. lacunatus*, bem como a de *R. dominica*. Porém, com o aumento da carga forética, o caminhamento e

a distância caminhada diminuem, indicando que este comportamento seja densidade-dependente. Assim, a relação forética entre *A. lacunatus* e *R. dominica* parece apresentar-se como mutualística quando o caminhar do coleóptero for estimulado pela densidade de ácaros fazendo-o dispersar mais como observado para as cargas foréticas dois, quatro e seis ácaros/inseto; ou comensalista, quando o caminhar não foi afetado como observado sob cargas foréticas de oito, 11 e 23, em que o caminhar dos besouros diminuiu relativamente ao observado sob cargas menores mas não foi inferior ao daqueles isentos de carga forética, indicando dessa forma, não haver prejuízo na dispersão do coleóptero.

Na relação forética entre ácaros e insetos há um histórico de adaptações morfológicas e fisiológicas. Lindquist (1975) relatou a existência de cavidades no corpo de abelhas operárias que funcionariam como acarinário, sugerindo a ocorrência de uma dependência mútua, embora o benefício à abelha fosse desconhecido.

Talvez algum semioquímico (Vilela & Della Lucia 2001) possa estar envolvido na relação forética entre ácaro *A. lacunatus* e o coleóptero *R. dominica*, já que outros exemplos com forésia e semioquímicos se encontram na literatura (Hunter & Rosário 1988; Fatouros *et al.* 2005). Tanto a produção quanto a recepção de sinais químicos pode ser utilizada pelo ácaro para localização do hospedeiro e dispersão eficiente. Por exemplo, para benefício da dispersão pode ter evoluído no ácaro a produção de um aleloquímico que estimula a movimentação do coleóptero. Isto pode ser a explicação para o aparente estímulo ao caminhar observado em coleópteros com carga forética dois, quatro e seis ácaros comparados aos isentos de ácaros foréticos embora valha ressaltar que tal estímulo possa ser também mecânico. Em altas densidades foréticas, porém, o estímulo pode ter sido demasiado resultando em habituação por parte dos besouros, o que explicaria o padrão observado. A relação

forética entre *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e fêmeas de *Pieris brassicae* é mediada por um cairomônio, sendo que o parasitóide intercepta o odor anti-afrodisíaco que o macho da borboleta passa à fêmea durante a cópula, agarrando-se a ela e esperando que faça a postura para então parasitar os seus ovos (Fatouros *et al.* 2005). A relação forética entre o ácaro *Poecilochirus necrophori* Vitzthum (Parasitidae) e o coleóptero *Necrophorus* spp. (Silphidae) é outra situação em que parece haver envolvimento de aleloquímico na forésia (Hunter & Rosário 1988).

Há inúmeros exemplos de relações foréticas entre ácaros e insetos de diversas ordens, relatados por diversos autores (Moser & Cross 1975, Kinn & Witcosky 1978, Feres & Flechtmann 1991, Flechtmann & Baggio 1993, Seeman & Walter 1995, Seeman 1996, Flechtmann & Baggio 1997, Schwarz & Huck 1997, Calisto & Goulart 2000, Rodrigues *et al.* 2001, Baker & Lindquist 2002, Bajerlein & Bloszyk, 2004, Bajerlein & Przewozny, 2005); no entanto, a maioria dos trabalhos se limita apenas ao relato da ocorrência e às adaptações morfológicas e fisiológicas dos ácaros, sendo poucos os que se atêm aos efeitos da forésia para os organismos carregadores e aos fatores que estariam envolvidos. Verificou-se neste trabalho que a forésia afeta a iniciação de vôo e que, dependendo da carga forética, o caminhar de *R. dominica* pode ser estimulado ou não afetado. Todavia não se investigou a presença de possíveis fatores mecânicos ou químicos que estariam mediando o efeito da forésia de *A. lacunatus* sobre iniciação de vôo e caminhar de *R. dominica*. A realização de estudos dessa natureza pode ser de grande importância para melhor entendimento da relação forética entre *A. lacunatus* e *R. dominica*.

5. Literatura Citada

- Aslam, M., D.W. Hagstrum & B.A. Dover. 1994. The effect of photoperiod on the flight activity and biology of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). J. Kans. Entomol. Soc. 67:107-115.
- Bajerlein, D. & J. Bloszyk. 2004. Phoresy of *Uropoda orbicularis* (Acari: Mesostigmata) by beetles (Coleoptera) associated with cattle dung in Poland. Eur. J. Entomol. 101: 185-188.
- Bajerlein, D. & M. Przewozny. 2005. Coprophagous Hydrophilidae beetles (Coleoptera: Hydrophilidae) as carriers of phoretic deutonymphs of *Uropoda orbicularis* (Acari: Mesostigmata) in Poland. Eur. J. Entomol. 102: 119-122.
- Baker, A.S. & E.E. Lindquist. 2002. *Aethosolenia iaselvensis* gen. nov., sp. nov., a new eupodoid mite from Costa Rica (Acari: Prostigmata). Syst. Appl. Acarol. 11:1-11.
- Calisto, M. & M.D.C. Goulart. 2000. Phoretic association between *Nanoclaudius (Plecopteracoluthus)* sp. (Chironomidae: Diptera) and *Thraulodes* sp. (Leptophlebiidae: Ephemeroptera). An. Soc. Entomol. Bras. 29: 605-608.
- Clause, C.P. 1976. Phoresy among entomophagous insects. Annu. Rev. Entomol 21: 343-368.
- Evans, G.O. 1992. Principles of Acarology. Wallingford, CAB International, 563p.
- Faroni, L.R.A., R.N.C. Guedes. & Matioli, A.L. 2001. Effect of temperature on development and population growth of *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) on *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). Biocontrol Sci. Technol. 11:7-14.
- Faryish, D.J. & R.C. Axtell. 1971. Phoresy redefined and examined in *Macrocheles muscaedomestica* (Acarina: Macrochelidae). Acarologia 13: 16-29.
- Fatouros, N.E., M.E. Huigens, J.J.A. van Loon, M. Dicke & M. Hilker. 2005. Chemical communication: Butterfly anti-aphrodisiac lures parasitic wasps. Nature 433, 704.
- Feres, R.J.F. & C.H.W. Flechtmann. 1991. Ocorrência de ácaros “parasitosforéticos” (Acari: Epidermoptidae, Cheyletiellidae) sobre moscas hipoboscídeas de pombo, em São José do Rio Preto, SP. Naturalia 16:155-160.
- Flechtmann, C.H.W & D. Baggio. 1993. On phoresy of hematophagous ectoparasitic acari (Parasitiformes: Ixodidae and Dermanyssidae) on Coleoptera observed in Brazil. Inter. J. Acarol. 19: 195-196.

- Flechtmann, C.H.W & D. Baggio. 1997. A rare finding of *Trouessartia* (Acari: Trouessartiidae) on Passalidae (Insecta: Coleoptera). *Inter. J. Acarol.* 23: 299-300.
- Grieshop, M.J, P.W. Flinn, & J.R. Nechols. 2006. Biological control of Indian mealmoth (Lepidoptera: Pyralidae) on finished stored products using egg and larval parasitoids. *J. Econ. Entomol.* 99: 1080-1084.
- Guedes, R.N.C., S. Kambhampati, B.A. Dover & K.Y. Zhu. 1996. Biochemical mechanisms of organophosphate resistance in *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) populations from the United States and Brazil. *Entomol. Res.* 87: 581-586.
- Houck, M.A. & B.M. OConnor. 1991. Ecological and evolutionary significance of phoresy in the Astigmata. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 611-636.
- Hunter, P.E. & R.M. Rosario. 1988. Associations of Mesostigmata with other arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 33:393-417.
- Inoue, M.S.R. & J.R.P. Parra. 1998. Efeito da temperatura no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819). *Sci. agric.* 16:163-169.
- Jalil, M. & J.G. Rodriguez. 1970. Studies of behavior of *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) with emphasis on its attraction to the house fly. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63: 738-744.
- Kinn, D.N. & J.J. Witcosky. 1978. Variation in southern pine beetle attack height associated with phoretic uropodid mites. *Can. Entomol.* 110:249-251.
- Lindquist, E.E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *Can. Entomol.* 107: 425-437.
- Lorini, I. & D.J. Galley. 1999. Deltamethrin resistance in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae), a pest of stored grain in Brazil. *J. Stored Prod. Res.* 35:37-45.
- Moser, J.C. & E.A. Cross. 1975. Phoretomorph: A new phoretic phase unique to the Pyemotidae (Acarina: Tarsonemidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68: 820-822.
- Moser, J.C. 1976. Surveying mites (Acarina) phoretic on the southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) with sticky traps. *Can. Entomol.* 108: 809-813.
- 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 ITAL* 20: 144-154.

- Price, P.W. 1997. Insect Ecology. New York: John Wiley & Sons, 874p.
- Rodrigues, S.R., L.C. Marchini & J.J. Carbonari. 2001. Ácaros das famílias Scutacaridae e Pygmephoridae (Acari: Heterostigmata) associados a besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) no Brasil. Neotrop. Entomol. 30: 387-390.
- Sartori, M. R. 1993. Resistência de pragas de grãos, p. 28-43. In: EMBRAPA-CNPT (ed.). Simpósio de Proteção de Grãos Armazenados. Passo Fundo, UPF. 47 p.
- Schwarz, H.H. & K. Huck. 1997. Phoretic mites use flowers to transfer between foraging bumblebees. Insect. Soc. 44:303-310.
- Seeman, O.D. & D.E. Walter. 1995. Life history of *Afrocypholaelaps africana* (Evans) (Acari: Ameroseiidae). J. Aust. Entomol. Soc. 34:45-50.
- Seeman, O.D. 1996. Flower mites and phoresy: the biology of *Hattena panopla* Domrow and *Hattena cometis* Domrow (Acari: Mesostigmata: Ameroseiidae). Aust. J. Zool. 44:193-203.
- SPSS Inc., 2000a. SigmaPlot 2000 User's Guide, Revised Edition. SPSS Inc., Chicago.
- SPSS Inc., 2000b. TableCurve 2D. User's Guide. SPSS Inc., Chicago.
- Steinkraus, D.C. & E.A. Cross. 1993. Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, sp. (Acari, Prostigmata: Acarophenacidae), an egg parasite of the Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 86:239-249.
- Vilela E.F. & T.M.C. Della Lucia. 2001. Introdução aos semioquímicos e terminología. In E.F. Vilela & T.M.C. Della Lucia (eds.). Feromônios de insetos: biologia, química e aplicação 2ª edição, Holos, 206 p.
- Wilson, D.S. and W.G. Knollenberg, 1987. Adaptive indirect effects: the fitness of burying beetles with and without their phoretic mites. Evol. Ecol. 1: 139-159.

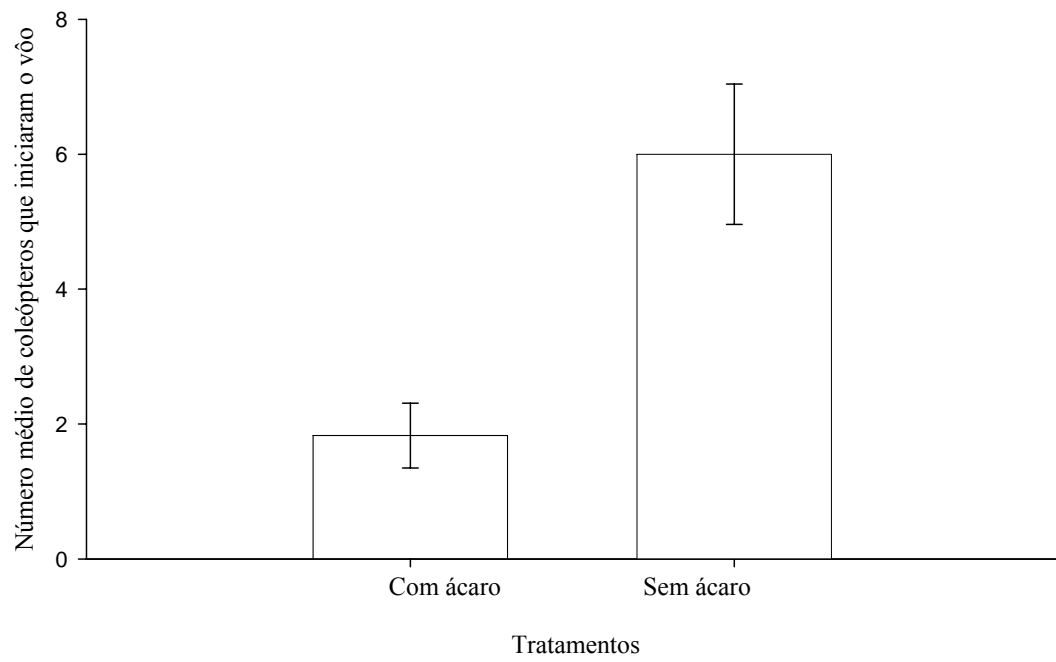


Figura 1. Média do número de coleópteros *Rhyzopertha dominica* infestados ou não pelo ácaro *Acarophenax lacunatus* que iniciaram vôo. As barras verticais representam o erro padrão.

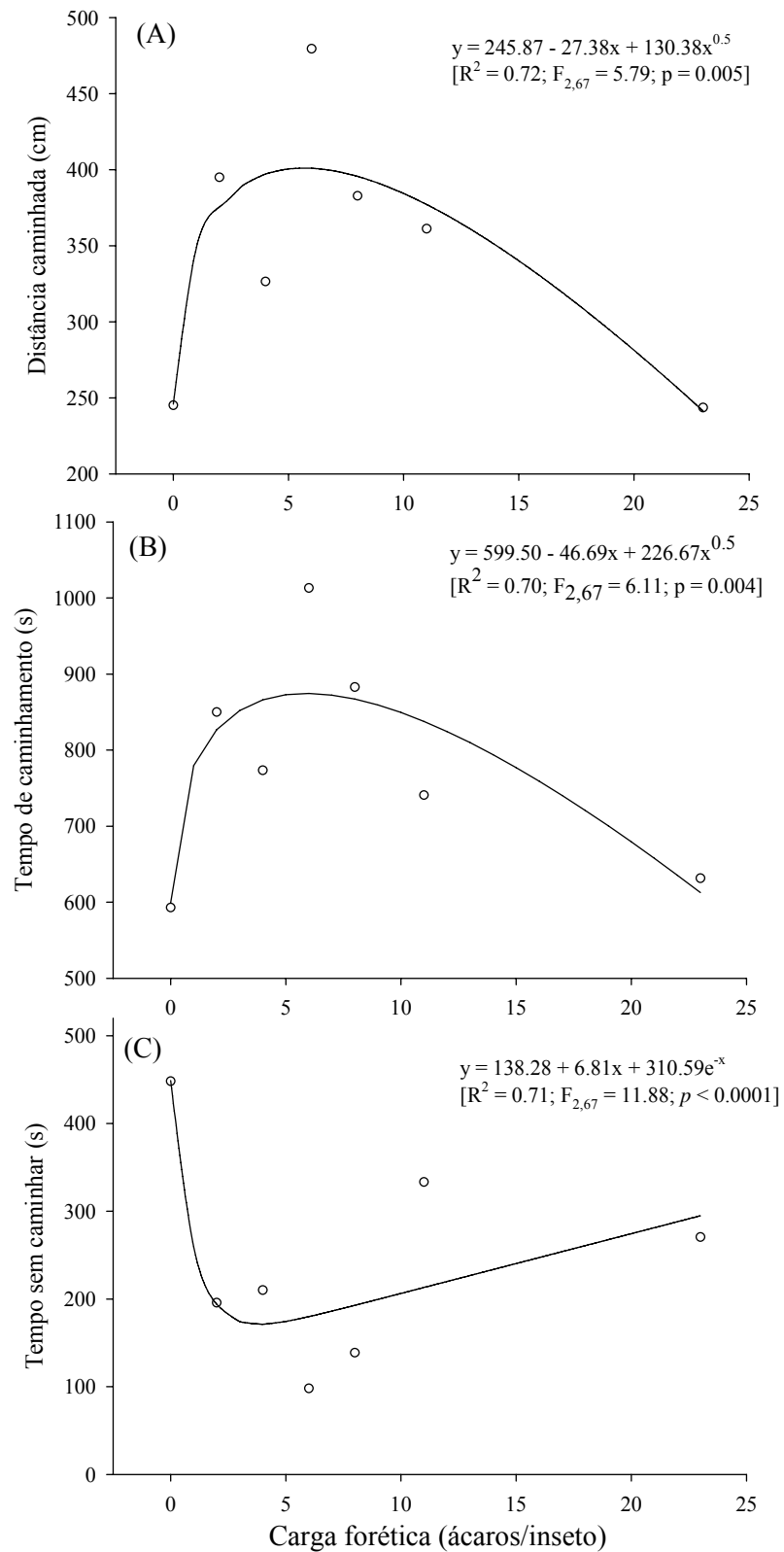


Figura 2. Comportamento do coleóptero *Rhyzopertha dominica* após ser infestado com diferentes densidades do ácaro forético de *Acarophenax lacunatus*: (A) distância caminhada (cm), (B) tempo de caminhamento (s) e (C) tempo sem caminhar (s).

Conclusões Gerais

Por meio do estudo do comportamento de parasitismo do ácaro *A. lacunatus* sobre ovos de *R. dominica*, foram descritos os padrões comportamentais por meio de um etograma. Observou-se que são exibidas pelo ácaro as seguintes categorias comportamentais: marcha exploratória inicial, marcha exploratória após o encontro do ovo e parasitismo propriamente dito.

Quanto ao impacto da forésia na iniciação de vôo e no caminhamento de *R. dominica* observou-se que a carga forética afeta os parâmetros analisados. Esta relação forética indica que há uma limitação na dispersão de *R. dominica* com o aumento da carga forética, entretanto são necessários estudos que esclareçam, quais fatores são responsáveis por esta limitação.

Apesar das informações acrescentadas com a presente pesquisa, estudos adicionais devem ser realizados visando melhor conhecimento dos fatores relacionados à forésia de *A. lacunatus* em *R. dominica*, que limitam o deslocamento e conseqüentemente a dispersão desse coleóptero.