

BIOLOGICAL CONTROL

Eficiência do Cuidado Maternal de *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) Contra Inimigos Naturais do Estágio de Ovo

ADÃO V. SANTOS E GILBERTO S. ALBUQUERQUE

Lab. Proteção de Plantas, CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense,
Av. Alberto Lamego, 2000, Campos dos Goytacazes, RJ, 28015-620, e-mail: adao@uenf.br, gsa@uenf.br

Neotropical Entomology 30(4): 641-646 (2001)

Efficiency of the Maternal Care of *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) Against Natural Enemies of the Egg Stage

ABSTRACT – This study was carried out on trees of the host plant *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae), to evaluate the potencial benefits gained from maternal care in *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius). Three kinds of sleeve cages were used: with no access to natural enemies (=control); with access only to parasitoids, and with access to all natural enemies (predators and parasitoids). A fourth treatment consisted of complete exposure, with no cage. For all treatments, there was a condition in which the egg mass was protected by the mother and one in which the mother was removed. This experiment was repeated 15 times on different dates. Egg masses were also collected in the field to assess the parasitism rates under natural conditions. The predation rate in unprotected egg masses was 100% in less than 24h, whereas no egg was fed upon when the mother was present. Parasitism rates in the sleeve cage treatments, caused exclusively by *Phanuropsis semiflaviventris* Girault (Hymenoptera: Scelionidae), were 41.6% and 69.5% in egg masses protected and not protected by the mother, respectively. Under natural conditions, parasitism rates were 66.4%, 20.1%, and 62.2% in the periods of December/96-March/97, August-October/97, and November/97-February/98, respectively. Eggs located on the outside edge of the egg mass experienced higher levels of parasitism than the internal ones. These results show that the female defense is highly effective against predators, but not so effective against the parasitoid *P. semiflaviventris*. The adaptive value of the maternal care in *A. sepulcralis* (trade-off between benefits and costs) as a strategy for offspring survival is discussed.

KEY WORDS: Insecta, parasitism, *Phanuropsis semiflaviventris*, predation, subsocial behavior.

RESUMO – Para avaliar os benefícios do cuidado maternal em *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius), foram realizados estudos de campo, em árvores da planta hospedeira *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae). Utilizaram-se três tipos de gaiolas de exclusão: sem o acesso de inimigos naturais (=controle); acesso apenas a parasitóides e acesso a todos os inimigos naturais, além de um tratamento onde as posturas foram avaliadas sem gaiola. Para cada tratamento, usou-se uma condição onde a fêmea protegia a postura e uma onde esta foi removida. Para avaliar a taxa de parasitismo em ambiente natural, foram coletadas posturas no campo em três épocas diferentes. A taxa de predação nas posturas desprovidas de cuidado maternal foi de 100%, em um período inferior a 24 h, enquanto que, na presença da mãe, não houve predação. A taxa de parasitismo no experimento com gaiolas de exclusão, causada exclusivamente por *Phanuropsis semiflaviventris* Girault (Hymenoptera: Scelionidae), foi de 69,5% e 41,6% para as posturas sem e com o cuidado materno, respectivamente. Já a taxa de parasitismo em ambiente natural foi de 66,4%, 20,1% e 62,2% para os períodos de dezembro/96 a março/97, agosto a outubro/97 e novembro/97 a fevereiro/98, respectivamente. Os ovos externos da postura foram significativamente mais parasitados que os da parte interna. Portanto, a fêmea de *A. sepulcralis* foi muito eficiente contra a ação de predadores, mas nem tanto contra parasitóides. O valor adaptativo do cuidado maternal em *A. sepulcralis* (balanço entre benefícios e custos) como estratégia de sobrevivência da prole é discutido.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, comportamento subsocial, parasitismo, *Phanuropsis semiflaviventris*, predação.

O comportamento subsocial, que se caracteriza pelo cuidado que a fêmea e/ou macho exerce sobre a prole, protegendo-a contra inimigos naturais ou dessecação, já foi observado em muitas espécies de insetos, distribuídas em 11 ordens. A proteção tem início no momento da oviposição e pode estender-se até o quarto ou quinto instar, dependendo da espécie (Callan 1944a,b, Wilson 1971, Eberhard 1975, Maschwitz & Gutmann 1979, Eickwort 1981, Tallamy & Denno 1981, Tallamy 1984, Kudo *et al.* 1995, Mappes *et al.* 1995, Tsukamoto *et al.* 1995).

Considerando-se os custos envolvidos nas espécies que exibem o comportamento subsocial (Tallamy 1984, Santos & Albuquerque 2001), inicialmente se acreditava que esse comportamento teria evoluído para aumentar as chances de sobrevivência da prole. Entretanto, estudos recentes têm sugerido que isso nem sempre acontece (Eberhard 1975, Tallamy & Denno 1981, 1982, Tallamy & Schaefer 1997). É o caso de algumas espécies de Hemiptera subsociais que apresentam grande eficiência de proteção da sua prole contra predadores, porém são ineficientes na defesa contra parasitóides (Kudo 1996, Kudo & Ishibashi 1996).

Em *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius), espécie subsocial com proteção materna dos ovos e ninfas de primeiro e segundo ínstares (Santos & Albuquerque 2001), observações preliminares demonstraram que suas posturas sofrem o ataque do parasitóide *Phanuropsis semiflaviventris* Girault (Hymenoptera: Scelionidae). Porém, desconheciam-se a eficácia do cuidado exercido pelas fêmeas em relação tanto a esse parasitóide como a seus inimigos naturais (predadores e outros parasitóides) em conjunto. Em geral, uma grande porcentagem dos ovos de outras espécies de *Antiteuchus* é perdida para parasitóides (Callan 1944a, Eberhard 1975, Salas 1984, Johnson 1987a,b, Loiacono 1995). Portanto, a hipótese testada neste trabalho foi a de que o comportamento de defesa de *A. sepulcralis* evoluiu como estratégia de sobrevivência para sua prole frente ao ataque de inimigos naturais. Para isto, estudaram-se as relações entre *A. sepulcralis* e seus predadores e parasitóides, visando revelar os benefícios envolvidos com o cuidado maternal nesta espécie, bem como fornecer subsídios para o entendimento da evolução desse comportamento tanto nesta como em outras espécies subsociais.

Material e Métodos

Experimento de Campo com Gaiolas de Exclusão. Este experimento foi conduzido em árvores de *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae) localizadas na região central de Campos dos Goytacazes, RJ (21°44'S e 41°18'O), onde *A. sepulcralis* ocorre naturalmente. Utilizaram-se três tipos de gaiolas de exclusão (= tratamentos) confeccionadas em filó: a) um que não permitiu o acesso de inimigos naturais (=controle), malha de 40 x 40 furos por cm², b) um com acesso apenas para parasitóides, malha de 8 x 8 furos por cm² e c) um onde todos os inimigos naturais tiveram acesso, tela do item b com furos manuais >3 cm de diâmetro. Também houve um tratamento onde as posturas foram acompanhadas sem gaiola alguma. Para cada tratamento, usou-se uma condição onde a fêmea protegia a postura e uma onde esta foi removida. Nas gaiolas de acesso somente a parasitóides,

colocou-se uma fita adesiva coberta com resina sintética em volta do galho logo abaixo da base das gaiolas. Isto impediu o acesso de possíveis predadores, como formigas e outros predadores caminhadores. Foram feitas 15 repetições de cada tratamento em datas diferentes, sendo que em cada data era acompanhado pelo menos um tratamento de cada tipo.

Devido à indisponibilidade de insetos no período do experimento, posturas recém-ovipositadas com suas respectivas fêmeas foram coletadas em São Fidélis, RJ, e transportadas em caixas térmicas para o local do experimento. As folhas com as posturas foram aderidas na planta-destino com o auxílio de um grampeador, o que não interferiu na proteção materna. Além das gaiolas-controle, foram mantidas posturas em câmara do tipo BOD para a verificação de possível parasitismo antes do início do teste, o que não seria esperado uma vez que em São Fidélis não se registrou a ocorrência do parasitóide.

Antes do início do experimento, todas as gaiolas foram lavadas com detergente neutro (solução de Extran). As gaiolas foram instaladas na porção terminal dos ramos, procurando-se manter um número e tamanho de folhas aproximados, bem como a presença de brácteas e folhas novas dentro de cada gaiola. Antes da colocação da gaiola, todos os artrópodos foram removidos manualmente das folhas e ramos. As gaiolas foram observadas diariamente até a fêmea cessar o seu comportamento de proteção.

Taxas de Parasitismo em Ambiente Natural. Foram feitas coletas de posturas de *A. sepulcralis* nas plantas hospedeiras *Bauhinia* sp. (Leguminosae) e principalmente *H. pernambucensis*, em áreas urbanas de Campos dos Goytacazes, nos períodos de dezembro/1996 a março/1997, agosto a outubro de 1997 e de novembro/1997 a fevereiro/1998. As posturas coletadas foram mantidas em câmara BOD no interior de placas de Petri com papel filtro umedecido com água destilada. As posturas foram observadas diariamente até a emergência dos parasitóides. Em seguida, contou-se o número de ovos parasitados na parte externa (E) e interna (I) da postura (Fig. 1). Os ovos parasitados

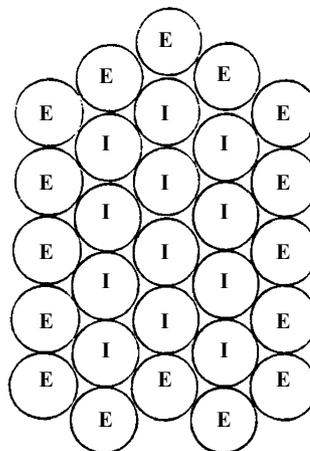


Figura 1. Disposição esquemática dos ovos externos (E) e internos (I) na postura de *A. sepulcralis* (adaptada de Eberhard 1975 e Salas 1984)

apresentam características muito peculiares que facilitam o seu reconhecimento, mesmo alguns dias após a emergência dos parasitóides adultos (Eberhard 1975, Umaña & Carballo 1995).

Análise Estatística. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através do teste Tukey ($P < 0,05$). Previamente, os dados foram transformados usando-se a fórmula $\sqrt{(x+1/2)}$, a fim de eliminar os valores nulos encontrados durante a avaliação das taxas de predação e parasitismo.

Resultados

Experimento de Campo com Gaiolas de Exclusão.

Observou-se uma redução significativa no número de ninfas eclodidas de todas as posturas sem a proteção materna, quando comparadas com as que receberam o cuidado materno, exceto no controle, onde apenas alguns ovos inviáveis não deram origem a ninfas (Fig. 2). Já nas gaiolas que permitiram o acesso a todos os inimigos naturais (Fig. 2, tratamentos 3 e 4), as posturas desprovidas da proteção materna foram totalmente predadas, em um período inferior a 24 h, durante a noite. Nas posturas com proteção materna, tanto nos tratamentos com e sem gaiola, as perdas só se deveram ao ataque de parasitóides.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos com proteção materna para as gaiolas que deram acesso apenas a parasitóides e as que permitiram o acesso a todos os inimigos naturais (Fig. 2, tratamento 2 e 3); em ambos, um pouco mais da metade dos ovos deram origem a ninfas, enquanto os demais foram parasitados por *P. semiflaviventris*. Por outro lado, houve diferença significativa entre estes dois tratamentos e aquele sem gaiola, onde mais da metade dos ovos foi parasitada (Fig. 2, tratamento 4).

Quando expostos somente ao ataque de parasitóides, a taxa de parasitismo dos ovos de *A. sepulcralis* sem a proteção

materna foi de 69,5% e a dos ovos protegidos pela mãe foi de 41,6%.

Taxas de Parasitismo em Ambiente Natural. A taxa de parasitismo das posturas de *A. sepulcralis* coletadas no campo foi de 66,4% para o período de dezembro/96 a março/97, 20,1% para o período de agosto a outubro/97 e 62,2% para o período de novembro/97 a fevereiro/98. Dos ovos parasitados, os que se localizaram na parte externa da postura foram significativamente mais parasitados do que aqueles localizados na parte interna, em todos os períodos; a porcentagem de ovos externos parasitados foi no mínimo o dobro daquela dos ovos internos (Fig. 3).

Discussão

Apesar de o cuidado exercido pelas fêmeas de *A. sepulcralis* ter resultado em alguma proteção contra parasitóides, o fato de nenhum ovo ter sido predado na presença da mãe indica que a maior eficiência de proteção da postura ocorre contra predadores. A fêmea pode deter o ataque de predadores defendendo ativamente sua postura, através de estratégias específicas de defesa, por exemplo atacando ou ameaçando o intruso com o movimento das asas (Santos & Albuquerque 2001). Alguns predadores ainda podem ser inibidos pela simples presença da fêmea na postura (Tallamy & Denno 1981, Kudo *et al.* 1992). Não foi observado nenhum ataque direto aos ovos de *A. sepulcralis* por qualquer predador; porém, a fêmea apresenta movimentos de defesa e agressão, inclusive com o uso de alomônio, frente a ameaças feitas artificialmente (Santos & Albuquerque 2001). Isso nos permite inferir que o sucesso dessa espécie em manter os predadores afastados de sua postura deve-se à defesa ativa contra os mesmos, pois, em algumas espécies subsociais, as fêmeas que respondem agressivamente a ameaças artificiais também o fazem frente a predadores (Tallamy & Denno 1981).

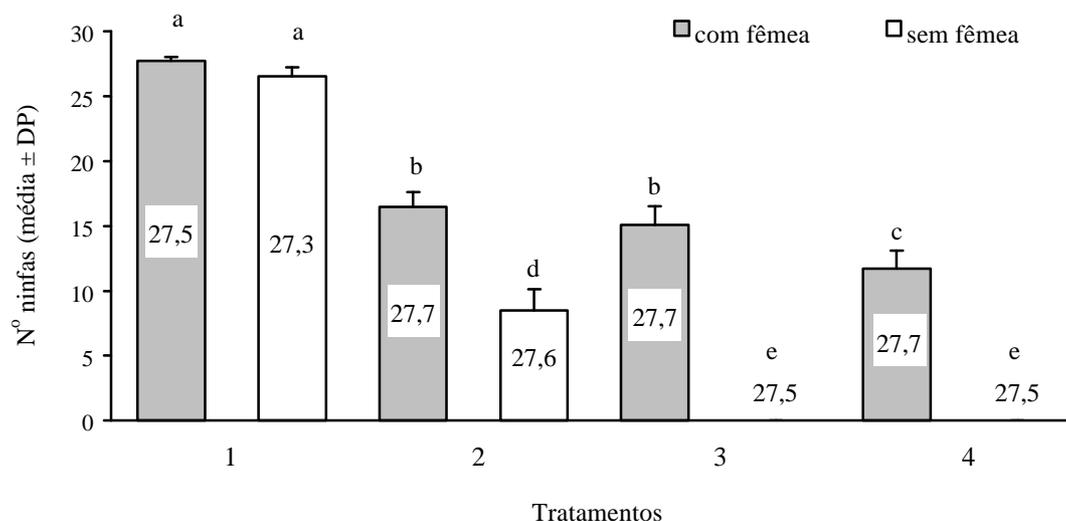


Figura 2. Número de ninfas de *A. sepulcralis* eclodidas em experimento de campo utilizando gaiolas de exclusão (tratamento 1 = controle, 2 = acesso a parasitóides, 3 = acesso a todos os inimigos naturais, 4 = posturas sem gaiola). Valores nas barras = número médio de ovos/postura (N=15). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

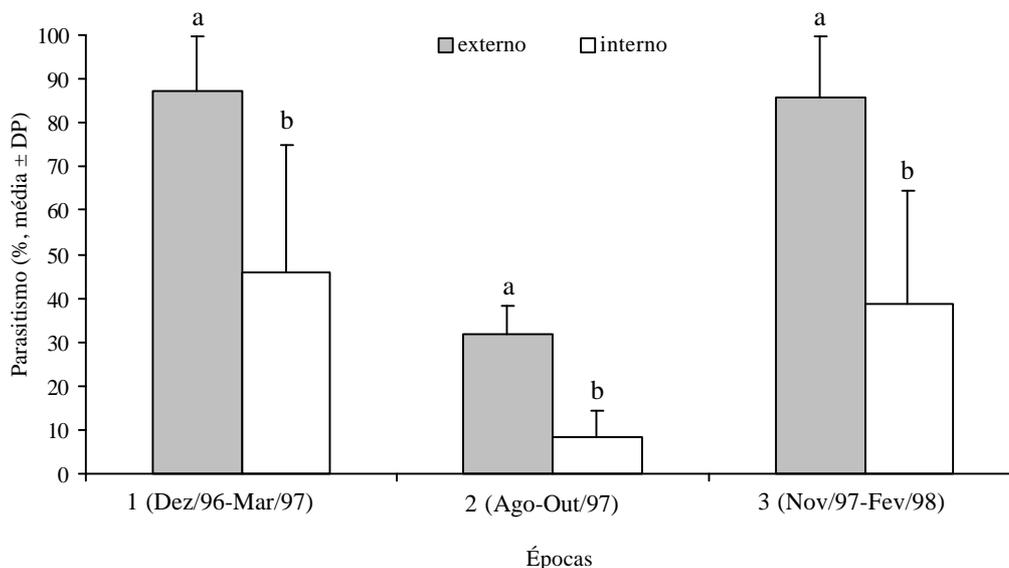


Figura 3. Taxa de parasitismo de ovos de *A. sepulcralis* por *P. semiflaviventris* em ambiente natural, de acordo com sua posição na postura. Parasitismo médio da época 1 = 66,4% (N=50), 2 = 20,1% (N=20), e 3 = 62,2% (N=50). Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada época, diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A alta taxa de predação que pode ocorrer sem a proteção materna parece ser o fator determinante do cuidado maternal em *A. sepulcralis*, assim como ocorre na grande maioria das espécies subsociais (Tallamy & Denno 1981, Tallamy 1984, Kudo *et al.* 1992, 1995, Kudo & Nakahira 1993, Mappes & Kaitala 1994, Kudo & Ishibashi 1995, 1996, Kudo 1996). Essa alta predação pode ser explicada pelo fato de que insetos que apresentam agregação de ovos ou ninfas aumentam a probabilidade de serem atacados por predadores, uma vez que estes exercem maior atratividade em relação àqueles solitários, que representam fontes de alimento isoladas (Tallamy 1984, Mappes *et al.* 1995). Os ovos são fontes ricas em proteínas e tornam-se altamente atrativos para os predadores quando agrupados e, principalmente, quando não possuem proteção física, como secreções ou outros materiais de proteção (Tallamy 1982). Já que os ovos de *A. sepulcralis* são depositados em grupos de 28, em média, isto provavelmente determina uma grande atratividade a predadores.

As posturas sem a proteção materna tiveram taxa de parasitismo mais elevada que as com proteção da mãe, o que difere do obtido por Eberhard (1975), que concluiu que a atração do parasitóide *P. semiflaviventris* pelos ovos de *A. tripterus* se dá apenas pela atração visual da fêmea do hospedeiro na postura, não havendo atração química pelos ovos (mas o autor não fez nenhum teste com aleloquímicos). Esse autor também não conseguiu induzir a oviposição do parasitóide nas posturas de *A. tripterus* em laboratório, fato conseguido muito facilmente com *A. sepulcralis*. Salas (1984) também observou que *P. semiflaviventris* tem a capacidade de parasitar posturas indefesas quando localizadas.

A taxa de parasitismo de 69% demonstra que *P. semiflaviventris* apresenta uma estratégia de oviposição que supera as defesas da fêmea. O parasitóide, quando em grupo,

obtem um sucesso de oviposição maior do que indivíduos solitários (Santos & Albuquerque 2001). No campo, observaram-se posturas que estavam sendo atacadas por até cinco parasitóides ao mesmo tempo, mas o número pode ser maior, dependendo da população de parasitóides no local.

Apesar da diferença significativa entre os tratamentos com e sem gaiola, houve parasitismo em todas as posturas encobertas por gaiolas (Fig. 2, tratamentos 2 e 3), mostrando que o uso das mesmas não afetou em muito a capacidade de busca de *P. semiflaviventris*. Um parasitismo maior nas posturas sem gaiolas era esperado, pelo livre acesso às mesmas, mas este foi somente cerca de 15% superior, em média.

Para explicar o sucesso que os parasitóides da família Scelionidae apresentam em parasitar os ovos de *A. tripterus*, Eberhard (1975) formulou a hipótese de que o pentatomídeo evoluiu de um ancestral não subsocial, com ovos de superfícies resistentes ao ataque de predadores, porém suscetíveis a determinados parasitóides também da família Scelionidae. A guarda dos ovos contra os parasitóides resultou em uma proteção incidental contra os predadores, o que permitiu a produção de ovos com o cório mais delgado, economizando recursos. Os parasitóides contra-evoluíram e superaram as defesas da fêmea, deixando o pentatomídeo “preso” à postura, que então se encontra desprotegida contra o ataque de predadores. *A. sepulcralis*, que também sofre o ataque de *P. semiflaviventris* e é altamente suscetível a predadores, poderia ser mais uma espécie, aliás muito próxima de *A. tripterus*, a reforçar essa hipótese. Entretanto, são necessários estudos evolutivos e filogenéticos para comprovar tal inferência.

O cuidado maternal como estratégia de vida somente seria adaptativo frente a um fator que reduzisse fortemente a sobrevivência da prole, neste caso predação, e se o número

de ninfas que chegasse à fase reprodutiva fosse maior do que o que ocorreria sem a presença desta estratégia (Tallamy 1982, 1984, Tallamy & Denno 1982). As altas taxas de predação, que nem sequer permitem a eclosão dos ovos, nos levam a concluir que a proteção materna em *A. sepulcralis* é uma estratégia que traz enormes benefícios para a espécie e que aparentemente supera os custos envolvidos (Santos & Albuquerque 2001). Esse comportamento permite que pelo menos uma parte da prole atinja a fase reprodutiva, garantindo a sobrevivência das populações de *A. sepulcralis*.

Agradecimentos

A Jacquelyn L. Blackmer, Ricardo F. Monteiro e Magali Hoffmann pelas críticas e sugestões ao manuscrito. A Norman F. Johnson (Ohio State University) pela identificação de *P. semiflaviventris* e a Jocélia Grazia e José A. M. Fernandes (UFRGS) pela identificação de *A. sepulcralis*. À FENORTE pelo financiamento da pesquisa e pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor e ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao segundo autor.

Literatura Citada

- Callan, E. McC. 1944a.** A note on *Phanuropsis semiflaviventris* Girault (Hym. Scelionidae), an egg-parasite of cacao stink-bugs. Proc. R. Entomol. Soc. Lond.(A) 19: 48-49.
- Callan, E. McC. 1944b.** Cacao stink bugs (Hem., Pentatomidae) in Trinidad, B.W.I. Rev. Entomol. 15: 321-324.
- Eberhard, W.G. 1975.** The ecology and behavior of a subsocial pentatomid bug and two scelionid wasps: strategy and counterstrategy in a host and its parasites. Smithson. Contrib. Zool. 205, 39p.
- Eickwort, G.C. 1981.** Presocial insects, p. 199-280. In H.R. Hermann (ed.), Social insects, v. 2. New York, Academic Press, 491 p.
- Johnson, N.F. 1987a.** The Neotropical genus *Phanuropsis* Girault (Hymenoptera: Scelionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 80: 660-663.
- Johnson, N.F. 1987b.** Systematics of New World *Trissolcus*, a genus of pentatomid egg-parasites (Hymenoptera: Scelionidae): Neotropical species of the *flavipes* group. J. Nat. Hist. 21: 285-304.
- Kudo, S. 1996.** Ineffective maternal care of a subsocial bug against a nymphal parasitoid - a possible consequence of specialization to predators. Ethology 102: 227-235.
- Kudo, S. & E. Ishibashi. 1995.** Notes on maternal care in the ovoviviparous leaf beetle *Gonioctena japonica* (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. Entomol. 127: 275-276.
- Kudo, S. & E. Ishibashi. 1996.** Maternal defence of a leaf beetle is not effective against parasitoids but is against pedestrian predators. Ethology 102: 560-567.
- Kudo, S., E. Ishibashi & S. Makino. 1995.** Reproductive and subsocial behaviour in the ovoviviparous leaf beetle *Gonioctena sibirica* (Coleoptera: Chrysomelidae). Ecol. Entomol. 20: 367-373.
- Kudo, S., K. Maeto & K. Osaki. 1992.** Maternal care in the red-headed spruce web-spinning sawfly, *Cephalcia isschikii* (Hymenoptera: Pamphiliidae). J. Insect Behav. 5: 783-795.
- Kudo, S. & T. Nakahira. 1993.** Brooding behavior in the bug *Elasmucha signoreti* (Heteroptera: Acanthosomatidae). Psyche 100: 121-126.
- Loiácono, M.S. 1995.** Sobre *Phanuropsis semiflaviventris* (Hymenoptera: Scelionidae), parasitoide de posturas de pentatomidos. Rev. Soc. Entomol. Argent. 54: 75-76.
- Mappes, J. & A. Kaitala. 1994.** Experiments with *Elasmucha grisea* L. (Heteroptera: Acanthosomatidae): does a female parent bug lay as many eggs as she can defend? Behav. Ecol. 5: 314-317.
- Mappes, J., A. Kaitala & R.V. Alatalo. 1995.** Joint brood guarding in parent bugs - an experiment on defence against predation. Behav. Ecol. Sociobiol. 36: 343-347.
- Maschwitz, U. & C. Gutmann. 1979.** Spur- und alarmstoffe bei der gefleckten brutwanze *Elasmucha grisea* (Heteroptera: Acanthosomatidae). Insectes Sociaux 26: 101-111.
- Salas, J. 1984.** Parasitismo natural de huevos de *Antiteuchus tripterus* (Hemiptera: Pentatomidae) por *Phanuropsis semiflaviventris* (Hymenoptera: Scelionidae) con observaciones etiológicas del parasito y el huesped. Agron. Trop. 34: 7-13.
- Santos, A.V. & G.S. Albuquerque. 2001.** Custos ecofisiológicos do cuidado maternal em *Antiteuchus sepulcralis* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae). Neotrop. Entomol. 30: 105-111.
- Tallamy, D.W. 1982.** Age specific maternal defense in *Gargaphia solani* (Hemiptera: Tingidae). Behav. Ecol. Sociobiol. 11: 7-11.
- Tallamy, D.W. 1984.** Insect parental care. Bioscience 34: 20-24.
- Tallamy, D.W. & C. Schaefer. 1997.** Maternal care in the Hemiptera: ancestry, alternatives, and current adaptive value, p. 94-115. In J.C. Choe & B.J. Crespi (eds.), The evolution of social behavior in insects and arachnids. Cambridge, Cambridge University Press, 541p.

- Tallamy, D.W. & R.F. Denno. 1981.** Maternal care in *Gargaphia solani* (Hemiptera: Tingidae). *Anim. Behav.* 29: 771-778.
- Tallamy, D.W. & R.F. Denno. 1982.** Life history trade-offs in *Gargaphia solani* (Hemiptera: Tingidae): the cost of reproduction. *Ecology* 63: 616-620.
- Tsukamoto, L.F., S. Nomakuchi, K. Kuki & S. Tojo. 1995.** Adaptiveness of parental care in *Parastrachia japonensis* (Hemiptera: Cydnidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88: 374-383.
- Umaña, E. & M. Carballo. 1995.** Biología de *Antiteuchus tripterus* L. (Hemiptera: Pentatomidae) y su parasitoide *Trissolcus radix* (Johnson) (Hymenoptera: Scelionidae) en macadamia. *Man. Integr. Plagas* 38: 16-19.
- Wilson, E.O. 1971.** *The insect societies*. Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press., 548p.

Received 04/05/01. Accepted 03/10/01.
