

WALKYMÁRIO DE PAULO LEMOS

**Fitofagia do Predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)
no Campo: Aspectos Morfo-Fisiológicos e Populacionais**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005**

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

T

L557f
2005 Lemos, Walkymário de Paulo, 1973-
Fitofagia do predador *Brontocoris tabidus* (Heterop-
tera : Pentatomidae) no campo : aspectos morfo-fisio-
lógicos e populacionais / Walkymário de Paulo Lemos.
– Viçosa : UFV, 2005.
xiv, 161f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Brontocoris tabidus* - Anatomia. 2. Aparelho
genital - Anatomia. 3. Aparelho genital - Histologia.
4. Corpo gorduroso. 5. Percevejo (Inseto) - Controle
biológico. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 571.15754

WALKYMÁRIO DE PAULO LEMOS

**Fitofagia do Predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)
no Campo: Aspectos Morfo-Fisiológicos e Populacionais**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de "*Doctor Scientiae*".

APROVADA: 24 de junho de 2005

Prof. José Eduardo Serrão
(Conselheiro)

Dra. Teresinha Vinha Zanuncio
(Conselheira)

Dr. Fausto da Costa Matos Neto

Dr. Eduardo Dias Wermelinger

Prof. José Cola Zanuncio
(Orientador)

À Deus, luz que ilumina todos os meus passos e força que me revigora a cada amanhecer.

Ào meu pai, Walmir Paulo, pelo estímulo e confiança e aos meus irmãos, Walmir P. Júnior. e Waldevanyo Lemos, pela amizade sólida, apesar da distância, e compreensão em todos os momentos de nossas vidas.

Àos amigos, próximos ou distantes, que participaram do meu crescimento pessoal e profissional, revelando-me o verdadeiro valor de uma grande amizade.

Àos obstinados cientistas brasileiros que, apesar das dificuldades, nos mostram o quanto é bela e gratificante a nossa profissão.

DEDICO

Às mulheres da minha vida... Minha mãe, Maria Lemos, pela vida, amor e verdadeiro exemplo de força, dedicação e sapiência, mesmo não tendo tido possibilidade de frequentar a academia; a minha noiva, Flane Melo, pelo amor, companheirismo, amizade, estímulos e confiança; e as minhas belas sobrinhas, Nathalya e Nayra, por demonstrar-me o verdadeiro amor através de um simples e sincero sorriso.

OPEREÇO

*"A realidade de hoje, foi o sonho de ontem;
o sonho de hoje, será a realidade de amanhã;
e em todas as épocas zombou-se dos sonhadores"*

(ZÁLKIND PIATIGÓRSKY)

*"Qualquer homem pode tornar-se grande
se realizar as coisas mais simples da vida
animado de um forte e sincero desejo de ser útil
aos outros, seja qual for a sua profissão."*

(EDUARDO CIRÃO)

AGRADECIMENTOS

A DEUS pelo dom da vida, inspiração e força para superar os obstáculos cotidianos que a vida nos oferece.

Aos meus familiares, especialmente pais e irmãos, pelo amor incondicional, incentivo e compreensão da minha ausência.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pelas condições oferecidas para a realização do Doutorado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela oportunidade de finalização do curso através da incorporação excepcional ao programa de pós-graduação da empresa.

À Embrapa Amazônia Oriental, especialmente as Chefias Geral e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), pelo apoio irrestrito demonstrado desde o início da minha contratação e pela sensibilidade para a minha liberação para coleta de dados.

Ao professor José Cola Zanuncio, pela amizade construída com o tempo, pelos estímulos e ensinamentos repassados, pelas oportunidades oferecidas durante a pós-graduação e orientação na elaboração, condução e escrita da tese.

Ao meu primeiro orientador na UFV, professor José Eduardo Serrão, pela excelente acolhida, amizade sincera, prestatividade, ensinamentos compartilhados e participação decisiva na execução e escrita desta pesquisa.

Ao eterno orientador e pai científico, Dr. Francisco S. Ramalho, pesquisador entomólogo da Embrapa Algodão, pelas primeiras informações

entomológicas repassadas e pelos ensinamentos ao longo da minha vida estudantil e profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo durante o início do curso.

Ao funcionário do laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, Reginaldo Medeiros, pela substituição nas coletas de dados nos projetos durante minha ausência da unidade.

Aos colegas pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental pela excelente acolhida e confiança depositada.

Aos professores do curso de pós-graduação em Entomologia pelos ensinamentos, especialmente Raul Guedes pela convivência amigável, disponibilidade e atenção dispensada.

Aos amigos do programa de pós-graduação em Entomologia, em especial Adrian Molina-Rugama, Aline, Ana Margarete, Carlos Alberto, Claudia Helena, Fabrício, Fadini, Fernando Freitas, Ilka, Janina, João Alfredo, Jorge Cordeiro, José Milton, Mábio, Madu, Romero, Rômulo, Rosenilson, Salazar Júnior, Simone, Tobias Baruc e Walter, pelas alegrias compartilhadas, troca de experiências e obstáculos enfrentados juntos.

As amigas especiais Ethel e Guta, pelas ótimas gargalhadas em conjunto bem como pelos inúmeros momentos de discussões que muito contribuíram para o nosso crescimento pessoal e profissional.

A todos do laboratório de Controle Biológico de Insetos do BIOAGRO/UFV, particularmente Sr. Moacir, pela saudável convivência e auxílios nos momentos oportunos.

À estimada e prestativa secretária do programa de pós-graduação em Entomologia (UFV), Maria Paula A. da Costa, pelo carinho, delicadeza e, acima de tudo, eficiência.

Aos que, em algum momento, contribuíram para o êxito desta pesquisa.

BIOGRAFIA

Walkymário de Paulo Lemos, filho de Walmir Paulo e Maria Lemos Paulo, é natural de Itaporanga, Paraíba, Brasil, tendo nascido no dia 14 de agosto de 1973.

Iniciou a graduação em Agronomia em 1991 pela Universidade Federal da Paraíba em Areia, Paraíba, finalizando-a em fevereiro de 1997 quando obteve o título de Engenheiro Agrônomo.

Foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq na Unidade de Controle Biológico da Embrapa Algodão em Campina Grande, Paraíba, de 1995 a 1997. Após a conclusão da graduação, foi bolsista de aperfeiçoamento do CNPq na mesma instituição, de 1997 a 1999.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, defendendo tese em março de 2001.

Em agosto de 2002, ingressou no programa de Pós Graduação em Entomologia, nível de Doutorado, do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, defendendo tese em junho de 2005.

Aprovado no concurso da Embrapa em agosto de 2001, foi contratado por essa instituição em 28 de abril de 2003, estando lotado na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, ocupando o cargo de Pesquisador Entomólogo.

CONTEÚDO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUÇÃO | 01 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 15 |
| | |
| Morfo-fisiologia do Corpo Gorduroso e Órgão Reprodutor de Fêmeas do Predador <i>Brontocoris tabidus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) com Diferentes Dietas em Campo | 33 |
| ABSTRACT | 34 |
| RESUMO | 35 |
| Introdução | 36 |
| Material e Métodos | 40 |
| Resultados | 46 |
| Discussão | 63 |
| Agradecimentos | 74 |
| Referências | 75 |
| | |
| Morfo-fisiologia do Corpo Gorduroso e Órgão Reprodutor de Machos do Predador <i>Brontocoris tabidus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) com Diferentes Dietas em Campo | 88 |
| ABSTRACT | 89 |
| RESUMO | 90 |
| Introdução | 91 |

| | |
|---|-----|
| Material e Métodos | 94 |
| Resultados | 99 |
| Discussão | 111 |
| Agradecimentos | 120 |
| Referências | 121 |
| Age-Dependent Fecundity and Life-Fertility Tables for the Neotropical Stinkbug <i>Brontocoris tabidus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) in Field Conditions | 133 |
| ABSTRACT | 134 |
| RESUMO | 135 |
| Introduction..... | 136 |
| Material and Methods | 137 |
| Results | 139 |
| Discussion | 141 |
| Acknowledgements | 145 |
| References Cited | 145 |
| RESUMO E CONCLUSÕES | 159 |

RESUMO

LEMOS, Walkymário de Paulo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Junho de 2005. **Fitofagia do Predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) no Campo: Aspectos Morfo-Fisiológicos e Populacionais.** Orientador: José Cola Zanuncio. Conselheiros: Francisco de Sousa Ramalho, José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio.

Esta pesquisa estudou o efeito de diferentes dietas [pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) sem planta; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus cloeziana*; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus urophylla* e; pupas de *T. molitor* e plantas de goiabeira (*Psidium guajava*)], no campo, sobre aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso e do sistema reprodutor de fêmeas e machos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) e avaliou a fecundidade e os parâmetros das tabelas de vida e de fertilidade desse predador em plantas de *Eucalyptus grandis*, em campo. A genitália interna de fêmeas desse predador apresentou coloração amarelada, com ovário do tipo meroístico telotrófico e com sete ovariolos. O total de proteína na hemolinfa (25,89 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) de fêmeas de *B. tabidus* independe da idade e da dieta, mas aquelas alimentadas com pupas de *T. molitor* sem planta tiveram ovariolos menores. O número de ovócitos/ovário foi maior para fêmeas desse predador com *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* e menor sem planta. Fêmeas de *B. tabidus* com 21 dias de idade apresentaram maior número de ovócitos/ovariolo (5,13 ovócitos) que aos 15 dias (4,54 ovócitos) com todas as dietas. Fêmeas

desse predador, com 15 dias de idade, tiveram ovócitos mais desenvolvidos com *E. cloeziana* (1,58 mm) e *E. urophylla* (1,62 mm) e menores com goiabeira (1,35 mm) e pupas de *T. molitor* sem plantas (1,23 mm). Com 21 dias de idade, fêmeas de *B. tabidus* sem planta apresentaram ovócitos menores que aquelas com plantas. O comprimento do ovócito não foi afetado pela idade de fêmeas desse predador com plantas de eucalipto. Os ovários de *B. tabidus* tiveram características histológicas semelhantes com todas as dietas. A genitália interna de machos desse predador apresentou coloração vermelha e testículos com seis folículos. Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, foram mais pesados que com 21 dias em todos os tratamentos, exceto quando receberam, apenas, pupas de *T. molitor*. O total de proteína na hemolinfa (15,58 µg/µL) de machos não foi afetado pela idade desse predador e pela dieta. Machos, com 15 dias de idade, tiveram testículos maiores com *E. cloeziana* (0,94 mm²), *E. urophylla* (0,98 mm²) ou, apenas, pupas de *T. molitor* (0,99 mm²) que com goiabeira (0,76 mm²). No entanto, com 21 dias de idade, *B. tabidus* apresentou testículos com tamanho semelhante com todas as dietas. Os folículos de *B. tabidus* exibiram grande quantidade de espermatozóides com todas as dietas e idades comprovando que o processo de espermatogênese foi completado. Os testículos desse predador mostraram características histológicas semelhantes com todas as dietas. Fêmeas e machos adultos de *B. tabidus* apresentaram trofócitos duas vezes maiores com *E. urophylla* e *T. molitor* que nas demais dietas. Esses trofócitos, em cada sexo, foram morfológicamente semelhantes em todas as dietas e idades. Os testes histoquímicos com mercúrio bromofenol e PAS, para evidenciar proteínas totais e carboidratos, respectivamente, no corpo gorduroso de fêmeas e machos de *B. tabidus* mostraram pouca coloração dos materiais biológicos com todas as dietas e idades. Isto indica quantidade reduzida de proteína e carboidratos no corpo gorduroso de ambos os sexos de *B. tabidus*. Fêmeas

de *B. tabidus*, criadas em *E. grandis* no campo, apresentaram longevidade de 160,20 dias e média de 601,10 ovos cada uma. A taxa bruta (TBR) e líquida (R_0) de reprodução foram de 216,72 e 75,81 fêmeas por fêmea, respectivamente; a duração de uma geração (DG) de 146,05 dias e o tempo para a população dobrar de tamanho (DT) de 23,39 dias; A taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) foi de 0,030 e o incremento populacional (λ) de 1,030 progênes fêmeas por fêmea. A população de *B. tabidus* aumentou em 33,36 fêmeas por fêmea por geração. Esse predador apresenta potencial para ser utilizado em programas de manejo de pragas desfolhadoras no Brasil e deve ser criado em plantas de eucalipto no campo.

ABSTRACT

LEMOS, Walkymário de Paulo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2005. **Phytophagy of the Predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) in the Field: Morfo-Physiological and Population Aspects.** Adviser: José Cola Zanuncio. Committee Members: Francisco de Sousa Ramalho, José Eduardo Serrão and Teresinha Vinha Zanuncio.

This research studied the effect of different diets [*Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae without plants; *T. molitor* pupae and plants of *Eucalyptus cloeziana*; *T. molitor* pupae and plants of *Eucalyptus urophylla* and; *T. molitor* pupae and guava plants (*Psidium guajava*)], in the field on morpho-physiological aspects of the fat body and the reproductive system of females and males of *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). The fecundity and the parameters of life and fertility tables of this predator were also studied on *Eucalyptus grandis* plants in the field. The internal parts of the genitalia of females of this predator present yellowish color with ovary of the meroistic telotrophic type with seven ovaríolos. The total protein in the hemolymph (25.89 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) of females of *B. tabidus* does not depend on the age and diet. Females of this predator fed with *T. molitor* pupae without plants presented smaller ovarioles. The number of oocytes/ovary was higher for females of this predator fed with *E. urophylla* and *T. molitor* pupae and smaller without plant. Twenty-one days old females of *B. tabidus* showed higher number of oocytes/ovariole (5.13 oocytes) than those with 15 days (4.54 oocytes) with

all diets. Females of this predator, with 15 days old, presented more developed oocytes with *E. cloeziana* (1.58 mm) and *E. urophylla* (1.62 mm) than with guava plant (1.35 mm) or *T. molitor* pupae without plants (1.23 mm). *B. tabidus* females with 21 days old had smaller oocytes without plants. The length of oocytes was not affected by the age of females of this predator with eucalyptus plants. The ovaries of *B. tabidus* presented similar histological characteristics with all diets. The internal genitalia of males of this predator showed red color and testicles with six follicles. Males of *B. tabidus*, with 15 days old, were heavier than those with 21 days in all treatments except when they received only *T. molitor* pupae. The total protein in the hemolymph (15.58 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) of males of this predator was not affected by the age and diet. Fifteen days old males presented larger testicles with *E. cloeziana* (0.94 mm^2), *E. urophylla* (0.98 mm^2) or, only, *T. molitor* pupae (0.99 mm^2) than with guava plants (0.76 mm^2). Males of *B. tabidus* with 21 days old showed testicles with similar size with all diets. The follicles of *B. tabidus* presented large quantity of spermatozooids with all diets and ages what shows that the spermatogenesis process was completed. The testicles of this predator showed similar histological characteristics with all diets. Female and male adults of *B. tabidus* had trophocytes twice larger with *E. urophylla* and *T. molitor* than with the other diets. These trophocytes presented similar morphological aspects in the same sex with all diets and ages. The histochemical tests bromofenol mercury and PAS evidenced the total proteins and carbohydrates, respectively, in the fat body of females and males of *B. tabidus* with low coloration of the biological materials with all diets and age. This indicates a reduced quantity of protein and carbohydrates in the fat body of both sexes of *B. tabidus*. Females of *B. tabidus* reared with *E. grandis* in the field presented longevity of 160.20 days and 601.10 eggs each one. The gross (GRR) and net (R_0) reproductive rates were 216.72 and 75.81 females per

female, respectively; the duration of a generation (T) was 146.05 days and the time for the population to double in size (DT) 23.39 days; the intrinsic rate of population increase (rm) was 0.030 and the population increment (λ) 1.030 female progenies per female. The population of *B. tabidus* increased in 33.36 females per female per generation. This predator presents potential to be used in programs of integrated pest management of eucalyptus defoliators in Brazil and it should be reared in these plants on field conditions.

INTRODUÇÃO

A agricultura convencional e os métodos de controle de pragas, comumente, provocam impactos negativos nos componentes dos agroecossistemas, sobretudo na fauna benéfica e no meio ambiente. Isto torna necessária a busca de novas abordagens para solucionar os problemas da agricultura industrial moderna (ALTIERI et al., 2003). Desta forma, a pesquisa visa gerar tecnologias que proporcionem alta produtividade, baixa relação custo-benefício e preservação dos ecossistemas nativos e cultivados. Neste contexto, o controle biológico constitui componente indispensável para o estabelecimento de programas sustentáveis de manejo de pragas.

O controle biológico natural é importante, mas deve-se ressaltar o potencial e estimular o controle biológico aplicado, com a introdução e manipulação de inimigos naturais para a redução dos danos por pragas (VAN DEN BOSCH et al., 1982; PARRA et al., 2002, 2003). No Brasil, áreas agrícolas cada vez maiores são manejadas e exploradas em regime de monocultura, representando ecossistemas ecologicamente diferentes daqueles da vegetação natural ou dos policultivos, o que favorece espécies-praga, muitas das quais adaptando-se, rapidamente, às novas condições (ZANUNCIO et al., 1993).

Os danos por pragas têm aumentado a importância dos inimigos naturais, em razão dos custos e impactos sociais e ecológicos negativos dos produtos químicos no equilíbrio ambiental, e sua participação no Manejo

Integrado de Pragas (MOLINA-RUGAMA et al., 1997; LEMOS, 2001; ALTIERI et al., 2003).

O sucesso de programas de controle biológico depende da produção uniforme de inimigos naturais com elevado desempenho biológico e reprodutivo, e eficientes após a liberação em campo. Nesse contexto, o hábito predatório de espécies de Heteroptera tem despertado a atenção de pesquisadores para a utilização desses insetos no controle biológico de pragas.

Apenas cerca de 10% das 300 espécies de Asopinae são conhecidas e estudadas mais intensamente (DE CLERCQ, 2000) com algumas se destacando no controle biológico em sistemas agrícolas, florestais ou agroflorestais (DE CLERCQ & DEGHEELE, 1997; ZANUNCIO et al., 1997 e 2000; DE CLERCQ et al., 1998 e 2000; LEGASPI & LEGASPI, 1998; MOHAGHEGH-NEYSHABOURI et al., 1998 e 1999; MOREIRA et al., 1998; CHOCOROSQUI & DE CLERCQ, 1999; MEDEIROS et al., 2000, 2003 e 2004; LEMOS et al., 2001, 2003, 2005a,b; OLIVEIRA et al., 2002; MOURÃO et al., 2003; ZANUNCIO TV et al., 2003).

Percevejos predadores são, ainda, pouco utilizados (COLL & RUBERSON, 1998; DE CLERCQ, 2000), mas espécies desse grupo podem ser importantes para programas de Manejo Integrado de Pragas. Entre essas espécies, destacam-se *Podisus maculiventris* (Say) e *Perillus bioculatus* (F.) na América do Norte e Europa, *Podisus nigrispinus* (Dallas), *Brontocoris tabidus* (Signoret) e *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) na América do Sul (DE CLERCQ, 2000; ZANUNCIO et al., 2000; JUSSELINO FILHO et al., 2001 e 2003; WESTICH & HOUGH-GOLDSTEIN, 2001; WITTMAYER et al., 2001; COUDRON et al., 2002; JUSSELINO FILHO, 2002; OLIVEIRA et al., 2002; EVANGELISTA JR. et al., 2003 e 2004; LEMOS et al., 2003, 2005a,b; ZANUNCIO TV et al., 2003; MEDEIROS et al., 2004; LEGASPI, 2004) e *Eocanthecona*

furcellata (Wolff) (Heteroptera: Pentatomidae) no Sudeste da Ásia e Índia (DE CLERCQ, 2000).

Estudos com Pentatomidae entomófagos no Brasil foram iniciados na década de 1930 (SILVA, 1933) e têm revelado o potencial desses predadores como agentes reguladores de populações de Lepidoptera. Esses percevejos predam ovos, larvas e adultos de insetos-praga, especialmente Lepidoptera e Coleoptera em sistemas agrícolas e agrofloretais (RUBERSON et al., 1986; LEMOS, 2001). O gênero *Podisus* é o mais importante da subfamília Asopinae, além de *Apateticus* Dallas (BUENO & BERTI FILHO, 1991), *Brontocoris* (Signoret) (ZANUNCIO et al., 2000) e *Supputius* (Stål) (ZANUNCIO TV et al., 2003).

Brontocoris tabidus destaca-se como uma das espécies mais comuns e importantes no Brasil (ZANUNCIO et al., 1994 e 1996) para o controle biológico de lepidópteros desfolhadores em sistemas florestais (ZANUNCIO et al., 1994, 1996 e 2000; JUSSELINO FILHO et al., 2001 e 2003; JUSSELINO FILHO, 2002; OLIVEIRA et al., 2005) e, supostamente, em ambientes agrícolas. Ovos, ninfas e adultos de *B. tabidus* são encontrados em plantios de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus urophylla* como um dos predadores mais importantes de lagartas desfolhadoras de eucalipto (JUSSELINO FILHO et al., 2001). O carácter generalista torna essa espécie um inimigo natural com potencial para ser usado em programas de controle de pragas desfolhadoras em outras culturas como fruteiras e de mandioca.

A importância de *B. tabidus*, como agente de controle biológico em reflorestamentos e sistemas agrícolas, tem levado à realização de estudos com essa espécie (GONÇALVES et al., 1990; BARCELOS et al., 1993 e 1994; JUSSELINO FILHO et al., 2001, 2003; JUSSELINO FILHO, 2002; FERREIRA, 2003; FREITAS, 2003), incluindo o uso de dietas artificiais (ZANUNCIO et al., 1996). A suplementação alimentar com plantas de

Eucalyptus spp. melhorou os parâmetros reprodutivos de *B. tabidus* (ZANUNCIO et al., 2000; FERREIRA, 2003) e o impacto de inseticidas foi testado sobre indivíduos dessa espécie em laboratório (JUSSELINO FILHO, 2002). Apesar de sua importância, pesquisas no Brasil com esse predador são ainda recentes, mas com possibilidades para ser usado no controle de pragas desfolhadoras na eucaliptocultura (THOMAS, 1992; ZANUNCIO et al., 1994; JUSSELINO FILHO et al., 2001 e 2003; JUSSELINO FILHO, 2002; FERREIRA, 2003; FREITAS, 2003). Estudos nesse sentido poderão facilitar seu emprego no controle de pragas desfolhadoras em culturas de importância econômica e social na região Norte do Brasil, como a mandiocultura, fruteiras tropicais e seringueira.

O número de estudos sobre percevejos predadores tem aumentado, mas pouco se conhece sobre a nutrição qualitativa e quantitativa desses organismos. *P. nigrispinus*, o Asopinae mais estudado no Brasil, apresenta maior número de informações (LEMOS, 2001; LEMOS et al., 2003, 2005a,b). Pesquisas foram conduzidas visando à expressão máxima do desenvolvimento e reprodução desse predador com presas naturais ou alternativas (ZANUNCIO et al., 1997). Entretanto, a disponibilidade e qualidade dessas dietas podem afetar a história de vida de percevejos predadores (ZANUNCIO et al., 1990 e 1993; DE CLERCQ & DEGHEELE, 1992a; VALICENTE & O'NEIL, 1993; LEGASPI & O'NEIL, 1994; DE CLERCQ et al., 1998; DE CLERCQ, 2000; LEMOS, 2001; WITTMAYER et al., 2001). Por isto, é necessário simular-se situações que os predadores possam encontrar em ambientes naturais, onde se alimentam de diferentes tipos de dietas (p.ex.: presas isoladamente ou presas + vegetal) para se entender a bioecologia dos mesmos (ZANUNCIO et al., 1997).

Embora generalistas, os percevejos predadores têm sido criados com diferentes presas, isoladamente, em laboratório, e seu desempenho

varia com a dieta (BARCELOS et al., 1991; ZANUNCIO et al., 1993; BESERRA et al., 1995; DE CLERCQ & DEGHEELE, 1997; DE CLERCQ, 2000; LEMOS, 2001; WITTMAYER et al., 2001; LEMOS et al., 2003; EVANGELISTA JR. et al., 2004). *P. connexivus* (= *P. nigrispinus*) (ZANUNCIO et al., 1991; SAAVEDRA et al., 1992 e 1995; LEMOS, 2001), *P. maculiventris* e *P. sagitta* (= *P. nigrispinus*) (DE CLERCQ & DEGHEELE, 1992b), *P. maculiventris* (LEGASPI & O'NEIL, 1993; DE CLERCQ et al., 1998; CHOCOROSQUI & DE CLERCQ, 1999; WITTMAYER et al., 2001) e *P. distinctus* (LACERDA et al., 2004) apresentaram capacidade reprodutiva diferenciada em função do tipo de alimento que receberam durante a fase ninfal. Isto reforça o fato de que a fecundidade de percevejos predadores é, negativamente, afetada pela quantidade e qualidade do alimento consumido durante as fases ninfal e/ou adulta (WIEDENMANN & O'NEIL, 1990; MOLINA-RUGAMA et al., 1997; 1998a,b, LEMOS, 2001; LEMOS et al., 2005a). Isto mostra que a disponibilidade de dietas adequadas é essencial para a produção massal de insetos entomófagos como heterópteros predadores (WAAGE et al., 1985; LEMOS, 2001).

A diversidade de dietas representa componente chave na ecologia, comportamento e diversificação evolucionária de insetos predadores, caracterizando-se como um tema central na manipulação e uso desses organismos em programas de manejo integrado de pragas (OBRYCKI et al., 2004). O entendimento de diferentes interações entre plantas, herbívoros e seus inimigos naturais é importante para a implementação do controle biológico de insetos-praga em diferentes ecossistemas.

A onivoria, quando uma espécie alimenta-se de dois ou mais níveis tróficos (COLL & GUERSHON, 2002), geralmente resulta em teias alimentares complexas e altamente interconectadas (SINIA et al., 2004). Isto fornece flexibilidade ecológica para predadores, pois a alimentação em

mais de um nível trófico oferece recursos complementares para que sobrevivam quando os recursos em um nível trófico são de baixa qualidade ou indisponíveis (GILLESPIE & MCGREGOR, 2000). Onívoros desempenham papel importante na dinâmica de comunidades de insetos (McCANN et al., 1998), pois a variação na disponibilidade de alimento vegetal (planta) ou animal (presa) tem efeito dramático na sobrevivência, dispersão e dinâmica populacional desses organismos. Mais de quarenta famílias da classe Insecta, de doze ordens, possuem, pelo menos, uma espécie onívora (COLL & GUERSHON, 2002). Insetos onívoros podem ser classificados como oportunistas, obrigatórios ou facultativos, em função da importância do material animal ou vegetal no desempenho dos mesmos (COLL & GUERSHON, 2002). Entre os onívoros oportunistas, destacam-se os fitozoófagos, herbívoros que, eventualmente, se alimentam de presas e, os zoofitófagos, que são carnívoros e, eventualmente, se alimentam de plantas (COLL & GUERSHON, 2002).

O papel de insetos predadores generalistas, muito dos quais onívoros, tem sido reconhecido para o controle biológico (ARMER et al., 1998; EUBANKS & DENNO, 1999; GILLESPIE & MCGREGOR, 2000; LEMOS et al., 2001; SYMONDSON et al., 2002; EVANGELISTA JR. et al., 2004; SINIA et al., 2004; ZANUNCIO et al., 2004).

A alimentação mista com plantas vem sendo estudada, especialmente visando explicar seus efeitos na sobrevivência e longevidade de insetos predadores (ARMER et al., 1998). Essa combinação de alimentos de origem vegetal e animal, aparentemente, fornece ao predador nutrientes essenciais ou aminoácidos não encontrados nesses alimentos isoladamente (EUBANKS & DENNO, 1999). Por isso, a mistura de dietas tem apresentado efeitos positivos nas características biológicas e reprodutivas de insetos predadores (GREENSTONE, 1979; SENRAYAN, 1991; VALICENTE & O'NEIL, 1993; BILDE & TOFT, 1994; TOFT, 1995;

COLL, 1996 e 1998; MOREIRA et al., 1996; COLL & IZRAYLEVICH, 1997; ARMER et al., 1998; EUBANKS & DENNO, 1999; LEMOS et al., 2001; COLL & GUERSHON, 2002; ZANUNCIO et al., 2004). Além disso, insetos onívoros podem, sinergicamente, aumentar o valor nutricional do alimento ao se alimentarem da combinação de presa e planta (COLL & GUERSHON, 2002).

A fitofagia é comum para insetos predadores, particularmente nos Heteroptera (NARANJO & GIBSON, 1996; COCUZZA et al., 1997; COLL, 1998; WEISER & STAMP, 1998; EUBANKS & DENNO, 1999; LALONDE et al., 1999; GILLESPIE & MCGREGOR, 2000; LEMOS et al., 2001; COLL & GUERSHON, 2002; FERREIRA, 2003; FREITAS, 2003, EVANGELISTA JR. et al., 2004; SINIA et al., 2004; ZANUNCIO et al., 2004) e pode ser considerada uma forma especial de onivoria, denominada zoofitofagia (COLL & IZRAYLEVICH, 1997; COLL, 1998; LALONDE et al., 1999; COLL & GUERSHON, 2002). No entanto, a função da onivoria e a relação funcional entre a alimentação em plantas e presas são, ainda, pouco entendidas nesses organismos (SINIA et al., 2004).

O comportamento dos predadores zoofitófagos, capazes de trocar, facultativamente, a alimentação entre presa e planta dependendo da disponibilidade de presa (ALOMAR & ALBAJES, 1996; COHEN, 1996; NARANJO & GIBSON, 1996; COLL, 1998; AGRAWAL et al., 1999; EUBANKS & DENNO, 1999; COLL & GUERSHON, 2002) é importante para o controle biológico por permitir a manutenção de populações desses inimigos naturais durante períodos de escassez de presas (WIEDENMANN & O'NEIL, 1991, 1992; NARANJO & GIBSON, 1996; COCUZZA et al., 1997; COLL, 1998; EVANGELISTA JR. et al., 2004). Isto é possível pelo fato dos nutrientes estarem disponíveis para insetos fitófagos em diferentes partes das plantas (ARMER et al., 1998). Resinas e lipídeos são armazenados no mesófilo, enquanto o floema fornece alta concentração de

açúcares e baixa concentração de proteínas e aminoácidos (GIAQUINTA, 1983).

Existem, pelo menos, três explicações funcionais para a alimentação em plantas por organismos zoofitófagos, incluindo: (1) equivalência - o material vegetal fornece nutrição suficiente que pode substituir o tecido animal quando este é escasso, sendo as plantas consideradas uma fonte alimentar sub-ótima; (2) facilitação - o material vegetal fornece componentes nutricionais essenciais que suplementam a carnivoría (água pode ser exigida para a digestão extra oral em Heteroptera predadores); e (3) independência - tecidos de plantas fornecem nutrientes essenciais não disponíveis nos tecidos animais (GILLESPIE & MCGREGOR, 2000).

A água é um recurso crítico para a alimentação em Heteroptera predadores por ser, continuamente, perdida durante a digestão pré-oral pela evaporação e por reações hidrolíticas (COHEN, 1990, 1993 e 1998). Por isso, a disponibilidade dessa substância tem implicações práticas para o uso de organismos zoofitófagos em programas de controle biológico de insetos-praga (EUBANKS & DENNO, 1999, 2000; LALONDE et al., 1999; GILLESPIE & MCGREGOR, 2000; SINIA et al., 2004). Portanto, a alimentação com plantas por predadores pode significar a obtenção de água, especialmente quando ela é necessária para processos relacionados à alimentação na presa, como produção de saliva utilizada na digestão extra oral (COHEN & DEBOLT, 1983; GILLESPIE & MCGREGOR, 2000, SINIA et al., 2004). Isto é altamente eficiente por possibilitar ao predador obter o máximo de nutrientes de suas presas além de evitar estruturas de difícil digestão, como o exoesqueleto dos mesmos (COHEN, 1989, 1995, 1998). No entanto, este comportamento pode estar associado aos altos custos de energia para a síntese de enzimas (SINIA et al., 2004).

O processo de facilitação em organismos zoofitófagos, durante a alimentação em plantas, pode ser crítico por diversos motivos. Predadores que utilizam água, somente, como facilitadora terão dificuldades de explorar presas intimamente associadas com plantas. As plantas, embora possam se beneficiar da predação dos herbívoros, poderão sofrer injúrias por insetos onívoros zoofitófagos (SINIA et al., 2004). Este custo é maior com o aumento do benefício da predação, com importantes ramificações para a dinâmica de populações e comunidades (COLL & IZRAYLEVICH, 1997; LALONDE et al., 1999). Esta associação positiva entre custos e benefícios, também, se aplica ao uso de zoofitófagos como agentes de controle biológico em sistemas agrícolas. Dessa forma, o potencial de danos às plantas por insetos zoofitófagos deve ser melhor investigado antes de usados como agentes de controle biológico (SINIA et al., 2004).

O predador *B. tabidus* é uma espécie zoofitófaga por não se estabelecer por longos períodos sem recursos vegetais, tornando necessária a presença de plantas e presas na sua alimentação (ZANUNCIO et al., 2000).

A reprodução de insetos é afetada por fatores externos e internos, sendo a nutrição, provavelmente, o de maior impacto no total de ovos (MOHAGHEGH-NEYSHABOURI et al., 1999) e no comportamento desses organismos. No entanto, seu estudo é, raramente, considerado de forma isolada e sim dentro de uma multidisciplinaridade denominada de ecologia nutricional (THOMPSON, 1999).

Regimes alimentares diferenciados modificam o ciclo de vida de Pentatomidae predadores, com indivíduos melhor alimentados sendo mais férteis e fecundos (MOLINA-RUGAMA et al., 1997 e 1998a,b; LEMOS, 2001; LEMOS et al., 2001) e apresentando maior desenvolvimento das estruturas reprodutivas (LEMOS et al., 2005a,b). Além disso, modificações que se reflitam na perda de qualidade e quantidade do alimento consumido,

durante a fase imatura, afetaram o ganho de peso, duração do desenvolvimento, sobrevivência (PANIZZI & PARRA, 1991; PARRA, 1991; WHEELER, 1996; CHAPMAN, 1998; NAKASHIMA & HIROSE, 1999; LEMOS et al., 2001 e 2003), produção e deposição de ovos e capacidade predatória de diferentes espécies (CHAPMAN, 1998; NAKASHIMA & HIROSE, 1999; LEMOS et al., 2003).

O desenvolvimento e a reprodução de insetos com dietas naturais estão relacionados, positivamente, com o conteúdo de nitrogênio das mesmas (SCRIBER & SLANSKY, 1981; RIDSDILL-SMITH, 1991; LEMOS, 2001), demonstrando que essas variáveis podem sofrer grande influência da qualidade alimentar da presa (PARAJULEE & PHILLIPS, 1993; LEMOS, 2001) e do vegetal para predadores onívoros (COLL & GUERSHON, 2002). Portanto, a adequação do alimento, durante a fase imatura, é refletida na quantidade de nutrientes armazenados para a produção de ovos. Assim, a ovogênese nos insetos é, parcialmente, limitada por nutrientes, sendo desencadeada, apenas, quando os mesmos estão disponíveis em quantidade e qualidade adequadas (WHEELER, 1996).

Fêmeas de insetos que se alimentaram, durante a fase jovem, de presas nutricionalmente inadequadas, por exemplo com baixo teor protéico, apresentaram menores reservas nutricionais (LEMOS et al., 2003) e menor produção de ovos (LEMOS, 2001). Além disso, o número de ovariolos/ovário e o seu desenvolvimento podem ser menores quando as formas jovens recebem suprimentos limitados de alimento (ENGELMANN, 1970; LEMOS, 2001). Isto mostra que a produção total de ovos depende do número de ovariolos por ovário e da quantidade e qualidade de nutrientes ingeridos pelas formas jovem e adulta.

Criações massais de insetos benéficos eficientes são limitadas por aspectos técnicos que afetam a qualidade, eficiência de produção, padronização e adaptação dos sistemas para a nova espécie. A geração de

conhecimentos sobre reprodução dos insetos pode auxiliar a resolver esses aspectos para assegurar a eficiência, adequabilidade e durabilidade de sistemas de criações massais de inimigos naturais (SHAPIRO & FERKOVICH, 2002).

O conteúdo cumulativo de proteínas nos insetos antes (SHAPIRO & FERKOVICH, 2002) e durante a oviposição pode indicar a duração da fase reprodutiva desses organismos, com reflexos positivos no controle biológico de pragas com esses inimigos naturais. Os níveis de vitelogenina têm sido determinados em diferentes regimes alimentares (CREMONEZ et al., 1998; SHAPIRO et al., 2000; SHAPIRO & FERKOVICH, 2002) e em função do desempenho reprodutivo de insetos, particularmente percevejos predadores (SHAPIRO et al. 2000; SHAPIRO & FERKOVICH, 2002). A quantificação de proteínas da hemolinfa e a sua relação com a fisiologia alimentar de Heteroptera predadores poderá permitir entender-se interações predador-presa como um pré-requisito para se assegurar o potencial de controle biológico por predadores e conservar, aumentar e multiplicar, massalmente, as espécies melhor adaptadas (AMBROSE & MARAN, 2000).

O conteúdo de proteína na hemolinfa e a oviposição cumulativa de *P. maculiventris* variam com a dieta (SHAPIRO & FERKOVICH, 2002) e a maior quantidade do primeiro fator está, entre outras coisas, associada à maior resistência de predadores a inseticidas (AMBROSE & MARAN, 2000).

Nutrientes obtidos da alimentação são, em parte, armazenados no corpo gorduroso dos insetos, que é considerado um órgão multifuncional de processos metabólicos com alta atividade biossintética (LEVENBOOK, 1985; SARMENTO et al., 2004). As proteínas são sintetizadas e armazenadas nas células do corpo gorduroso (QIN et al., 1997; CHAPMAN, 1998; OLIVEIRA & CRUZ-LANDIM, 2003 e 2004), sendo

esse tecido considerado a fonte principal das mesmas na hemolinfa dos insetos (PALLI & LOCKE, 1988). Assim, o corpo gorduroso dos insetos participa, ativamente, da vitelogênese, fornecendo o precursor do vitelo (vitelogenina) (BEHAN & HAGEDORN, 1978; TADBOWSKI & JONES, 1979; ENGELS et al., 1990) que, posteriormente, é secretada na hemolinfa de onde será absorvida pelo ovócito no ovário através do epitélio folicular (CHAPMAN, 1998).

O conteúdo de proteínas nos insetos varia com a espécie, idade e parte do corpo analisada. *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) mostrou maior conteúdo de proteínas em extratos de ovários durante o maior desenvolvimento dos mesmos (OLIVEIRA & CRUZ-LANDIM, 2004). No entanto, extratos do corpo gorduroso desse inseto mostraram maior conteúdo de proteína no início do desenvolvimento (adultos recém-emergidos), reduzindo-se ao longo do tempo pelo uso das células de reservas para fornecer vitelogenina ao ovário durante o período de vitelogênese (OLIVEIRA & CRUZ-LANDIM, 2004).

A histologia do corpo gorduroso e a morfologia de trofócitos de insetos predadores são influenciadas pelo tipo de alimento consumido. Células do corpo gorduroso do predador *Eriopsis connexa* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado com *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae) apresentaram áreas três vezes maiores que as de indivíduos alimentados com o ácaro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). Células do corpo gorduroso de predadores alimentados com afídeos foram mais desenvolvidas e com vacúolos de vários tamanhos no citoplasma, enquanto espécimens alimentados com ácaros tiveram trofócitos pequenos e sem vacúolos (SARMENTO et al., 2004).

Apesar do potencial de *B. tabidus*, como predador de pragas desfolhadoras em diferentes ecossistemas, informações mais detalhadas

sobre o impacto de dietas mistas nos aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso e órgão reprodutor desse inimigo natural inexistem na literatura. Entre os Asopinae, apenas *P. bioculatus* (ADAMS, 2001), *P. maculiventris* (WITTMEYER et al., 2001) e *P. nigrispinus* (LEMOS et al., 2005a e 2005b) tiveram testado o impacto da dieta no desenvolvimento das suas estruturas reprodutivas. Esses estudos revelaram que a qualidade nutricional da dieta oferecida a esses predadores melhorou o desenvolvimento das suas estruturas reprodutivas. Dessa forma, é evidente a necessidade de estudos dessa natureza com *B. tabidus*, por poderem fornecer informações sobre a dieta principal e/ou preferida por esse predador. Portanto, conhecimentos mais detalhados da influência de diferentes dietas mistas no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e nos aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso são importantes para programas de manejo integrado de pragas com *B. tabidus*, além de gerar informações sobre a ecologia nutricional e manutenção de criação massal desse inimigo natural em laboratório e campo.

As informações disponíveis são insuficientes para saber se a qualidade e/ou quantidade da dieta vegetal podem influenciar o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos de predadores Asopinae, e, fornecer indícios da existência de relação entre composição química do corpo gorduroso desses predadores e a qualidade de planta na sua dieta.

Portanto, com o intuito de testar as hipóteses de que dietas mistas mais adequadas promovam maior desenvolvimento das estruturas reprodutivas e provoquem diferenças populacionais e morfo-fisiológicas no corpo gorduroso e nos órgãos reprodutivos de *B. tabidus* em campo, esta pesquisa tem os objetivos: a) estudar os efeitos de diferentes dietas (pupas de *T. molitor* sem planta; pupas de *T. molitor* e folhas de *Eucalyptus cloeziana*; pupas de *T. molitor* e folhas de *Eucalyptus urophylla* e; pupas de *T. molitor* e folhas de goiabeira (*Psidium guajava*), em campo, nos aspectos

morfo-fisiológicos do corpo gorduroso e sistema reprodutor do percevejo predador *B. tabidus*; e b) avaliar a fecundidade e os parâmetros das tabelas de vida e de fertilidade de *B. tabidus* em plantas de *Eucalyptus grandis*, em campo. Foram realizados três bioensaios: bioensaio 1, estudou-se aspectos morfo-fisiológicos e histológicos do corpo gorduroso e órgão reprodutor de fêmeas de *B. tabidus* com diferentes dietas em campo; bioensaio 2, avaliou-se aspectos morfo-fisiológicos e histológicos do corpo gorduroso e órgão reprodutor de machos de *B. tabidus* com diferentes dietas em campo; e bioensaio 3, determinou-se o potencial reprodutivo e de crescimento populacional do predador *B. tabidus* utilizando-se tabelas de vida.

A introdução geral desta tese está apresentada de acordo com as normas da ABNT. Os dois primeiros artigos foram redigidos baseados nas normas do periódico *Brazilian Archives of Biology and Technology* e o terceiro segundo as normas do periódico *Journal of Economic Entomology*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, T.S. Morphology of the internal reproductive system of the male and female two-spotted stink bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) and the transfer of products during mating. **Invert. Reprod. Develop.** v. 39, p. 45-53, 2001.

AGRAWAL, A.A.; KOBAYASHI, C.; THALER, J.S. Influence of prey availability and induced host-plant resistance on omnivory by western flower thrips. **Ecology**, v. 80, p. 518-523, 1999.

ALOMAR, O.; ALBAJES, R. Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) predation and tomato fruit injury by the zoophytophagous predator *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae). In ALOMAR, O.; WIEDENMANN, R.N. **Zoophytophagous Heteroptera: implications for life history and integrated pest management**. Lanham: Entomological Society of America, p. 155-177, 1996.

ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 226p. 2003.

AMBROSE, D.P.; MARAN, P.M. Polymorphic diversity in salivary and haemolymph proteins and digestive physiology of assassin bug *Rhynocoris marginatus* (Fab.) (Het., Reduviidae). **J. Appl. Entomol.**, v. 124, p. 315-317, 2000.

ARMER, C.A.; WIEDENMANN, R.T.N.; BUSH, D.R. Plant feeding site selection on soybean by the facultatively phytophagous predator *Orius insidiosus*. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 86, p. 109-118, 1998.

BARCELOS, J.A.V.; ZANUNCIO, J.C.; SANTOS, G.P.; REIS, F.P. Viabilidade da criação, em laboratório, de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera: Pentatomidae) sobre duas dietas. **Rev. Árvore**, v. 15, p. 316-322, 1991.

BARCELOS, J.A.V.; ZANUNCIO, J.C.; NASCIMENTO, E.C.; ZANUNCIO, T.V. Caracterização dos estádios ninfais de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera, Pentatomidae). **Rev. Bras. Entomol.**, v. 37, p. 537-543, 1993.

BARCELOS, J.A.V.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, A.C.; NASCIMENTO, E.C. Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 23, p. 519-524, 1994.

BEHAN, M.; HAGEDORN, H.H. Ultrastructural changes in fat body of adult female *Aedes aegypti* in relationship to vitellogenin synthesis. **Cell Tis. Res.**, v. 186, p. 499-506, 1978.

BESERRA, E.B.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; SANTOS, G.P. Desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Rev. Bras. Zool.**, v. 12, p. 725-733, 1995.

BILDE, T.; TOFT, S. Prey preference and egg production of the carabid beetle *Agonum dorsale*. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 73, p. 151-156, 1994.

BUENO, V.H.P.; BERTI FILHO, E. Controle biológico de insetos com predadores. **Inf. Agropec.**, v. 15, p. 41-52, 1991.

CHAPMAN, R.F. Nutrition. In CHAPMAN, R.F. **The Insects: Structure and Function**. 4th. ed. Cambridge: Cambridge University, p 69-93, 1998.

CHOCOROSQUI, V.R.; DE CLERCQ, P. Developmental and predatory performance of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) reared on a meat-based artificial diet. **Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent**, v. 64, p. 229-234, 1999.

COCUZZA, G.E.; DE CLERCQ, P.; VAN DE VEIRE, M.; COCK, A.; DEGHEELE, D.; VACANTE, V. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 82, p. 101-104, 1997.

COHEN, A.C. Ingestion efficiency and protein consumption by a heteropteran predator. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 82, p. 495-499, 1989.

COHEN, A.C. Feeding adaptations of some predaceous Hemiptera. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 83, p. 1215-1223, 1990.

COHEN, A.C. Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin like enzymes in a predaceous Heteropteran, *Zelus renarii*. **J. Insect Physiol.**, v. 39, p. 823-829, 1993.

COHEN, A.C. Extra-oral digestion in predaceous terrestrial Arthropoda. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 40, p. 85-104, 1995.

COHEN, A.C. Plant feeding by predatory Heteroptera: evolutionary and adaptational aspects of trophic switching. In ALOMAR, O.; WIEDENMANN, R.N. **Zoophytophagous Heteroptera: implications for life history and integrated pest management**. Lanham: Entomological Society of America, p. 1-17, 1996.

COHEN, A.C. Biochemical and morphological dynamics and predatory feeding habits in terrestrial Heteroptera. In COLL, M.; RUBERSON, J.R. **Predatory Heteroptera: their ecology and use in biological control**. Lanham: Thomas Say Publications/Entomological Society of America, p. 21-32, 1998.

COHEN, A.C.; DEBOLT, J.W. Rearing *Geocoris punctipes* on insect eggs. **Southwest. Entomol.**, v. 8, p. 61-64, 1983.

COLL, M. Feeding and ovipositing on plants by an omnivorous insect predator. **Oecologia**, v. 105, p. 214-220, 1996.

COLL, M. Living and feeding on plants in predatory Heteroptera. In COLL, M.; RUBERSON, J.R. **Predatory Heteroptera: their Ecology and Use in Biological Control**. Lanham: Thomas Say Publications/Entomological Society of America, p. 89-130, 1998.

COLL, M.; IZRAYLEVICH, S. When predators also feed on plants: effects of competition and plant quality on omnivore–prey population dynamics. **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 90, p. 155-161, 1997.

COLL, M.; GUERSHON, M. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 47, p. 267-297, 2002.

COLL, M. & RUBERSON, J.R. Predatory Heteroptera: an important yet neglected group. In COLL, M.; RUBERSON, J.R. **Predatory Heteroptera: their Ecology and Use in Biological Control**. Lanham: Thomas Say Publications/Entomological Society of America, p. 1-19, 1998.

COUDRON, T.A.; WITTMAYER, J.; KIM, Y. Life history and cost analysis for continuous rearing of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) on a zoophytophagous artificial diet. **J. Econ. Entomol.**, v. 95, p. 1159-1168, 2002.

CREMONEZ, T.M.; DE JONG, D.; BITONDI, M.M.G. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honeybees (Hymenoptera: Apidae). **J. Econ. Entomol.**, v. 91, p. 1284-1289, 1998.

DE CLERCQ, P. Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. **Heteroptera of Economic Importance**. 1st. ed. Cambridge: Cambridge University, p. 737-789, 2000.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). **Entomophaga**, v. 37, p. 149-157, 1992a.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Development and survival of *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) at various constant temperatures. **Can. Entomol.**, v. 124, p. 125-133, 1992b.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Effects of mating status on body weight, oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 90, p. 121-127, 1997.

DE CLERCQ, P.; MERLEVEDE, F.; TIRRY, L. Unnatural prey and diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biol. Control**, v. 12, p. 137-142, 1998.

DE CLERCQ, P.; MOHAGHEGH, J.; TIRRY, L. Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biol. Control**, v. 18, p. 65-70, 2000.

ENGELMANN, F. Factors that affect egg production and fecundity. In ENGELMANN, F. **The Physiology of Insects Reproduction**. Oxford: Pergamon Press, p. 107-142, 1970.

ENGELS, W.; KAATZ, H.; ZILLIKENS, A.; SIMÕES Z.L.P.; TRUBE, A.; BRAUN, R.; DITTRICH, F. Honeybee reproduction: vitellogenin and caste-specific regulation of fertility. In HOSHI, M.; YAMASHITA, O. **Advances in Invertebrate Reproduction 5**, Amsterdam: Elsevier, p. 495-502, 1990.

EUBANKS, M.; DENNO, R.F. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. **Ecology**, v. 80, p. 1253-1266, 1999.

EUBANKS, M.; DENNO, R.F. Host plants mediate omnivore–herbivore interactions and influence prey suppression. **Ecology**, v. 81, p. 936-947, 2000.

EVANGELISTA JR. W.S.; GONDIM JR., M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E.J. Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotrop. Entomol.**, v. 32, p. 677-684, 2003.

EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; GONDIM JUNIOR, M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E.J. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.39, p. 413-420, 2004.

FERREIRA, A.M.R.M. **Desenvolvimento e reprodução do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo.** Viçosa, UFV, 80p, 2003. (Tese de Doutorado).

FREITAS, F.A. **Desempenho ninfal e reprodutivo do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em campo, após dez gerações em laboratório.** Viçosa, UFV, 82p, 2003. (Dissertação de Mestrado).

GIAQUINTA, R.T. Phloem loading of sucrose. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, v. 34, p. 347-387, 1983.

GILLESPIE, D.R.; MCGREGOR, R.R. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecol. Entomol.**, v. 25, p. 380-386, 2000.

GONÇALVES, L.; BUENO, V.H.P.; CARVALHO, C.F. Controle biológico em *Eucalyptus* spp.: 1. Etiologia de ninfas e adultos de *Podisus nigrolimbatus* Spinola 1832 e *Podisus connexivus* Bergroth 1891 (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae). **Inst. Pesq. Est. Flor.**, v. 43-44, p. 70-73, 1990.

GREENSTONE, M.H. Spider feeding behaviour optimizes dietary essential amino acid composition. **Nature**, v. 282, p. 501-503, 1979.

JUSSELINO FILHO, P. **Hormese: um pouco de algo perigoso pode ser bom!?** Viçosa, UFV, 60p, 2002. (Tese de Doutorado).

JUSSELINO FILHO, P.; ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C.; FRAGOSO, D.B. Desarrollo y reproducción del predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Rev. Colomb. Entomol.**, v. 27, p. 45-48, 2001.

JUSSELINO-FILHO, P.; ZANUNCIO, J.C.; FRAGOSO, D.B.; SERRÃO J.E.; LACERDA, M.C. Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Braz. J. Biol.**, v. 63, p. 463-468, 2003.

LACERDA, M.C.; FERREIRA, A.M.R.M.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; BERNARDINO, A.S.; ESPINDULA, M.C. Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Braz. J. Biol.**, v. 64, p. 237-242, 2004.

LALONDE, R.G.; MCGREGOR, R.R.; GILLESPIE, D.R. Plant-feeding by arthropod predators contributes to the stability of predator-prey population dynamics. **Oikos**, v. 87, p. 603-608, 1999.

LEGASPI, J.C. Life history of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) adult females under different constant temperatures. **Environ. Entomol.**, v. 33, p. 1200-1206, 2004.

LEGASPI, J.C.; O'NEIL, R.J. Life history of *Podisus maculiventris* given low numbers of *Epilachna varivestis* as prey. **Environ. Entomol.**, v. 22, p. 1192-1200, 1993.

LEGASPI, J.C.; O'NEIL, R.J. Lipids and egg production of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) under low rates of predation. **Environ. Entomol.**, v. 23, p. 1254-1259, 1994.

LEGASPI, J.C.; LEGASPI, B.C. Life history trade-offs in insects with emphasis on *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). In COLL, M.; RUBERSON, J.R. **Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control**. Lanham: Proc. Thomas Say Publ. Entomol., Entomological Society of America, p. 71-87, 1998.

LEMOS, W.P. **Efeito de diferentes presas no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)**. Viçosa, UFV, 106p, 2001. (Dissertação de Mestrado).

LEMOS, W.P.; MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C. Effects of plant feeding on the development, survival, and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Intern. J. Pest Manage.**, v. 27, p. 89-93, 2001.

LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. **J. Appl. Entomol.**, v. 127, p. 389-395, 2003.

LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. Morphology of female reproductive tract of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on different diets. **Braz. Arch. Biol. Techn.**, v. 45, p. 129-138, 2005a.

LEMOS, W.P.; SERRÃO, J.E.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C. & LACERDA, M.C. Effect of diet on male reproductive tract of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Braz. J. Biol.**, v. 65, p. 91-96, 2005b.

LEVENBOOK, L. Storage proteins. In GILBERT, L.I.; KERKUT, G. **Comprehensive Insect Biochemistry, Physiology and Pharmacology**. Oxford: Pergamon Press, p. 307-346, 1985.

McCANN, K.; HASTINGS, A.; HUXEL, G. Weak trophic interactions and the balance of nature. **Nature**, v. 395, p. 794-798, 1998.

MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; LEMOS, W.P.; ZANUNCIO, J.C. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **J. App. Entomol.**, v. 124, p. 319-324, 2000.

MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; SERRÃO J.E.; ZANUNCIO, J.C. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larva *Alabama argillacea*. **BioContr.**, v. 48, p. 695-704, 2003.

MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; SERRÃO J.E.; ZANUNCIO, J.C. Estimative of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) development time with non linear models. **Neotrop. Entomol.**, v. 33, p. 141-148, 2004.

MOHAGHEGH-NEYSHABOURI, J.; DE CLERCQ, P.; TIRRY, L. Maternal age and egg weight affect offspring performance in the predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. **BioContr.**, v. 43, p. 163-174, 1998.

MOHAGHEGH-NEYSHABOURI, J.; DE CLERCQ, P.; TIRRY, L. Effects of rearing history and geographical origin on reproduction and body size of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Eur. J. Entomol.**, v. 96, p. 69-72, 1999.

MOLINA-RUGAMA, A.J.; ZANUNCIO, J.C.; TORRES, J.B.; ZANUNCIO, T.V. Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. **Rev. Biol. Trop.**, v. 45, p. 1125-1130, 1997.

MOLINA-RUGAMA, A.J.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; CRUZ, I. Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 27, p. 77-84, 1998a.

MOLINA-RUGAMA, A.J.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; OLIVEIRA, M.L.R. Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) females under different feeding intervals. **Biocontrol Sci. Tech.**, v. 8, p 583-588, 1998b.

MOREIRA, L.A.; ZANUNCIO, J.C.; PIKANÇO, M.C.; GUEDES, R.N.C. Effect of *Eucalyptus* feeding in the development, survival and reproduction of *Tynacantha marginata* (Heteroptera: Pentatomidae). **Rev. Biol. Trop.**, v. 44/45, p. 253-257, 1996.

MOREIRA, L.A.; ZANUNCIO, J.C.; MOLINA-RUGAMA, A.J. Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) alimentado com a lagarta do maracujazeiro *Dione juno juno* (Cramer). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 27, p. 645-647, 1998.

MOURÃO, S.A.; ZANUNCIO, J.C.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; VILELA, E.F.; LACERDA, M.C. Efeito da escassez de presa na sobrevivência e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotrop. Entomol.**, v. 32, p. 469-473, 2003.

NAKASHIMA, Y.; HIROSE, Y. Effects of prey availability on longevity, prey consumption, and egg production of the insect predators *Orius sauteri* and *O. tantillus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Ann. Entomol. Soc. Am.**, v. 92, p. 537-541, 1999.

NARANJO, S.E.; GIBSON, R.L. Phytophagy in predaceous Heteroptera: effects on life history and population dynamics. In ALOMAR, O.; WIEDENMANN, R.N. **Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management**. Lanham: Entomological Society of America, 1996.

OBRYCKI, J.J.; TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A.; RUBERSON, J.R. **Prey specialization in insect predators**. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/obrycki.htm>>. Acesso em: 01 de novembro 2004.

OLIVEIRA, I; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, T.V.; PINON, T.B.M.; FIALHO, M.C.Q. Effect of female weight on reproductive potential of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1858) (Heteroptera: Pentatomidae). **Braz. Arch. Biol. Techn.**, v.48, 295-301, 2005.

OLIVEIRA, J.E.M.; TORRES, J.B.; CARRANO-MOREIRA, A.F.; RAMALHO, F.S. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 37, p. 7-14, 2002.

OLIVEIRA, V.T.P.; CRUZ-LAMDIM, C. Morphology and function of insect fat body cells: a review. **Biociências**, v. 11, p. 195-205, 2003.

OLIVEIRA, V.T.P.; CRUZ-LANDIM, C. Protein content and electrophoretic profile of fat body and ovary extracts from workers of *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Meliponini). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 94, p. 417-419, 2004.

PALLI, S.R.; LOCKE, M. The synthesis of hemolymph proteins by the larval fat body of an insect *Calpodex ethlius* (Lepidoptera: Hesperidae). **Insect Biochem.**, v. 18, p. 405-413, 1988.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. Introdução à ecologia nutricional dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds.). **Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas**. São Paulo: CNPq/Manole, p. 1-7, 1991.

PARAJULEE, M.N.; PHILLIPS, T.W. Effects of prey species on development and reproduction of the predator *Lycocoris campestris* (Heteroptera: Anthocoridae). **Environ. Entomol.**, v. 22, p. 1035-1042, 1993.

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds.). **Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas**. São Paulo: CNPq/Manole, p. 9-65, 1991.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil - Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 635p, 2002.

PARRA, J.R.P.; OLIVEIRA, H.N.; PINTO, A. DE S. **Guia Ilustrado de Pragas e Insetos Benéficos dos Citros**. Piracicaba: A. S. Pinto, 140p, 2003.

QIN, W.; YIN, C.; STOFFOLANO JR., J.G. Control of pupal fat body disappearance in the female black blow fly, *Phormia regina* (Meigen) by the brain and the corpus allatum. **J. Insect Physiol.**, v. 43, p. 533-540, 1997.

RIDSDILL-SMITH, J. Competition in dung-breeding insects. In: BAILEY, W.J.; RIDSDILL-SMITH, J. (eds.). **Reproductive Behaviour of Insects**. London: Chapman and Hall, p. 264-292, 1991.

RUBERSON, J.R.; TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Plant feeding by *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae): Effect on survival, development and preoviposition period. **Environ. Entomol.**, v. 15, p. 894-897, 1986.

SAAVEDRA, J.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; DELLA LUCIA, T.M.C.; REIS, F.P. Efeito da dieta artificial na fecundidade e fertilidade do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 21, p. 69-76, 1992.

SAAVEDRA, J.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; SEDIYAMA, C.S.; ZANUNCIO, T.V. Fecundidad y fertilidad del predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) en cuatro dietas artificiales. **Turrialba**, v. 45, p. 70-75, 1995.

SARMENTO, R de A.; OLIVEIRA, H.G. de; HOLTZ, A.M.; SILVA, S.M. da; SERRÃO, J.E.; PALLINI, A. Fat body morphology of *Eriopis connexa* (Coleoptera, Coccinellidae) in function of two alimentary sources. **Braz. Arch. Biol. Techn.**, v. 47, p. 407-411, 2004.

SCRIBER, J.M.; SLANSKY, F. The nutritional ecology of immature insects. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 26, p. 183-211, 1981.

SENRAYAN, R. Plant feeding by *Eocanthecona furcelata* (Wolff.) (Heteroptera: Asopinae): effect on development, survival and reproduction. **Phytophaga**, v. 3, p. 103-108, 1991.

SHAPIRO, J.P.; FERKOVICH, S.M. Yolk protein immunoassays (YP-ELISA) to assess diet and reproductive quality of mass-reared *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). **J. Econ. Entomol.**, v. 95, p. 927-935, 2002.

SHAPIRO, J.P.; WASSERMAN, H.A.; GREANY, P.D.; NATION, J.L. Vitellin and vitellogenin in the soldier bug, *Podisus maculiventris*: identification with monoclonal antibodies and reproductive response to diet. **Arch. Insect Biochem. Physiol.**, v. 44, p. 130-135, 2000.

SILVA, A.G.A. Contribuição para o estudo da biologia de três Pentatomídeos: o possível emprego destes insetos no combate biológico de espécies nocivas. **O Campo**, v. 43, p. 23-25, 1933.

SINIA, A.; ROITBERG, B.; MCGREGOR, R.R.; GILLESPIE, D.R. Prey feeding increases water stress in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 110, p. 243–248, 2004.

SYMONDSON, W.O.C.; SUNDERLAND, K.D.; GREENSTONE, M.H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annu. Rev. Entomol.**, v. 47, p. 561–594, 2002.

TADBOWSKI, J.M.; JONES, J.C. Changes in fat body and oocytes during starvation and vitellogenesis in mosquito, *Aedes aegypti* (L.). **J. Morphol.**, v. 179, p. 185-264, 1979.

THOMAS, D.B. **Taxonomic Synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere**. Lanham: Entomological Society of America, 156p, 1992.

THOMPSON, S.N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 44, p. 561-592, 1999.

TOFT, S. Value of the aphid *Rhopalosiphum padi* as food for cereal spiders. **J. App. Ecol.**, v. 32, p. 552-560, 1995.

VALICENTE, F.H.; O'NEIL, R.J. Effects of two host plants on selected life history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). 1. Without access to prey. **Environ. Entomol.**, v. 23, p. 1254-1259, 1993.

VAN DEN BOSCH, R.; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A.P. **An Introduction to Biological Control**. New York: Plenum Press, 247 pp., 1982.

WAAGE, J.K.; CARL, K.P.; MILES, N.J.; GREATHEAD, D.J. Rearing entomophagous insects. In: SINGH, P.; MOORE, R.F. (eds). **Handbook of Insect Rearing**, v. 1. Amsterdam: Elsevier, p. 45-66, 1985.

WEISER, L.A.; STAMP, N.E. Combined effects of allelochemicals, prey availability, and supplemental plant material on growth of a generalist insect predator. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 87, p. 181-189, 1998.

WESTICH, R.; HOUGH-GOLDSTEIN, J. Temperature and host plant effects on predatory stink bugs for augmentative biological control. **Biol. Control**, v. 21, p. 160-167, 2001.

WHEELER, D. The role of nourishment in oogenesis. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 41, p. 407-431, 1996.

WIEDENMAMM, R.N.; O'NEIL, R.J. Effects of low rates of predation on selected life-history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **Can. Entomol.**, v. 122, p. 271-283, 1990.

WIEDENMANN, R.N.; O'NEIL, R.J. Searching behavior and time budgets of the predator *Podisus maculiventris*. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 60, p. 83-93, 1991.

WIEDENMANN, R.N.; O'NEIL, R.J. Searching strategy of the predator *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **Entomol. Exp. Appl.**, v. 61, p. 1-9, 1992.

WITTMAYER, J.L.; COUDRON, T.A.; ADAMS, T.S. Ovarian development, fertility and fecundity in *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae): an analysis of the impact of nymphal, adult, male and female nutritional source on reproduction. **Invert. Rep. Develop.**, v. 39, p. 9-20, 2001.

ZANUNCIO, J.C.; NASCIMENTO, E.C.; ZANUNCIO, T.V.; CRUZ, A.P. Descrição das ninfas do predador *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Hemiptera: Pentatomidae). **Rev. Bras. Entomol.**, v. 37, p. 403-408, 1993.

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; ZANUNCIO, T.V.; GARCIA, J.F. Hemipterous predators of eucalypt desfoliators caterpillars. **For. Ecol. Manage.**, v. 65, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, J.C.; TORRES, J.B.; BERNARDO, D.L.; DE CLERCQ, P. Effects of prey switching on nymphal development of four species of predatory stinkbugs. **Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent**, v. 62, p. 483-489, 1997.

ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; GUEDES, R.N.C.; RAMALHO, F.S. Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). **Biocontrol Sci. Tech.**, v. 10, p. 443-450, 2000.

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; LEITE, J.E.M.; SILVA, N.R. da; SARTÓRIO, R.C. Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com dois hospedeiros alternativos. **Rev. Árvore**, v. 14, p. 164-174, 1990.


ZANUNCIO, J.C.; NASCIMENTO, E.C.; SANTOS, G.P.; SARTÓRIO, R.C.; ARAÚJO, F.S. Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes hospedeiros. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 20, p. 243-249, 1991.

ZANUNCIO, J.C.; SAAVEDRA, J.L.D.; OLIVEIRA, H.N.; DEGHEELE, D.; DE CLERCQ, P. Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Biocontrol Sci. Tech.**, v. 6, p. 619-625, 1996.

ZANUNCIO, J.C.; LACERDA, M.C.; ZANUNCIO JÚNIOR, J.S.; ZANUNCIO, T.V.; SILVA, A.M.C.; ESPINDULA, M.C. Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. **Ann. Appl. Biol.**, v. 144, p. 357-361, 2004.

ZANUNCIO, T.V.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C. Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). **Crop Prot.**, v. 22, p. 941-947, 2003.

CAPÍTULO I



*Morfo-Fisiologia do Corpo Gorduroso e Órgão
Reprodutor de Fêmeas do Predador *Brontocoris
tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com
Diferentes Dietas em Campo*

Morpho-Physiology of the Fat Body and Reproductive Tract of Females of
the Predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) Fed with
Different Diets in the Field

ABSTRACT - The effect of different diets [*Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae without plants; *T. molitor* pupae and plants of *Eucalyptus cloeziana*; *T. molitor* pupae and plants of *Eucalyptus urophylla* and; *T. molitor* pupae and guava plants (*Psidium guajava*)] on morpho-physiological aspects of the fat body and the reproductive tract of females of *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) was analyzed in the field. Ovaries and the fat body of this predator were removed, analyzed and described. The internal genitalia presented yellowish color, with ovary of the meroistic telotrophic type with seven ovarioles. The total protein in the hemolymph (25.89 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) of *B. tabidus* females was not affected by the age and diet. Females of this predator fed with *T. molitor* pupae without plants presented smaller ovarioles. These females had higher number of oocytes/ovary with *E. urophylla* and *T. molitor* pupae than without plants. The number of most developed oocytes/ovariole was affected by the diet and age of *B. tabidus*. Females of this predator showed larger number of oocytes/ovariole when they were 21 days old (5.13 oocytes) than with 15 days (4.54 oocytes) with all diets. Fifteen days old *B. tabidus* females presented more developed oocytes with *E. cloeziana* (1.58 mm) or *E. urophylla* (1.62 mm) than with guava plants (1.35 mm) and *T. molitor* pupae without plants (1.23 mm). Twenty-one days old *B. tabidus* females had smaller oocytes without plants. The length of the oocyte was not affected by the age of females of this predator with eucalyptus plants. The ovaries of *B. tabidus* showed similar histological characteristics with all diets. Adult females of this predator presented trophocytes about two times larger with *E. urophylla* and *T. molitor* (966.32 μm^2) than with the other diets. The trophocytes of *B. tabidus* showed similar morphological aspects with all diets and age of this predator. The histochemical tests with mercury bromophenol and PAS showed reduced amount of protein and carbohydrates in the fat body of females of *B. tabidus* with all diets and age of this predator.

KEY WORDS: Asopinae, phytophagy, histochemistry, proteins, reproduction.

RESUMO - O efeito de diferentes dietas [pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) sem planta; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus cloeziana*; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus urophylla* e; pupas de *T. molitor* e plantas de goiabeira (*Psidium guajava*)] sobre aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso e sistema reprodutor de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) foi avaliado no campo. Ovários e o corpo gorduroso desse predador foram removidos, analisados e descritos. A genitália interna apresentou coloração amarelada, com ovário do tipo meroístico telotrófico e com sete ovariolos. O total de proteína na hemolinfa (25,89 µg/µL) dessas fêmeas independeu da idade e dieta. Fêmeas alimentadas com pupas de *T. molitor* sem plantas apresentaram ovariolos menores. O número de ovócitos/ovário foi maior para fêmeas desse predador alimentadas com *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* e menor sem planta. O ovariolo mais desenvolvido exibiu número diferente de ovócitos de acordo com a dieta e idade de *B. tabidus*. Fêmeas de *B. tabidus* com 21 dias de idade apresentaram maior número de ovócitos/ovariolo (5,13 ovócitos) que com 15 dias (4,54 ovócitos) com todas as dietas. Fêmeas, com 15 dias de idade, exibiram ovócitos mais desenvolvidos com *E. cloeziana* (1,58 mm) e *E. urophylla* (1,62 mm) e menores com goiabeira (1,35 mm) e pupas de *T. molitor* sem plantas (1,23 mm). Com 21 dias de idade, fêmeas de *B. tabidus* sem planta apresentaram ovócitos menores que aquelas com plantas. O comprimento do ovócito não foi afetado pela idade de fêmeas desse predador com plantas de eucalipto. Os ovários de *B. tabidus* tiveram características histológicas semelhantes com todas as dietas. Fêmeas adultas desse predador, com *E. urophylla* e *T. molitor*, apresentaram trofócitos cerca de duas vezes maiores (966,32 µm²) que aquelas com as demais dietas. Os trofócitos de *B. tabidus* exibiram aspectos morfológicos semelhantes com as diferentes dietas e idades desse predador. Os testes histoquímicos com mercúrio bromofenol e PAS indicaram quantidade reduzida de proteína e carboidratos no corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* com todas as dietas e idade desse predador.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, fitofagia, histoquímica, proteínas, reprodução.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a saúde humana e o meio ambiente, além do desenvolvimento de resistência a pesticidas por insetos-praga, têm colocado o controle biológico como um dos principais componentes do manejo integrado de pragas (Coll & Ruberson, 1998) na busca de soluções para os problemas da agricultura (Altieri *et al.*, 2003).

Percevejos predadores apresentam boas possibilidades de serem empregados em programas de manejo integrado de pragas (Coll & Ruberson, 1998; De Clercq, 2000), o que tem despertado o interesse de pesquisadores para a utilização desses organismos como agentes de controle biológico.

A importância de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) no controle biológico de pragas em reflorestamentos e sistemas agrícolas tem estimulado os estudos sobre essa espécie (Gonçalves *et al.*, 1990; Barcelos *et al.*, 1993 e 1994; Jusselino Filho *et al.*, 2001 e 2003; Jusselino Filho, 2002; Ferreira, 2003; Freitas, 2003), os quais envolvem o uso de dietas artificiais (Zanuncio *et al.*, 1996), a suplementação alimentar com plantas (Zanuncio *et al.*, 2000) e o impacto de inseticidas em laboratório (Jusselino Filho, 2002). Pesquisas com *B. tabidus* são, ainda, recentes no Brasil, embora seja esse um Asopinae com possibilidades de uso no controle de pragas em diferentes ambientes, principalmente reflorestamentos (Thomas, 1992; Zanuncio *et al.*, 1994).

A diversidade de dietas representa um componente chave na ecologia, comportamento, diversificação evolutiva e na manipulação e uso de insetos predadores em programas de manejo integrado de pragas (Obrycki *et al.*, 2004). Assim, o papel de insetos predadores, muitos dos quais onívoros, tem sido reconhecido no controle biológico (Armer *et al.*, 1998; Eubanks & Denno, 1999; Gillespie & McGregor, 2000; Lemos *et al.*,

2001; Symondson *et al.*, 2002; Evangelista Jr. *et al.*, 2004; Sinia *et al.*, 2004; Zanuncio *et al.*, 2004).

A fitofagia é comum em insetos predadores como os Heteroptera (Naranjo & Gibson, 1996; Cocuzza *et al.*, 1997; Coll, 1998; Weiser & Stamp, 1998; Eubanks & Denno, 1999; Lalonde *et al.*, 1999; Gillespie & McGregor, 2000; Lemos *et al.*, 2001; Coll & Guershon, 2002; Evangelista Jr. *et al.*, 2004; Sinia *et al.*, 2004; Zanuncio *et al.*, 2004) e pode ser considerada uma forma especial de onivoria, denominada zoofitofagia (Coll & Izraylevich, 1997; Coll, 1998; Lalonde *et al.*, 1999; Coll & Guershon, 2002). No entanto, a importância da onivoria nesses organismos e a relação funcional entre a alimentação em plantas e presas são pouco compreendidas (Sinia *et al.*, 2004).

Regimes alimentares diferenciados modificam o ciclo de vida de Pentatomidae predadores (Lemos *et al.*, 2003), com indivíduos melhor alimentados apresentando maior fertilidade e fecundidade (Molina-Rugama *et al.*, 1997 e 1998a,b; Lemos, 2001; Lemos *et al.*, 2001) e melhor desenvolvimento das estruturas reprodutivas (Lemos *et al.*, 2005a).

Os níveis de vitelogenina têm sido determinados em insetos com diferentes dietas (Cremonez *et al.*, 1998; Shapiro *et al.*, 2000; Shapiro & Ferkovich, 2002), assim como seu reflexo no desempenho reprodutivo desses indivíduos, particularmente, percevejos predadores (Shapiro *et al.*, 2000; Shapiro & Ferkovich, 2002). Estudos sobre a adequabilidade da dieta (p.ex., relação proteínas da hemolinfa e reprodução) de Heteroptera predadores podem fornecer informações sobre a eficácia desses inimigos naturais em programas de controle de pragas (Ambrose & Maran, 2000).

Nutrientes obtidos na alimentação são, em parte, armazenados no corpo gorduroso dos insetos, que é considerado um órgão multifuncional por participar de processos metabólicos com alta atividade biossintética (Levenbook, 1985; Sarmiento *et al.*, 2004). A morfologia do corpo

gorduroso é influenciada pelo tipo e quantidade do alimento consumido por predadores, com indivíduos melhor alimentados apresentando células do corpo gorduroso com área, até, três vezes maior que aqueles com dieta de menor valor nutricional (Sarmiento *et al.*, 2004). No entanto, essas informações são, ainda, pouco conhecidas para heterópteros predadores, particularmente *B. tabidus*.

A morfologia interna do sistema reprodutor de Heteroptera foi revisada (Matsuda, 1976), com descrições morfológicas para espécies de algumas famílias dessa ordem (Adams, 2001). Esses insetos apresentam ovários do tipo meroístico telotrófico (Büning, 1994; Simiczyjew *et al.*, 1998; Szklarzewicz, 1998; Lemos *et al.*, 2005a) com número, relativamente, constante de ovariolos (Simiczyjew *et al.*, 1998). Este número é espécie-específico e, mesmo, família-específico, sendo usualmente de quatro a sete ovariolos por ovário (Büning, 1994).

Como o impacto de diferentes regimes alimentares no desenvolvimento das estruturas reprodutivas de Asopinae é pouco conhecido (Adams, 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lemos *et al.*, 2005a), tornam-se necessários estudos dessa natureza com *B. tabidus*, por poderem fornecer informações sobre a dieta principal e/ou preferida desse predador. Isto é importante, pois conhecimentos mais detalhados da influência de dietas mistas no desenvolvimento dos ovários e nos aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso de suas fêmeas poderão facilitar o emprego de *B. tabidus* em programas de manejo integrado de pragas. Portanto, com o intuito de testar as hipóteses de que dietas mistas mais adequadas promovam maior desenvolvimento das estruturas reprodutivas e alterações morfo-fisiológicas no corpo gorduroso e nos órgãos reprodutivos de fêmeas de *B. tabidus*, esta pesquisa objetivou avaliar o efeito de diferentes dietas, com ou sem suplementação vegetal, na morfologia e histoquímica do corpo gorduroso, morfometria e histologia do sistema reprodutor e no teor de

proteína da hemolinfa de fêmeas do predador *B. tabidus*, de duas idades no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de execução da pesquisa e procedência das espécies estudadas

A pesquisa foi conduzida no campo, em área do Departamento de Biologia Animal, e nos laboratórios de Controle Biológico de Insetos, do Instituto de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária (BIOAGRO) e de Biologia Molecular e Celular, Citogenética e Histologia Reprodutiva do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, de agosto de 2004 a janeiro de 2005.

Foram utilizados espécimens de *B. tabidus*, obtidos de colônias mantidas no Laboratório de Controle Biológico de Insetos e do Insetário da UFV, criados em gaiolas de madeira teladas (30 cm x 30 cm x 30 cm) com um recipiente de vidro com água e folhas de *Eucalyptus urophylla* como substrato vegetal para alimentação. Nessa criação, pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) são fornecidas para *B. tabidus*, em abundância, na parte superior externa das gaiolas. Essas pupas são obtidas da criação do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da UFV.

Foram utilizados vinte casais de *B. tabidus*, por tratamento, com adultos recém-emergidos em laboratório para obtenção da progênie utilizada na pesquisa.

Dietas

Ninfas e adultos de *B. tabidus* foram mantidos no campo, com ou sem planta, em sacos de tecido organza (70 cm x 40 cm) (Fig. 1) (Zanuncio *et al.*, 2004) e alimentados com pupas de *T. molitor* sem planta; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus cloeziana*; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus urophylla* e; pupas de *T. molitor* e plantas de goiabeira (*Psidium guajava*), constituindo os tratamentos T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente.

Foram utilizadas 500 ninfas de *B. tabidus*, por tratamento, oriundas dos vinte casais de laboratório, as quais foram agrupadas em sacos de

tecido organza até a emergência dos adultos. Pupas de *T. molitor* foram fornecidas em abundância aos predadores e trocadas com a água duas vezes por semana. Foram utilizados 900 indivíduos sem planta devido à alta mortalidade de ninfas de *B. tabidus* nesse tratamento.

Após a emergência, os adultos de *B. tabidus* foram sexados com base na aparência da genitália externa e acasalados. Foram formados trinta e seis casais por tratamento, exceto no T₁, que devido à alta mortalidade dos adultos, teve 50 casais.

Casais de *B. tabidus* receberam o mesmo tipo de dieta das ninfas que os originaram. Esses casais foram mantidos em sacos de tecido organza (25 cm x 15 cm), envolvendo galhos de plantas (Fig. 2), com água em tubos plásticos de 2,5 mL (Zanuncio *et al.*, 2004) e pupas de *T. molitor* em abundância, trocadas duas vezes por semana, quando a água foi, também, trocada. No T₁, os sacos de tecido organza foram mantidos nas plantas, porém sem envolver seus galhos (Fig. 1). Machos que morreram antes das respectivas fêmeas foram substituídos por outros do mesmo tratamento, mas o casal foi desfeito quando a fêmea morreu antes da data de avaliação. O registro de espécimens mortos foi feito a cada 48 horas.

Peso de fêmeas

Fêmeas adultas de *B. tabidus*, aos 15 e 21 dias de idade, foram utilizadas, pois o pico reprodutivo desse predador ocorre por volta da terceira semana após a emergência dos mesmos (Freitas, 2003).

Dezesseis fêmeas de *B. tabidus* em todos os tratamentos, aos 15 e 21 dias de idade, foram transportadas para o Laboratório de Controle Biológico de Insetos (BIOAGRO) onde foram pesadas em balança de precisão decimal (mg).



Fig. 1. Criação de ninfas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) no campo em sacos de tecido organza (70 cm x 40 cm) sem envolver galhos de plantas de eucalipto.



Fig. 2. Criação de casais de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) no campo em sacos de tecido organza (25 cm x 15 cm) envolvendo galhos de plantas de eucalipto.

Proteína total na hemolinfa

Foram realizados ensaios preliminares para se determinar o número de insetos por amostra, o total de hemolinfa a ser utilizada (tamanho da amostra), total de anticoagulante e a seqüência ideal de distribuição dos componentes da amostra antes da coleta e dosagem de proteína na hemolinfa de *B. tabidus*. Com base nas informações obtidas, foram preparadas amostras de hemolinfa de quatro insetos por idade e dieta testada, com 16 fêmeas por idade, mais 40 µL do anticoagulante heparina.

Fêmeas de *B. tabidus*, de 15 e 21 dias, foram obtidas do campo, transportadas para o laboratório de Biologia Celular e Molecular da UFV e imobilizadas a -10°C , por dois minutos. Em seguida, realizou-se uma incisão lateral no abdômen das mesmas (Fig. 3) para a coleta de 5 µL de hemolinfa com pipeta microcapilar calibrada e graduada. As amostras foram depositadas em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL com o anticoagulante heparina e armazenadas à -20°C até a quantificação do total de proteína na hemolinfa.

As amostras de hemolinfa foram centrifugadas por 10 minutos a 10.000 g a 4°C , sendo os teores de proteína total dos sobrenadantes determinados com o método de Bradford (1976). Esses teores foram determinados em quatro amostras padrão com duas repetições por amostra.

Morfometria e histologia de ovário

Foram utilizadas 10 fêmeas por tratamento do bioensaio anterior, sendo as mesmas depositadas em tubos de vidro com fixador Zamboni (Stefanini *et al.*, 1967). Os ovários (esquerdo e direito) de *B. tabidus* foram mantidos nesse fixador e armazenados em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL à temperatura ambiente.

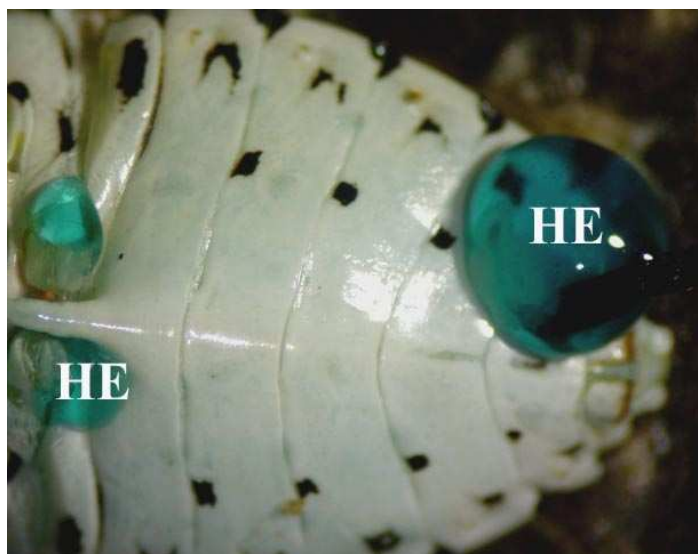


Fig. 3. Incisão lateral no abdômen de fêmeas adultas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) para a extração da hemolinfa (HE).

O comprimento do ovariolo e do ovócito mais desenvolvido de cada ovário e os números de ovócitos/ovariolo mais desenvolvidos (direito e esquerdo) e de ovócitos/ovário de *B. tabidus* foram quantificados com auxílio do programa Image Pro-Plus, versão 4.5.1.29 (Media Cybernetics).

Os ovários de *B. tabidus* foram desidratados em série alcoólica crescente (70, 80, 90 e 95%), seguindo-se inclusão em historesina JB-4[®]. Secções de 5 µm de espessura foram coradas com hematoxilina e eosina, analisadas e fotografadas em fotomicroscópio.

Histoquímica do corpo gorduroso

Os indivíduos de *B. tabidus* foram os mesmos utilizados para a determinação da proteína total em ambas as idades (aos 15 e 21 dias) por tratamento. A conservação e dissecção dos insetos para coleta do corpo gorduroso foram semelhantes às do ensaio anterior. Após a extração de fragmentos do corpo gorduroso de fêmeas, esse material foi conservado em fixador Zamboni e armazenado em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL à

temperatura ambiente. A seguir, foram desidratados em série alcoólica crescente e incluídos em historesina JB-4[®].

Setenta secções de corpo gorduroso de 5 µm de espessura foram coradas com hematoxilina e eosina e analisadas e fotografadas em fotomicroscópio. Algumas delas foram submetidas aos testes histoquímicos de mercúrio bromofenol, para se evidenciar as proteínas totais, e PAS, para os carboidratos neutros e glicoconjugados (Pearse, 1985).

Foram medidas as áreas de trofócitos (10 secções por dieta/idade) com auxílio do programa Image Pro-Plus, versão 4.5.1.29 (Media Cybernetics).

Análise Estatística

Os dados de peso de adultos, total de proteína na hemolinfa, morfometria e desenvolvimento das estruturas reprodutivas e tamanho de trofócitos do corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* foram submetidos à análise de variância de acordo com a dieta utilizada e idade desse predador com o programa BioStat 3.0 (Ayres *et al.*, 2003). Os dados do teor de proteína da hemolinfa e de morfometria dos trofócitos foram transformados em $\log x$ por não terem apresentado homogeneidade de variância e distribuição normal. Médias, entre tratamentos, foram comparadas pelo teste de Newman-Keuls ($P= 0,05$) e, entre idades no mesmo tratamento, pelo teste “t” ($P= 0,05$).

RESULTADOS

Peso das fêmeas

O peso de fêmeas adultas de *B. tabidus* é função da interação dieta \times idade ($F= 3,25$; $gl= 3,120$; $P= 0,0242$), indicando que a dieta consumida e a idade afetaram o ganho de peso desse predador. Fêmeas de *B. tabidus*, aos 15 dias de idade, foram mais pesadas quando receberam plantas e pupas de *T. molitor* que, apenas, essas últimas (Fig. 4). O peso de fêmeas, com 21 dias de idade, foi maior com plantas de *E. cloeziana* ($183,23 \pm 5,31$ mg) ou de goiabeira ($194,73 \pm 5,87$ mg) e menor com aquelas de *E. urophylla* ($157,61 \pm 6,67$ mg) ou, apenas, pupas de *T. molitor* ($161,19 \pm 5,22$ mg) (Fig. 4).

Fêmeas de *B. tabidus*, com 15 ou 21 dias de idade, apresentaram peso semelhante em todos os tratamentos, exceto para aquelas com *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* (Fig. 4). Nesse tratamento, fêmeas desse predador, com 15 dias, foram mais pesadas ($191,85 \pm 7,66$ mg) que aquelas com 21 dias ($157,61 \pm 6,67$ mg) (Fig. 4).

Proteína total na hemolinfa

Os teores de proteína total na hemolinfa de fêmeas copuladas de *B. tabidus* não foram afetados pela interação idade desse predador \times alimento recebido no campo ($F= 1,53$; $gl= 3,24$; $P= 0,2324$). A proteína total, na hemolinfa de fêmeas de *B. tabidus*, não foi também, afetada pelo tipo de alimento ($F= 1,13$; $gl= 3,24$; $P= 0,3579$) (Fig. 5) ou idade desse predador isoladamente ($F= 1,55$; $gl= 1,24$; $P= 0,2252$) (Fig. 6). Fêmeas de *B. tabidus* apresentaram média de $25,89 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ de proteína na hemolinfa com todas as idades e dietas (Figs. 5 e 6).

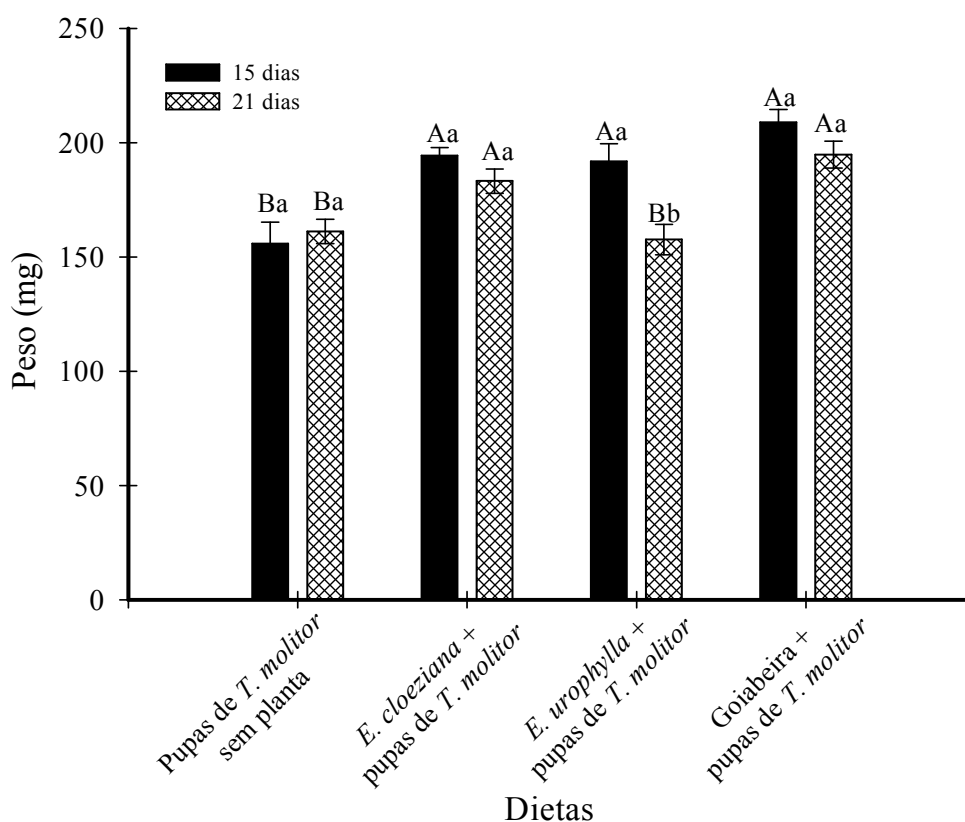


Fig. 4. Peso (média \pm erro padrão) de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com 15 ou 21 dias de idade no campo, com diferentes dietas. Colunas seguidas de mesma letra minúscula por idade ou maiúscula, em cada dieta, não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

Morfometria do ovário

Fêmeas fecundadas de *B. tabidus* apresentaram genitália interna com coloração creme amarelado ou amarelo intenso, com um par de ovários formado por um conjunto de ovariolos, dois ovidutos laterais, um oviduto comum, glândulas acessórias e vagina (Fig. 7). Essas estruturas localizam-se, ventralmente, na cavidade abdominal dos insetos, imediatamente, abaixo do tubo digestivo e estendendo-se da cápsula genital até o início do tórax.

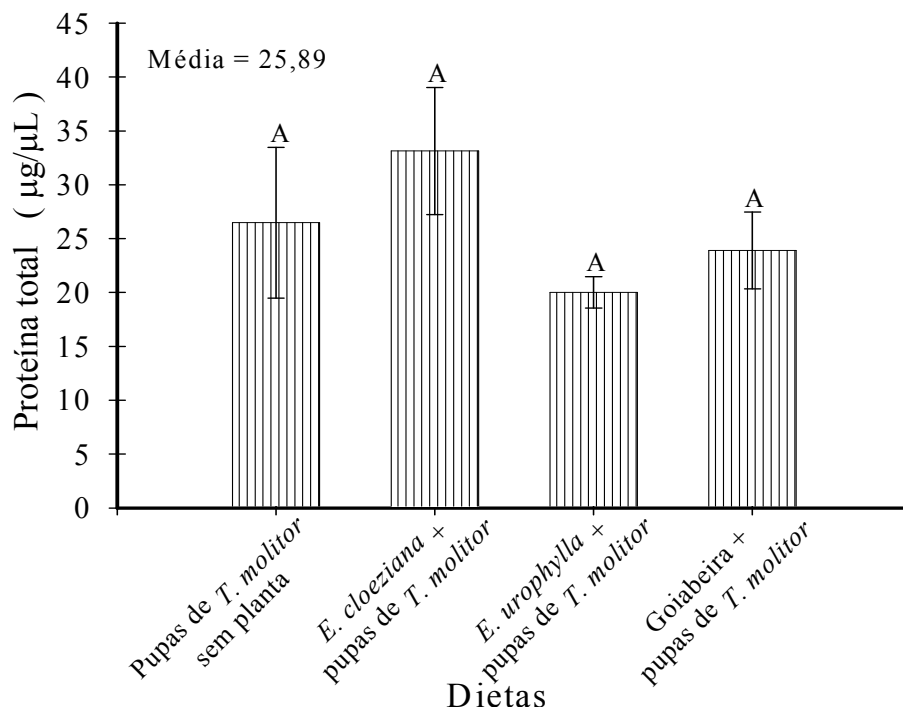


Fig. 5. Total de proteína na hemolinfa (média \pm erro padrão) de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com diferentes dietas no campo. Colunas seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

Cada ovário de *B. tabidus* apresentou sete ovaríolos (Fig. 8A-8C) em todas as dietas e idades das fêmeas, os quais estão interligados na sua extremidade distal pelos filamentos terminais, formando uma estrutura compacta em forma de cacho (Fig. 7). Em geral, os ovaríolos se assemelham a filamentos longos, envolvidos em toda a sua extensão por uma rede de traquéias. Esses ovaríolos uniram-se na sua extremidade proximal, formando o oviduto lateral, caracterizado por maior diâmetro que os ovaríolos. Os ovidutos laterais, por sua vez, fundem-se formando o oviduto comum com diâmetro semelhante ao dos ovidutos laterais.

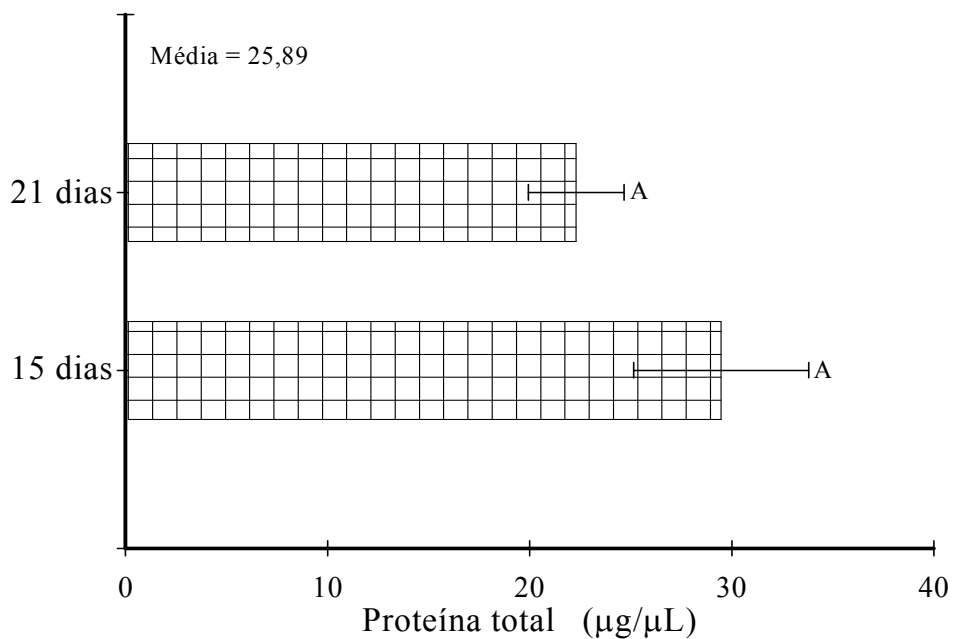


Fig. 6. Total de proteína na hemolinfa (média \pm erro padrão) de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com 15 ou 21 dias de idade. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste “t” de Student ($P= 0,05$).

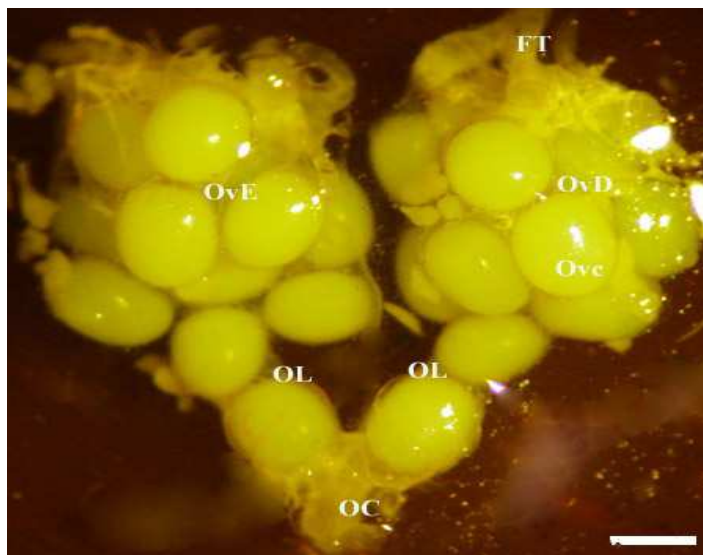


Fig. 7. Genitália interna de fêmeas copuladas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). FT, filamentos terminais; OC, oviduto comum; OL, oviduto lateral; Ovc, ovócito; OvD, ovário direito; OvE, ovário esquerdo. Barra= 1,0 mm.

A dieta não afetou o número de ovariolos por ovário de *B. tabidus*, mas alterou o desenvolvimento (Fig. 8A-8H) e a morfometria dessas estruturas. Fêmeas de *B. tabidus*, com plantas (*E. cloeziana*, *E. urophylla* ou goiabeira), apresentaram ovários maiores e ovariolos com grande número de ovócitos em estágios avançados de desenvolvimento (Fig. 8C-8H). Análises histológicas mostraram que essas estruturas apresentavam, em todas as idades de *B. tabidus* com essas dietas, o córion depositado e os prolongamentos micropilares desenvolvidos. Fêmeas com plantas apresentaram ovócitos maduros e bem desenvolvidos ao longo de toda a extensão dos ovariolos, porém esses ovócitos foram mais comuns e freqüentes na região do cálice, próximo ao oviduto lateral (Fig. 8D). Algumas fêmeas de *B. tabidus* alimentadas, apenas, com *T. molitor* tiveram, também, ovários desenvolvidos, mas com menor grau que aquelas com plantas (Fig. 8A e 8B).

O comprimento do ovariolo mais desenvolvido nos ovários não foi influenciado pela interação dieta \times idade \times lado do corpo ($F= 0,27$; $gl= 3,144$; $P> 0,05$), mas esse parâmetro foi afetado pelo tipo de dieta ($F= 7,38$; $gl= 3,144$; $P= 0,0001$). Fêmeas alimentadas com pupas de *T. molitor* sem material vegetal apresentaram ovariolos com menor comprimento ($6,58 \pm 0,12$ mm) (Fig. 9). No entanto, aquelas com material vegetal e pupas de *T. molitor* apresentaram o ovariolo mais desenvolvido com comprimento de $7,54 \pm 0,22$; $7,76 \pm 0,34$ e $8,13 \pm 0,22$ mm, com *E. cloeziana*, goiabeira e *E. urophylla*, respectivamente (Fig. 9).

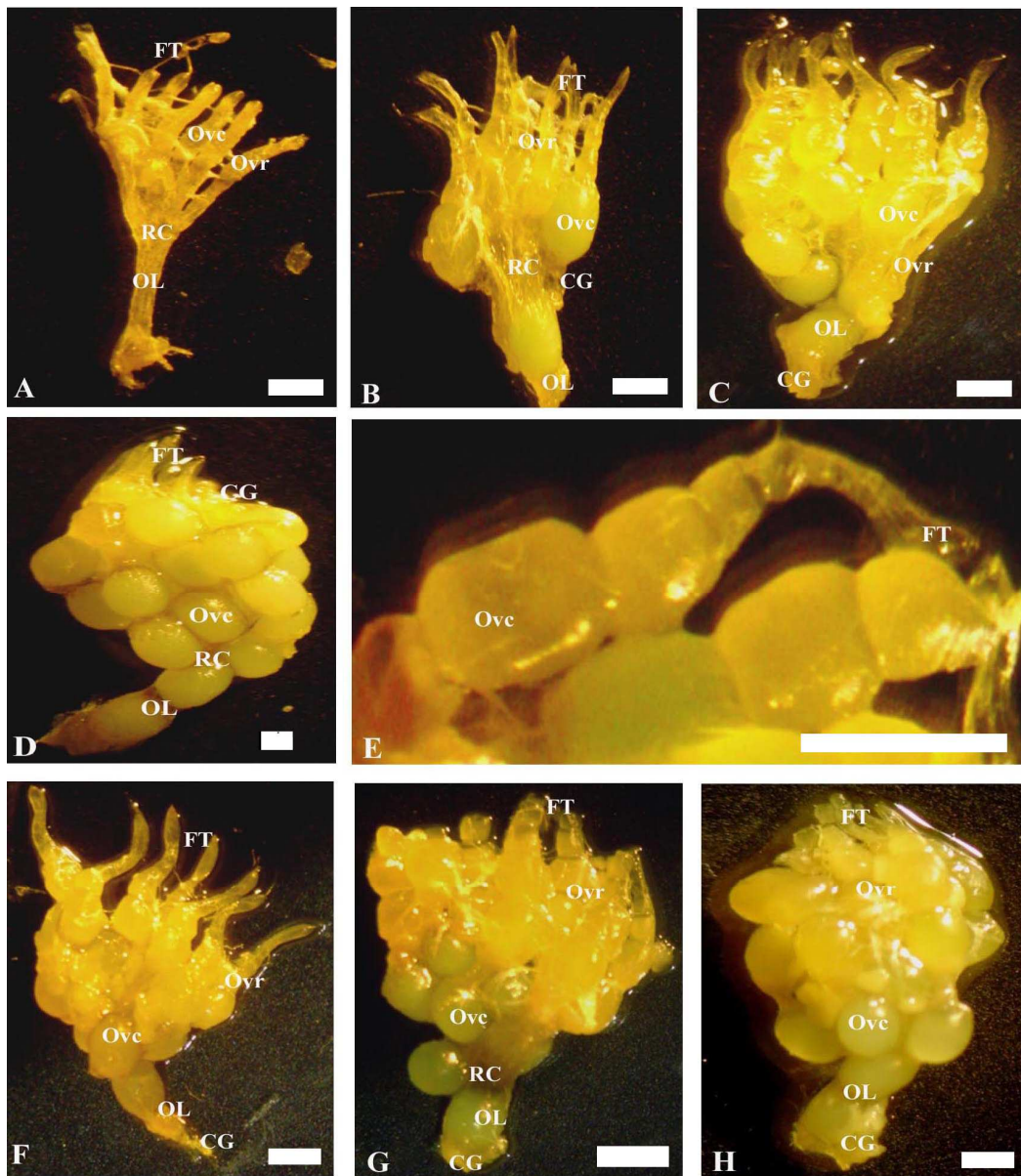


Fig. 8. Genitália interna de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com diferentes dietas. A, B) ovários pouco desenvolvidos desse predador, com 15 dias de idade, alimentados, apenas, com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). C, D) ovários de fêmeas, com 15 dias de idade, com plantas de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus urophylla*, respectivamente. E) detalhe de ovariolo com ovócitos em diferentes graus de desenvolvimento. F, G, H) ovários de *B. tabidus* alimentado com *E. urophylla* (21 dias, F) e goiabeira (15 dias, G) e (21 dias, H). Ovc, ovócito; RC, região do cálice; CG, corpo gorduroso; Ovr, ovariolo; FT, filamentos terminais e OL, oviduto lateral. Barra= 1,0 mm.

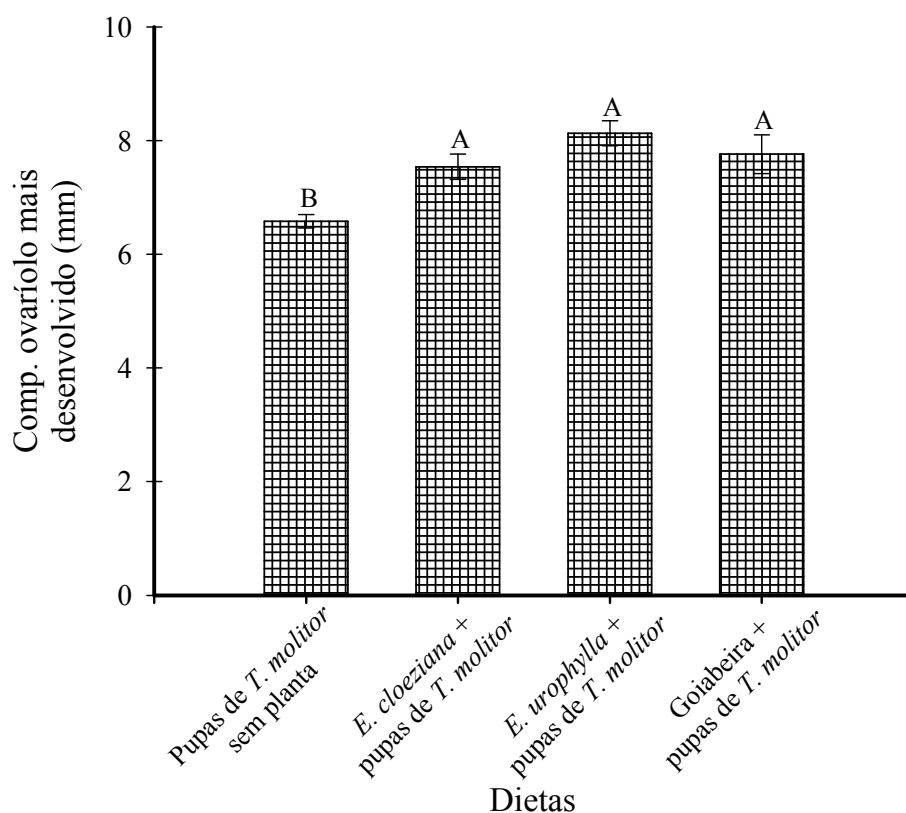


Fig. 9. Comprimento do ovariolo mais desenvolvido de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) criado no campo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P= 0,05$).

O número de ovócitos por ovário ($F= 1,20$; $gl= 3,72$; $P= 0,3154$) e por ovariolo mais desenvolvido ($F= 1,31$; $gl= 3,144$; $P= 0,2722$) de *B. tabidus* independe da interação entre dieta \times idade desse predador. No entanto, o número de ovócitos por ovário de *B. tabidus* foi afetado pelo tipo de dieta ($F= 4,05$; $gl= 3,70$; $P < 0,0102$) (Fig. 10A) e, independente da idade dos predadores, foram maiores em fêmeas criadas em *E. urophylla* ($45,00 \pm 2,77$ ovócitos) que, apenas, com pupas de *T. molitor* sem plantas ($28,50 \pm 2,86$ ovócitos). Fêmeas de *B. tabidus* apresentaram valores intermediários para essas variáveis com *E. cloeziana* (T_2) ou goiabeira (T_4) (Fig. 10A).

A dieta ($F= 4,14$; $gl= 3,144$; $P= 0,0076$) e idade ($F= 4,25$; $gl= 1,144$; $P= 0,0412$), isoladamente, afetaram o número de ovócitos/ovariolo mais desenvolvido em ovários de *B. tabidus*. Fêmeas desse predador apresentaram ovariolos com maior número de ovócitos em *E. urophylla* (T₃) e goiabeira (T₄) (Fig. 10B), porém esse número foi menor em 1,32 vezes, apenas, com pupas de *T. molitor* (Fig. 10 B). Fêmeas de *B. tabidus*, com 21 dias de idade, apresentaram maior número de ovócitos/ovariolo ($5,13 \pm 0,19$ ovócitos) que aquelas com 15 dias ($4,54 \pm 0,21$ ovócitos) (Fig. 11).

O comprimento do ovócito mais desenvolvido, no interior de ovários de *B. tabidus*, foi afetado pela interação dieta x idade desse predador ($F= 3,52$; $gl= 3,128$; $P= 0,0170$). Fêmeas de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, apresentaram ovócitos mais desenvolvidos com *E. cloeziana* ($1,58 \pm 0,02$ mm) e *E. urophylla* ($1,62 \pm 0,05$ mm) que com goiabeira ($1,35 \pm 0,10$ mm) ou, apenas, pupas de *T. molitor* ($1,23 \pm 0,09$ mm) (Fig. 12). No entanto, fêmeas de *B. tabidus*, com 21 dias de idade, sem dieta vegetal apresentaram ovócitos menores que aquelas em plantas de *E. cloeziana*, *E. urophylla* ou goiabeira (Fig. 12). O comprimento do ovócito não foi afetado pela idade desse predador em plantas de eucalipto (*E. cloeziana* e *E. urophylla*) (Fig. 12). Porém, fêmeas desse predador com 21 dias de idade criadas em goiabeira ($1,61 \pm 0,03$ mm) ou com pupas de *T. molitor* sem plantas ($1,41 \pm 0,02$ mm) apresentaram ovócitos mais desenvolvidos que aquelas com 15 dias, com valores de $1,35 \pm 0,10$ e $1,23 \pm 0,09$ mm, respectivamente (Fig. 12).

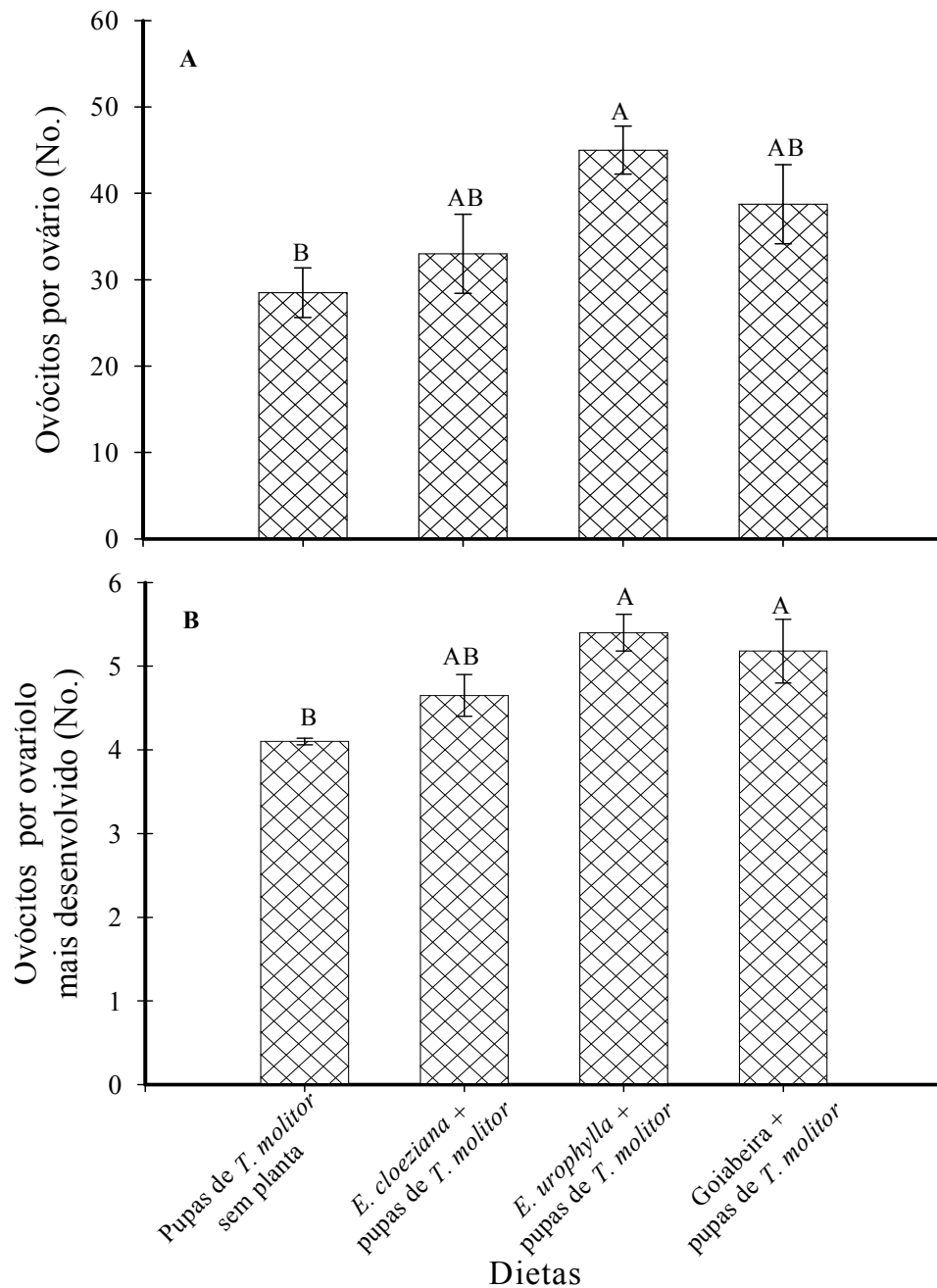


Fig. 10. Número de ovóculos por ovário (A) e por ovaríolo mais desenvolvido (B) de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentadas com diferentes dietas em campo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P= 0,05$).

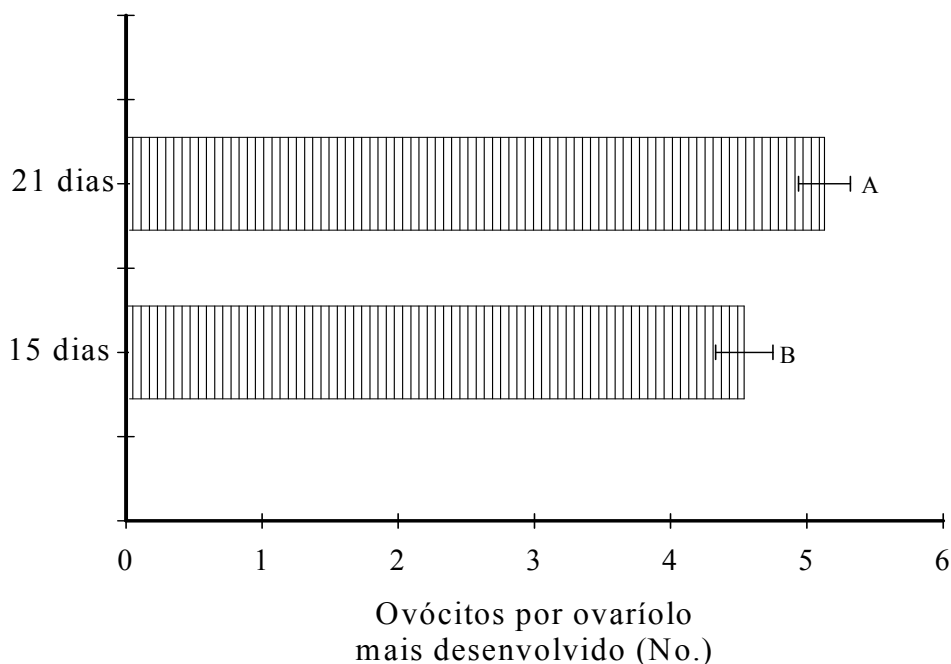


Fig. 11. Número de ovócitos por ovaríolo mais desenvolvido de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) no campo em duas idades. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de “t” de Student ($P= 0,05$).

Histologia do ovário

O ovário de *B. tabidus* é do tipo meroístico telotrófico, envolvido por várias camadas de epitélio delgado de células achatadas e por uma capa muscular, a bainha peritoneal (Fig. 13A). Cada ovaríolo está dividido em filamento terminal, trofário (câmara trófica), vitelário e pedicelo. A parte apical dos mesmos é formada por uma região de germário com células em processo de diferenciação (Fig. 13B). As células nutridoras estão localizadas no trofário, circundando o cordão nutritivo, o qual é parte do sistema de transporte de nutrientes entre as células nutridoras e os ovócitos (Fig. 13C). O restante do ovaríolo é formado pelo vitelário, no qual ocorre a vitelogênese e o desenvolvimento dos ovócitos, e caracteriza-se por

apresentar ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento em arranjo linear (Fig. 13D). Como característica deste tipo de ovário, apenas, os ovócitos descem pelo ovariolo durante seu desenvolvimento e as células nutridoras permanecem no trofário. Os ovócitos são envolvidos por uma camada única de células foliculares (Fig. 13D), a qual se mostra interrompida no ponto de comunicação entre o cordão nutritivo e o ovócito.

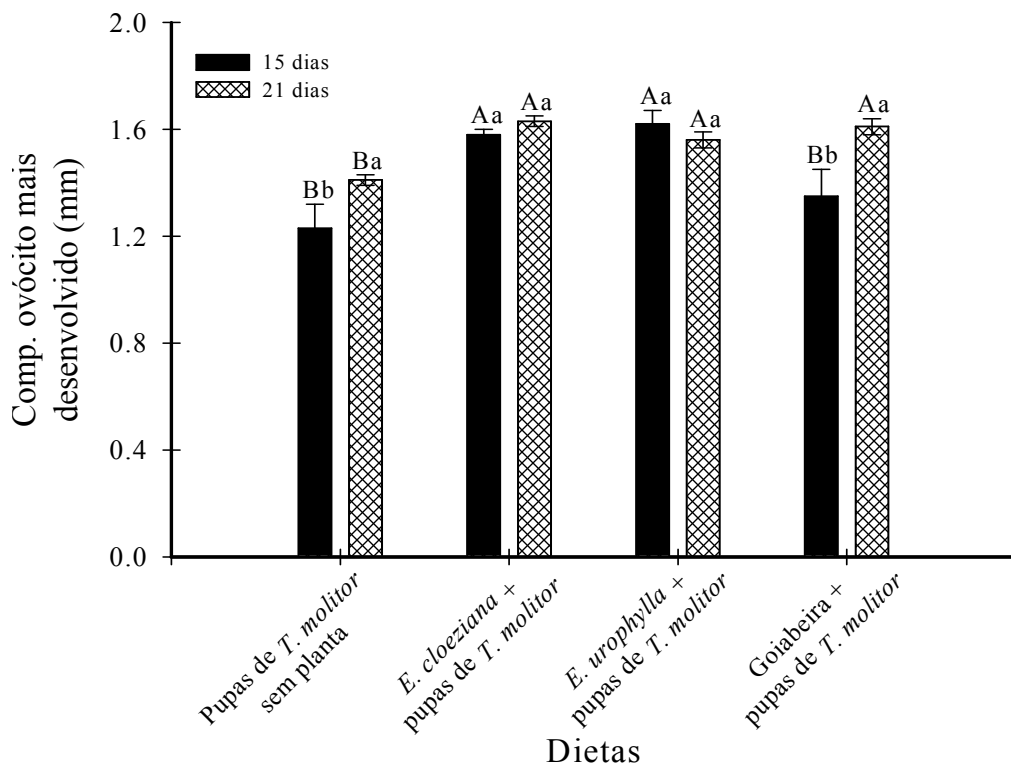


Fig. 12. Comprimento do ovócito mais desenvolvido de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com 15 ou 21 dias de idade, no campo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

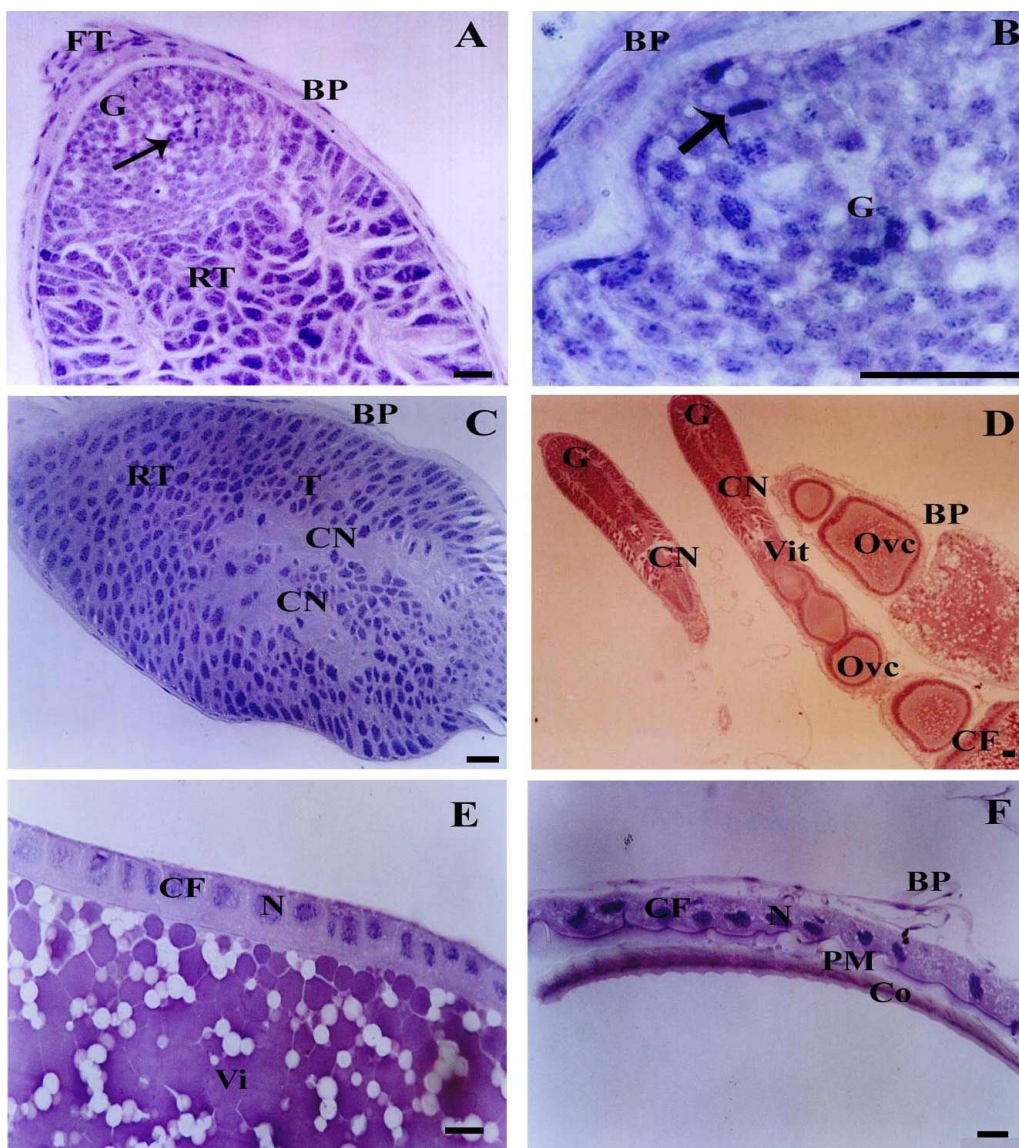


Fig. 13. Corte longitudinal do ovário de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes estágios de desenvolvimento. A, B) detalhes da região de germário. C) detalhes da região do trofário. D) ovaríolos com ovócitos em arranjo linear e em diferentes estágios de desenvolvimento. E, F) detalhes de células foliculares em diferentes estágios de desenvolvimento. → células em divisão (metáfase); FT, filamentos terminais; G, germário; BP, bainha peritoneal; RT, região do trofário; CN, cordão nutritivo; Ovc, ovócito; T, células nutridoras; CF, células foliculares; N, núcleo; Vi, vitelo; Vit, vitelário; Co, córion e PM, prolongamentos micropilares. Barra= 20 μ m.

As células foliculares apresentaram forma cúbica e compactadas com núcleo mais arredondado (Fig. 13E) quando os ovócitos estão localizados próximos à região do germário, em fase inicial de desenvolvimento. Com o desenvolvimento dos ovócitos, essas células foram se tornando mais achatadas e menos compactadas. As células foliculares passam a secretar o córion do ovo no ovócito completamente desenvolvido (Fig. 13F).

Os ovários apresentaram características histológicas e fisiológicas semelhantes em todas as dietas e idade das fêmeas de *B. tabidus*.

A região do germário de ovariolos das fêmeas de *B. tabidus* apresentou células em processo de diferenciação celular, como constatado pela presença de células em metáfase (Fig. 13B). O trofário, também, não apresentou alterações histológicas com a dieta consumida por fêmeas de *B. tabidus*. No entanto, foram encontrados ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento na região do vitelário de fêmeas criadas sem plantas (Fig. 13D), mostrando ovócitos, ainda, não completamente formados. Fêmeas criadas em plantas apresentaram grande quantidade de ovócitos em estágios avançados de desenvolvimento no interior dos ovariolos (Fig. 13F).

Não foram verificadas características de morte celular em células foliculares dos ovariolos em nenhuma das dietas e idades das fêmeas de *B. tabidus*. Fêmeas com plantas (*E. cloeziana*, *E. urophylla* e goiabeira) apresentaram processo de diferenciação das células foliculares para início da formação dos prolongamentos micropilares no córion (Fig. 13F), que são estruturas visíveis, apenas, em ovos completamente desenvolvidos.

Histoquímica do corpo gorduroso

A área das células do corpo gorduroso (trofócitos) de fêmeas de *B. tabidus* mostrou que o tamanho dessas células foi afetado pelo tipo de alimento ($F= 16,03$; $gl= 3,72$; $P= 0,0001$), independentemente da idade desse predador.

Fêmeas adultas de *B. tabidus* com *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* apresentaram, independentemente da idade, trofócitos cerca de duas vezes maiores ($966,32 \pm 110,30 \mu\text{m}^2$) que aquelas com as demais dietas (Fig. 14).

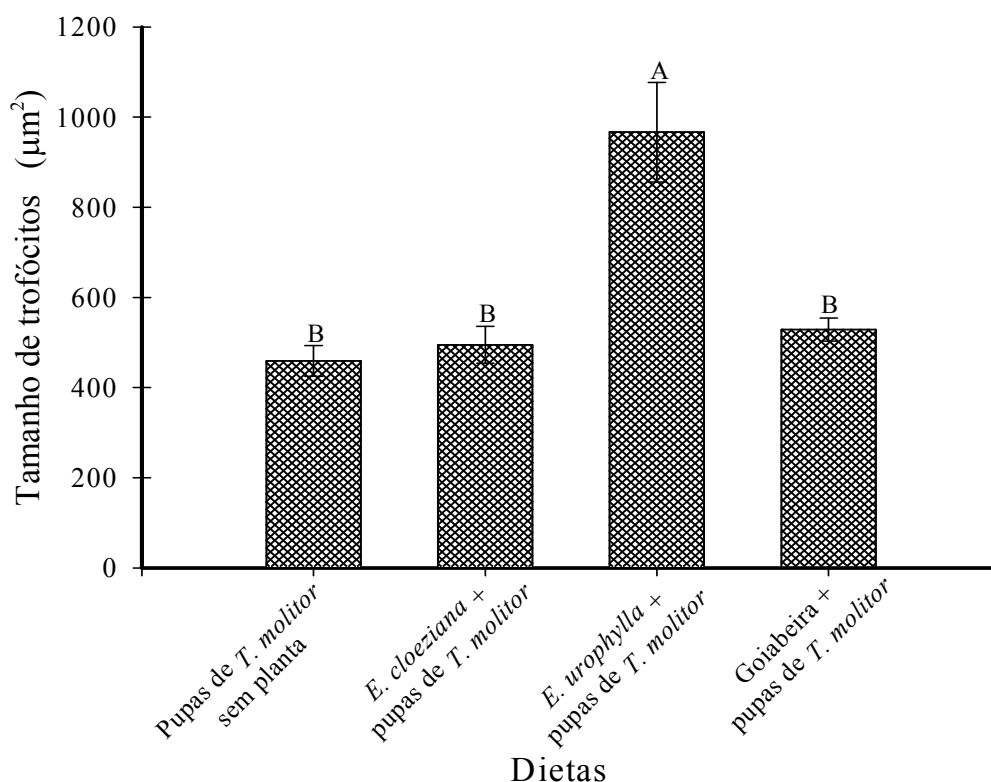


Fig. 14. Área de trofócitos do corpo gorduroso de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes dietas criadas em campo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P= 0,05$).

Trofócitos de fêmeas adultas de *B. tabidus*, com diferentes dietas e idades, apresentaram aspectos morfológicos semelhantes com núcleos grandes e predomínio de cromatina descondensada e nucléolo evidente (Fig. 15). Os vacúolos do corpo gorduroso dessas fêmeas apresentaram tamanho semelhante em todas as dietas e idades.

A análise do teste histoquímico com mercúrio bromofenol no corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* mostrou pouca coloração do material biológico com todas as dietas e idade desse predador. No entanto, observou-se coloração principalmente dos núcleos dos trofócitos e de pequena parte do citoplasma (Fig. 15A-15C). Isto sugere que a quantidade de proteína presente no corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* seja reduzida. Fêmeas criadas em *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* parecem possuir maior quantidade de proteína total no corpo gorduroso que as das demais dietas (Fig. 15A-15C).

As reações com PAS no corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* mostraram que a coloração do material biológico não foi afetada pelo tipo de alimentação e idade desse predador. De forma semelhante, observou-se coloração, apenas, de parte do citoplasma indicando quantidade reduzida de carboidratos nos materiais analisados (Fig. 16A-16C).

Fêmeas de *B. tabidus*, com 21 dias de idade e alimentadas, somente, com pupas de *T. molitor* (Fig. 16B) ou em presença de *E. urophylla* apresentaram fraca reação positiva ao PAS em relação aquelas com 15 dias. Isto indica que fêmeas de *B. tabidus*, com 21 dias de idade, apresentaram menor quantidade de carboidratos no corpo gorduroso, somente, com pupas de *T. molitor* ou *E. urophylla* e pupas de *T. molitor*.

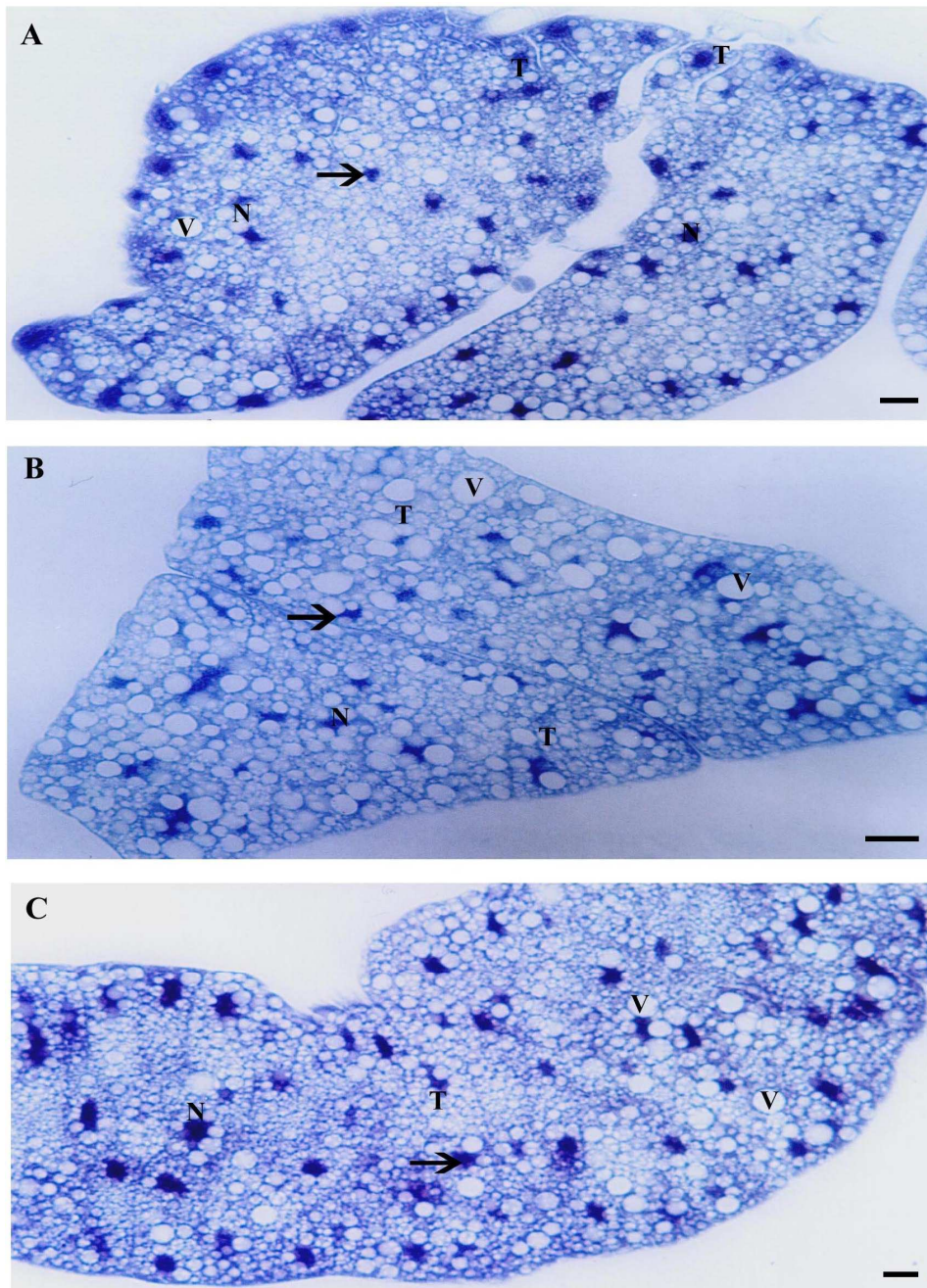


Fig. 15. Corpo gorduroso de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) corado com mercúrio bromofenol para evidenciar proteínas, mostrando vacúolos e trofócitos de tamanho semelhante em todas as dietas e duas idades desse predador. A) fêmeas com 15 dias de idade criadas em *Eucalyptus urophylla*, B) fêmeas com 15 dias em goiabeira e C) fêmeas com 21 dias em *E. urophylla*. N, núcleo do trofócito; T, trofócito; V, vacúolo; e →, núcleo. Barra= 20 μ m.

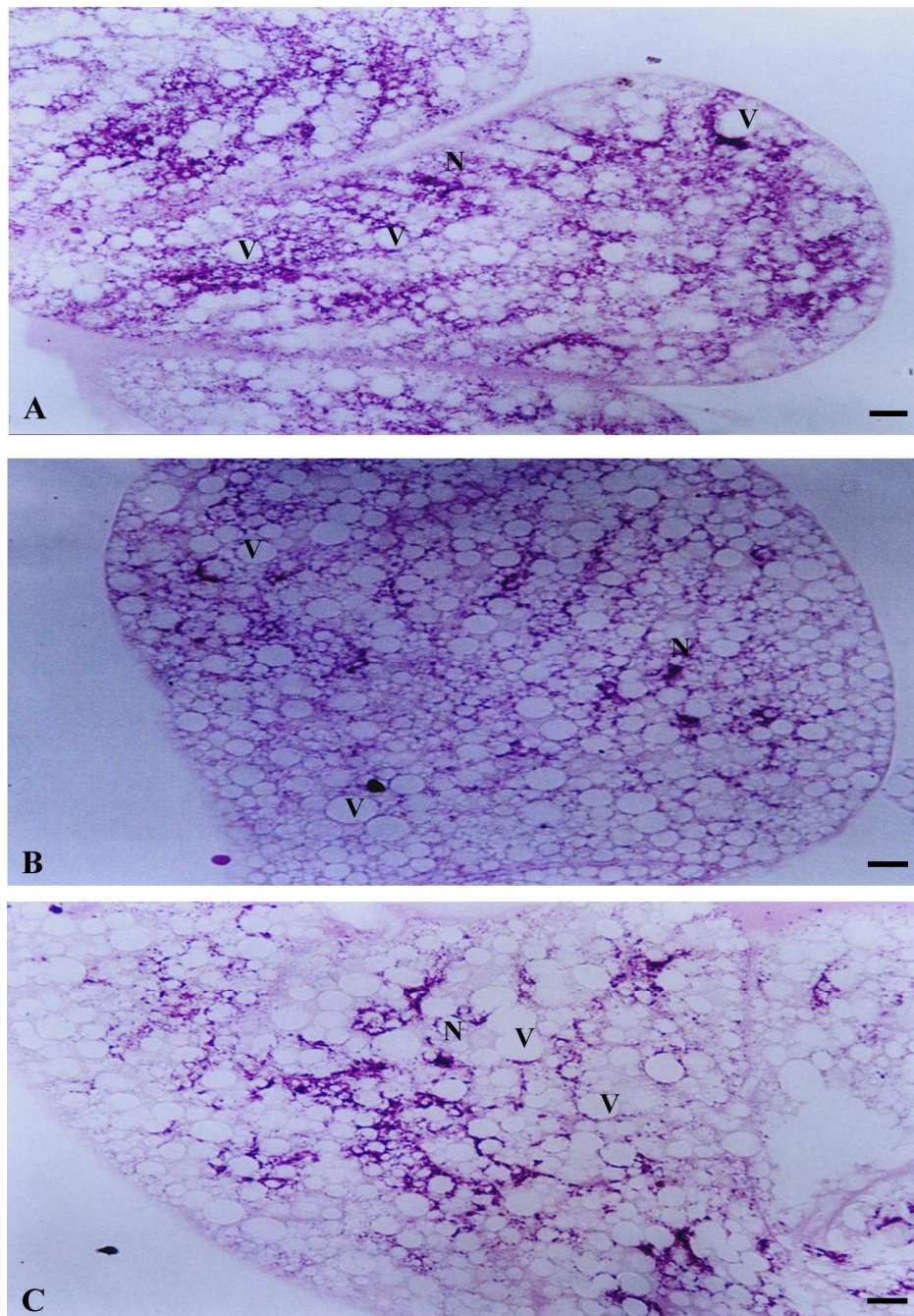


Fig. 16. Reação de PAS no corpo gorduroso de fêmeas de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). A) fêmeas alimentadas sem planta, com 15 dias de idade, mostrando reação positiva. B) fêmeas alimentadas sem planta, com 21 dias, mostrando reação fraca. C) fêmeas criadas em *Eucalyptus urophylla*, com 15 dias, mostrando reação positiva. N, núcleo do trofócito; T, trofócito e V, vacúolo. Barra= 20 μ m.

DISCUSSÃO

Peso das fêmeas

O peso de fêmeas de *B. tabidus* variou com a idade e alimento que receberam, sendo aquelas alimentadas, apenas, com pupas de *T. molitor* mais leves aos 15 e 21 dias que com essa presa e planta. Isto demonstra o impacto positivo da fitofagia no ganho de peso de fêmeas de *B. tabidus*, como relatado para aquelas desse predador com mudas de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 2000). Este resultado é importante, pois tem sido verificada relação positiva entre peso e taxa reprodutiva de Asopinae (Mohaghegh-Neyshabouri *et al.*, 1996; 1998a,b; 1999; Oliveira *et al.*, 1999; Zanuncio *et al.*, 2002), o que pode aumentar a densidade populacional desses predadores no campo com plantas. Espécies de Heteroptera têm apresentado capacidade reprodutiva diferenciada com o alimento que receberam durante seu ciclo de vida (Zanuncio *et al.*, 1991 e 1998; Legaspi & O'Neil, 1993; Saavedra *et al.*, 1995; De Clercq *et al.*, 1998; Chocorosqui & De Clercq, 1999; Lemos, 2001; Lemos *et al.*, 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lacerda *et al.*, 2004). Isto reforça a hipótese de que a fecundidade de percevejos predadores seja afetada, negativamente, pela baixa quantidade e qualidade do alimento consumido durante a fase ninfal e/ou adulta desses inimigos naturais (Molina-Rugama *et al.*, 1997 e 1998a,b; Lemos, 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001), com reflexo no peso de seus adultos.

Fêmeas de *B. tabidus*, de 21 dias de idade com *E. urophylla*, foram mais leves que as com 15 dias, o que não foi observado nas demais dietas. O pico inicial de postura desse predador ocorre entre o 15º e 20º dias (Ferreira, 2003), o que pode fazer com que fêmeas com *E. urophylla*, aos 21 dias de idade, apresentem menor quantidade de corpo gorduroso em virtude da maior utilização de energia no processo reprodutivo, com reflexo negativo no peso das mesmas. Além do impacto no peso, a presença de

plantas no campo aumenta o período de oviposição, número de ovos/fêmea, de ninfas/fêmea e a longevidade de *B. tabidus* (Ferreira, 2003). Por isto, a diversidade da dieta representa componente chave na biologia, ecologia e comportamento de predadores, com reflexos na manipulação e uso desses inimigos naturais em programas de manejo integrado de pragas.

Fêmeas de *B. tabidus*, de 15 e 21 dias de idade, apresentaram peso acima de 150 mg (Fig. 4) sendo mais pesadas que o relatado por Zanuncio *et al.* (1996 e 2000) e Jusselino Filho *et al.* (2001 e 2003) com diferentes regimes alimentares. Isto pode ser devido ao fato de que alguns desses trabalhos não terem incluído plantas na dieta desse predador (Jusselino Filho *et al.*, 2001 e 2003), enquanto os demais (Zanuncio *et al.*, 1996 e 2000) mantiveram os indivíduos de *B. tabidus* em condições controladas ou semi controladas. Por outro lado, esse estudo foi conduzido em campo, com resultados que poderão refletir mais realisticamente as variáveis biológicas e reprodutivas de *B. tabidus*. Isto poderá melhorar o sucesso desse inimigo natural em programas de controle de pragas em diferentes ecossistemas.

O impacto positivo da fitofagia no ganho de peso de fêmeas de *B. tabidus* em campo é evidente, o que resultará em adultos mais pesados com plantas. Isto é importante, pois confirma a influência positiva da fitofagia nos atributos biológicos de fêmeas desse predador em campo.

Proteína total na hemolinfa

O teor de proteína total na hemolinfa das fêmeas de *B. tabidus* não foi afetado pela dieta ou idade dessas *B. tabidus*, possivelmente, obtêm água e/ou nutrientes (p. ex., carboidratos, aminoácidos específicos), mas não proteínas de plantas, de forma semelhante ao relatado para *Dicyphus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae) (Gillespie & McGregor, 2000; Sinia *et al.*, 2004). Proteínas obtidas por esse predador durante a sua alimentação, possivelmente, é oriunda da alimentação com presa animal

(pupas de *T. molitor*). No entanto, a alimentação com plantas pode melhorar a sobrevivência de heterópteros onívoros (Cohen & Debolt, 1983; De Clercq & Degheele, 1992; Cocuzza *et al.*, 1997; Eubanks & Denno, 1999; Gillespie & McGregor, 2000), pois a disponibilidade de água é crucial para a sobrevivência, embora não para a reprodução desses insetos. Isto se deve ao baixo conteúdo de nitrogênio dos materiais vegetais, retardando a produção de ovos (De Clercq & Degheele, 1992). Resultados recentes diferem dos relatos desses últimos autores e confirmam o fato de Pentatomidae apresentarem maiores taxas reprodutivas com plantas na dieta (Zanuncio *et al.*, 2000 e 2004, Lemos *et al.*, 2001, Ferreira, 2003). Entre os Pentatomidae estudados, *B. tabidus*, supostamente, seja a espécie a sofrer maior influência positiva da alimentação com plantas na sua reprodução. A ausência da suplementação vegetal na dieta desses predadores reduz em, até, 30% o número de fêmeas férteis (Ferreira, 2003), o que não foi observado para outros Asopinae, como *P. nigrispinus*, cujas fêmeas ovipositaram sem vegetal na sua dieta (Lemos *et al.*, 2001).

Outros insetos onívoros apresentam alimentação em plantas (Armer *et al.*, 1998), mas não existe um consenso sobre o tipo de substância específica (água e/ou nutrientes) absorvida por esses organismos. Dessa forma, estudos sobre o complexo de enzimas salivares e a morfologia do trato digestivo de percevejos predadores poderiam auxiliar na definição da parte da planta (xilema ou mesófilo) na qual esses insetos se alimentam. Isto mostraria se as plantas fornecem nutrientes, água, ou ambos, para esses organismos (Armer *et al.*, 1998).

A água é um recurso crítico para Heteroptera predadores (Sinia *et al.*, 2004) por ser, continuamente, perdida por evaporação e por reações hidrolíticas durante a digestão pré-oral (Cohen, 1990; 1993 e 1998). *D. hesperus* apresentou maior alimentação em plantas sem água e/ou, apenas, presa (Gillespie & McGregor, 2000; Sinia *et al.*, 2004). Isto suporta a

hipótese de que a alimentação com plantas por Hemiptera zoofitófagos facilite o consumo da presa pelo fornecimento de água, a qual é essencial para o processo de predação (Sinia *et al.*, 2004). A adição de plantas na alimentação de *B. tabidus* melhorou os aspectos biológicos e reprodutivos (Ferreira, 2003), além do seu desenvolvimento ovariano, mostrando que além de facilitar o consumo da presa, a fitofagia fornece nutrientes não obtidos com a predação.

Os teores de proteína na hemolinfa de fêmeas adultas de *B. tabidus*, em campo, não são alterados pela alimentação com plantas, o que sugere que fêmeas desse predador obtenham água e/ou outro nutriente, mas não proteína, durante o processo de fitofagia.

Morfometria do ovário

A caracterização, localização e coloração da genitália interna de fêmeas de *B. tabidus* foram semelhantes aos de outras espécies de Heteroptera predadores (Adams, 2000 e 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lemos *et al.*, 2005a), sendo composta por ovários amarelados localizados, ventralmente, ao intestino, e por unidades funcionais denominadas ovariolos, envolvidos por uma rede de traqueíolas e pelo corpo gorduroso. Isto se assemelha à genitália interna padrão de outros insetos (Davey, 1985; Nijhout, 1994; Chapman, 1998; Nation, 2002). Ovariolos de *B. tabidus* são, também, unidos na região distal por filamentos terminais conectados a parede do corpo, e, proximalmente, pelo oviduto lateral, conforme relatado para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) (Lemos *et al.*, 2005a). Os ovidutos laterais de *B. tabidus* unem-se formando o oviduto comum, o qual se abre na vagina.

Fêmeas de *B. tabidus*, independente da dieta e idade, apresentaram sete ovariolos por ovário. Esse número parece ser comum para os Pentatomidae, como relatado para outras espécies predadoras dessa família

como *Perillus bioculatus* (Fabricius) (Adams, 2000 e 2001), *Podisus maculiventris* Say (Wittmeyer *et al.*, 2001) e *P. nigrispinus* (Lemos *et al.*, 2005a). O número de ovariolos por ovário é espécie-específico e pode variar de um, em Coleoptera, a mais de mil em rainhas de térmitas (Nijhout, 1994; Nation, 2002) em função do tamanho, tipo de vida e grupo taxonômico do inseto (Chapman, 1998). No entanto, os ovários dos insetos, normalmente, contêm entre quatro e seis ovariolos, com os Heteroptera tendo de quatro a sete (Nijhout, 1994).

A estrutura dos ovários de *B. tabidus* é semelhante a de outros Heteroptera predadores, mas foi afetada pela dieta, como relatado para *P. nigrispinus* em diferentes regimes alimentares (Lemos *et al.*, 2005a). Fêmeas de *B. tabidus* apresentaram ovários mais desenvolvidos com plantas, o que irá se refletir em melhor desempenho reprodutivo desse predador, conforme observado para fêmeas de *P. nigrispinus* com lagartas de terceiro e quinto estádios de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) que tiveram ovários mais desenvolvidos e maior fecundidade (Lemos, 2001; Lemos *et al.*, 2005a). O tipo de alimento consumido por ninfas de *P. maculiventris* afetou o desenvolvimento ovariano desse predador, principalmente na formação de folículos pré-vitelogênicos (Wittmeyer *et al.*, 2001). Porém, a alimentação dos adultos teve maior influência durante o processo de vitelogênese, enquanto aspectos reprodutivos gerais (incluindo fecundidade e sobrevivência da progênie) foram afetados pela interação do tipo de alimento consumido nas fases jovem e adulta (Wittmeyer *et al.*, 2001). No entanto, pesquisas sobre a anatomia da genitália interna de Pentatomidae predadores (Adams, 2000 e 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lemos *et al.*, 2005a,b), especialmente sobre o efeito de diferentes dietas nessas estruturas (Lemos *et al.*, 2005a,b) são, ainda, escassas e recentes. Isto mostra ser necessário o aumento do conhecimento da melhor relação entre alimentação de predadores e aspectos

morfo-fisiológicos da sua genitália interna. Além disso, essas informações podem auxiliar em estudos filogenéticos desses organismos (Szklarzewicz, 1998).

Fêmeas de *B. tabidus* alimentadas com plantas apresentaram ovariolos mais desenvolvidos que aquelas, apenas, com pupas de *T. molitor*. Isto está, diretamente, associado ao maior número de ovócitos completamente desenvolvidos em ovários de fêmeas nessas dietas, como observado para aquelas de *P. nigrispinus* (Lemos *et al.*, 2005a). A dimensão dos ovariolos de fêmeas de Pentatomidae depende do número e grau de desenvolvimento dos folículos dessas estruturas (Adams, 2001). Isto demonstra que, independente da idade, fêmeas de *B. tabidus* com plantas de eucalipto ou goiabeira terão maiores possibilidades de expressarem seu potencial reprodutivo real. Portanto, a alimentação com plantas melhora o desenvolvimento ovariano de fêmeas de *B. tabidus*.

O número de ovócitos por ovário e por ovariolo mais desenvolvido foi menor para fêmeas de *B. tabidus*, apenas, com pupas de *T. molitor*, que com plantas e presa. *P. nigrispinus* apresentou maior número de ovócitos por ovário e por ovariolo com lagartas de quinto estágio do curuquerê-do-algodoeiro que com dieta artificial (Lemos *et al.*, 2005a). Isto, possivelmente, está associado à maior quantidade de corpo gorduroso de *P. nigrispinus* com a presa natural. Fêmeas mais pesadas de *B. tabidus* com plantas, também, devem apresentar maior quantidade de corpo gorduroso que, apenas, com pupas de *T. molitor*. Isto poderá afetar a vitelogênese, o principal processo durante a ovogênese de insetos (Shapiro *et al.*, 2000) que compreende a síntese, no corpo gorduroso, da vitelogenina, sua secreção na hemolinfa e transporte para os folículos, onde se internaliza nos ovócitos como vitelina (Bitondi & Simões, 1996).

Os ovariolos de fêmeas de *B. tabidus* apresentaram ovócitos de diferentes tamanhos com todas as dietas. Isto demonstra o efeito da dieta no

desenvolvimento dessas estruturas. Büning (1994) mostrou que ovariolos no interior do ovário dos insetos apresentam estágios semelhantes sem gradientes de desenvolvimento. No entanto, fêmeas de *B. tabidus*, apenas, com pupas de *T. molitor* apresentaram menor número de ovócitos desenvolvidos no interior dos ovariolos, resultando em ovariolos com gradientes de desenvolvimento no mesmo ovário. Isto foi relatado, também, para fêmeas de *P. nigrispinus* com diferentes dietas (Lemos *et al.*, 2005a). Fêmeas de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) apresentaram ovários com desenvolvimento, apenas, até o estágio pré-vitelogênico com dietas sem carboidratos e proteínas (Bownes & Reid, 1990; Adams & Gerst, 1992; Wheeler, 1996).

O tamanho de ovócitos em ovários de fêmeas de *B. tabidus* foi afetado pela dieta, o que reforça a hipótese de que a quantidade e qualidade dos recursos alimentares influenciem a ovogênese, síntese e transporte de vitelogenina para os ovócitos de Heteroptera (Davey, 1997; Wittmeyer *et al.*, 2001). Dietas com baixa qualidade nutricional podem reduzir o número de ciclos gonadotrópicos por ovariolo em, até, 50% (Adams, 2000) e o de folículos vitelogênicos e corionáceos desses organismos (Wittmeyer *et al.*, 2001). Dessa forma, fêmeas de *B. tabidus*, apenas, com pupas de *T. molitor* devem apresentar redução no número dos ciclos gonadotrópicos e do número de folículos, o que explicaria o menor desenvolvimento de seus ovários. Entretanto, fêmeas de *B. tabidus* com plantas mostraram, na maioria das vezes, ovariolos maiores e com grande quantidade de ovócitos bem desenvolvidos. Além disso, apresentaram o córion bem caracterizado e os prolongamentos micropilares desenvolvidos, o que demonstra que fêmeas desse predador tenham completado o processo de coriogênese nessas dietas. Isto indica que a qualidade e quantidade do alimento durante os estágios ninfal e adulto são críticos para a reprodução de *B. tabidus*,

como observado para outras espécies de Asopinae (Adams, 2000; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lemos *et al.*, 2005a).

B. tabidus não deve, aparentemente, obter proteínas de plantas, o principal componente do processo de vitelogênese e reprodução de insetos (Büning, 1994; Davey, 1997; Chapman, 1998; Wittmeyer *et al.*, 2001; Nation, 2002). No entanto, a alimentação com plantas pode ter um benefício indireto, facilitando outros processos metabólicos (p.ex. obtenção de água) (Sinia *et al.*, 2004), o que implicaria em maiores taxas de predação e maximização da extração dos nutrientes das presas. Isso pode melhorar o desenvolvimento das estruturas reprodutivas de fêmeas de *B. tabidus* com plantas, quando comparado com aquelas alimentadas, apenas, com presa animal.

A redução da maturação ovariana, do número de ovócitos desenvolvidos e da fecundidade de *B. tabidus*, apenas, com pupas de *T. molitor* podem dever-se à falta de alguns componentes nutricionais nessa dieta, ou de que *B. tabidus* alimenta-se, apenas, o suficiente para manter sua sobrevivência em detrimento do início da vitelogênese. Outra causa do menor desenvolvimento ovariano e baixo número de ovócitos em fêmeas de *B. tabidus* pode ser a regulação endócrina da ovogênese e vitelogênese. Isto mostra ser necessário melhorar-se o conhecimento das exigências nutricionais e hormonais desse predador e o impacto dos mesmos em programa de manejo de pragas.

A herbivoria altera a morfologia da genitália interna de fêmeas de *B. tabidus* com reflexos no tamanho das estruturas reprodutivas e na ovogênese desse inimigo natural em campo.

Histologia do ovário

Fêmeas de *B. tabidus* apresentaram ovários do tipo meroístico telotrófico, o tipo padrão dos Heteroptera, com características semelhantes

àquelas de outras espécies de percevejos (Büning, 1994; Simiczyjew *et al.*, 1998; Szklarzewicz, 1998; Adams, 2000 e 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Nation, 2002; Lemos *et al.*, 2005a). A genitália interna de *P. nigrispinus*, uma espécie filogeneticamente próxima de *B. tabidus*, apresenta características histológicas semelhantes às encontradas neste estudo (Lemos *et al.*, 2005a).

A dieta consumida afetou o desenvolvimento da genitália interna de *B. tabidus*, mas não as características histológicas de seus ovários. A região do germário dos ovariolos de fêmeas de *B. tabidus* caracterizou-se por células em processo de diferenciação celular, demonstrando encontrarem-se ativas. Isto difere daquele de fêmeas de *P. nigrispinus*, as quais apresentaram avançado grau de morte celular com dieta artificial (Lemos *et al.*, 2005a), mostrando a inadequabilidade nutricional dessa dieta para aquele predador. Em nosso estudo não se observou morte celular em nenhuma das dietas testadas, o que demonstra que apesar da ausência de planta na dieta afetar, negativamente, o desenvolvimento ovariano de fêmeas de *B. tabidus*, isto não foi capaz de provocar morte das células ovarianas.

A herbivoria não influenciou a histologia da genitália interna de fêmeas de *B. tabidus*, que apresentaram características semelhantes às observadas para outros Heteroptera.

Histoquímica do corpo gorduroso

A área dos trofócitos de fêmeas de *B. tabidus*, com *E. urophylla*, foi duas vezes maior que para aquelas com as demais dietas. Isto sugere que fêmeas com *E. urophylla* armazenem maior quantidade de substâncias de reserva no corpo gorduroso, com reflexos positivos no processo de vitelogênese e ovogênese de *B. tabidus*. Por outro lado, o decréscimo da área dos trofócitos em fêmeas nas demais dietas sugere a utilização mais

rápida dos produtos armazenados durante as atividades metabólicas desse predador. Isto pode resultar da menor capacidade de síntese ou absorção de nutrientes da hemolinfa pelo corpo gorduroso desses indivíduos. O desenvolvimento das células do corpo gorduroso de Pentatomidae predadores em função da dieta consumida não foi, ainda, relatado, o que demonstra a escassez de informações a esse respeito para esse grupo de insetos. No entanto, isto tem sido investigado para outros insetos, mostrando ser o corpo gorduroso o principal tecido de reserva de nutrientes e substâncias energéticas, mas com variação na área de suas células de acordo com a fase do desenvolvimento (Oliveira & Cruz-Landim, 2003a) e dieta consumida (Sarmiento *et al.*, 2004). *Melipona quadrisfasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) apresentou correlação do tamanho dos trofócitos com o desenvolvimento ovariano, sendo essa relação negativa, nas operárias, e positiva nas rainhas (Oliveira & Cruz-Landim, 2003a). Células do corpo gorduroso do predador *Eriopsis connexa* Mulsant (Coleoptera: Coccinelidae) apresentaram áreas três vezes maiores com *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae) que com *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). Isto demonstra que afídeos representam a dieta principal para este inseto (Sarmiento *et al.*, 2004).

Testes histoquímicos com mercúrio bromofenol e PAS detectaram a presença de pouca proteína e carboidratos no corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* e sem diferenças entre eles. O corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* apresentou coloração pouco mais intensa com *E. urophylla* com a reação mercúrio bromofenol, o que pode sugerir maior quantidade de proteína. Portanto, o conteúdo semelhante de proteínas no corpo gorduroso de fêmeas de *B. tabidus* coincide com o obtido para a proteína total na hemolinfa desse predador. Isto reforça a hipótese de que o corpo gorduroso, também, regule a composição química da hemolinfa pela absorção,

armazenamento, síntese e liberação de lipídeos, proteínas e carboidratos (Cruz-Landim, 1985). Fêmeas de *B. tabidus*, com 21 dias de idade e alimentadas com pupas de *T. molitor*, isoladamente, ou com plantas de *E. urophylla* e essa presa, apresentaram fraca reação ao PAS. Isto indica que a capacidade de armazenamento de carboidratos, principalmente glicogênio, por esses indivíduos seja pequena quando comparada com as demais dietas. Isto, possivelmente, acontece para fêmeas desse predador com *E. urophylla*, pois nessa idade seus indivíduos apresentam maior capacidade reprodutiva e, conseqüentemente, maiores gastos energéticos.

As reações de mercúrio bromofenol e PAS foram, fracamente, positivas nas células do corpo gorduroso de fêmeas copuladas de *B. tabidus*. Isto pode demonstrar que a absorção e o armazenamento de nutrientes da hemolinfa sejam reduzidos nessas células. Isto ocorre, possivelmente, pelo fato da demanda de nutrientes ser grande para os ovários, sem tempo para serem armazenados. Logo, os nutrientes devem ser sintetizados e, imediatamente, translocados para os ovários.

Estudos histoquímicos podem caracterizar a composição química dos constituintes das células e tecidos *in situ*. Além disso, são particularmente, importantes em estudos com corpo gorduroso por permitir identificar os nutrientes secretados e/ou armazenados nesse local (Oliveira & Cruz-Landim, 2003a,b e 2004) e relacioná-los com as dietas que os insetos receberam. Apesar de escassas entre os Asopinae, abordagens histoquímicas vêm sendo estudadas para outros grupos de insetos, principalmente Lepidoptera (Conte, 1994), Hymenoptera (Cunha & Cruz-Landim, 1983; Martinez & Wheeler, 1994; Ignatti-Pattison, 2001; Oliveira & Cruz-Landim, 2003a,b e 2004) e Coleoptera (Sarmiento *et al.*, 2004).

A onivoria tem papel importante no desempenho biológico e reprodutivo de Heteroptera predadores e *E. urophylla* representa a espécie vegetal mais adequada para suplementação alimentar de fêmeas de *B.*

tabidus. Esses conhecimentos trarão maiores possibilidades de sucesso em programas de controle biológico de pragas e abrem possibilidades para se melhorar o conhecimento das exigências nutricionais e hormonais de *B. tabidus*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

- Adams, T.S. (2000), Effect of diet and mating status on ovarian development in a predaceous stink bug *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **93**, 529-535
- Adams, T.S. (2001), Morphology of the internal reproductive system of the male and female two-spotted stink bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) and the transfer of products during mating. *Invert. Reprod. Develop.* **39**, 45-53
- Adams, T.S. & Gerst, J.W. (1992), Interaction between diets and hormones on vitellogenin levels in the housefly, *Musca domestica*. *Int. J. Invert. Reprod.* **21**, 91-98
- Altieri, M.A.; Silva, E.N. & Nicholls, C.I. (2003), *O papel da Biodiversidade no Manejo de Pragas*. Holos, Ribeirão Preto, 226 p
- Ambrose, D.P. & Maran, P.M. (2000), Polymorphic diversity in salivary and haemolymph proteins and digestive physiology of assassin bug *Rhynocoris marginatus* (Fab.) (Het., Reduviidae). *J. Appl. Entomol.* **124**, 315-317
- Armer, C.A.; Wiedenmann, R.T.N. & Bush, D.R. (1998), Plant feeding site selection on soybean by the facultatively phytophagous predator *Orius insidiosus*. *Entomol. Exp. Appl.* **86**, 109-118
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L. & Santos, A.S. (2003), *Bio Estat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá-CNPq, Belém-Brasília, 209 p

- Barcelos, J.A.V.; Zanuncio, J.C.; Nascimento, E.C. & Zanuncio, T.V. (1993), Caracterização dos estádios ninfais de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera, Pentatomidae). *Rev. Bras. Entomol.* **37**, 537-543
- Barcelos, J.A.V.; Zanuncio, J.C.; Oliveira, A.C. & Nascimento, E.C. (1994), Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **23**, 519-524
- Bitondi, M.M.G. & Simões, Z.L.P. (1996), The relationship between level of pollen in the diet, vitellogenin and juvenile hormone titres in Africanized *Apis mellifera* workers. *J. Apicult. Res.* **35**, 27-36
- Bownes, M. & Reid, G. (1990), The role of the ovary and nutritional signals in the regulation of fat body yolk protein gene expression in *Drosophila melanogaster*. *J. Insect Physiol.* **36**, 471-479
- Bradford, M.M. (1976), A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* **72**, 248-254
- Büning, J. (1994), The ovary of ectognatha, the Insects. stir.,. In- *The Insect Ovary - Ultra structure, Previtellogenic Growth and Evolution*, Ed. J. Büning. Chapman & Hall, London, pp. 31-324
- Chapman, R.F. (1998), Nutrition. In- *The Insects: Structure and Function*, Ed. R.F. Chapman. Cambridge University, Cambridge, pp. 69-93

- Chocorosqui, V.R. & De Clercq, P. (1999), Developmental and predatory performance of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) reared on a meat-based artificial diet. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **64**, 229-234
- Cocuzza, G.E.; De Clercq, P.; Van De Veire, M.; Cock, A.; Degheele, D. & Vacante, V. (1997), Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomol. Exp. Appl.* **82**, 101-104
- Cohen, A.C. (1990), Feeding adaptations of some predaceous Hemiptera. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **83**, 1215-1223
- Cohen, A.C. (1993), Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin like enzymes in a predaceous Heteropteran, *Zelus renarii*. *J. Insect Physiol.* **39**, 823-829
- Cohen, A.C. (1998), Biochemical and morphological dynamics and predatory feeding habits in terrestrial Heteroptera. In- *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*, Ed. M. Coll & J.R. Ruberson. Thomas Say Publications/Entomological Society of America, Lanham, pp. 21-32
- Cohen, A.C. & Debolt, J.W. (1983), Rearing *Geocoris punctipes* on insect eggs. *Southwest. Entomol.* **8**, 61-64
- Coll, M. (1998), Living and feeding on plants in predatory Heteroptera. In- *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*, Eds. M. Coll & J.R. Ruberson. Thomas Say Publications/Entomological Society of America, Lanham, pp. 89-130

- Coll, M. & Izraylevich, S. (1997), When predators also feed on plants: effects of competition and plant quality on omnivore-prey population dynamics. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **90**, 155-161
- Coll, M. & Ruberson, J.R. (1998), Predatory Heteroptera: an important yet neglected group. In- *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*, Eds. M. Coll & J.R. Ruberson. Thomas Say Publications/Entomological Society of America, Lanham, pp. 1-19
- Coll, M. & Guershon, M. (2002), Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annu. Rev. Entomol.* **47**, 267-297
- Conte, H. (1994), *Morfologia do corpo gorduroso em larvas de Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Pyralidae) não parasitadas e parasitadas pelo Cotesia flavipes (Hymenoptera: Braconidae)*. DS Thesis, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil
- Cremonese, T.M.; De Jong, D. & Bitondi, M.M.G. (1998), Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honeybees (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Entomol.* **91**, 1284-1289
- Cruz-Landim, C. (1985), Modificações das células do corpo gorduroso de rainhas de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). *Ciência e Cultura* **37**, 471-475
- Cunha, M.A.S. & Cruz-Landim, C. (1983), Modificações histológicas e histoquímicas do corpo gorduroso de rainhas de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae) durante o primeiro ciclo reprodutivo. *Acta Biol. Paraná* **12**, 11-22

- Davey, K.G. (1985), The female reproductive tract. In- *Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology*, Eds. G.A. Kerkut & L.I. Gilbert, Pergamon Press, Oxford, pp. 15-36
- Davey, K.G. (1997), Hormonal controls of reproduction in female Heteroptera. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **35**, 443-453
- De Clercq, P. (2000), Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In- *Heteroptera of Economic Importance*, Eds. C.W. Schaefer & A.R. Panizzi. Cambridge University, Cambridge, pp. 737-789
- De Clercq, P. & Degheele, D. (1992), A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). *Entomophaga* **37**, 149-157
- De Clercq, P.; Merlevede, F. & Tirry, L. (1998), Unnatural prey and diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol. Control* **12**, 137-142
- Eubanks, M. & Denno, R.F. (1999), The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. *Ecology*, **80**, 1253-1266
- Evangelista Jr., W.S.; Gondim Jr., M.G.C.; Torres, J.B. & Marques, E.J. (2004), Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. *Pesq. Agropec. Bras.* **39**, 413-420
- Ferreira, A.M.R.M. (2003), *Desenvolvimento e reprodução do predador Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo*. DS Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

- Freitas, F.A. de (2003), *Desempenho ninfal e reprodutivo do predador Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae) em campo, após dez gerações em laboratório*. Msc Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil
- Gillespie, D.R. & McGregor, R.R. (2000), The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. *Ecol. Entomol.* **25**, 380-386
- Gonçalves, L.; Bueno, V.H.P. & Carvalho, C.F. (1990), Controle biológico em *Eucalyptus* spp.: 1. Etiologia de ninfas e adultos de *Podisus nigrolimbatus* Spinola 1832 e *Podisus connexivus* Bergroth 1891 (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae). *Inst. Pesq. Est. Flor.* **43-44**, 70-73
- Ignatti-Pattison, A.C. (2001), *Histoquímica e citoquímica ultra-estrutural do corpo gorduroso de rainhas de formiga Atta sexdens (L., 1758) (Hymenoptera: Formicidae)*. DS Thesis, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil
- Jusselino Filho, P. (2002), *Hormese: um pouco de algo perigoso pode ser bom!?* DS Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil
- Jusselino Filho, P.; Zanuncio, J.C.; Guedes, R.N.C. & Fragoso, D.B. (2001), Desarrollo y reproducción del predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Rev. Colomb. Entomol.* **27**, 45-48
- Jusselino Filho, P.; Zanuncio, J.C.; Fragoso, D.B.; Serrão J.E. & Lacerda, M.C. (2003), Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Braz. J. Biol.* **63**, 463-468

- Lacerda, M.C.; Ferreira, A.M.R.M.; Zanuncio, T.V.; Zanuncio, J.C.; Bernardino, A.S. & Espindula, M.C. (2004), Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Braz. J. Biol.* **64**, 237-242
- Legaspi, J.C. & O'Neil, R.J. (1993), Life history of *Podisus maculiventris* given low numbers of *Epilachna varivestis* as prey. *Environ. Entomol.* **22**, 1192-1200
- Lalonde, R.G.; McGregor, R.R. & Gillespie, D.R. (1999), Plant-feeding by arthropod predators contributes to the stability of predator-prey population dynamics. *Oikos* **87**, 603-608
- Lemos, W.P. (2001), *Efeito de diferentes presas no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador Podisus nigrispinus (Heteroptera: Pentatomidae)*. MSc Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil
- Lemos, W.P.; Medeiros, R.S.; Ramalho, F.S. & Zanuncio, J.C. (2001), Effects of plant feeding on the development, survival, and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Intern. J. Pest Manage.* **27**, 89-93
- Lemos, W.P.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E. & Zanuncio, J.C. (2003), Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. *J. Appl. Entomol.* **127**, 389-395

- Lemos, W.P.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E. & Zanuncio, J.C. (2005a), Morphology of female reproductive tract of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera:Pentatomidae) fed on different diets. *Braz. Arch. Biol. Techn.* **45**, 129-138
- Lemos, W.P.; Serrão, J.E.; Ramalho, F.S.; Zanuncio, J.C. & Lacerda, M.C. (2005b), Effect of diet on male reproductive tract of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Braz. J. Biol.* **65**, 91-96
- Levenbook, L. (1985), Storage proteins. In- *Comprehensive Insect Biochemistry, Physiology and Pharmacology*. Eds. L.I. Gilbert & G. Kerkut. Pergamon Press, Oxford, pp. 307-346
- Martinez, T. & Wheeler, D.E. (1994), Storage proteins in adult ants *Camponotus festinales*: role in colony founding by queens Nd in larval rearing by workers. *J. Insect Physiol.* **40**, 723-729
- Matsuda, R. (1976), *Morphology and Evolution of the Insect Abdomen with Special Reference to Developmental Patterns and Their Bearings upon Systematics*. Pergamon Press, New York, pp. 300-315
- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Degheele, D. (1996), Influence of female body weight on reproduction in laboratory-reared *Podisus nigrispinus* and *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **61**, 693-696
- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Tirry, L. (1998a), Maternal age and egg weight affect offspring performance in the predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. *BioContr.* **43**, 163-174

- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Tirry, L. (1998b), Effects of maternal age and egg weight on developmental time and body weight of offspring of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **91**, 315-322
- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Tirry, L. (1999), Effects of rearing history and geographical origin on reproduction and body size of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Eur. J. Entomol.* **96**, 69-72
- Molina-Rugama, A.J.; Zanuncio, J.C.; Torres, J.B. & Zanuncio, T.V. (1997), Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. *Rev. Biol. Trop.* **45**, 1125-1130
- Molina-Rugama, A.J.; Zanuncio, J.C.; Pratisoli, D. & Cruz, I. (1998a), Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **27**, 77-84
- Molina-Rugama, A.J.; Zanuncio, J.C.; Zanuncio, T.V. & Oliveira, M.L.R. (1998b), Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) females under different feeding intervals. *Biocontrol Sci. Tech.* **8**, 583-588
- Naranjo, S.E. & Gibson, R.L. (1996), Phytophagy in predaceous Heteroptera: effects on life history and population dynamics. In *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management*. Eds. O. Alomar & R.N. Wiedenmann. Entomological Society of America, Lanham

- Nation, J.L. (2002), Reproduction. In- *Insect Physiology and Biochemistry*, Ed. J.L. Nation. CRC Press, Boca Raton, pp. 425-451
- Nijhout, H.F. (1994), Reproduction. In- *Insect Hormone*, Ed. H.F. Nijhout. Princeton University, Princeton, pp. 142-159
- Obrycki, J.J.; Tauber, M.J.; Tauber, C.A. & Ruberson, J.R. (2004), *Prey specialization in insect predators*. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/obrycki.htm>>. Acesso em: 01 de novembro 2004
- Oliveira, H.N.; Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F. & Pratisoli, D. (1999), Body weight increment of *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia* **51**, 77-83
- Oliveira, V.T.P. & Cruz-Lamdim, C. (2003a), Size of fat body trophocytes and the ovarian development in workers and queens of *Melipona quadrifasciata anthidioides*. *Sociobiology* **41**, 701-709
- Oliveira, V.T.P. & Cruz-Lamdim, C. (2003b), Morphology and function of insect fat body cells: a review. *Biociências* **11**, 195-205
- Oliveira, V.T.P. & Cruz-Lamdim, C. (2004), Protein content and electrophoretic profile of fat body and ovary extracts from workers of *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Meliponini). *Iheringia. Série Zoologia* **94**, 417-419
- Pearse, A.G.V. (1985), *Histochemistry: Theoretical and Applied*. J&A Churchill, London, 530 pp

- Saavedra, J.L.D.; Zanuncio, J.C.; Sedyama, C.S. & Zanuncio, T.V. (1995), Fecundidad y fertilidad del predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) en cuatro dietas artificiales. *Turrialba* **45**, 70-75
- Sarmiento, R de A.; Oliveira, H.G.; Holtz, A.M.; Silva, S.M.; Serrão, J.E. & Pallini, A. (2004), Fat body morphology of *Eriopsis connexa* (Coleoptera, Coccinelidae) in function of two alimentary sources. *Braz. Arch. Biol. Techn.* **47**, 407-411
- Shapiro, J.P. & Ferkovich, S.M. (2002), Yolk protein immunoassays (YP-ELISA) to assess diet and reproductive quality of mass-reared *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). *J. Econ. Entomol.* **95**, 927-935
- Shapiro, J.P.; Wasserman, H.A.; Greany, P.D. & Nation, J.L. (2000), Vitellin and vitellogenin in the soldier bug, *Podisus maculiventris*: identification with monoclonal antibodies and reproductive response to diet. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **44**, 130-135
- Simiczyjew, B.; Ogorzalek, A. & Stys, P. (1998), Heteroptera ovaries: variations on the theme. *Folia Histochem. Cytobiol.* **36**, 147-156
- Sinia, A.; Roitberg, B.; McGregor, R.R. & Gillespie, D.R. (2004), Prey feeding increases water stress in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. *Entomol. Exp. Appl.* **110**, 243-248
- Stefanini, M.; De Martino, C. & Zamboni, L. (1967), Fixation of ejaculated spermatozoa for electron microscopy. *Nature* **216**, 173-174
- Symondson, W.O.C.; Sunderland, K.D. & Greenstone, M.H. (2002), Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.* **47**, 561-594

- Szklarzewicz, T. (1998), The ovaries of scale insects (Hemiptera, Coccinea). Morphology and phylogenetic conclusions. *Folia Histochem. Cytobiol.* **36**, 157-165
- Thomas, D.B. (1992), *Taxonomic Synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere*. Entomological Society of America, Lanham, 156 p
- Weiser, L.A. & Stamp, N.E. (1998), Combined effects of allelochemicals, prey availability, and supplemental plant material on growth of a generalist insect predator. *Entomol. Exp. Appl.* **87**, 181-189
- Wheeler, D. (1996), The role of nourishment in oogenesis. *Annu. Rev. Entomol.* **41**, 407-431
- Wittmeyer, J.L.; Coudron, T.A. & Adams, T.S. (2001), Ovarian development, fertility and fecundity in *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae): an analysis of the impact of nymphal, adult, male and female nutritional source on reproduction. *Invert. Reprod. Develop.* **39**, 9-20
- Zanuncio, J.C.; Alves, J.B.; Zanuncio, T.V. & Garcia, J.F. (1994), Hemipterous predators of eucalypt desfoliators caterpillars. *For. Ecol. Manage.* **65**, 65-73
- Zanuncio, T.V.; Torres, J.B.; Zanuncio, J.C. & Santos, G.P. (1998), Ciclo de vida e reprodução de *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com dois tipos de presas. *Rev. Bras. Entomol.* **41**, 335-337

- Zanuncio, J.C.; Zanuncio, T.V.; Guedes, R.N.C. & Ramalho, F.S. (2000), Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). *Biocontrol Sci. Tech.* **10**, 443-450
- Zanuncio, J.C.; Molina-Rugama, A.J.; Santos, G.P. & Ramalho, F.S. (2002), Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesq. Agropec. Bras.* **37**, 1225-1230
- Zanuncio, J.C.; Nascimento, E.C.; Santos, G.P.; Sartório, R.C. & Araújo, F.S. (1991), Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes hospedeiros. *An. Soc. Entomol. Brasil* **20**, 243-249
- Zanuncio, J.C.; Saavedra, J.L.D.; Oliveira, H.N.; Degheele, D. & De Clercq, P. (1996), Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biocontrol Sci. Tech.* **6**, 619-625
- Zanuncio, J.C.; Lacerda, M.C.; Zanuncio Jr., J.S.; Zanuncio, T.V.; Silva, A.M.C. & Espindula, M.C. (2004), Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. *Ann. Appl. Biol.* **144**, 357-361

CAPÍTULO II



*Morfo-fisiologia do Corpo Gorduroso e Órgão
Reprodutor de Machos do Predador *Brontocoris
tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com
Diferentes Dietas em Campo*

Morpho-Physiology and Histology of the Fat Body and Reproductive Tract
of Males of the Predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)
with Different Diets in the Field

ABSTRACT - The morpho-physiological aspects of the fat body and the reproductive system of males of *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae without plant; *T. molitor* pupae and *Eucalyptus cloeziana* plant; *T. molitor* pupae and *Eucalyptus urophylla* plants; *T. molitor* pupae and guava plants (*Psidium guajava*) were analyzed. Testicles and the fat body of this predator were removed, analyzed and described. The internal genitalia of *B. tabidus* males present red color and testicles with six follicles. Fifteen days old males of this predator were heavier than those with 21 days in all treatments, except when they received only *T. molitor* pupae without differences between ages. The total protein in the hemolymph (15.58 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$) of *B. tabidus* males was not affected by the age and diet of this predator. Males with 15 days old showed bigger testicles with *E. cloeziana* (0.94 mm^2), *E. urophylla* (0.98 mm^2) or only *T. molitor* (0.99 mm^2) pupae than with guava plant (0.76 mm^2). Twenty-one days old *B. tabidus* males presented testicles with similar size, independent of the diet. The follicles of *B. tabidus* had large quantity of spermatozooids with all diets and ages what shows that the spermatogenesis process was completed. The testicles of this predator showed similar histological characteristics with all diets. Adult males of *B. tabidus* presented trophocytes twice larger with *E. urophylla* and *T. molitor* than with the other diets. These trophocytes showed similar morphological aspects with all diets and ages. The histochemical tests mercury bromofenol and PAS showed reduced quantity of protein and carbohydrates in the fat body of males of *B. tabidus* with all diets and age of this predator.

KEY WORDS: Asopinae, phytophagy, histochemistry, reproduction, testicles.

RESUMO - Foram analisados, no campo, aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso e do sistema reprodutor de machos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) sem planta; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus cloeziana*; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus urophylla* ou; pupas de *T. molitor* e plantas de goiabeira (*Psidium guajava*). Testículos e o corpo gorduroso desse predador foram removidos, analisados e descritos. A genitália interna de machos desse predador apresentou coloração vermelha e testículos com seis folículos. Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, foram mais pesados que aqueles com 21 dias em todos os tratamentos, exceto para aqueles que receberam, apenas, pupas de *T. molitor* que não apresentaram diferenças entre idades. O total de proteína na hemolinfa (15,58 µg/µL) de machos de *B. tabidus* não foi afetado pela idade e dieta. Machos, com 15 dias de idade, exibiram testículos maiores com *E. cloeziana* (0,94 mm²), *E. urophylla* (0,98 mm²) ou, apenas, pupas de *T. molitor* (0,99 mm²) que com goiabeira (0,76 mm²). No entanto, com 21 dias de idade, machos de *B. tabidus* apresentaram testículos com tamanho semelhante, independente da dieta. Os folículos de *B. tabidus*, exibiram grande quantidade de espermatozóides com todas as dietas e idades, comprovando que o processo de espermatogênese foi completado. Os testículos desse predador apresentaram histologia semelhante com todas as dietas. Machos adultos de *B. tabidus* exibiram trofócitos duas vezes maiores com *E. urophylla* e *T. molitor* que nas demais dietas. Esses trofócitos apresentaram aspectos morfológicos semelhantes em todas as dietas e idades. Os testes histoquímicos com mercúrio bromofenol e PAS indicaram quantidade reduzida de proteínas e carboidratos no corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* com todas as dietas e idade desse predador.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, fitofagia, histoquímica, reprodução, testículos.

INTRODUÇÃO

A agricultura moderna e os métodos de controle de pragas provocam impactos nos agroecossistemas (Trivellato & Freitas, 2003), sobretudo à fauna benéfica e ao meio ambiente. Isto tem aumentado a importância do controle biológico para programas sustentáveis de manejo de pragas (Molina-Rugama *et al.*, 1997; Lemos, 2001; Altieri *et al.*, 2003). No entanto, seu sucesso depende da produção uniforme de inimigos naturais com elevado desempenho biológico, reprodutivo e capazes de manterem tais características no campo. Esses agentes bióticos precisam ter, também, alta eficiência no controle das pragas-alvo onde são liberados (Shapiro & Ferkovich, 2002).

Percevejos predadores da subfamília Asopinae podem ser empregados em programas de Manejo Integrado de Pragas, com destaque para *Podisus maculiventris* (Say) e *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) na América do Norte e Europa (Adams, 2000 e 2001; De Clercq, 2000; Wittmeyer *et al.*, 2001); *Podisus nigrispinus* (Dallas), *Brontocoris tabidus* (Signoret) e *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) na América do Sul (Zanuncio *et al.*, 2000; Jusselino Filho *et al.*, 2001 e 2003; Jusselino Filho, 2002; Oliveira *et al.*, 2002; Evangelista Jr. *et al.*, 2003 e 2004; Lemos *et al.*, 2003 e 2005a,b; Zanuncio TV, *et al.*, 2003; Medeiros *et al.*, 2004) e *Eocanthecona furcellata* (Wolff) (Heteroptera: Pentatomidae) no Sudeste da Ásia e Índia (De Clercq, 2000).

Brontocoris tabidus é uma espécie comum e importante no Brasil para o controle biológico de Lepidoptera desfolhadores (Zanuncio *et al.*, 1994, 1996 e 2000; Jusselino Filho *et al.*, 2001 e 2003; Jusselino Filho, 2002; Oliveira *et al.*, 2005) em sistemas florestais e agrícolas. Ovos, imaturos e adultos desse inimigo natural são, freqüentemente, encontrados em plantios de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus urophylla*, principalmente, em surtos de lagartas desfolhadoras (Jusselino Filho *et al.*,

2001), o que mostra seu potencial para programas de manejo integrado de pragas.

O uso de plantas como complemento alimentar vem sendo estudado, principalmente, para explicar seu efeito na sobrevivência e longevidade de insetos predadores (Armer *et al.*, 1998). Essa combinação de presa e material vegetal, aparentemente, fornece nutrientes essenciais ou aminoácidos não encontrados nas presas (Eubanks & Denno, 1999). Estudos têm mostrado efeitos positivos da mistura de dietas nos aspectos biológicos desses organismos (Valicente & O'Neil, 1993; Bilde & Toft, 1994; Toft, 1995; Coll, 1996 e 1998; Moreira *et al.*, 1996; Coll & Izraylevich, 1997; Armer *et al.*, 1998; Eubanks & Denno, 1999; Lemos *et al.*, 2001; Coll & Guershon, 2002; Zanuncio *et al.*, 2004). Além disso, insetos onívoros ao se alimentarem de presa e planta podem ter melhor utilização do alimento (Coll & Guershon, 2002).

Predadores zoofitófagos podem se alimentar de presa e/ou planta (Cohen, 1996; Naranjo & Gibson, 1996; Coll, 1998; Agrawal *et al.*, 1999; Eubanks & Denno, 1999; Lemos *et al.*, 2001; Coll & Guershon, 2002), o que favorece o controle biológico por melhorar a manutenção de populações desses inimigos naturais durante períodos de escassez de presa (Cocuzza *et al.*, 1997; Coll, 1998; Evangelista Jr. *et al.*, 2004). No entanto, condições ambientais desfavoráveis, como baixa quantidade e/ou qualidade do alimento, podem afetar as características morfológicas e histológicas dos órgãos reprodutores e reduzir a fecundidade de percevejos predadores (Lemos, 2001; Lemos *et al.*, 2005a,b).

Os Pentatomidae são importantes para o controle biológico, mas pouco se conhece sobre a morfologia interna e a histologia dos órgãos reprodutores e corpo gorduroso desses inimigos naturais, e da influência da dieta mista nessas características, em especial de seus machos (Lemos *et al.*, 2005b), exceto para *P. bioculatus* (Adams, 2001) e *P. nigrispinus*

(Lemos *et al.*, 2005b). Além disso, estruturas reprodutivas internas de Pentatomidae têm sido utilizadas como caracteres taxonômicos (Ahmad & McPherson, 1998).

É fundamental se conhecer o efeito de diferentes dietas mistas no desenvolvimento dos testículos e nos aspectos morfo-fisiológicos do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus*, pois tais informações poderão ser úteis para o emprego eficaz desse inimigo natural em programas de manejo integrado de pragas. Portanto, objetivando testar as hipóteses de que dietas mistas mais adequadas promovam maior desenvolvimento das estruturas reprodutivas e alterações morfo-fisiológicas no corpo gorduroso e nos órgãos reprodutivos de machos de *B. tabidus*, esta pesquisa objetivou avaliar o efeito de diferentes dietas, com ou sem suplementação vegetal, na morfologia e histoquímica do corpo gorduroso, morfometria e histologia do sistema reprodutor e no teor de proteína da hemolinfa de machos do predador *B. tabidus*, de duas idades no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de execução da pesquisa e procedência das espécies estudadas

A pesquisa foi conduzida no campo em área do Departamento de Biologia Animal e nos laboratórios de Controle Biológico de Insetos, do Instituto de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária (BIOAGRO) e de Biologia Molecular e Celular, Citogenética e Histologia Reprodutiva do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, de agosto de 2004 a janeiro de 2005.

Foram utilizados espécimes de *B. tabidus* mantidos no laboratório de Controle Biológico de Insetos e do Insetário da UFV, criados em gaiolas de madeira teladas (30 cm x 30 cm x 30 cm) com um recipiente de vidro com água e folhas de *Eucalyptus urophylla* como substrato vegetal para alimentação. Pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), obtidas de criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da UFV, foram fornecidas, em abundância, para *B. tabidus* na parte superior externa das gaiolas.

Foram utilizados vinte casais de *B. tabidus*, por tratamento, com adultos recém-emergidos em laboratório para obtenção da progênie utilizada na pesquisa.

Dietas

Ninfas e adultos de *B. tabidus* foram mantidos no campo, com ou sem planta em sacos de tecido organza (70 cm x 40 cm) (Zanuncio *et al.*, 2004) e alimentados com pupas de *T. molitor* sem planta (T₁); pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus cloeziana* (T₂); pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus urophylla* (T₃) e; pupas de *T. molitor* e plantas de goiabeira (*Psidium guajava*) (T₄).

Foram utilizadas 500 ninfas de *B. tabidus*, por tratamento, obtidas dos vinte casais de laboratório, as quais foram agrupadas em sacos de

tecido organza até a emergência dos adultos. Pupas de *T. molitor* foram fornecidas em abundância e trocadas com a água, duas vezes por semana. Foram utilizados 900 indivíduos no T₁ devido à alta mortalidade de ninfas de *B. tabidus* nesse tratamento.

Após a emergência, os adultos de *B. tabidus* foram sexados, com base na aparência da genitália externa, e, acasalados. Foram formados trinta e seis casais por tratamento, exceto no T₁ que, devido à alta mortalidade dos adultos, teve 50 casais.

Casais de *B. tabidus* receberam o mesmo tipo de presa e/ou planta das ninfas que os originaram e foram mantidos em sacos de tecido organza (25 cm x 15 cm), envolvendo galhos de plantas, com água em tubos plásticos de 2,5 mL (Zanuncio *et al.*, 2004). Pupas de *T. molitor* foram oferecidas em abundância e trocadas duas vezes por semana, juntamente com a água. No T₁, os sacos de tecido organza foram mantidos nas plantas, porém sem envolver seus galhos. Machos que morreram antes das respectivas fêmeas foram substituídos por outros do mesmo tratamento. O casal foi desfeito quando a fêmea morreu antes da data de avaliação. O registro de espécimens mortos foi feito a cada 48 horas.

Peso de machos

Machos adultos de *B. tabidus*, aos 15 e 21 dias de idade, foram obtidos do campo, pois fêmeas desse predador iniciam o pico reprodutivo por volta da terceira semana após a emergência (Freitas, 2003).

Dezesseis machos de *B. tabidus* por tratamento, aos 15 e 21 dias de idade, foram levados para o Laboratório de Controle Biológico de Insetos (BIOAGRO) onde foram pesados em balança com precisão decimal (mg).

Proteína total na hemolinfa

Foram realizados ensaios preliminares para se determinar o número de insetos por amostra, o total de hemolinfa a ser utilizado (tamanho da amostra), total de anticoagulante e a seqüência de distribuição dos componentes da amostra antes da coleta e dosagem de proteína na hemolinfa de machos de *B. tabidus*. Com base nas informações obtidas, foram preparadas amostras de hemolinfa, de quatro insetos por idade e dieta, com 16 machos por idade, mais 40 µL do anticoagulante heparina.

Machos de *B. tabidus*, aos 15 e 21 dias, foram obtidos do campo e levados para o laboratório de Biologia Celular e Molecular da UFV, onde foram imobilizados a -10°C , por dois minutos. Em seguida, realizou-se uma incisão lateral no abdômen dos mesmos para a coleta de 5 µL de hemolinfa com pipeta microcapilar calibrada e graduada. As amostras foram depositadas em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL com o anticoagulante heparina e armazenadas à -20°C até a quantificação do total de proteína na hemolinfa.

As amostras de hemolinfa foram centrifugadas por 10 minutos a 10000 g a 4°C . Os teores de proteína total do sobrenadante foram determinados com o método de Bradford (1976), utilizando-se quatro amostras padrão com duas repetições cada.

Morfometria e histologia do testículo

Foram utilizados 10 machos de *B. tabidus*, por tratamento do bioensaio anterior, sendo os mesmos depositados em tubos de vidro com fixador Zamboni (Stefanini *et al.*, 1967). Os testículos de *B. tabidus* foram mantidos nesse fixador em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL à temperatura ambiente.

Foram realizadas descrições anatômicas e das características morfológicas dos testículos de 10 indivíduos de *B. tabidus* por dieta e idade

com analisador de imagem (Image Pro-Plus, versão 4.5.1.29). A área total do testículo de *B. tabidus* foi quantificada com o programa Image Pro-Plus, versão 4.5.1.29, para machos aos 15 e 21 dias em cada dieta.

Os testículos de *B. tabidus*, aos 15 e 21 dias de idade, foram desidratados em série alcoólica crescente (70, 80, 90 e 95%), seguindo-se inclusão em historesina JB-4[®]. Secções de testículos com 5 µm de espessura foram coradas com hematoxilina e eosina, analisadas e fotografadas em fotomicroscópio.

Morfologia do corpo gorduroso

A histoquímica do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* foi estudada em indivíduos utilizados para a determinação da proteína total em ambas as idades (15 ou 21 dias) por tratamento. A conservação e dissecção dos insetos, para a coleta do corpo gorduroso, foram semelhantes às do ensaio anterior. Fragmentos do corpo gorduroso de machos desse predador foram retirados, conservados em fixador Zamboni e armazenado em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL à temperatura ambiente. A seguir, foram desidratados em série alcoólica crescente e incluídos em historesina JB-4[®].

Setenta secções do corpo gorduroso com 5 µm de espessura foram coradas com hematoxilina e eosina, analisadas e fotografadas em fotomicroscópio. Algumas delas foram submetidas aos testes histoquímicos de mercúrio bromofenol e PAS para se evidenciar as proteínas totais e os carboidratos neutros e glicoconjugados, respectivamente (Pearse, 1985).

As áreas de trofócitos (10 secções por dieta/idade) foram medidas com auxílio do programa Image Pro-Plus, versão 4.5.1.29.

Análise estatística

O peso de adultos, o total de proteína na hemolinfa, a área de testículos e o tamanho de trofócitos do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* foram submetidos à análise de variância, com o programa BioStat 3.0 (Ayres *et al.*, 2003). Os dados de morfometria dos trofócitos foram transformados em $\log x$ por não terem apresentado homogeneidade de variância e distribuição normal. Médias, entre tratamentos, foram comparadas pelo teste de Newman-Keuls ($P= 0,05$) e entre idades, no mesmo tratamento, pelo teste “t” ($P= 0,05$).

RESULTADOS

Peso de machos

O peso de machos adultos de *B. tabidus* é função da interação dieta \times idade do predador ($F= 13,61$; $gl= 3,120$; $P= 0,0001$), indicando que esta variável foi afetada pela dieta e a idade desse inimigo natural. Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade e plantas, foram mais pesados que, apenas, com pupas de *T. molitor* (Fig. 1), com redução de peso de 30% nesse último tratamento. O peso de machos, com 21 dias de idade, foi maior com plantas de *E. cloeziana* ($107,02 \pm 2,28$ mg) ou de goiabeira ($109,48 \pm 2,48$ mg) e menor com aquelas de *E. urophylla* ($91,39 \pm 2,70$ mg) ou, apenas, pupas de *T. molitor* ($92,96 \pm 3,10$ mg) (Fig. 1).

Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, foram mais pesados que aqueles com 21 dias em todos os tratamentos, exceto, apenas, com pupas de *T. molitor*, com peso semelhante para ambas as idades (Fig. 1).

Proteína total na hemolinfa

O teor de proteína total, na hemolinfa de machos copulados de *B. tabidus* não foi afetado pela interação idade desse predador \times alimento ($F= 1,05$; $gl= 3,24$; $P= 0,3874$), ou pelo tipo de alimento ($F= 0,81$; $gl= 3,24$; $P= 0,5012$) (Fig. 2) ou idade desse predador isoladamente ($F= 0,22$; $gl= 1,24$; $P= 0,6485$) (Fig. 3). Machos de *B. tabidus* apresentaram teores semelhantes de proteína total na hemolinfa em todas as idades e dietas, com média de $15,58 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ (Figs. 2 e 3).

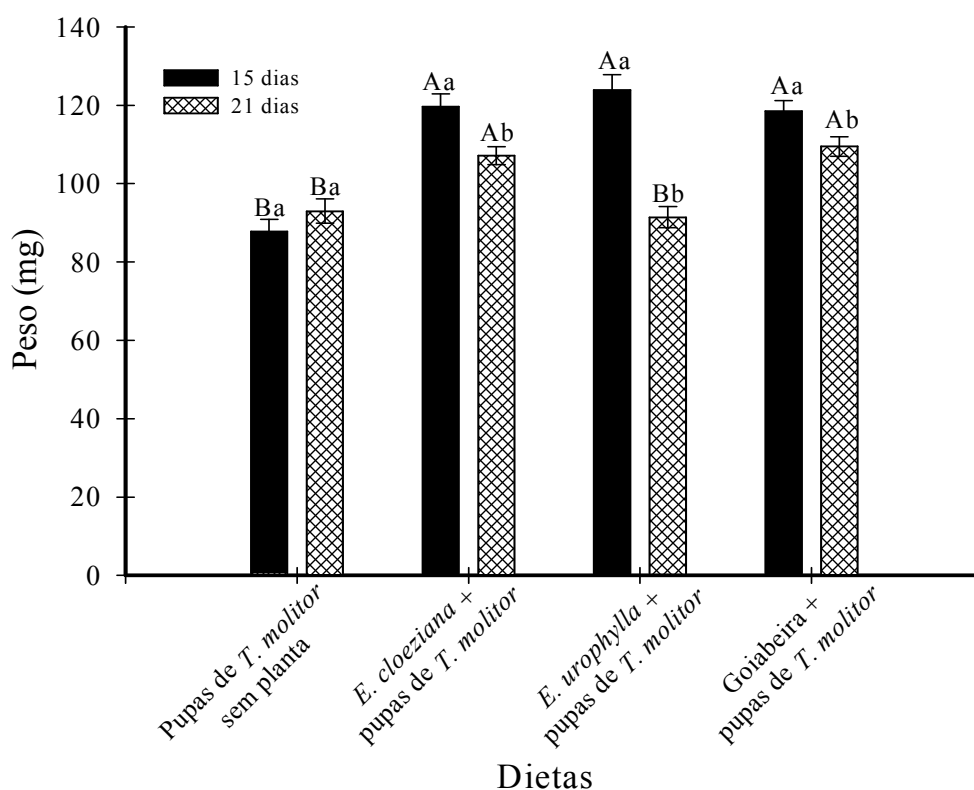


Fig. 1. Peso (média \pm erro padrão) de machos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com 15 ou 21 dias de idade no campo, com diferentes dietas. Colunas seguidas de mesma letra minúscula, por idade ou maiúscula, em cada dieta, não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

Morfometria e histologia do testículo

A genitália interna de machos de *B. tabidus* localiza-se, ventralmente, na cavidade abdominal do corpo, imediatamente, abaixo do tubo digestivo, estendendo-se da cápsula genital até o início do tórax e envolvida pelo corpo gorduroso. Apresentou um par de testículos, dois canais deferentes, um duto ejaculatório e o órgão copulador (aedeagus) (Fig. 4A). Os testículos, localizados na região distal do abdômen de *B. tabidus*, exibiram coloração vermelho intenso e estrutura compacta com forma arredondada ou ligeiramente alongada (Fig. 4B). Os folículos

testiculares de *B. tabidus*, por possuírem estrutura compacta, só foram diferenciados por estudos histológicos. De forma semelhante aos testículos, os canais deferentes apresentaram coloração vermelho intensa e aspecto de filamentos longos unidos ao ducto ejaculatório. Essa última estrutura exibiu coloração amarelada e o órgão copulador de machos de *B. tabidus* aspecto esclerotizado (Fig. 4A).

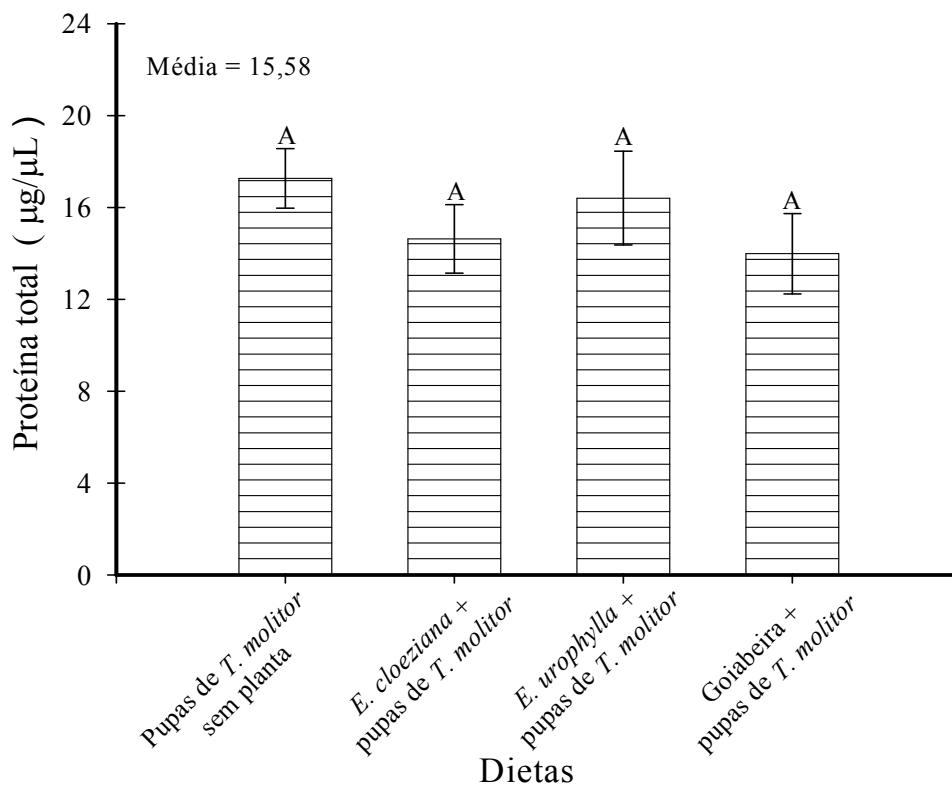


Fig. 2. Total de proteína na hemolinfa (média \pm erro padrão) de machos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com diferentes dietas no campo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

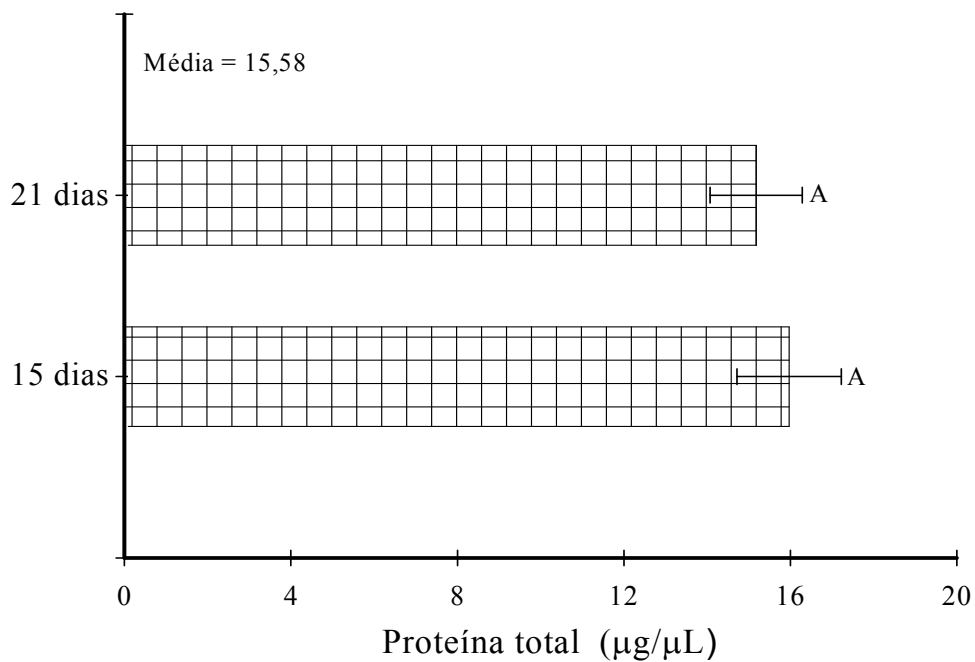


Fig. 3. Total de proteína na hemolinfa (média \pm erro padrão) de machos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com 15 ou 21 dias de idade. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste “t” de Student ($P= 0,05$).

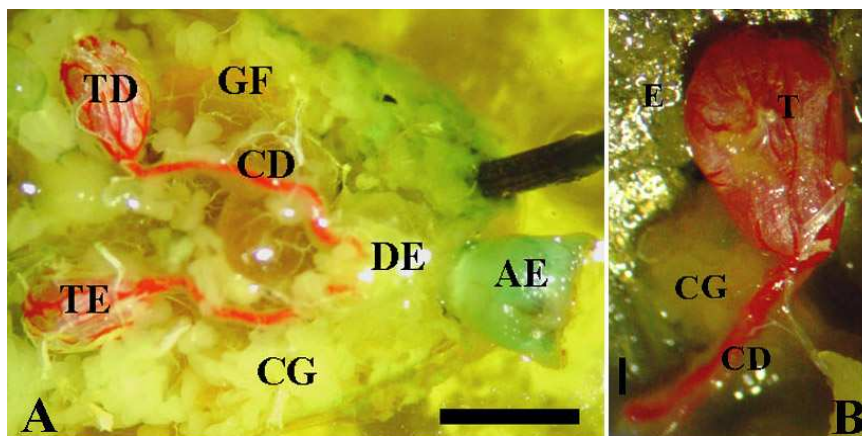


Fig. 4. Visão geral da genitália interna (A) e detalhe do testículo de machos copulados de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) (B). TD, testículo direito; TE, testículo esquerdo; GF, glândula de feromônio; CD, canal deferente; DE, duto ejaculatório; CG, corpo gorduroso; AE, aedeagus; T, testículo; E, esternito. Barras= 1,5 mm (A) e 0,17 mm (B).

A área do testículo de machos copulados de *B. tabidus* foi afetada pela interação dieta x idade desse predador ($F= 6,89$; $gl= 3,152$; $P= 0,0002$). Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, apresentaram testículos maiores com *E. cloeziana* ($0,94 \pm 0,04 \text{ mm}^2$), *E. urophylla* ($0,98 \pm 0,03 \text{ mm}^2$) ou pupas de *T. molitor* isoladamente ($0,99 \pm 0,04 \text{ mm}^2$) que com goiabeira ($0,76 \pm 0,03 \text{ mm}^2$) (Fig. 5). No entanto, machos de *B. tabidus*, com 21 dias de idade, exibiram testículos com tamanho semelhante em todas as dietas (Fig. 5). A área do testículo de machos de *B. tabidus* foi maior, para indivíduos com 15 dias de idade que para aqueles com 21 dias em todas as dietas, exceto com goiabeira. A área testicular de machos com 21 dias ($0,86 \pm 0,03 \text{ mm}^2$) nesta planta foi maior que para aqueles com 15 dias de idade ($0,76 \pm 0,03 \text{ mm}^2$) (Fig. 5).

Testículos de *B. tabidus*, independentemente da dieta e idade, têm seis folículos. Esses folículos apresentam um germário na região apical (Fig. 6C e 6D), e são envolvidos por uma camada de células formando a bainha folicular, o que torna os testículos desse predador uma estrutura fortemente compactada (Fig 6A e 6B). A bainha folicular, em *B. tabidus*, apresenta várias camadas de células achatadas e compactadas com núcleos, também, achatados (Fig. 6D e 7A).

Grupos de espermatócitos, no interior dos folículos de *B. tabidus*, estão envolvidos por uma membrana formando os espermatocistos (cistos) (Fig. 6C e 6D). Células em processo de divisão sincronizada (zona I) foram observadas no interior dos cistos, independente da dieta e idade desse predador (Fig. 6C e 7B). Todos os espermatócitos se desenvolveram sincronicamente, ao longo dos folículos, em direção à região do canal deferente. A maturação dos espermatócitos de *B. tabidus* ocorre na região próxima ao canal deferente, denominada zona de maturação (zona II) (Fig. 7C e 7D). Espermatócitos, em diferentes estágios de desenvolvimento,

foram observados no interior dos folículos de *B. tabidus*. Na zona de transformação (zona III) podem ser observadas espermatídes que se diferenciavam e produziam os espermatozóides, os quais foram liberados em grupos no interior do canal deferente (Fig. 7E). *B. tabidus* apresentou, independente da dieta e idade, grande quantidade de espermatozóides (Fig. 7E) na região próxima ao canal deferente mostrando que o processo de espermatogênese foi completado naquele local. Os espermatozóides de *B. tabidus* caracterizam-se por apresentar cabeça e flagelo alongados (Fig. 7E).

O tipo de dieta e a idade de *B. tabidus* não afetaram as características histológicas dos testículos desse predador com padrão histológico semelhante ao descrito anteriormente.

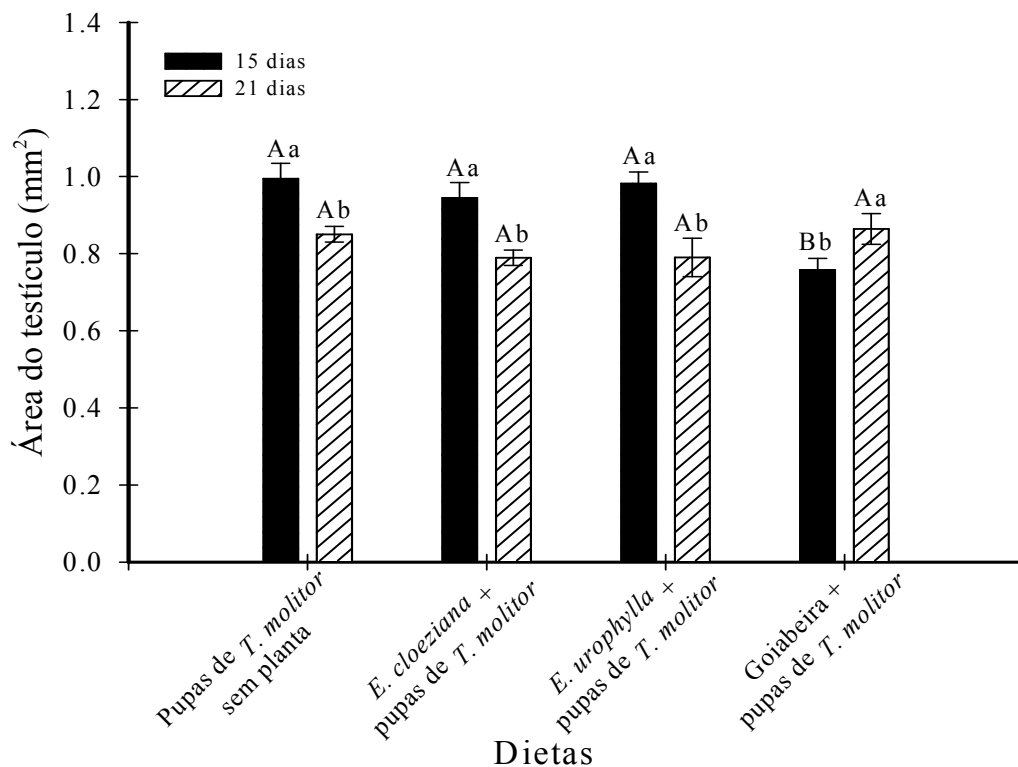


Fig. 5. Tamanho do testículo (média \pm erro padrão) de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com 15 ou 21 dias de idade no campo, com diferentes dietas. Colunas seguidas de mesma letra minúscula, por idade ou maiúscula, em cada dieta, não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

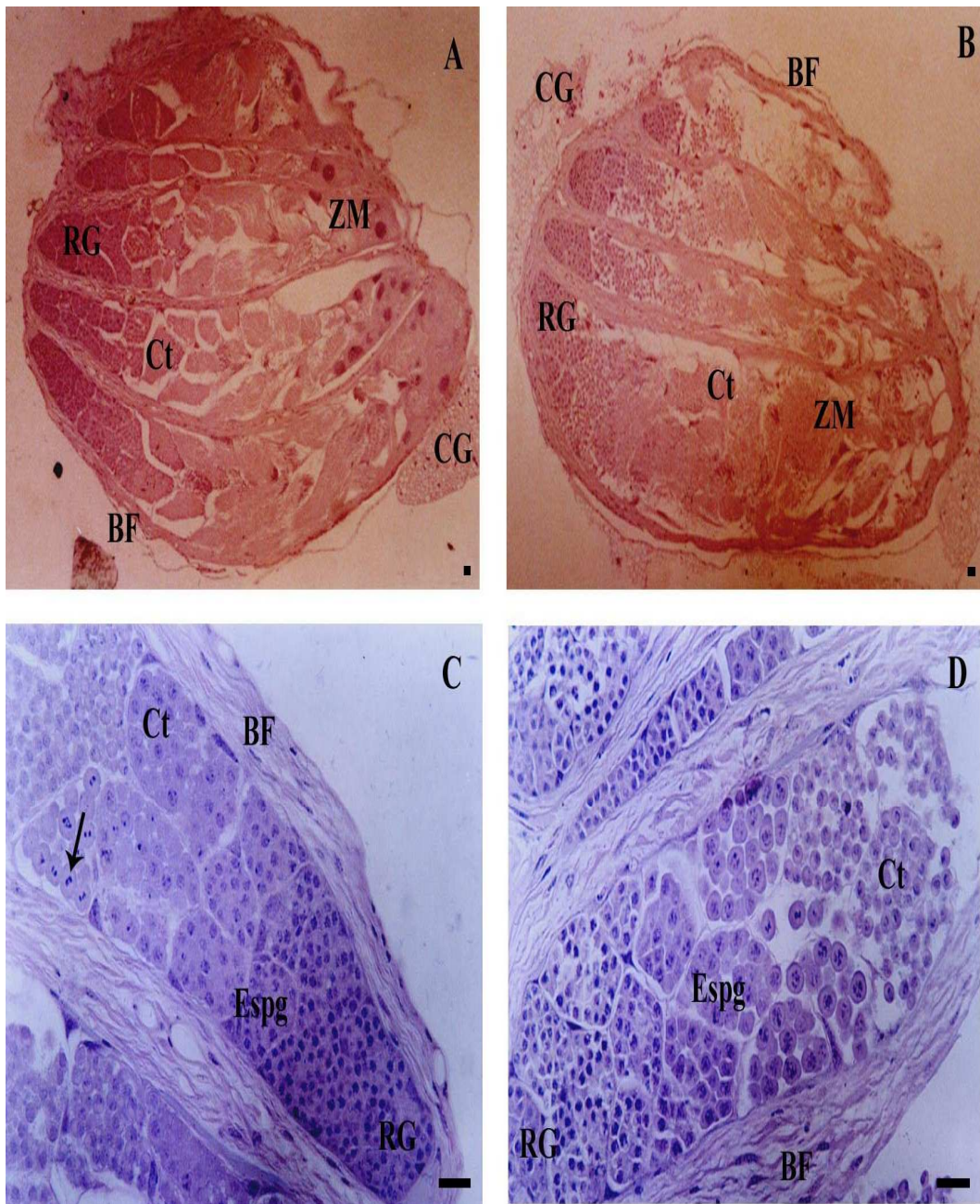


Fig. 6. Corte longitudinal do testículo de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes dietas. Aspecto geral mostrando diferenças na espessura dos folículos de machos com 15 dias, apenas, com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (A) e pupas dessa presa e goiabeira (B). Detalhes do folículo (C, D). → células em divisão; RG, região do germário; Ct, cisto; BF, bainha do folículo; ZM, zona de maturação (zona II); Espg, espermatogônia. Barra= 20 μ m.

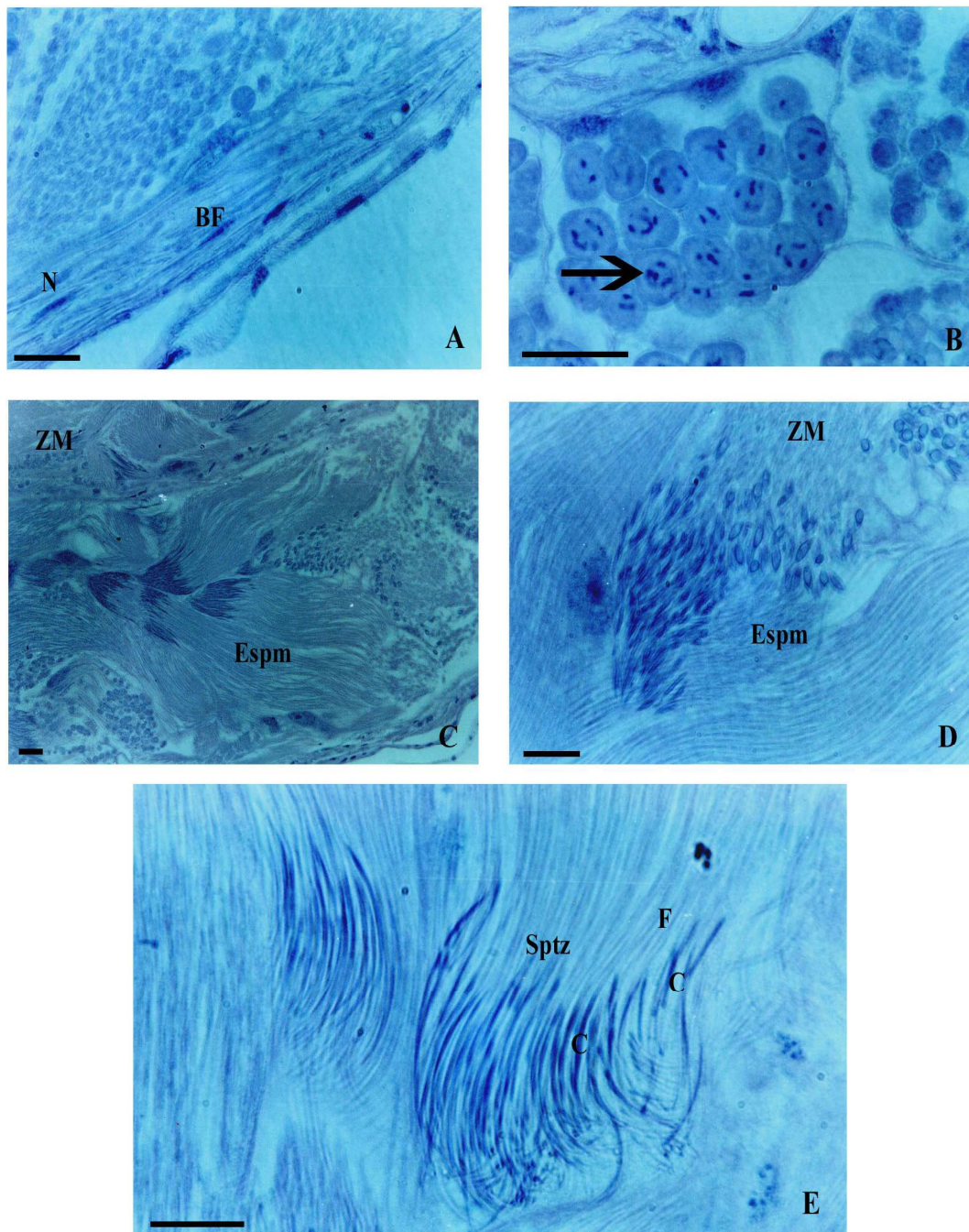


Fig. 7. Corte longitudinal do testículo de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes dietas. A) detalhes da bainha do folículo (BF). B) células em divisão no interior do cisto (→). C, D) zona de maturação mostrando espermátides (Espm). E) espermatozóides (Sptz) completamente formados no interior dos folículos. Notar a cabeça alongada (C) e os flagelos (F). Barra= 20 μm.

Morfologia do corpo gorduroso

A área das células do corpo gorduroso (trofócitos) de machos de *B. tabidus* mostrou que o tipo de alimento afetou o tamanho dessas células ($F=21,10$; $gl=3,72$; $P=0,0001$), independentemente da idade desse predador. Machos de *B. tabidus* apresentaram trofócitos duas vezes maiores ($1.299,58 \pm 142,37 \mu\text{m}^2$) com *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* que com as demais dietas (Fig. 8).

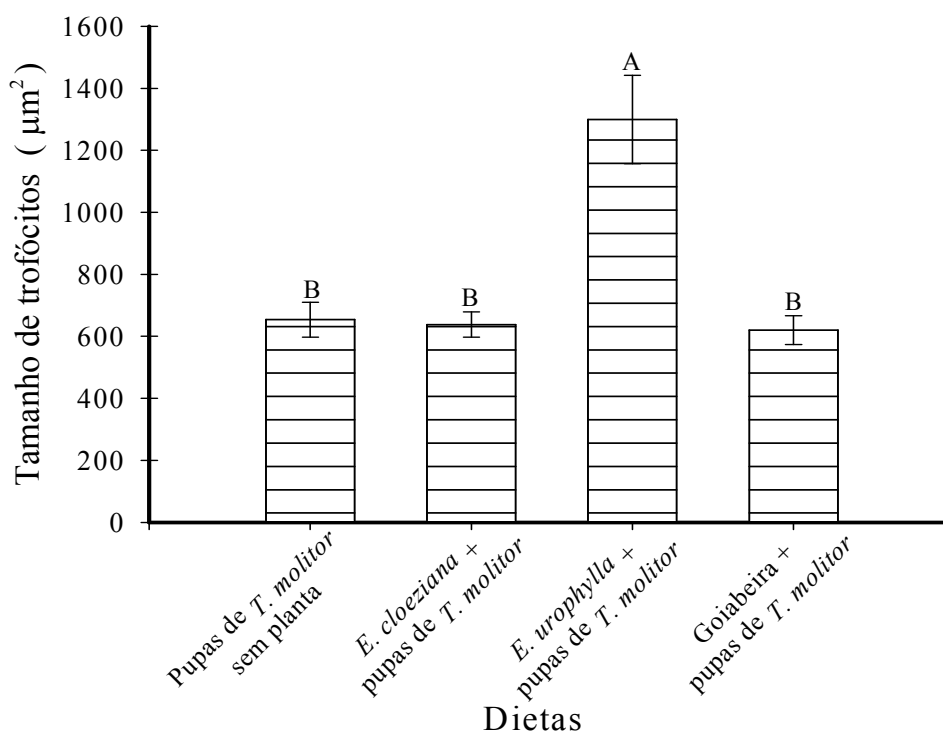


Fig. 8. Área de trofócitos do corpo gorduroso de machos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes dietas no campo. Colunas seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Newman-Keuls ($P=0,05$).

Machos adultos de *B. tabidus*, com diferentes dietas e idades, apresentaram trofócitos com aspectos morfológicos semelhantes com núcleos pequenos e irregulares (amebóides), predomínio de cromatina condensada e nucléolo pouco evidente (Fig. 9). Os vacúolos do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* apresentaram tamanho semelhante em todas as dietas e idades.

O teste histoquímico com mercúrio bromofenol mostrou pouca coloração do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* com todas as dietas e idade desse predador. No entanto, a coloração foi mais evidente, principalmente, nos núcleos dos trofócitos e parte do citoplasma (Fig. 9A-9B).

As reações com PAS mostraram que a coloração do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* não foi afetada pelo tipo de alimentação e idade desse predador. A presença de reação positiva ocorreu, apenas, em parte do citoplasma (Fig. 10A-10C).

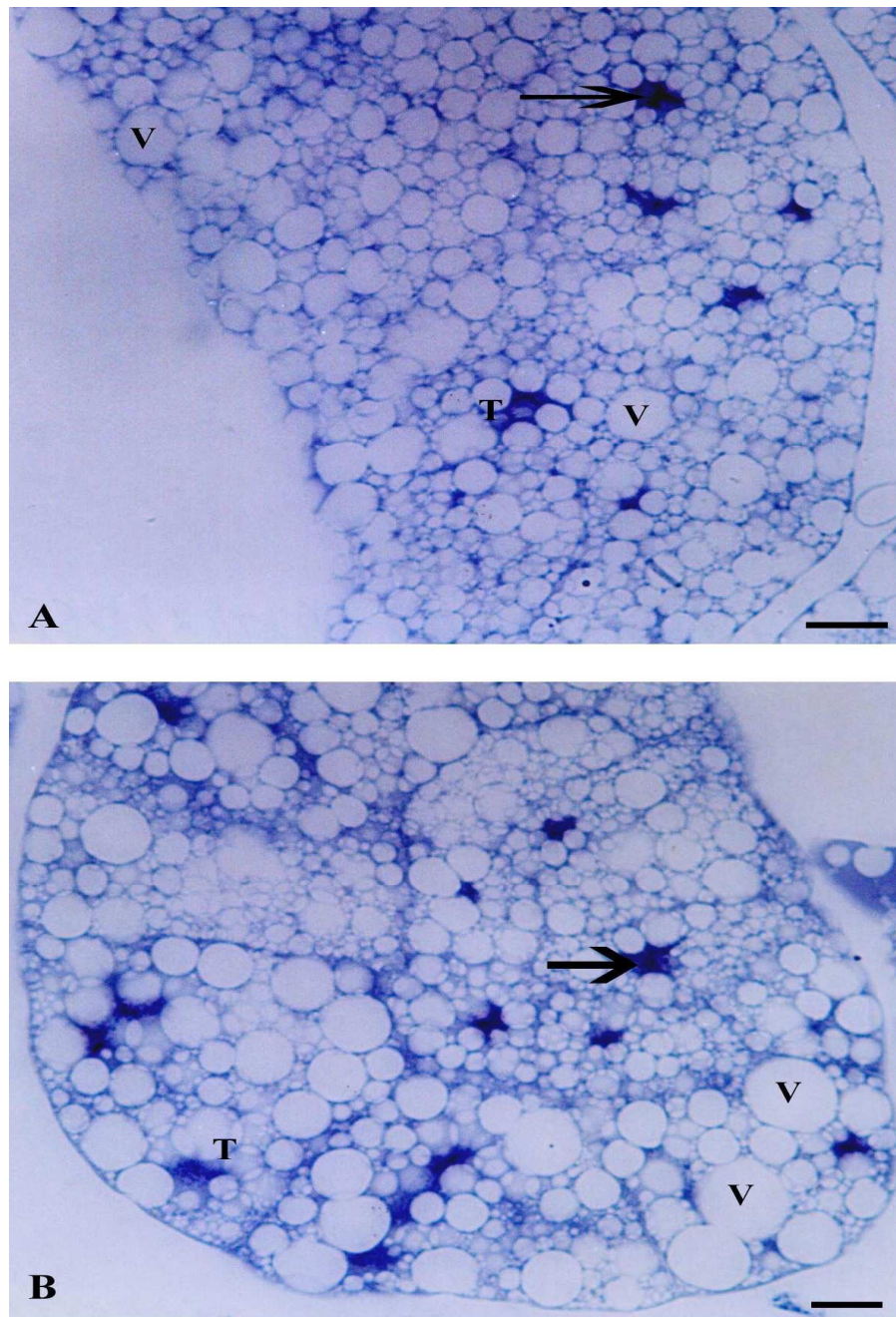


Fig. 9. Corpo gorduroso de machos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) com *Eucalyptus cloeziana* (A) e *Eucalyptus urophylla* (B) mostrando vacúolos e trofócitos de tamanho semelhante em todas as dietas e duas idades desse predador. →, núcleo do trofócito; T, trofócito; V, vacúolo. Mercúrio bromofenol. Barra= 20 μ m.

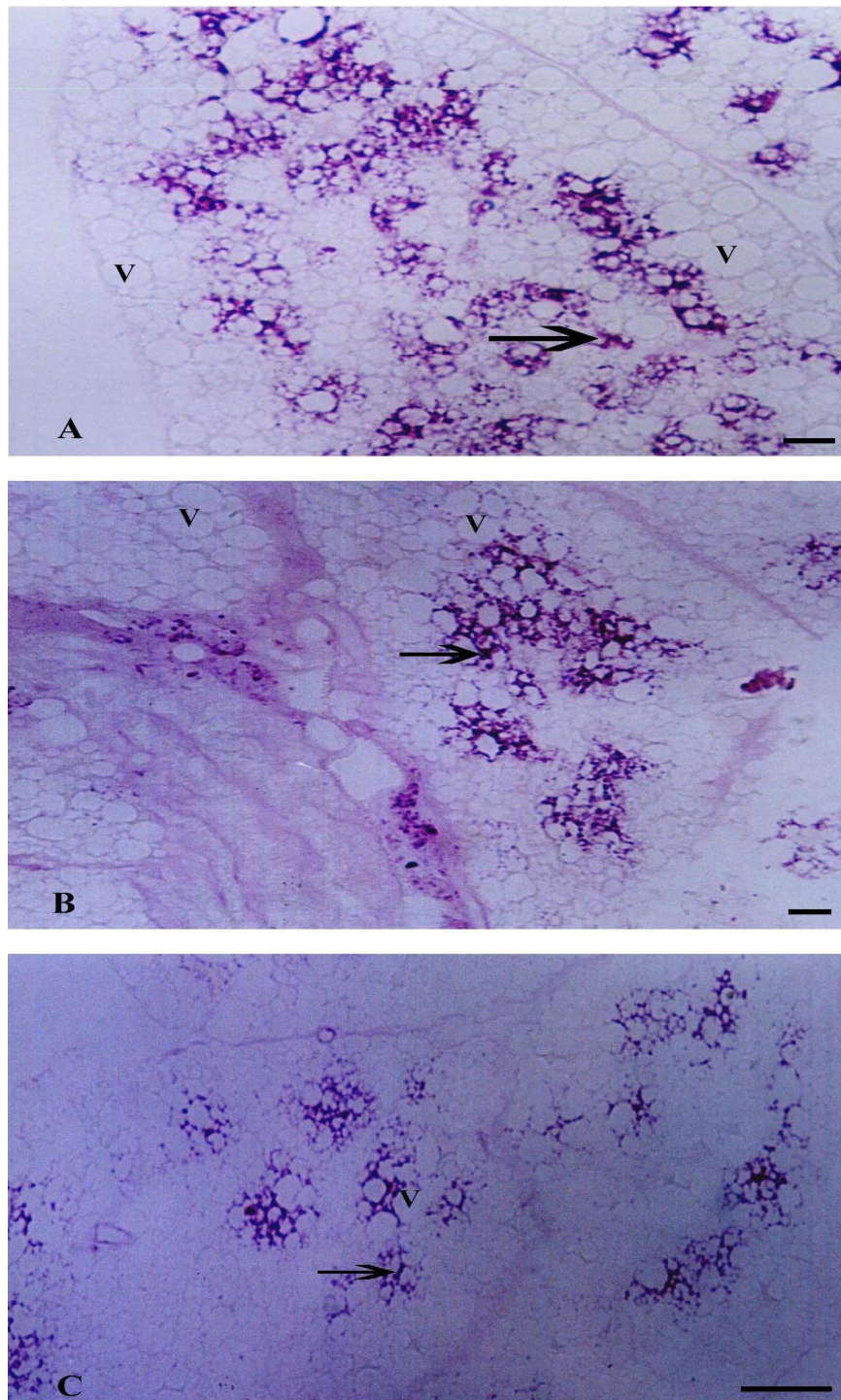


Fig. 10. Reação de PAS no corpo gorduroso de machos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). Machos alimentados sem planta (A), com *Eucalyptus urophylla* (B) ou goiabeira (C), com 15 dias de idade, mostrando reação fraca. →, núcleo do trofócito e V, vacúolo. Barra= 20 μ m.

DISCUSSÃO

Peso dos machos

O peso de machos de *B. tabidus* variou com a idade e alimento recebido. Predadores, com 15 dias de idade e, apenas, com pupas de *T. molitor* foram cerca de 30% mais leves que aqueles com plantas, de forma semelhante ao relatado para esse inimigo natural, apenas, com pupas de *T. molitor* (Zanuncio *et al.*, 2000) ou dieta artificial (Zanuncio *et al.*, 1996). Isto mostra impacto positivo da fitofagia no ganho de peso de machos de *B. tabidus*.

Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, foram mais pesados que com 21 dias, exceto quando receberam, apenas, pupas de *T. molitor*. Isto sugere que machos desse predador com 15 dias e plantas estejam aptos para a cópula e, que percam peso entre o 15º e 21º dias devido aos gastos metabólicos associados à cópula, a qual deve ser mais intensa neste período, pelo alto investimento energético neste processo (Bonduriansky, 2001). Por outro lado, machos, apenas, com pupas de *T. molitor* podem ter priorizado a sobrevivência em detrimento da reprodução, o que resultaria em peso semelhante aos 15 e 21 dias de idade. Em condições de escassez ou alimentos de baixa qualidade nutricional, insetos exibem “trade-offs” entre sobrevivência e reprodução, visando maximizar sua progênie, sendo esse comportamento um fator crítico para estabilização das populações de predadores, particularmente Pentatomidae, em determinados ambientes (Legaspi & Legaspi Jr, 1998). Fêmeas de *B. tabidus* com 15 dias e plantas foram, também, mais pesadas que, apenas, com *T. molitor* (capítulo 1). Isto demonstra a importância da alimentação vegetal para ambos os sexos, com reflexos positivos no desempenho reprodutivo desse predador no campo (Zanuncio *et al.*, 2000).

O peso de machos adultos de *B. tabidus* parece não ter relação evidente com seu sucesso reprodutivo, como relatado para *Gerris lateralis* Schummel (Heteroptera: Gerridae) cuja duração da cópula promoveu fertilização mais eficiente (Arnqvist & Danielsson, 1999). No entanto, isto difere do relatado para fêmeas de percevejos predadores (Mohaghegh-Neyshabouri *et al.*, 1996; 1998a,b; 1999; Del Castillo *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 1999; Zanuncio *et al.*, 2002). Machos capazes de transferirem maior quantidade de esperma poderiam alcançar, também, maior fertilização das suas parceiras, resultando em vantagem no processo de seleção sexual pós-acasalamento (Arnqvist & Danielsson, 1999).

As características da genitália dos machos podem, também, influenciar o sucesso da fertilização das fêmeas. Isto pode reforçar a hipótese de que a seleção sexual seja responsável por uma evolução rápida e divergente das estruturas genitais de animais com fertilização interna (Danielsson & Askenmo, 1999). No entanto, esses mecanismos são, ainda, pouco conhecidos e demonstra a necessidade de maior número de estudos sobre a variação intraespecífica na transferência de esperma nos insetos (Danielsson & Askenmo, 1999). O sucesso reprodutivo de fêmeas e machos do gafanhoto *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) (Orthoptera: Acrididae) apresentou correlação positiva com o tamanho desses insetos, com machos maiores, usualmente, vencendo o vôo nupcial e capazes de copularem maior número de fêmeas e com maior fertilização das mesmas (Del Castillo *et al.*, 1999). Esses resultados diferem daqueles de Arnqvist & Danielsson (1999) que revelaram que o tempo de duração da cópula é mais importante que o tamanho dos machos para a fertilização das fêmeas. Isto mostra ser este assunto, ainda, pouco estudado, especialmente para os Asopinae (Adams, 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lemos *et al.*, 2005b).

Machos de *B. tabidus*, com 15 ou 21 dias de idade, apresentaram peso acima de 87,0 mg, concordando com relatos para machos desse

predador com pupas de *T. molitor* e mudas de diferentes espécies de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1996 e 2000) e, apenas, pupas dessa presa (Jusselino Filho *et al.*, 2001). Isto sugere que machos de *B. tabidus* sejam menos exigentes que suas fêmeas quanto à alimentação vegetal, pelo fato dessas sofrerem maior impacto no ganho de peso sem plantas (capítulo 1). Machos de *Podisus maculiventris* Say (Heteroptera: Pentatomidae) apresentaram, também, necessidades nutricionais diferentes de suas fêmeas para a viabilidade reprodutiva (Wittmeyer *et al.*, 2001). No entanto, o tipo de dieta pode afetar o peso de machos de *B. tabidus*, pois esse predador, criado com larvas de *Musca domestica* (L.) (Diptera: Muscidae) sem planta, em laboratório, apresentou menor peso (Jusselino Filho *et al.*, 2003) que o obtido nesse estudo, demonstrando a inadequabilidade dessa presa, isoladamente, para *B. tabidus*.

O impacto positivo da fitofagia no ganho de peso de machos de *B. tabidus* em campo é evidente e variável com a espécie vegetal, o que resultará em indivíduos mais pesados com plantas adequadas. Esses resultados são importantes por confirmarem a influência positiva da fitofagia nos atributos biológicos desse predador em campo.

Proteína total na hemolinfa

O teor semelhante de proteína total na hemolinfa de machos no campo, em todas as dietas e idades de *B. tabidus*, concorda com o observado para fêmeas desse predador (capítulo 1) e fortalece a hipótese de que *B. tabidus* seja uma espécie zoofitófaga obrigatória. Períodos semelhantes de maior produção de proteínas por machos e fêmeas desse predador podem sugerir a participação do macho no fornecimento de proteínas para a produção de ovos. No entanto, fêmeas e machos de *B. tabidus* não devem obter proteínas pela fitofagia como relatado, também, para o predador zoofitófago *Dicyphus hesperus* Knight (Heteroptera:

Miridae) (Gillespie & McGregor, 2000; Sinia *et al.*, 2004), pois a quantidade de proteína total presente na hemolinfa e corpo gorduroso desse predador não foi afetada pela dieta consumida. Caso a fitofagia fosse uma fonte protéica para esse inimigo natural, ele apresentaria teores diferenciados de proteína com plantas. Por outro lado, a alimentação com plantas pode disponibilizar água para aumentar a sobrevivência (De Clercq & Degheele, 1992; Cocuzza *et al.*, 1997; Eubanks & Denno, 1999; Gillespie & McGregor, 2000), mas, possivelmente, tenha baixo impacto na reprodução de percevejos predadores (De Clercq & Degheele, 1992). Resultados mais recentes são contrários aos relatados por esses últimos autores e revelam que algumas espécies de Pentatomidae apresentaram maiores taxas reprodutivas com planta na dieta (Lemos *et al.*, 2001, Zanuncio *et al.*, 2000 e 2004). Entre os Pentatomidae, *B. tabidus* parece ser a espécie a sofrer maior influência positiva da alimentação com plantas na sua reprodução (Ferreira, 2003).

Como sugerido para fêmeas (capítulo 1), machos de *B. tabidus*, possivelmente, obtêm água e/ou nutrientes, mas não proteínas de plantas. A absorção de água é importante para Heteroptera predadores (Sinia *et al.*, 2004), por ser continuamente perdida durante a digestão pré-oral desses insetos (Cohen, 1993 e 1998). O predador zoofitófago *D. hesperus* alimentou-se durante maior tempo em plantas quando não recebeu água e/ou, apenas, presa (Gillespie & McGregor, 2000; Sinia *et al.*, 2004), mostrando que a alimentação com plantas facilita o consumo da presa por Heteroptera predadores, por fornecer-lhes água (Sinia *et al.*, 2004). Machos e fêmeas de *B. tabidus* devem apresentar aspectos fisiológicos semelhantes, sendo a alimentação com plantas um fornecedor importante de água durante o processo de predação. Machos do predador *Perillus bioculatus* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae), com oito dias de idade, transferiram, durante a cópula, três glicoproteínas para as fêmeas no seu líquido seminal (Adams,

2001). Como machos de Heteroptera predadores não produzem espermátóforos (Adams, 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001), a possível função dessas secreções seria estimular a oviposição nas fêmeas. Machos de *B. tabidus* poderiam estimular a produção de ovos das fêmeas, independente da dieta consumida, pelo fato de não se ter observado diferenças nos teores de proteínas na hemolinfa desses predadores e de fêmeas copuladas (capítulo 1).

Os teores de proteína na hemolinfa de machos adultos de *B. tabidus*, em campo, não são alterados pela alimentação com plantas, o que indica que esses predadores obtenham água e/ou outro nutriente, mas não proteína, durante o processo de fitofagia.

Morfometria e histologia do testículo

A caracterização e localização da genitália interna de machos de *B. tabidus* foram semelhantes aos de outros Heteroptera predadores (Adams, 2001; Lemos *et al.*, 2005b), sendo composta por testículos avermelhados, localizados, dorsalmente, ao intestino, e formados por unidades denominadas folículos. Essa intensa coloração avermelhada parece ser uma característica morfológica peculiar desse grupo de percevejos predadores (Lemos *et al.*, 2005b) e precisa ser melhor estudada. Machos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), também, apresentaram testículos com coloração vermelho intensa (Lemos *et al.*, 2005b) e *P. bioculatus* alaranjada (Adams, 2001). Estudos sobre a morfologia e histologia da genitália interna de machos de Heteroptera predadores são recentes e escassos (Adams, 2001; Wittmeyer *et al.*, 2001; Lemos *et al.*, 2005b), principalmente, sobre o efeito do alimento nessas estruturas (Lemos *et al.*, 2005b). No entanto, a genitália interna de machos de *B. tabidus* apresenta aspecto geral semelhante àquela de outros insetos (Chapman, 1998; Adams, 2001; Nation, 2002; Lemos *et al.*, 2005b).

Machos de *B. tabidus*, com 15 dias de idade, apresentaram testículos menores com plantas de goiabeira. Isto está, diretamente, associado ao maior desenvolvimento dos folículos e, conseqüentemente, à maior produção de células reprodutivas (cistos maiores) em testículos desse predador alimentado com *E. cloeziana*, *E. urophylla* ou, apenas, pupas de *T. molitor*. Porém, com 21 dias de idade, os testículos de *B. tabidus* apresentaram tamanho semelhante, demonstrando produção máxima de células reprodutivas em machos, também, com goiabeira. Por isto, diferenças no tamanho dos testículos de *B. tabidus* não deve, possivelmente, alterar a capacidade reprodutiva desse predador, que apresenta alta produção de espermatozoides. Além disso, a quantidade de energia e recursos nutritivos alocados para cada gameta nos machos é reduzida em comparação àqueles necessários para a produção de ovos (Wheeler, 1996). Dessa forma, os resultados apresentados podem indicar baixo impacto do tipo de dieta na produção de esperma ou no sucesso reprodutivo de machos de *B. tabidus*. Resultados semelhantes foram obtidos com baixo efeito da dieta artificial na produção de espermatozoides por machos de *P. maculiventris* (Wittmeyer *et al.*, 2001). Isto reforça a hipótese de que a nutrição de fêmeas de Heteroptera é mais importante para o sucesso reprodutivo desses inimigos naturais. Entretanto, o papel dos machos de Pentatomidae na fisiologia reprodutiva de suas fêmeas deve ser melhor estudado (Wittmeyer *et al.*, 2001).

Estudos histológicos da genitália interna de machos mostraram que o tipo de dieta não afetou as características histológicas dos testículos de *B. tabidus*, como observado para *P. bioculatus* (Adams, 2001). No entanto, testículos de *P. nigrispinus* apresentaram acentuado grau de morte celular com dieta artificial, o que demonstra efeito negativo da mesma na genitália interna desse predador (Lemos *et al.*, 2005b).

Machos de *B. tabidus*, independente da dieta e idade, apresentaram seis folículos por testículo. O número padrão de folículos em testículos dos Heteroptera pode variar sendo, também, de seis para *P. nigrispinus* (Lemos *et al.*, 2005b), e sete nos testículos de *P. bioculatus* (Adams, 2001). Embora esse autor tenha sugerido esse número como típico para Pentatomidae, isto não foi observado para *B. tabidus*. No entanto, o número de folículos por testículo de Pentatomidae predadores pode ser espécie-específico (Lemos *et al.*, 2005b) como observado em ovariolos para fêmeas desses predadores (Büning, 1994).

Observou-se células em processo de diferenciação no interior dos folículos, independente da dieta e idade de machos de *B. tabidus*, o que mostra que as mesmas se encontravam ativas e produzindo grande quantidade de espermatozoides. Isto sugere que a dieta recebida não afetou, negativamente, a gametogênese de *B. tabidus*.

A herbivoria altera a morfologia da genitália interna de machos de *B. tabidus* com 15 dias e alimentados com plantas de goiabeira, mas não a histologia desse órgão, que apresenta características semelhantes às observadas para outras espécies de Heteroptera. Portanto, o tipo de alimento oferecido a machos de *B. tabidus* não altera o processo de gametogênese nesse inimigo natural.

Morfologia do corpo gorduroso

Machos de *B. tabidus*, com *E. urophylla*, apresentaram trofócitos com maior área que com as demais dietas. Isto sugere que machos desse predador armazenem maior quantidade de substâncias de reserva no corpo gorduroso com *E. urophylla*, como observado para fêmeas dessa espécie (capítulo 1). Isto é coerente, pois embora a morfologia do corpo gorduroso possa variar entre diferentes ordens de insetos, o arranjo de suas células é semelhante e constante para a mesma espécie, o que resultaria em funções

fisiológicas, também, semelhantes (Dean *et al.*, 1985). Entretanto, a diminuição da área dos trofócitos em machos de *B. tabidus* nas demais dietas pode sugerir uma utilização mais rápida dos produtos armazenados nos mesmos durante as atividades metabólicas de seus machos, como observado para fêmeas desse predador com as mesmas dietas (capítulo 1). O corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* com *E. urophylla*, possivelmente, apresenta maior capacidade de síntese ou absorção de nutrientes da hemolinfa. Portanto, plantas de *E. urophylla* representam o melhor complemento vegetal na dieta de ambos os sexos de *B. tabidus* no campo (ver capítulo 1).

O reduzido número de estudos sobre a morfometria dos trofócitos de machos de Pentatomidae predadores com diferentes dietas deve-se, possivelmente, ao fato da gametogênese receber menor atenção que seu processo análogo nas fêmeas (Lemos *et al.*, 2005b). Em geral, os trofócitos de machos apresentam poucas alterações morfológicas entre si, sendo a síntese protéica sua principal função (Oliveira & Cruz-Landim, 2003b). Porém, a principal função dessas células, em machos de diferentes espécies de Termitidae, é o armazenamento de produtos (Han & Bordereau, 1982). Além disso, estudos sobre o corpo gorduroso têm sido mais comuns em fêmeas de insetos (Cunha & Cruz-Landim, 1983; Cruz-Landim, 1985; Martinez & Wheeler, 1994; Cecílio, 2001; Ignatti-Pattison, 2001; Oliveira & Cruz-Landim, 2003a e 2004; Sarmiento *et al.*, 2004) devido à relação positiva entre desenvolvimento do corpo gorduroso e vitelogênese em fêmeas (Oliveira & Cruz-Landim, 2003b).

Trofócitos do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* apresentaram núcleos pequenos, predomínio de cromatina condensada e nucléolo pouco evidente, o que pode sugerir menor atividade metabólica dessas células. As variações no corpo gorduroso de machos com o tipo de dieta foram, também, relatadas para fêmeas de alguns insetos (Cruz-

Landim, 1985; Sarmiento *et al.*, 2004). Isto demonstra que os trofócitos sejam mais desenvolvidos em indivíduos melhor alimentados e que plantas de *E. urophylla* sejam uma dieta melhor para machos de *B. tabidus*.

Testes histoquímicos com mercúrio bromofenol e PAS mostraram a presença de pouca proteína e carboidratos no corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* e sem diferenças entre dietas e idades. Isto coincide com o obtido para a proteína total na hemolinfa desse predador. Este resultado, e aquele obtido para fêmeas (capítulo 1), reforça a hipótese de que o corpo gorduroso de *B. tabidus*, também, regule a composição química da hemolinfa pela absorção, armazenamento, síntese e liberação de lipídeos, proteínas e carboidratos (Cruz-Landim, 1985).

O corpo gorduroso de machos de *B. tabidus*, em todas as dietas e idades, apresentou fraca reação ao PAS. Isto sugere, possivelmente, baixa quantidade e capacidade de armazenamento de carboidratos, principalmente glicogênio, por machos desse predador com essas dietas e que suas reservas energéticas sejam utilizadas durante a reprodução. Fêmeas de *B. tabidus*, também, apresentaram comportamento semelhante (capítulo 1) com essas dietas, sugerindo que ambos os sexos desse Pentatomidae absorvam de forma semelhante os carboidratos de seus alimentos.

As técnicas histoquímicas, baseadas em reações inorgânicas e orgânicas bem estabelecidas produzem resultados, normalmente, visíveis pela cor através da microscopia (Padykula, 1983). Essas técnicas são, particularmente, importantes em estudos com o corpo gorduroso de predadores para identificar os nutrientes secretados e/ou armazenados nesse local e relacioná-los com as dietas (presas) consumidas pelos insetos. Pesquisas têm sido desenvolvidas com outros grupos de insetos (Cunha & Cruz-Landim, 1983; Conte, 1994; Martinez & Wheeler, 1994; Ignatti-Pattison, 2001; Oliveira & Cruz-Landim, 2003a,b e 2004; Sarmiento *et al.*, 2004) sob o ponto de vista histoquímico, particularmente, com

representantes da ordem Hymenoptera (Cunha & Cruz-Landim, 1983; Martinez & Wheeler, 1994; Ignatti-Pattison, 2001; Oliveira & Cruz-Landim, 2003a e 2004).

A onivoria influencia o ganho de peso, o desenvolvimento da genitália interna e das células do corpo gorduroso de machos de *B. tabidus* em campo. Porém, isto não afeta os aspectos histológicos do órgão reprodutor e os teores de proteína total na hemolinfa e no corpo gorduroso desse predador. Isto possibilitará melhorar as chances de sucesso de *B. tabidus* em programas de controle biológico de pragas e o conhecimento das exigências nutricionais e hormonais de machos desse predador.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

- Adams, T.S. (2000), Effect of diet and mating status on ovarian development in a predaceous stink bug *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **93**, 529-535
- Adams, T.S. (2001), Morphology of the internal reproductive system of the male and female two-spotted stink bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) and the transfer of products during mating. *Invert. Reprod. Develop.* **39**, 45-53
- Agrawal, A.A.; Kobayashi, C. & Thaler, J.S. (1999), Influence of prey availability and induced host-plant resistance on omnivory by western flower thrips. *Ecology* **80**, 518-523
- Ahmad, I. & McPherson, J.E. (1998), Additional information on male and female genitalia of *Parabrochymena* Larivière and *Brochymera* Amyot & Serville (Hemiptera: Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **91**, 800-807
- Altieri, M.A.; Silva, E.N. & Nicholls, C.I. (2003), *O Papel da Biodiversidade no Manejo de Pragas*. Holos, Ribeirão Preto, 226 p
- Armer, C.A.; Wiedenmann, R.T.N. & Bush, D.R. (1998), Plant feeding site selection on soybean by the facultatively phytophagous predator *Orius insidiosus*. *Entomol. Exp. Appl.* **86**, 109-118
- Arnqvist, G. & Danielsson, I. (1999), Postmating sexual selection: the effects of male body size and recovery period on paternity and egg production rate in a water strider. *Behav. Ecol.* **10**, 358-365

- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L. & Santos, A.S. (2003), *Bio Estat 3.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Sociedade Civil Mamirauá-CNPq, Belém-Brasília, 209 p
- Bilde, T. & Toft, S. (1994), Prey preference and egg production of the carabid beetle *Agonum dorsale*. *Entomol. Exp. Appl.* **73**, 151-156
- Bonduriansky, R. (2001), The evolution of male mate choice in insects: a synthesis of ideas and evidence. *Biol. Rev.* **76**, 305-339
- Bradford, M.M. (1976), A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* **72**, 248-254
- Büning, J. (1994), The ovary of ectognatha, the Insects. stir., In- *The Insect Ovary - Ultra structure, Previtellogenic Growth and Evolution*, Ed. J. Büning. Chapman & Hall, London, pp. 31-324
- Cecílio, E.T. (2001), *Estudo morfo-histológico, morfométrico, histoquímico e ultra-estrutural do corpo gorduroso de fêmeas virgens e rainhas de formigas Pachycondyla striata (Hymenoptera: Ponerinae)*. MS Thesis, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil
- Chapman, R.F. (1998), Nutrition. In- *The Insects: Structure and Function*, Ed. R.F. Chapman. Cambridge University, Cambridge, pp. 69-93
- Cocuzza, G.E.; De Clercq, P.; Van De Veire, M.; Cock, A.; Degheele, D. & Vacante, V. (1997), Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomol. Exp. Appl.* **82**, 101-104

- Cohen, A.C. (1993), Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin like enzymes in a predaceous Heteropteran, *Zelus renarii*. *J. Insect Physiol.* **39**, 823-829
- Cohen, A.C. (1996), Plant feeding by predatory Heteroptera: evolutionary and adaptational aspects of trophic switching. In- *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management*, Eds. O. Alomar & R.N. Wiedenmann. Entomological Society of America, Lanham, pp. 1-17
- Cohen, A.C. (1998), Biochemical and morphological dynamics and predatory feeding habits in terrestrial Heteroptera. In- *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*, Ed. M. Coll & J.R. Ruberson. Thomas Say Publications/Entomological Society of America, Lanham, pp. 21-32
- Coll, M. (1996), Feeding and ovipositing on plants by an omnivorous insect predator. *Oecologia* **105**, 214-220
- Coll, M. (1998), Living and feeding on plants in predatory Heteroptera. In- *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*, Eds. M. Coll & J.R. Ruberson. Thomas Say Publications/Entomological Society of America, Lanham, pp. 89-130
- Coll, M. & Izraylevich, S. (1997), When predators also feed on plants: effects of competition and plant quality on omnivore–prey population dynamics. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **90**, 155-161
- Coll, M. & Guershon, M. (2002), Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annu. Rev. Entomol.* **47**, 267-297

- Conte, H. (1994), *Morfologia do corpo gorduroso em larvas de Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Pyralidae) não parasitadas e parasitadas pelo Cotesia flavipes (Hymenoptera: Braconidae)*. DS Thesis, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil
- Cruz-Landim, C. (1985), Modificações das células do corpo gorduroso de rainhas de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). *Ciência e Cultura* **37**, 471-475
- Cunha, M.A.S. & Cruz-Landim, C. (1983), Modificações histológicas e histoquímicas do corpo gorduroso de rainhas de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae) durante o primeiro ciclo reprodutivo. *Acta Biol. Paraná* **12**, 11-22
- Danielsson, I. & Askenmo, C. (1999), Male genital traits and mating interval affect male fertilization success in the water strider *Gerris lacustris*. *Behav. Ecol. and Sociobiol.* **46**, 149-156
- Dean, R.L.; Locke, M.; Collins, J.V. (1985), Structure of fat body. In: *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, Eds. G.A. Kerkut & L.I. Gilbert. Pergamon Press, Oxford, pp. 155-210
- De Clercq, P. (2000), Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: *Heteroptera of Economic Importance*, Eds. C.W. Schaefer & A.R. Panizzi. Cambridge University, Cambridge, pp. 737-789
- De Clercq, P. & Degheele, D. (1992), A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). *Entomophaga* **37**, 149-157

- Del Castillo, R.C.; Núñez-Fárfan, J. & Cano-Santana, Z. (1999), The role of body size in mating success of *Sphenarium purpurascens* in Central Mexico. *Ecol. Entomol.* **24**, 146-155
- Eubanks, M. & Denno, R.F. (1999), The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. *Ecology* **80**, 1253-1266
- Evangelista Jr., W.S.; Gondim Jr., M.G.C.; Torres, J.B. & Marques, E.J. (2003), Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotrop. Entomol.* **32**, 677-684
- Evangelista Jr., W.S.; Gondim Jr., M.G.C.; Torres, J.B. & Marques, E.J. (2004), Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. *Pesq. Agropec. Bras.* **39**, 413-420
- Ferreira, A.M.R.M. (2003), *Desenvolvimento e reprodução do predador Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo*. DS Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil
- Freitas, F.A. de (2003), *Desempenho ninfal e reprodutivo do predador Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae) em campo, após dez gerações em laboratório*. Msc Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil
- Gillespie, D.R. & McGregor, R.R. (2000), The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. *Ecol. Entomol.* **25**, 380-386

- Han, S.H. & Bordereau, C. (1982), Ultrastructure of the fat body of reproductive pair in higher termites. *J. Morphol.* **172**, 317-320
- Ignatti-Pattison, A.C. (2001), *Histoquímica e citoquímica ultra-estrutural do corpo gorduroso de rainhas de formiga Atta sexdens (L., 1758) (Hymenoptera: Formicidae)*. DS Thesis, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil
- Jusselino Filho, P. (2002), *Hormese: um pouco de algo perigoso pode ser bom!?* Ds Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil
- Jusselino Filho, P.; Zanuncio, J.C.; Guedes, R.N.C. & Fragoso, D.B. (2001), Desarrollo y reproducción del predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Rev. Colomb. Entomol.* **27**, 45-48
- Jusselino Filho, P.; Zanuncio, J.C.; Fragoso, D.B.; Serrão J.E. & Lacerda, M.C. (2003), Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Braz. J. Biol.* **63**, 463-468
- Legaspi, J.C. & Legaspi Jr., B.C. (1998), Life history trade-offs in insects with emphasis on *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). In *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*, Eds. M. Coll & J.R. Ruberson. Thomas Say Publications/Entomological Society of America, Lanham, pp. 71-87
- Lemos, W.P. (2001), *Efeito de diferentes presas no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador Podisus nigrispinus (Heteroptera: Pentatomidae)*. Msc Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

- Lemos, W.P.; Medeiros, R.S.; Ramalho, F.S. & Zanuncio, J.C. (2001), Effects of plant feeding on the development, survival, and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Intern. J. Pest Manage.* **27**, 89-93
- Lemos, W.P.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E. & Zanuncio, J.C. (2003), Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. *J. Appl. Entomol.* **127**, 389-395
- Lemos, W.P.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E. & Zanuncio, J.C. (2005a), Morphology of female reproductive tract of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on different diets. *Braz. Arch. Biol. Techn.* **48**, 129-138
- Lemos, W.P.; Serrão, J.E.; Ramalho, F.S. & Zanuncio, J.C. (2005b), Effect of diet on male reproductive tract of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Braz. J. Biol.* **65**, 91-96
- Martinez, T. & Wheeler, D.E. (1994), Storage proteins in adult ants *Camponotus festinales*: role in colony founding by queens and in larval rearing by workers. *J. Insect Physiol.* **40**, 723-729
- Medeiros, R.S.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E. & Zanuncio, J.C. (2004), Estimative of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) development time with non linear models. *Neotrop. Entomol.* **33**, 141-148
- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Degheele, D. (1996), Influence of female body weight on reproduction in laboratory-reared *Podisus nigrispinus* and *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **61**, 693-696

- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Tirry, L. (1998a), Maternal age and egg weight affect offspring performance in the predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. *BioContr.* **43**, 163-174
- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Tirry, L. (1998b), Effects of maternal age and egg weight on developmental time and body weight of offspring of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **91**, 315-322
- Mohaghegh-Neyshabouri, J.; De Clercq, P. & Tirry, L. (1999), Effects of rearing history and geographical origin on reproduction and body size of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Eur. J. Entomol.* **96**, 69-72
- Molina-Rugama, A.J.; Zanuncio, J.C.; Torres, J.B. & Zanuncio, T.V. (1997), Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. *Rev. Biol. Trop.* **45**, 1125-1130
- Moreira, L.A.; Zanuncio, J.C.; Picanço, M.C. & Guedes, R.N.C. (1996), Effect of *Eucalyptus* feeding in the development, survival and reproduction of *Tynacantha marginata* (Heteroptera: Pentatomidae). *Rev. Biol. Trop.* **44/45**, 253-257
- Naranjo, S.E. & Gibson, R.L. (1996), Phytophagy in predaceous Heteroptera: effects on life history and population dynamics. In- *Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management*, Eds. O. Alomar & R.N. Wiedenmann. Entomological Society of America, Lanham
- Nation, J.L. (2002), Reproduction. In- *Insect Physiology and Biochemistry*, Ed. J.L. Nation. CRC Press, Boca Raton, pp. 425-451

- Oliveira, H.N.; Zanuncio, J.C.; Sossai, M.F. & Pratisoli, D. (1999), Body weight increment of *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia* **51**, 77-83
- Oliveira, I; Zanuncio, J.C.; Serrão, J.E.; Zanuncio, T.V.; Pinon, T.B.M. & Fialho, M.C.Q. (2005), Effect of female weight on reproductive potential of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1858) (Heteroptera: Pentatomidae). *Braz. Arch. Biol. Techn.* **48**, 295-301
- Oliveira, J.E.M.; Torres, J.B.; Carrano-Moreira, A.F. & Ramalho, F.S. (2002), Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. *Pesq. Agropec. Bras.* **37**, 7-14
- Oliveira, V.T.P. de & Cruz-Lamdim, C. (2003a), Size of fat body trophocytes and the ovarian development in workers and queens of *Melipona quadrifasciata anthidioides*. *Sociobiology* **41**, 701-709
- Oliveira, V.T.P. de & Cruz-Lamdim, C. (2003b), Morphology and function of insect fat body cells: a review. *Biociências* **11**, 195-205
- Oliveira, V.T.P. de & Cruz-Lamdim, C. (2004), Protein content and electrophoretic profile of fat body and ovary extracts from workers of *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Meliponini). *Iheringia. Série Zoologia* **94**, 417-419
- Padykula, H.A. (1983), Histochemistry. In- *Cell and Tissue Biology - a Textbook of Histology*. Ed. Weiss, M.D.L. Urban & Schwarzenberg., Baltimore, pp. 94-111
- Pearse, A.G.V. (1985), *Histochemistry: Theoretical and Applied*. J&A Churchill, London, 530 pp

- Sarmiento, R de A.; Oliveira, H.G. de; Holtz, A.M.; Silva, S.M. da; Serrão, J.E. & Pallini, A. (2004), Fat body morphology of *Eriopis connexa* (Coleoptera, Coccinelidae) in function of two alimentary sources. *Braz. Arch. Biol. Techn.* **47**, 407-411
- Shapiro, J.P. & Ferkovich, S.M. (2002), Yolk protein immunoassays (YP-ELISA) to assess diet and reproductive quality of mass-reared *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae). *J. Econ. Entomol.* **95**, 927-935
- Sinia, A.; Roitberg, B.; McGregor, R.R. & Gillespie, D.R. (2004), Prey feeding increases water stress in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. *Entomol. Exp. Appl.* **110**, 243-248
- Stefanini, M.; De Martino, C. & Zamboni, L. (1967), Fixation of ejaculated spermatozoa for electron microscopy. *Nature* **216**, 173-174
- Toft, S. (1995), Value of the aphid *Rhopalosiphum padi* as food for cereal spiders. *J. Appl. Ecol.* **32**, 552-560
- Trivellato, M.D. & Freitas, G.B. (2003), Panorama da agricultura orgânica. In- *Alimentos Orgânicos: Panorama, Tecnologia e Certificação*. Eds. P.C. Stringheta & J.N. Muniz. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, pp. 09-35
- Valicente, F.H. & O'Neil, R.J. (1993), Effects of two host plants on selected life history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). 1. Without access to prey. *Environ. Entomol.* **23**, 1254-1259
- Wheeler, D. (1996), The role of nourishment in oogenesis. *Annu. Rev. Entomol.* **41**, 407-431

- Wittmeyer, J.L.; Coudron, T.A. & Adams, T.S. (2001), Ovarian development, fertility and fecundity in *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae): an analysis of the impact of nymphal, adult, male and female nutritional source on reproduction. *Invert. Reprod. Develop.* **39**, 9-20
- Zanuncio, J.C.; Alves, J.B.; Zanuncio, T.V. & Garcia, J.F. (1994), Hemipterous predators of eucalypt desfoliator caterpillars. *For. Ecol. Manage.* **65**, 65-73
- Zanuncio, J.C.; Zanuncio, T.V.; Guedes, R.N.C. & Ramalho, F.S. (2000), Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). *Biocontrol Sci. Tech.* **10**, 443-450
- Zanuncio, J.C.; Molina-Rugama, A.J.; Santos, G.P. & Ramalho, F.S. (2002), Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. *Pesq. Agropec. Bras.* **37**, 1225-1230
- Zanuncio, J.C.; Saavedra, J.L.D.; Oliveira, H.N.; Degheele, D. & De Clercq, P. (1996), Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biocontrol Sci. Tech.* **6**, 619-625
- Zanuncio, J.C.; Lacerda, M.C.; Zanuncio Jr., J.S.; Zanuncio, T.V.; Silva, A.M.C. & Espindula, M.C. (2004), Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. *Ann. Appl. Biol.* **144**, 357-361

Zanuncio, T.V.; Serrão, J.E.; Zanuncio, J.C. & Guedes, R.N.C. (2003),
Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål,
1860) (Heteroptera: Pentatomidae). *Crop Prot.* **22**, 941-947

CAPÍTULO III

*Age-Dependent Fecundity and Life-Fertility Tables
of the Neotropical Stinkbug *Brontocoris tabidus*
(Heteroptera: Pentatomidae) in Field Conditions*



Age-Dependent Fecundity and Life-Fertility Tables of the Neotropical
Stinkbug *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) in Field
Conditions

ABSTRACT - Reproductive potential, longevity and population increase of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) were studied in *Eucalyptus grandis* plants in field conditions with life expectancy and fertility life tables. These studies are important for biological control because they can help to understand the impact of programs with releases of this and other predators on the population dynamics of pests. Fecundity peak of *B. tabidus* started at day 47 and it finished when the females were 117 days old with 4.21 eggs per each one per day during this period. Period of fecundity decline initiated at day 118 and it finished with death of females of *B. tabidus*. Each female of this predator laid 601.10 eggs with mean longevity of 160.20 days. Gross (GRR) and net (R_0) reproductive rates were 216.72 and 75.81 females per female, respectively; duration of a generation (T) of 146.05 days; period of doubling its population (DT) of 23.39 days; intrinsic rate (r_m) of 0.030 and finite population increase of 1.030. The predator *B. tabidus* increased its population in 33.36 females progeny per female per generation. The results may aid to use *B. tabidus* for pest management programs of defoliating pests in Brazil and the possibility of mass rearing this predator on eucalyptus plants.

KEY WORDS - Asopinae, Biological control, Heteroptera predator, Life table, Phytophagy.

RESUMO - Foram estudados o potencial reprodutivo, a longevidade e o aumento populacional do predador *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de *Eucalyptus grandis*, em campo, e construídas tabelas de esperança de vida e fertilidade desse predador. Estudos a esse respeito são importantes para controle o biológico, pois podem ajudar a entender o impacto de programas com liberações deste e outros predadores na dinâmica populacional de pragas. O pico de fecundidade de *B. tabidus* iniciou-se aos 47 dias e terminou quando as fêmeas estavam com 117 dias, com 4,21 ovos por fêmea por dia durante esse período. O período de declínio de fecundidade iniciou-se aos 118 dias e finalizou com a morte das fêmeas de *B. tabidus*. Cada fêmea desse predador depositou 601,10 ovos, com longevidade média de 160,20 dias. As taxas bruta (TB) e líquida (R_0) de reprodução foram 216,72 e 75,81 fêmeas por fêmea, respectivamente; a duração de uma geração (DG) de 146,05 dias; o tempo para população duplicar em número de indivíduos (TD) de 23,39 dias; razão infinitesimal de aumento (r_m) de 0,030 e finita de aumento populacional de 1,030. O predador *B. tabidus* aumentou sua população em 33,36 progênes fêmeas por fêmea por geração. Os resultados podem auxiliar na utilização de *B. tabidus* em programas de manejo de pragas desfolhadoras no Brasil e a possibilidade de criá-lo massalmente em plantas de eucalipto.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, Controle biológico, Heteroptera predador, Tabela de vida, Fitofagia.

Lepidoptera defoliators are among the main pests of *Eucalyptus* spp. in Brazil (Zanuncio et al. 1993 and 2001). Releases of natural enemies are important to reduce economic damage by pests and to avoid the use of chemical products. Generalist predators (Pentatomidae, Asopinae) are more effective in forest ecosystems where they are common to occur together with several pest species (Zanuncio et al. 1994a, Assis Jr. et al. 1998, Lemos et al. 2001, 2003b).

Brontocoris tabidus (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) is one of the most common species of this group (Zanuncio et al. 1994a, 1996) with high potential for biological control of Lepidoptera defoliators (Zanuncio et al. 1994a, 1996 and 2000a, Jusselino Filho et al. 2001, 2003). Studies about the biology of *B. tabidus* include the use of artificial diets (Zanuncio et al. 1996) and *Eucalyptus* spp. material as supplementary food, which improved biological and reproductive performance of this predator in laboratory (Gonçalves et al. 1990, Barcelos et al. 1993 and 1994, Jusselino Filho et al. 2001, 2003, Zanuncio et al. 2000a) and field conditions (Ferreira 2003).

Life tables are used to calculate statistics for biological control agents (Carey 1993, Southwood 1995, Harari et al. 1997, Medeiros et al. 2000; Lemos et al. 2003a) and they represent a practical and simplified tool to study a population during one generation (Price 1998). These statistics describe the duration and survival during each stage and with daily fecundity data it is possible to predict a population size of a natural enemy and its age structure at any time (Southwood 1995). The importance of *B. tabidus* for biological control of Lepidoptera pests makes necessary to understand its performance in natural conditions. Therefore the objective was to evaluate fecundity and variables of life expectancy and fertility tables for *B. tabidus* on *Eucalyptus grandis* plants in the field.

Material and Methods

This research was developed in an experimental field of the “Departamento de Biologia Animal (DBA)” of the “Universidade Federal de Viçosa (UFV)” in the Municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil from March to November 2001. This period was chosen because most primary defoliating pests of eucalyptus in Brazil such as *Eupseudosoma aberrans* Schaus and *Eupseudosoma involuta* (Sepp.) (Lepidoptera: Arctiidae); *Glena bipennaria* Guenée, *Oxydia vesulia* (Cramer) and *Thyrintina leucoceraea* Rindge (Lepidoptera: Geometridae) and *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer) (Lepidoptera: Lymantriidae) (Zanuncio et al. 1994b, 2000b, 2001 and 2003, Dorval et al. 1995, Fagundes et al. 1996, Pereira et al. 2001) show higher populations during this period. Temperature, relative humidity, rainfall and photoperiod were registered (Table 1).

Age-Dependent Fecundity. Nymphs of *B. tabidus* were obtained from a laboratory rearing facility of the laboratory of Biological Control of the “Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO)” where this predator is reared at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ RH and 12 L: 12 D photoperiod. Egg masses and first instar nymphs of this predator were placed in Petri dishes (9.0 x 1.5 cm) with a cotton wad soaked with moist ball. One hundred second instar *B. tabidus* nymphs were individualized per 20 x 30 cm white organza cage involving branches of *E. grandis* plants (Zanuncio et al. 2004) (Fig. 1) under field temperature, relative humidity and photoperiod (Table 1). This and other Pentatomidae predators are been kept in the field under this condition because it represents a viable and efficient way to rear them for mass releasing in biological control programs of Lepidoptera defoliators of eucalyptus. Other advantages of this

methodology are to reduce labor and the predators are reared under similar conditions to those where they will be released what can increase its performance.

One hundred nymphs were used to obtain 20 pairs of *B. tabidus* based on the survival during the immature stage of this predator. Mortality and moulting of *B. tabidus* were daily evaluated. Ecdysis was confirmed by external morphology of this predator (Barcelos et al. 1993) or with the presence of exuvia inside rearing organza cages. Adult predators with about 24 hours-old were weighted and separated by sex.

Twenty *B. tabidus* females were mated four days after its emergence. Pairs of this predator were maintained until their death in organza cages of similar size as those used for nymphs. Dead males before its respective female were replaced others maintained in similar conditions.

Each pair of *B. tabidus* received daily one pupa of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) and water in 2.5 mL cylindrical plastic tubes fastened to an eucalyptus branch with adhesive tape per organza cage. Dead individuals and egg masses were daily removed to obtain the periods between egg mass laying, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition besides the number of eggs and nymphs per egg mass and per female and longevity of *B. tabidus* females.

Longevity of *B. tabidus* females was divided in: (1) pre-oviposition period, (2) fecundity peak and (3) fecundity decline such as proposed by Morales-Ramos and Cate (1992) and used by Medeiros et al. (2000) for the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) and by Lemos et al. (2003a) for *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae). Period of maximum fecundity begun when more than 50% of the females layed their first egg mass and it finished when about 60% of their total egg laying was reached while fecundity decline starts at this point and it finished with death of the females (Morales-Ramos and Cate 1992).

Time and duration of fecundity peaks were calculated with oviposition data (from emergence to female death) for twenty *B. tabidus* females. Fecundity of this predator as function of age was obtained with data divided by age class of seven days. Mean and standard error of the number of eggs per female were daily calculated for each age class.

Life and Fertility Tables. Parameters of life expectancy and fertility tables were calculated. Mortality (q_x) and survival (s_x) besides probability of survival from birth to age x (l_x) per day were quantified for each age class during young and adult stages of *B. tabidus*. The following statistics were calculated (Morales-Ramos and Cate 1992): intrinsic rate of population increase (r_m), gross reproductive (GRR) and net reproductive (R_0) rates, finite rate of increase (λ), duration of a generation (T), time for the population to double (DT) and reproductive value (RV_x).

B. tabidus was identified by Dr. D.B. Thomas of the Agriculture Research Service (USDA), Municipality of Weslaco, State of Texas, USA and voucher specimens were deposited in the Laboratory of Biological Control of the BIOAGRO at the “Universidade Federal de Viçosa”.

Results

Age-Dependent Fecundity. *B. tabidus* showed a pre-oviposition period of 50.16 ± 8.06 days with fecundity peak of 70 days and oviposition of 4.21 ± 0.38 eggs per female per day. This fecundity peak begun when females of this predator were 47 days old and it finished when they reached 117 days while fecundity decline begun at day 118 and it finished with death of females.

Oviposition period and longevity of *B. tabidus* females were 108.79 ± 8.89 and 160.20 ± 9.42 days with 601.10 ± 69.70 eggs and 387.45 ± 65.16

nymphs per female of this predator, respectively. This shows that each *B. tabidus* female produced 4.07 ± 0.55 eggs and 2.63 ± 0.47 nymphs per day during its life span.

Higher fecundity of *B. tabidus* was recorded when its females were 127 to 133 and 106 to 112 days old after emergence (Fig. 2) with 7.55 ± 1.16 and 6.82 ± 0.72 eggs and 5.20 ± 1.09 and 4.26 ± 0.71 nymphs per female of this predator per day during these periods.

Life and Fertility Tables. Survival rate (l_x) during young stage (egg to adult) of *B. tabidus* was 0.44 (Table 2) with significant decrease from day one to seven with similar values until day 42, a sharp decrease until day 49 and a gradual decrease with aging of *B. tabidus* females (Fig. 3). This shows a survival curve of type III (Price 1998) for this predator with high mortality during its young stage, especially during the egg stage and first and second instars. Potential fecundity of *B. tabidus* was higher with 106 and 127 days old females and more females produced per female ($m_x = 16.327$) when this predator had 127 days old from its emergence (age class 25) (Fig. 3).

Duration of one generation (T) of *B. tabidus* was 140.05 days in field conditions what indicates at least 2.5 generations per year with a gross reproductive rate of 216.72 females per female and a net reproductive rate of 75.81 progeny females per female. Values of r_m and (λ) were 0.030 per day and 1.030, respectively.

B. tabidus may survive in field conditions from young to adult stages ($l_x = 0.44$) with 33.36 ($l_x \times R_0$) adult progeny per female during one generation.

Discussion

Age-Dependent Fecundity. The pre-oviposition period of *B. tabidus* (50.16 days) fed on *T. molitor* pupae in *E. grandis* plants in field conditions was longer than those reported by Gomides (1999), Zanuncio et al. (2000a) and Jusselino Filho et al. (2001) in laboratory with 8.00, 8.20 and 7.68 days, respectively. Shorter pre-oviposition period of *B. tabidus* is desirable because its females may oviposit earlier what could reduce the rearing costs in laboratory. Longer pre-oviposition period in the field may be due to temperature and rainfall, because *B. tabidus* reached adult stage around May when temperature started to decline. *P. nigrispinus* and *Supputius cincticeps* Stål (Heteroptera: Pentatomidae) showed longer pre-oviposition period at temperatures below 25°C what may be due to a decline on metabolic activity of these predators (Didonet et al. 1996). Rainfall also might delay oviposition by reducing mating activity of *B. tabidus*. On the other hand the longer pre-oviposition period in the field may be compensated by a longer oviposition period and longevity of females of this predator. This will result in higher fecundity of *B. tabidus* what is a desirable attribute of natural enemies.

The presence of *E. grandis* might have contributed to delay the beginning of egg laying, but it increased the oviposition period of *B. tabidus* compared to that reported for this predator in the laboratory with *Musca domestica* (L.) (Diptera: Muscidae) where its females showed higher egg production when they were about 10 days-old, an oscillation around day 30 and an accentuated decline after 45 days (Oliveira , 2001). Such differences can also be associated to the longer longevity of *B. tabidus* females in the field what increased its reproductive rate.

B. tabidus females showed longer oviposition period and longevity than those found for this predator in the laboratory (Barcelos et al. 1994,

Gomides 1999, Zanuncio et al. 2000a, Jusselino Filho et al. 2001 and Oliveira 2001). Longer longevity of *B. tabidus* in the field is important because this predator could prey during longer periods (Barcelos et al. 1990), especially in pest outbreaks.

The type of diet affect fecundity of *B. tabidus* what may, in part, explain different results in laboratory and in the field conditions. Gomides (1999) and Jusselino Filho et al. (2001) obtained 97.0 and 98.2 eggs per female of *B. tabidus* fed on *T. molitor* larvae and seedlings of *Eucalyptus grandis* or *T. molitor* and *M. domestica* larvae, respectively, while Barcelos et al. (1994), Zanuncio et al. (2000a) and Oliveira (2001) obtained 300, 220 and 183 eggs per female of this predator. This show that *B. tabidus* had an egg production of 6.12 and 2.73 folds higher in the field than those reported by Jusselino Filho et al. (2001) and Zanuncio et al. (2000a), respectively. This may be due to the longer longevity and oviposition period of this predator in field conditions because the number of eggs per female also depends on its longevity (Zanuncio et al., 2000a).

B. tabidus fecundity was higher when its females were 127 to 133 and 106 to 112 days old with 7.55 and 6.82 eggs and 5.20 and 4.26 nymphs per day per female. Fecundity of this predator was three to four folds higher than those of the eucalyptus defoliators *S. violascens* and *Glena unipennaria* (Guenée) (Lepidoptera: Geometridae) with 150.6 ± 9.16 and 201.4 ± 26.84 eggs per female, respectively (Zanuncio et al. 1992, Santos et al. 1996). This is important because predators should present similar or higher fecundity than their prey (Huffaker et al. 1976).

B. tabidus can be reared on plants of *E. grandis* in the field with high viability because its reproductive performance and longevity showed better values than previous reports for this predator.

Life and Fertility Tables. It is important to compare field data with those obtained in controlled conditions to estimate differences on life cycle and population dynamics of organisms. Such differences can be related to species performance, reproductive rate and mortality in natural conditions. These studies are relatively recent for most of the predatory Heteroptera but they were reported for *P. nigrispinus* (Medeiros et al. 2000), *B. tabidus* and *S. cincticeps* (Zanuncio et al. 2004).

Fertility tables are appropriate to study animal populations because they can estimate parameters related to their potential growth. This is important for studies on population dynamics and to establish tactics of pest management (Maia et al. 2000). *B. tabidus* showed higher potential fecundity when fed on *T. molitor* pupae and *E. grandis* plants especially when this predator had 127 and 106 days after adult emergence. The number of females produced per female was higher ($m_x = 16.327$) when this predator was 127 days old after adult emergence. *S. cincticeps* had higher potential fecundity when it was 63 days old in the field on *E. cloeziana* plants (Zanuncio et al. 2004). Such variations may be related to differences between eucalypt plants and the time of the year when the research was developed.

Net reproductive rate (R_0) and r_m values obtained in this research have showed population increase of *B. tabidus* in the field what agrees with Silveira Neto et al. (1976) and Assis Jr. et al. (1998). This is important for mass rearing programs (Moreira et al. 1995) and it means that *B. tabidus* presents adequate characteristics such as longer longevity, short period to double in numbers and adequate population growth. The r_m value represents the rate of potential increase of a population under optimal environment conditions when fecundity and survival are maximum (Birch 1948). The success of a species depends on this value (Thomazini and Berti

Filho 2000) and r_m is the most important statistics of life tables because it allows to compare potential growth of a species, to evaluate the role of a natural enemy and to verify if a species will be successful (Price 1998). *P. nigrispinus* showed a r_m of 0.073 at 25°C when fed on caterpillars of *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Medeiros et al. 2000) and the predator *S. cincticeps* has r_m of 0.041 on *Eucalyptus* plants (Zanuncio et al. 2004). Highest r_m value for *P. nigrispinus* is possibly due to the fact that this predator was reared in laboratory, but these values demonstrate that Heteroptera can be used in biological control programs of Lepidoptera defoliators in different agroecosystems, because they will increase their populations in these conditions.

Reproductive values (RV_x) at each age class show that it is possible to choose the best age to release *B. tabidus* in the field. Maximum values of RV_x (170.58) occurred during age classes seven and eight when adults of this predator had 0.0 to 14 days old. This indicates the ideal age to use this predator in inoculative releases when control of defoliating caterpillars would be achieved by the progeny of the population of *B. tabidus* released. These results also indicate the possibility of rearing *B. tabidus* on plants of eucalypt in the field where they will be better adapted when released for biological control.

Data obtained in the field helps to understand population dynamics of *B. tabidus*. This predator showed good potential to be used in biological control programs due to the short period to double its population and increasing numbers at each generation. These results corroborate the potential of using *B. tabidus* in pest management programs of defoliating pests and the possibility of mass rearing this predator on eucalyptus plants. Moreover *B. tabidus* will be better adapted to environment conditions at the moment of release if reared on these plants.

Acknowledgements

To “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)”, to “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)”, and “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)”.

References Cited

- Assis Jr., S.L., T.V. Zanuncio, G.P. Santos, and J.C. Zanuncio. 1998.** Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 27: 245-253.
- Barcelos, J.A.V., J.B. Alves, J.C. Zanuncio, and E.F. Vilela. 1990.** Efeito da alimentação complementar em *Eucalyptus grandis* sobre a biologia do predador *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera, Pentatomidae). in Simpósio de Controle Biológico, 2, Proceeding, Brasil, p. 151.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, E.C. Nascimento, and T.V. Zanuncio. 1993.** Caracterização dos estádios ninfais de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera, Pentatomidae). Rev. Bras. Entomol. 37: 537-543.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, A.C. Oliveira, and E.C. Nascimento. 1994.** Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 23: 519-524.
- Birch, L.C., 1948.** The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17: 15-26.

- Carey, J.R., 1993.** Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, New York, 206p.
- Didonet, J., J.C. Zanuncio, C.S. Sedyama, and M.C. Picanço. 1996.** Desenvolvimento e sobrevivência ninfal de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. Rev. Bras. Zool. 12: 513-518.
- Dorval, A., J.C. Zanuncio, J.M.M. Pereira, and W.L. Gasperazzo. 1995.** Análise faunística de *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 e *Eupseudosoma involuta* (Sepp, 1852) (Lepidoptera: Arctiidae) em *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus cloeziana*. Rev. Árvore. 19: 222-240.
- Fagundes, M., J.C. Zanuncio, F.S. Lopes, and P.J. De Marco. 1996.** Comunidades de lepidópteros noturnos desfolhadores de eucalipto em três regiões do cerrado de Minas Gerais. Rev. Bras. Zool. 13: 763-771.
- Ferreira, A.M.R.M. 2003.** Desenvolvimento e reprodução do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo. DS Thesis, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa, 80p.
- Gonçalves, L., V.H.P. Bueno, and C.F. Carvalho. 1990.** Controle biológico em *Eucalyptus* spp.: 1. Etologia de ninfas e adultos de *Podisus nigrolimbatus* Spinola 1832 e *Podisus connexivus* Bergroth 1891 (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae). Inst. Pesq. Est. Flor. 43-44: 70-73.

- Gomides, C.H.F., 1999.** Desenvolvimento e fertilidade do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) associado à mudas de *Eucalyptus grandis* e alimentados com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). MSc. Thesis, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa, 39p.
- Harari, A.R., D. Ben-Yakir, M. Chen, and D. Rosen. 1997.** Life- and fertility-tables of *Maladera matrida* (Coleoptera: Scarabaeidae). Environ. Entomol. 27: 45-48.
- Huffaker, C.B., F.J. Simmonds, and J.E. Lating. 1976.** The theoretical and empirical basis of biological control, pp. 41-78. In C.B. Huffaker and P.S. Messenger [Eds.], Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York, USA.
- Jusselino Filho, P., J.C. Zanuncio, R.N.C. Guedes, and D.B. Fragoso. 2001.** Desarrollo y reproducción del predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Rev. Colomb. Entomol. 27: 45-48.
- Jusselino Filho, P., J.C. Zanuncio, D.B. Fragoso, J.E. Serrão, and M.C. Lacerda. 2003.** Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. Braz. J. Biol. 63: 463-468.
- Lemos, W.P., F.S. Ramalho, and J.C. Zanuncio. 2003a.** Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator, in laboratory studies with an artificial diet. Environ. Entomol. 32: 592-601.

- Lemos, W.P., R.S. Medeiros, F.S. Ramalho, and J.C. Zanuncio. 2001.**
Effects of plant feeding on the development, survival, and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Intern. J. Pest Manage. 27: 89-93.
- Lemos, W.P., F.S. Ramalho, J.E. Serrão, and J.C. Zanuncio. 2003b.**
Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het. Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. J. Appl. Entomol. 127: 389-395.
- Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz, and C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: Computational aspects. J. Econ. Entomol. 93: 511-518.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos, and J.C. Zanuncio. 2000.**
Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). J. Appl. Entomol. 124: 319-324.
- Morales-Ramos, J.A., and J.R. Cate. 1992.** Laboratory determination of age-dependent fecundity, development, and rate of increase of *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 85: 469-476.
- Moreira, L.A., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço, and C.H. Bruckner. 1995.**
Tabelas de fertilidade e esperança de vida de *Tynacantha marginata* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) e folhas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Rev. Bras. Zool. 12: 255-261.

- Oliveira, I., 2001.** Capacidade reprodutiva de fêmeas de *Brontocoris tabidus* e de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), de duas classes de peso, alimentados com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). MSc. Thesis, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa, 62p.
- Pereira, J.M.M., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio, and A. Pallini. 2001.** Lepidoptera pests collected in *Eucalyptus urophylla* (Myrtaceae) plantations during five years in Três Marias, State of Minas Gerais, Brazil. Intern. J. Trop. Biol. Conserv./Rev. Biol. Trop. 49: 1073-1082.
- Price, P.W., 1998.** Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York, USA. 874 pp.
- Santos, G.P., T.V. Zanuncio, O.S. Dias, and J.C. Zanuncio. 1996.** Aspectos biológicos e descritivos de *Glena unipennaria* (Guenée) (Lepidoptera: Geometridae) em *Eucalyptus urophylla*. An. Soc. Entomol. Brasil. 25: 245-249.
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Barbin, and N.A. Villa Nova. 1976.** Manual de Ecologia de Insetos. Agronômica Ceres, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Southwood, T.R.E., 1995.** Ecological methods. 2nd ed., Chapman & Hall, 524 pp.
- Thomazini, M.J., and E. Berti Filho. 2000.** Tabela de vida de fertilidade de *Muscidifurax uniraptor* Kogan & Legner (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 29: 715-721.

- Zanuncio, J.C., G.P. Santos, R.S. Saraiva, and T.V. Zanuncio. 1992.**
Ciclo de vida e consumo foliar de *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera, Lymantriidae), em *Eucalyptus urophylla*. Rev. Bras. Entomol. 36: 843-850.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, G.P. Santos, and W.O. Campos. 1993.**
Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados à eucaliptocultura: VI. Região de Belo Oriente, Minas Gerais. Pesq. Agropec. Bras. 28: 1121-1127.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio, and J.F. Garcia. 1994a.**
Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. For. Ecol. Manage. 65: 65-73.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, J.F. Garcia, and T.V. Zanuncio. 1994b.**
Major lepidopterous defoliators of eucalypt, in the Southeast Brazil. For. Ecol. Managem. 65: 53-63.
- Zanuncio, J.C., T.V. Zanuncio, R.N.C. Guedes, and F.S. Ramalho. 2000a.**
Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Biocontrol Sci. Tech. 10: 443-450.
- Zanuncio, J.C., E.T. Lopes, T.V. Zanuncio, and F.S. Ramalho. 2000b.**
Temporal variations of Lepidoptera collected in an *Eucalyptus* plantation in the State of Goiás, Brazil. Netherl. J. Zool. 50: 435-443.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, T.V. Zanuncio, and A.S. Fabres. 2001.**
Species richness and abundance of defoliating Lepidoptera associated with *Eucalyptus grandis* in Brazil and their response to plant age. Austral Ecol. 26: 582-589.

- Zanuncio, J.C., T.V. Zanuncio, F.A. Freitas, and D. Pratissoli. 2003.** Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the State of Minas Gerais, Brazil. *Anim. Biol.* 53: 17-26.
- Zanuncio, J.C., J.L.D. Saavedra, H.N. Oliveira, D. Degheele, and P. De Clercq. 1996.** Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biocontrol Sci. Tech.* 6: 619-625.
- Zanuncio, J.C., M.C. Lacerda, J.S. Zanuncio Júnior, T.V. Zanuncio, A.M.C. Silva, and M.C. Espindula. 2004.** Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. *Ann. Appl. Biol.* 144: 357-361.

Table 1. Climatic data during the period of the research supplied by the Department of Agricultural Engineering, “Universidade Federal de Viçosa”, Municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil. March to November, 2001

| Months | Temp. (°C) | Max. temp (°C) | Min. temp (°C) | Rel hum (%) | Daily rainfall (mm) | Brightness (hours) |
|-----------|---------------|-------------------|-------------------|----------------|------------------------|-----------------------|
| March | 23.00 | 30.00 | 19.07 | 80.79 | 1.07 | 11.88 |
| April | 21.86 | 29.86 | 16.90 | 77.65 | 1.12 | 11.53 |
| May | 19.12 | 26.31 | 14.69 | 78.96 | 1.91 | 11.02 |
| June | 17.92 | 25.61 | 13.30 | 80.71 | 0.01 | 10.76 |
| July | 16.84 | 25.00 | 11.70 | 77.91 | 0.06 | 10.87 |
| August | 18.33 | 26.53 | 12.41 | 74.81 | 0.21 | 11.03 |
| September | 19.07 | 25.87 | 14.28 | 74.05 | 2.67 | 11.89 |
| October | 20.49 | 26.72 | 16.19 | 74.29 | 4.91 | 12.49 |
| November | 22.18 | 27.70 | 18.68 | 81.73 | 7.71 | 13.00 |
| Mean | 19.55 | 26.77 | 14.86 | 77.58 | 2.29 | 11.61 |

Table 2. Life expectancy table for *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on pupae of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) on *Eucalyptus grandis* plants in field conditions. Municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil. March to November, 2001

| X | L_x | D_x | l_x | S_x | e_x | Stage |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 45 | 18 | 1.000 | 0.600 | 13.67 | Immature |
| 2 | 27 | 0 | 0.600 | 1.000 | 21.44 | |
| 3 | 27 | 0 | 0.600 | 1.000 | 20.44 | |
| 4 | 27 | 0 | 0.600 | 1.000 | 19.44 | |
| 5 | 27 | 0 | 0.600 | 1.000 | 18.94 | |
| 6 | 27 | 7 | 0.600 | 0.740 | 18.44 | |
| 7 | 20 | 0 | 0.444 | 1.000 | 23.73 | Adult |
| 8 | 20 | 0 | 0.444 | 1.000 | 21.73 | |
| 9 | 20 | 0 | 0.444 | 1.000 | 20.73 | |
| 10 | 20 | 0 | 0.444 | 1.000 | 19.73 | |
| 11 | 20 | 1 | 0.444 | 0.950 | 18.73 | |
| 12 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 18.68 | |
| 13 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 17.68 | |
| 14 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 16.68 | |
| 15 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 15.68 | |
| 16 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 14.68 | |
| 17 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 13.68 | |
| 18 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 12.68 | |
| 19 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 11.68 | |
| 20 | 19 | 0 | 0.422 | 1.000 | 10.68 | |
| 21 | 19 | 1 | 0.422 | 0.947 | 9.68 | |
| 22 | 18 | 0 | 0.400 | 1.000 | 9.19 | |
| 23 | 18 | 1 | 0.400 | 0.944 | 8.19 | |
| 24 | 17 | 0 | 0.378 | 1.000 | 7.65 | |
| 25 | 17 | 2 | 0.378 | 0.882 | 6.65 | |
| 26 | 15 | 0 | 0.333 | 1.000 | 6.47 | |
| 27 | 15 | 2 | 0.333 | 0.867 | 5.47 | |
| 28 | 13 | 0 | 0.289 | 1.000 | 5.23 | |
| 29 | 13 | 2 | 0.289 | 0.846 | 4.23 | |
| 30 | 11 | 2 | 0.244 | 0.818 | 3.91 | |
| 31 | 9 | 2 | 0.200 | 0.778 | 3.67 | |
| 32 | 7 | 1 | 0.156 | 0.857 | 3.57 | |
| 33 | 6 | 0 | 0.133 | 1.000 | 3.08 | |
| 34 | 6 | 3 | 0.133 | 0.500 | 2.08 | |
| 35 | 3 | 0 | 0.067 | 1.000 | 2.67 | |

| | | | | | |
|----|---|---|-------|-------|------|
| 36 | 3 | 1 | 0.067 | 0.667 | 1.67 |
| 37 | 2 | 1 | 0.044 | 0.500 | 1.25 |
| 38 | 1 | 1 | 0.022 | 0.000 | 1.00 |

X = age class (seven days); L_x = number of survivors at the beginning of age class X ; D_x = number of individuals dead during age class X ; l_x = survival at age class 0 to the beginning of age X ; s_x = survival at age class X ; e_x = life expectancy at age class X .

Table 3. Fertility table for the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on pupae of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) on plants of *Eucalyptus grandis* in field conditions. Municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil. March to November, 2001

| X | L_x | m_x | l_x | $l_x \cdot m_x$ | $s_x \cdot m_x$ | VR_x | Stage |
|----|-------|--------|-------|-----------------|-----------------|---------|----------|
| 1 | 45 | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 75.814 | Immature |
| 2 | 27 | 0.000 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 126.356 | |
| 3 | 27 | 0.000 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 126.356 | |
| 4 | 27 | 0.000 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 126.356 | |
| 5 | 27 | 0.000 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 126.356 | |
| 6 | 27 | 0.000 | 0.600 | 0.000 | 0.000 | 126.356 | |
| 7 | 20 | 0.000 | 0.444 | 0.000 | 0.000 | 170.581 | Adult |
| 8 | 20 | 0.964 | 0.444 | 0.428 | 0.964 | 170.581 | |
| 9 | 20 | 2.578 | 0.444 | 1.146 | 2.578 | 169.617 | |
| 10 | 20 | 3.206 | 0.444 | 1.425 | 3.206 | 167.039 | |
| 11 | 20 | 3.856 | 0.444 | 1.714 | 3.663 | 163.832 | |
| 12 | 19 | 5.216 | 0.422 | 2.202 | 5.216 | 168.396 | |
| 13 | 19 | 6.018 | 0.422 | 2.541 | 6.018 | 163.180 | |
| 14 | 19 | 7.788 | 0.422 | 3.288 | 7.788 | 157.162 | |
| 15 | 19 | 6.207 | 0.422 | 2.621 | 6.207 | 149.374 | |
| 16 | 19 | 11.729 | 0.422 | 4.952 | 11.729 | 143.168 | |
| 17 | 19 | 7.906 | 0.422 | 3.338 | 7.906 | 131.438 | |
| 18 | 19 | 8.708 | 0.422 | 3.677 | 8.708 | 123.532 | |
| 19 | 19 | 9.888 | 0.422 | 4.175 | 9.888 | 114.820 | |
| 20 | 19 | 10.006 | 0.422 | 4.225 | 10.006 | 104.936 | |
| 21 | 19 | 7.835 | 0.422 | 3.308 | 7.420 | 94.929 | |
| 22 | 18 | 12.787 | 0.400 | 5.115 | 12.787 | 91.933 | |
| 23 | 18 | 11.135 | 0.400 | 4.454 | 10.511 | 79.145 | |
| 24 | 17 | 11.154 | 0.378 | 4.214 | 11.154 | 72.011 | |
| 25 | 17 | 16.327 | 0.378 | 6.168 | 14.400 | 60.856 | |
| 26 | 15 | 9.676 | 0.333 | 3.225 | 9.676 | 50.466 | |

| | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|--------|--------|
| 27 | 15 | 11.180 | 0.333 | 3.727 | 9.693 | 40.790 |
| 28 | 13 | 9.158 | 0.289 | 2.646 | 9.158 | 34.165 |
| 29 | 13 | 6.657 | 0.289 | 1.923 | 5.632 | 25.007 |
| 30 | 11 | 4.073 | 0.244 | 0.996 | 3.332 | 21.687 |
| 31 | 9 | 6.016 | 0.200 | 1.203 | 4.680 | 21.528 |
| 32 | 7 | 5.517 | 0.156 | 0.858 | 4.728 | 19.944 |
| 33 | 6 | 11.114 | 0.133 | 1.482 | 11.114 | 16.831 |
| 34 | 6 | 1.420 | 0.133 | 0.189 | 0.710 | 5.717 |
| 35 | 3 | 8.146 | 0.067 | 0.543 | 8.146 | 8.594 |
| 36 | 3 | 0.448 | 0.067 | 0.030 | 0.299 | 0.448 |
| 37 | 2 | 0.000 | 0.044 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 38 | 1 | 0.000 | 0.022 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

X = age class (seven days); L_x = number of survivors at the beginning of age class X ; m_x = number of females progeny per female of age class X ; l_x = survival at age class 0 to beginning of age X ; s_x = survival rate during age class X ; VR_x = individual reproductive value at age class X .

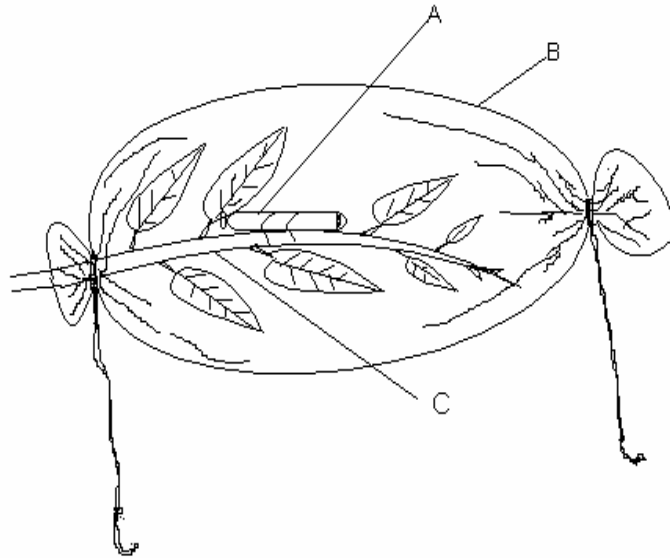


Fig. 1. Outline of an organza cage used in the field to involve a branch of *Eucalyptus grandis*. A- Plastic tube of odontological anesthetic; B- white organza cage; C- *Eucalyptus grandis* branch.

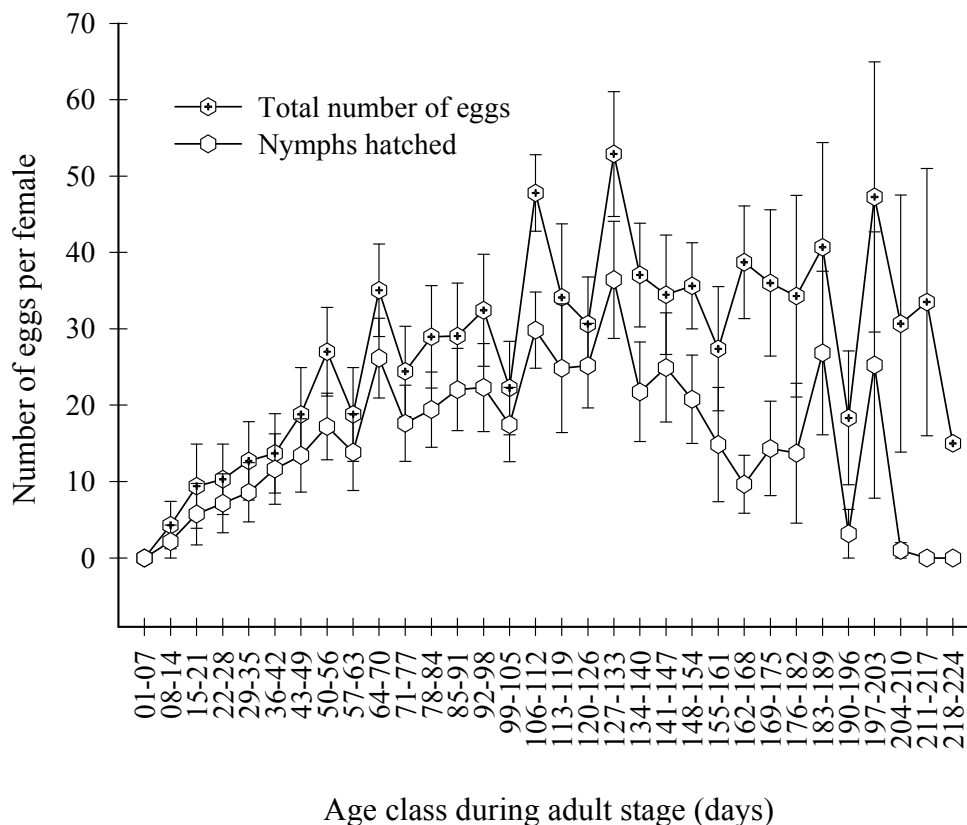


Fig. 2. Age-dependent fecundity of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae on *Eucalyptus grandis* plants in the field. Observations of 20 adult females. Vertical bars indicate standard error. Age class= seven days. Municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil. March to November, 2001.

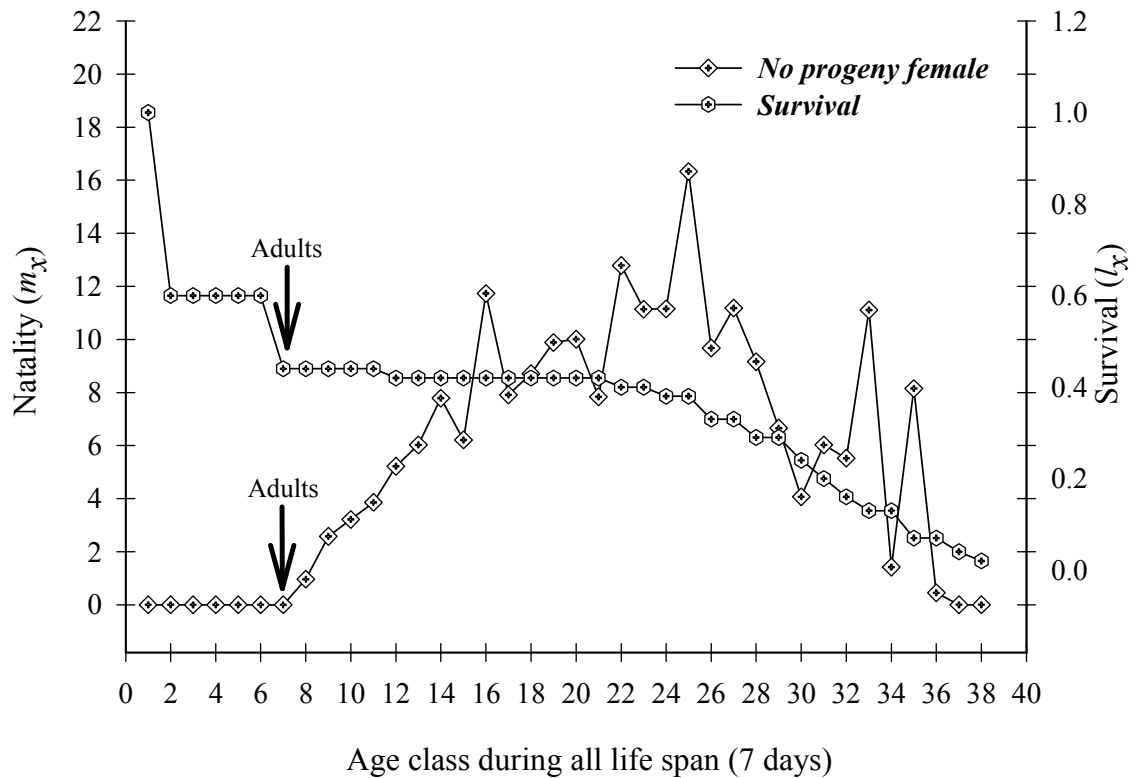


Fig. 3. Survival (l_x) and natality (m_x) of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae on *Eucalyptus grandis* plants in the field. Observations of 20 adult females. Age class= seven days. Natality (m_x), is the mean number of female progeny per female of age class x and, survival (l_x), survival rate from age class 0 to the beginning of age x . Municipality of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil. March to November, 2001.

RESUMO E CONCLUSÕES GERAIS

Esta pesquisa foi conduzida no campo, em área do Departamento de Biologia Animal, e nos laboratórios de Controle Biológico de Insetos, do Instituto de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária (BIOAGRO) e de Biologia Molecular e Celular, Citogenética e Histologia Reprodutiva do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais. Objetivou-se estudar o efeito de diferentes dietas [pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) sem planta; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus cloeziana*; pupas de *T. molitor* e plantas de *Eucalyptus urophylla* e; pupas de *T. molitor* e plantas de goiabeira (*Psidium guajava*)], no campo sobre a morfo-fisiologia do corpo gorduroso e do sistema reprodutor de fêmeas e machos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) e avaliar a fecundidade e os parâmetros das tabelas de vida e de fertilidade de *B. tabidus* em plantas de *Eucalyptus grandis*, em campo.

O impacto positivo da fitofagia no ganho de peso de fêmeas e machos de *B. tabidus* no campo resulta em adultos mais pesados com plantas. Isto é importante por confirmar a influência positiva da fitofagia nos atributos biológicos de fêmeas e machos desse predador em campo.

A genitália interna de fêmeas de *B. tabidus* é amarelada, com ovário meroístico telotrófico e sete ovariolos. O total de proteína na hemolinfa de fêmeas de *B. tabidus* independe da idade e dieta consumida.

Fêmeas alimentadas com pupas de *T. molitor* sem plantas apresentam ovariolos menores. O número de ovócitos/ovário é maior em indivíduos alimentados com *E. urophylla* e pupas de *T. molitor* e menor

sem planta. Fêmeas de *B. tabidus* com 21 dias de idade possuem maior número de ovócitos/ovariolo que com 15 dias em todas as dietas. Fêmeas desse predador, com 15 dias de idade, apresentam ovócitos mais desenvolvidos com *E. cloeziana* e *E. urophylla* e menores com goiabeira e pupas de *T. molitor* sem planta. Com 21 dias de idade, fêmeas de *B. tabidus* sem planta apresentam ovócitos menores que aquelas com plantas. O comprimento do ovócito não é afetado pela idade de fêmeas desse predador com plantas de eucalipto. Os ovários de fêmeas desse predador mostram características histológicas semelhantes com todas as dietas.

A herbivoria provoca alterações morfológicas na genitália interna de fêmeas de *B. tabidus*, o que resultará em estruturas reprodutivas de tamanho diferentes, refletindo diretamente na ovogênese desse inimigo natural em campo.

A genitália interna de machos de *B. tabidus* é vermelha e com testículos composto por seis folículos. Machos desse predador, com 15 dias de idade, são mais pesados que com 21 dias em todas as dietas com plantas. O total de proteína na hemolinfa de machos desse predador não é afetado pela idade e dieta dos mesmos. Machos, com 15 dias de idade, apresentam testículos maiores com *E. cloeziana*, *E. urophylla* ou, apenas, pupas de *T. molitor* que com goiabeira. No entanto, com 21 dias de idade, machos de *B. tabidus* possuem testículos com tamanho semelhante, independente da dieta. Os folículos de *B. tabidus* apresentam grande quantidade de espermatozóides com todas as dietas e idades e testículos com características histológicas semelhantes com todas as dietas. A herbivoria provoca alterações morfológicas na genitália interna de machos de *B. tabidus* com 15 dias de idade com goiabeira, mas não influencia a histologia desse órgão. Portanto, a falta de planta na alimentação de machos de *B. tabidus*, possivelmente, não altere o processo de gametogênese nesse inimigo natural.

Fêmeas e machos adultos de *B. tabidus* apresentam trofócitos duas vezes maiores com *E. urophylla* e *T. molitor* que nas demais dietas. Esses trofócitos, em ambos os sexos, possuem aspectos morfológicos semelhantes, independentemente, da dieta e idade do predador.

Testes histoquímicos com mercúrio bromofenol e PAS mostraram pouca coloração dos materiais biológicos com todas as dietas e idade, indicando quantidade reduzida de proteína e carboidratos no corpo gorduroso de fêmeas e machos de *B. tabidus* no campo.

Fêmeas de *B. tabidus*, em *E. grandis* no campo, apresentam longevidade de 160,20 dias e 601,10 ovos para cada uma. Nessas condições, a taxa bruta (TBR) e líquida (R_0) de reprodução foram de 216,72 e 75,81 fêmeas por fêmea, respectivamente; a duração de uma geração (DG) de 146,05 dias e o tempo para a população dobrar de tamanho (DT) de 23,39 dias; a taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) é de 0,030 e o incremento populacional (λ) de 1,030 progênies fêmeas por fêmea. *B. tabidus* apresenta, portanto, potencial para ser utilizado em programas de manejo de pragas desfolhadoras no Brasil e viabilidade de criação em campo.

Os resultados desta pesquisa corroboram a hipótese de que a onivoria tem papel importante no desempenho biológico e reprodutivo de Heteroptera predadores, particularmente *B. tabidus*, e que *E. urophylla* representa a espécie vegetal mais adequada para suplementação alimentar desse predador em campo. Esses conhecimentos trarão maiores possibilidades de sucesso desse inimigo natural em programas de controle biológico de pragas e poderão melhorar o conhecimento das exigências nutricionais e hormonais desse predador.