

**EVALDO MARTINS PIRES**

**DISPERSÃO E PREDÇÃO DE ASOPINAE ASSOCIADOS À  
EUCALIPTOCULTURA**

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  
2010**

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

T

P667d  
2010

Pires, Evaldo Martins, 1978-

Dispersão e predação de Asopinæ associados à  
eucaliptocultura / Evaldo Martins Pires. – Viçosa, MG,  
2010.

xii, 84f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Percevejo (Inseto). 2. *Podisus nigrispinus* - Controle  
biológico. 3. *Brontocoris tabidus* - Controle biológico.  
4. Inseto predador. I. Universidade Federal de Viçosa. II.  
Título.

CDD 22. ed. 595.754

**EVALDO MARTINS PIRES**

**DISPERSÃO E PREDACÃO DE ASOPINAE ASSOCIADOS À  
EUCALIPTOCULTURA**

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: 23 de julho de 2010

---

Prof. Germano Leão Demolin Leite  
(Co-orientador)

---

Dr. Mábio Chrisley Lacerda

---

Prof. Oswaldo Pinto Ribeiro Filho

---

Dr. Rosenilson Pinto

---

Prof. José Cola Zanuncio  
(Orientador)

## **DEDICO**

*Primeiramente ao bom e sábio Deus por dar força, amparo, perseverança e coragem em toda a minha vida.*

*Ao meu pai, Antonio Francisco Pires “in memoriam” pela proteção e pelos momentos felizes em minha jovem vida.*

*Aos grandes amigos, protetores e mentores, sempre presentes em minha vida por intermédio das intuições.*

*Aos amigos próximos e distantes que contribuíram para o meu crescimento como pessoa e profissional.*

*Aos nobres cientistas brasileiros que apesar de todas as dificuldades continuam trabalhando incessantemente para o progresso da ciência e tecnologia do país.*

## **OFEREÇO**

*Ao meu pai Antônio Francisco Pires e mãe Inês Martins Pires, pela vida, amor e verdadeiro exemplo de força, trabalho e dedicação. Ao meu irmão, Marcos José Martins Pires, por amparar-me em alguns momentos da vida, abrindo mão, muitas vezes, do seu bem-estar para facilitar determinadas situações para mim. A minha esposa Roberta Martins Nogueira pelo amor, companheirismo, paciência e força em minha vida...*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, força, saúde, amparo e pelas dificuldades que tive que enfrentar fazendo com que eu enxergasse que a vida, a família, a fé e os amigos são as coisas mais valiosas que temos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Biologia Animal (DBA), pelas condições oferecidas para o desenvolvimento de minha pesquisa.

À minha família, com muito carinho a minha mãe Inês Martins Pires, meu pai Antônio Francisco Pires (*in memoriam*) e meu irmão Marcos José Martins Pires pelo amor, carinho, proteção, respeito e incentivo.

À minha esposa Roberta Martins Nogueira, pelo amor, companherismo, respeito e incentivo.

À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e ao Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA), por permitirem que eu utilizasse seus recursos e dependências para o desenvolvimento de parte de minha pesquisa.

Ao meu orientador, professor José Cola Zanuncio, primeiramente pela confiança e por motivar-me e nortear-me desde o nosso primeiro contato. Agradeço também pela amizade, paciência, orientações, oportunidades, sugestões e direcionamento concedidos durante as etapas de minha pesquisa.

Com palavras não sei como agradecer a amizade, atenção, auxílio, estímulo e paciência dos meus co-orientadores: Dr. Germano Leão Demolin Leite, Dr. José Eduardo

Serrão e Dra. Teresinha Vinha Zanuncio. E, também, ao amigo Dr. Germi Porto Santos, a quem muitas vezes, com toda sua serenidade, foi decisivo em meu trabalho, colaborando com suas sábias palavras: *“Desse jeito você está querendo arrancar leite de pedra”*.

Aos amigos da entomologia: Alexandre Pereira, Ancidérton Castro, Gilberto Andrade, Isabel Moreira, João Alfredo, Mábio Lacerda, Marco Antônio de Oliveira; Marcus Alvarenga Soares; Mário Del Sarto, Patrik Luiz Pastori; Robson Pelúzio (extensivo a sua esposa Benemara e filho Rodrigo) e Rosenilson Pinto.

Aos meus tios José Brás Martins dos Santos, Maria José Mariano da Silva Martins, Antônio Martins dos Santos e Terezinha da Silva Freitas; e primas Ana Cristina Martins de Freitas e Silvia Martins de Freitas pelo auxílio durante os pré-testes e outras partes deste trabalho.

Aos professores Acelino Couto Alfenas, Alfredo Huertas, Juarez de Sousa e Silva e Márcio Aredes, por permitirem que eu desenvolvesse minha pesquisa em seus laboratórios e campus experimentais.

Aos Senhores: Lélis, Manoel e Moacir, que me propiciaram recursos por diversas vezes ao longo do meu trabalho.

Às estimadas e prestativas funcionárias da secretaria do programa de pós-graduação em Entomologia da UFV, Dona Paula e Mírian, pelas tantas vezes com que, atenciosa e, eficientemente fui atendido.

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

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

## **BIOGRAFIA**

Evaldo Martins Pires, filho de Antônio Francisco Pires (*in memoriam*) e de Inês Martins Pires (aposentada), nasceu no dia 10 de fevereiro de 1978, na cidade de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

Iniciou a graduação em Ciências Biológicas em 1998 na Fundação Educacional Rosemar Pimentel, onde veio a concluí-la em dezembro de 2001, quando obteve o título de licenciado em Ciências Biológicas.

Durante toda a graduação foi funcionário da Companhia Siderúrgica Nacional, exercendo a profissão de metalúrgico e conciliando os estudos a uma jornada de trabalho de 48 horas semanais. Ainda durante o 4º ano do curso da graduação, iniciou um estudo com dípteros muscóides na cidade de Volta Redonda.

Em agosto de 2002 iniciou um curso de especialização *lato-sensu* em Gestão Educacional pelo Centro Universitário de Barra Mansa, na cidade de Barra Mansa, Rio de Janeiro; vindo a concluí-lo em outubro de 2003 com o título de Especialista em Gestão Educacional.

Em fevereiro de 2005 iniciou o curso de Mestrado em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, onde trabalhou com taxonomia de Heteroptera com ênfase na Família Miridae, vindo a defender a dissertação em 03 de julho de 2006.

Em julho deste mesmo ano, iniciou no programa de aperfeiçoamento profissional no setor de produção, manutenção e controle de pragas associadas a plantas ornamentais na empresa “Hermann Engelmann Greenhouse” em parceria com a Ohio State University.

Em agosto de 2007, foi aprovado no processo seletivo para o Doutorado em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Minas Gerais, trabalhando com estratégias de pré-liberação, capacidade de predação e dispersão de percevejos predadores Asopinae em plantios de eucalipto.

Em maio de 2010 foi aprovado no concurso público para professor de Entomologia na Universidade Federal do Acre – Centro Multidisciplinar de Cruzeiro do Sul (CMULTI).



## ÍNDICE

RESUMO.....	ix
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
1º ARTIGO.....	18
Canibalismo dos predadores <i>Brontocoris tabidus</i> e <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) em períodos de pré-liberação sem alimento, recebendo ou não plantas de <i>Eucalyptus cloeziana</i> .....	18
RESUMO .....	19
ABSTRACT .....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS .....	24
DISCUSSÃO .....	26
CONCLUSÕES .....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
2º ARTIGO.....	43
Eficiência do ataque de <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Brontocoris tabidus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) à lagarta do eucalipto <i>Thyrintina arnobia</i> (Lepidoptera: Geometridae) com diferentes estratégias de pré-liberação.....	43

RESUMO .....	44
ABSTRACT .....	45
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS .....	50
DISCUSSÃO .....	52
CONCLUSÕES .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS .....	53
3º ARTIGO.....	65
Dispersão dos predadores zoofitófagos <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Brontocoris tabidus</i>	
(Heteroptera: Pentatomidae) em plantios de eucalipto.....	
RESUMO .....	66
ABSTRACT .....	67
INTRODUÇÃO.....	68
MATERIAL E MÉTODOS.....	69
RESULTADOS .....	71
DISCUSSÃO .....	72
CONCLUSÕES .....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84

## RESUMO

PIRES, Evaldo Martins, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010. **Dispersão e predação de Asopinae associados à eucaliptocultura.** Orientador: José Cola Zanuncio. Co-orientadores: Germano Leão Demolin Leite, José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio.

O Brasil possui aproximadamente 4.516.000 de hectares de eucalipto plantados, o que, corresponde a um dos maiores plantios do mundo. Essa planta pode ser danificada por insetos pragas que, devido ao ecossistema homogêneo, favorece esses insetos pela abundância de alimento. Medidas e técnicas de controle de pragas de eucalipto são utilizadas, desenvolvidas e aprimoradas para proteção dessas florestas, mas pragas podem prejudicar o desenvolvimento das árvores, reduzir a qualidade da madeira e até causar sua morte. O controle biológico com percevejos predadores tem potencial para o combate de surtos de lagartas desfolhadoras, evitando o uso de produtos fitossanitários que podem causar problemas ao meio ambiente e a saúde do homem. O sucesso desses insetos depende de conhecimentos sobre métodos e técnicas de criações massais, desde técnicas de manipulação de posturas até estratégias de pré-liberação, associação de espécies predadoras e conhecimento da dispersão desses insetos para uma maior eficiência desses predadores no campo. Os predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae), submetidos a períodos sem alimento, antecedendo a liberação, não deve ultrapassar 24 horas devido ao aumento no número de ocorrências de canibalismo, e, o uso de material vegetal é indispensável para reduzir as ocorrências desse comportamento em adultos e ovos. A água obtida da planta é importante para o processo de digestão extra-oral o

que melhora a eficiência do ataque desses predadores. Além disso, o uso de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* deve ser associado visando aumentar a área de atuação desses inimigos naturais e recomenda-se que as liberações sejam realizadas em menores densidades e no maior número possível de pontos para que esses insetos iniciem imediatamente a busca por alimento e colonizem toda a área atacada.

## ABSTRACT

PIRES, Evaldo Martins, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2010. **Dispersion and predation of Asopinae in eucalyptus crop.** Adviser: José Cola Zanuncio. Co-advisers: Germano Leão Demolin Leite, José Eduardo Serrão and Teresinha Vinha Zanuncio.

There is around 4.516 millions hectares of eucalyptus crops in Brazil, which represents the largest area of this plant in the world. This plant species is attacked by many insect pests because the homogeneous ecosystem and the abundance of food that can favor the establishment of these insects. Different measures and techniques for pest control in eucalyptus crops have been used, developed and enhanced to protect these forests against the attack that can reduce the development of trees, decreasing the wood quality and even cause its death. Biological control by the use of predatory stink bugs is an alternative control that presents a great potential against caterpillar outbreaks by avoiding the use of chemical pesticides that can cause problems to the environment and human health. The success of the use of these insects depends on the knowledge about the mass rearing methods and techniques, since techniques of egg mass manipulation until pre-release techniques, association of predatory species and the knowledge about dispersion of these insects for a higher efficiency of them in the field. The without food periods to the predatory bugs *Podisus nigrispinus* (Dallas) and *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae), before the release cannot be longer than 24 hours because of the increase of cannibalism and the use of plant material is important in order to decrease this behavior on adults and eggs during this period. The water obtained of plant is important to the process of extra-oral digestion what

improve the efficiency of the attack of these predators. Besides, the use of both predatory bugs together in the field can increase the foraging area and it is also recommended releases in lower densities and as more release points as possible to improve the predator foraging, dispersion and colonization of the attacked area.

## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

O eucalipto é uma planta com rápido crescimento e se adaptou as condições climáticas do Brasil com plantios de 4.516.000 de hectares, sendo uma das maiores áreas plantadas no mundo (ABRAF, 2010). Essa planta é utilizada nas mais diversas áreas industriais, sendo extraído de suas folhas derivados como óleos e compostos utilizados na fabricação de produtos de limpeza, perfumes e remédios; sua casca é empregada para curtimento do couro, o tronco (madeira) na construção civil, produção de carvão vegetal e fabricação de papel e celulose (Medrado, 2003).

O plantio de eucalipto é importante na preservação das reservas nativas por reduzir a exploração dessas florestas. Entretanto, a eucaliptocultura é vulnerável ao ataque de insetos pragas que devido ao ecossistema homogêneo, como toda monocultura, se adaptaram pela oferta de alimento e diminuição da diversidade de inimigos naturais (Almeida et al., 1987). Com isso, a produtividade dos plantios florestais brasileiros pode ser afetada por pragas nativas e exóticas (Santos et al., 2008).

Diversas técnicas de controle de pragas de eucalipto são utilizadas para controlar surtos de lagartas desfolhadoras. O controle químico apresenta bons resultados, mas tem efeitos colaterais como impacto ambiental, destruição da entomofauna local, riscos a saúde humana e seleção de insetos praga resistentes aos inseticidas (Zanuncio et al., 2002; Torres et al., 2006), além do alto custo por necessitar de equipamentos para pulverizar árvores de grande porte (Pires et al., 2009a). Diante desses inconvenientes, o controle biológico de

lagartas desfolhadoras por predadores Asopinae apresenta baixo custo, eficácia e é uma prática, ambientalmente correta e sem riscos a saúde humana.

Estudos envolvendo predadores Asopinae no Brasil tiveram início na década de 30 (Silva, 1933). Diversas espécies de Asopinae vêm sendo relatadas com potencial para controlar pragas agrícolas e florestais (Thomas, 1992) e, estudos da biologia (Oliveira et al., 2002a; Torres et al., 2006), reprodução (Jusselino-Filho et al., 2001; Lacerda et al., 2004; Oliveira et al., 1999; Holtz et al., 2007; Zanuncio et al., 2001; 2005a; Pires et al., 2006), acomodação e ambiência (Medeiros et al., 2003; Santos et al., 2005), nutrição (Matos-Neto et al., 2004; Oliveira et al., 2004; Zanuncio et al., 2000; Lemos et al., 2006), capacidade predatória (Santos & Boiça Jr., 2002; Oliveira et al., 2008; Pires et al., 2009b), seletividade dos inseticidas (Guedes et al., 1992; Batalha et al., 1995; Suinaga et al., 1996; Picanço et al., 1997; Gonring et al., 2003; Zanuncio et al., 2005b), uso em diversas culturas (Zanuncio et al., 1994; Matos-Neto et al., 2002; Santos & Boiça Jr., 2002), influência de variações climáticas (Medeiros et al., 2003; Santos et al., 2005), interação com outros grupos de inimigos naturais (Holtz et al., 2006) e o aperfeiçoamento de técnicas de criação e manutenção de grandes criações estão em constante melhoria.

Trabalhos com a biologia, ciclo de vida, dietas artificiais e tipos de presas (O'Neil & Wiedenmann, 1987; Richman & Whitcomb, 1987; O'Neil, 1989; Zanuncio et al., 1990; 1992; 1995; Barcelos et al., 1991) têm demonstrado a importância dos pentatomídeos (Asopinae) para o controle biológico.

Insetos predadores exibem variações no ciclo de vida em função do regime alimentar e, aqueles melhor alimentados, reproduzem-se mais e com maior frequência (Lenski, 1984). No entanto, pentatomídeos predadores podem manter sua longevidade com baixo suprimento de presas até certo limite às custas da redução do processo reprodutivo, até que as condições



sejam mais adequadas para a reprodução (O'Neil & Wiedenmann, 1990; De Clercq & Degheele, 1992; Molina-Rugama et al., 1997; 1998).

Períodos de escassez ou falta de alimento prejudicam a capacidade reprodutiva, o desenvolvimento e a longevidade de insetos (Pearson & Knisley, 1985; Juliano, 1986; Molina-Rugama et al., 1998; O'Neil & Wiedenmann, 1990). Durante esse período, o canibalismo pode ocorrer, pois é um comportamento comum, principalmente, com oferta reduzida de alimento ou baixa qualidade nutricional, espaço confinado, tamanho da presa (presa muito grande) e alta densidade populacional (Polis, 1981; Michaud, 2003).

O canibalismo pode ser considerado uma estratégia de sobrevivência de insetos para suportar condições e/ou períodos adversos (Lambert, 2007). O principal benefício do canibalismo parece ser a compensação quantitativa de alimento para períodos de escassez de presas (Dong & Polis, 1992). Insetos herbívoros podem, também, assumir esse comportamento canibal, primeiramente devido a fatores relacionados a qualidade do substrato alimentar (Bernays et al., 1994; Guglielmo et al., 1996).

A produção de predadores em laboratório pode ser inviabilizada pelo canibalismo por reduzir o número de insetos a serem liberados, o que torna necessário o conhecimento das necessidades nutricionais, aspectos comportamentais e o estabelecimento de rotinas de manutenção e limpeza nas unidades de criação para o sucesso das criações massais de agentes de controle biológico (Pires et al., 2009a). A separação de indivíduos por faixa etária pode reduzir perdas nas criações, pois o canibalismo de pares é considerado, também, um risco de aspecto comportamental, e indivíduos da mesma faixa de idade são mais capazes de se defender (Fox, 1975; Polis, 1981). Desta forma, o canibalismo de ovos é freqüente e pode ser considerado uma das principais causas de perda desses predadores nessa fase embrionária (Kuriwada et al., 2009), pois atacar ovos indefesos representa menor risco que indivíduos ativos ou presas móveis (Laycock et al., 2006).

Percevejos predadores podem ser classificados como zoofitófagos ou fitozoófagos, dependendo da importância da presa e da planta para o seu desenvolvimento e reprodução (Coll & Guershon, 2002).

*Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) são considerados zoofitófagos, pois embora apresente efeito direto das plantas nas suas características biológicas, não se desenvolvem sem presas, mesmo com acesso a plantas (Oliveira et al., 2002b).

Diferentes níveis de escassez e qualidade de presas para predadores Asopinae sugerem que esses predadores podem usar plantas como complemento alimentar, melhorar aspectos como a reprodução, desenvolvimento, longevidade (Naranjo & Stimac, 1985; Ruberson et al. 1986; O'Neil & Wiedenmann, 1990; Valicente & O'Neil, 1993; Coll, 1996; Molina-Rugama et al., 1997; Crum et al., 1998; Lemos et al., 2001; 2009; Coll & Guershon, 2002; Oliveira et al., 2002b; Holtz et al., 2009), podendo, também, facilitar o processo de digestão extra-oral de presas (Gillespie & McGregor, 2000; Sinia et al., 2004). A digestão extra-oral consiste de três fases, a injeção de enzimas digestivas, digestão inicial do alimento e ingestão do material liquefeito (Cohen, 1990; 1993; 1995). Esse processo não implica na ingestão de substâncias pré-existentes como líquidos (tais como a hemolinfa), mas sim na degradação de sólidos liquefeitos e redução da viscosidade de líquidos insolúveis (Cohen, 1995), o que pode reduzir o tempo de manipulação da presa (contato direto, combate), permitindo que um predador pequeno consuma uma presa, relativamente, grande (Cohen, 1999; Kaspari, 1990). A digestão extra-oral ocorre em Heteroptera terrestres e aquáticos que, também, utilizam enzimas das glândulas salivares para dominar suas presas (Swart et al., 2006).

Estudos sobre a capacidade de predação em condições de escassez de presas vêm sendo realizados visando estimular a maior movimentação e a taxa de ataque de predadores Asopinae (Torres et al., 2002).

A dinâmica de movimentação (dispersão) de predadores Asopinae no campo é pouco conhecida. No entanto, pesquisas sobre esse comportamento para percevejos predadores podem melhorar as técnicas de liberação desses inimigos naturais, o controle de pragas e a colonização desses insetos em sistemas agro-florestais.

O tamanho corporal, estágio de desenvolvimento, presença ou ausência de presas, variáveis climáticas, pilosidade da planta, horário de liberação e fome dos insetos (Bell, 1990; Heimpel & Hough-Goldstein, 1994; Lachance & Cloutier, 1997; Heidari, 1999; Cédola et al. 2001; Torres et al., 2002) podem afetar a dispersão de predadores, como *P. nigrispinus* e *B. tabidus*.

Pesquisas com dispersão de *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) em cultivo protegido como hortaliças e plantas ornamentais, tem mostrado que 0,5 a uma ninfa de quarto estágio desse predador por metro quadrado é suficiente para o controle efetivo de pragas nesses ambientes (De Clercq, 2000). No entanto, existem diversos fatores no campo atuando sobre a movimentação desses insetos, incluindo seu estabelecimento no habitat e a presença de pragas. Desta forma, entender o comportamento de dispersão e da alta mobilidade de insetos pragas é importante para se compreender a biologia, ecologia e desenvolver métodos para programas efetivos de manejo integrado de pragas (Turchin & Thoeny, 1993).

## 2. OBJETIVOS

1. Verificar o período de pré-liberação com menor perda por canibalismo em adultos e ovos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* e se planta de *Eucalyptus cloeziana* pode reduzir a mortalidade em consequência desse comportamento.
2. Verificar os efeitos dos intervalos de 24, 36 ou 48 horas sem alimento no tempo gasto para *P. nigrispinus* e *B. tabidus* realizarem o primeiro ataque, matar uma lagarta de sexto estágio de *T. arnobia* e no número de tentativas de ataque e capacidade de dominação dessas lagartas com, apenas, uma única investida, além de comparar as atividades de amilase, lipase e protease presentes no conteúdo salivar desses predadores.
3. Avaliar a capacidade de dispersão dos predadores *P. nigrispinus* e *B. tabidus* e traçar estratégias para liberação desses inimigos naturais em plantios de eucalipto.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. 2010. Ano base 2009. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br>>. Acesso em 11 jun. 2010.
- ALMEIDA, A. F.; LARANJEIRO, A. J.; LEITE, J. E. M. 1987. O melhoramento ambiental no manejo integrado de pragas: um exemplo na Aracruz Florestal. **Silvicultura**, 39: 21-25.
- BARCELOS, J. A. V., J.C. ZANUNCIO, G. P. SANTOS & F. P. REIS. 1991. Viabilidade da criação, em laboratório, de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera: Pentatomidae) sobre duas dietas. **Revista Árvore**, 15: 316-322.
- BATALHA, V. C.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M. C. & SEDIYAMA, C. S. 1995. Seletividade de inseticidas aos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) e sua presa Lepidoptera. **Revista Árvore**, 19: 382-395.
- BELL, W. J. 1990. Searching behavior patterns in insects. **Annual Review of Entomology**, 35: 447-467.
- BERNAYS, E. A.; BRIGHT, K. L.; GONZALEZ, N. & ANGEL, J. 1994. Dietary mixing in a generalist herbivore: Tests of two hypotheses. **Ecology**, 75: 1997–2006.
- CÉDOLA, D. V., SÁNCHEZ, N. E., & LILJESTROM, G. G. 2001. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, 25: 819–831.
- COHEN, A. C. 1990. Feeding adaptations of some predatory Hemiptera. **Annals of the Entomological Society of America**, 83: 1215-1223.
- COHEN, A. C. 1993. Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin-like enzymes in a predaceous heteropteran *Zelus renardii*. **Journal of Insect Physiology**, 39: 823-829.

- COHEN, A. C. 1995. Review: Extra-oral digestion in predaceous terrestrial arthropoda. **Annual Review of Entomology**, 40: 85-103.
- COHEN, A. C. 1999. Ingestion and food consumption efficiency in a predaceous hemipteran. **Annals of the Entomological Society of America**, 82: 495-499.
- COLL, M. 1996. Feeding and ovipositing on plants by an omnivorous insect predator. **Oecologia**, 105: 214-220.
- COLL, M. & GUERSHON, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diet. **Annual Review of Entomology**, 47: 267-297.
- CRUM, D. A.; WEISER, L. A.; STAMP, N. E. 1998. Effects of prey scarcity and plant material as a dietary supplement on an insect predator. **Oikos**, 81: 549-557.
- DE CLERCQ, P. & DEGHEELE, D. 1992. Influence of feeding interval on reproduction and longevity of *Podisus sagitta* (Heteroptera: Pentatomidae). **Entomophaga**, 37: 583- 590.
- DE CLERCQ, P. 2000. Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: SCHAEFER, C. W. & PANIZZI, A. R. (Eds.). **Heteroptera of Economic Importance**. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 737-789.
- DONG, Q. & POLIS, G. A. 1992. The dynamics of cannibalistic populations: A foraging perspective. In: ELGAR, M. A. & CRESPI, B. J. (Eds.). **Ecology and evolution among diverse taxa**. Oxford University Press, New York. p. 13–37.
- FOX, L. R. 1975. Cannibalism in natural populations. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 6: 87–106.
- GILLESPIE, D. R. & MCGREGOR, R. R. 2000. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecological Entomology**, 25: 380–386.

- GONRING, A. H. R.; PICANÇO, M. C.; LEITE, G. L. D.; SUINAGA, F. A. & ZANUNCIO, J. C. 2003. Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. **Revista Árvore**, 27: 263-268.
- GUEDES, R. N. C.; LIMA, J. O. G. & ZANUNCIO, J. C. 1992. Seletividade dos inseticidas, deltametrina, fenvalerato e fenitrotiom para *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 21: 339-346.
- GUGLIELMO, C. G.; KARASOV, W. H. & JAKUBAS, W. J. 1996. Nutritional costs of a plant secondary metabolite explain selective foraging by Ruffed Grouse. **Ecology**, 77: 1103–1115.
- HEIDARI, M. 1999. Influence of host-plant physical defences on the searching behaviour and efficacy of two coccinellid predators of the obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Signoret). **Entomologica-Bari**, 33: 397–402.
- HEIMPEL, G. E. & HOUGH-GOLDSTEIN, J. A. 1994. Search tactics and response to cues by predatory stink bugs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 73: 193-197.
- HOLTZ, A. M.; PRATISSOLI, D.; SAITO, N. S.; MELO, D. F.; POLANCZYK, R. A. & VIANNA, U. R. 2006. É possível a associação *Podisus nigrispinus* e espécies de *Trichogramma* em um programa de controle biológico em florestas? **Idesia**, 24: 85-88.
- HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; PRATISSOLI, D.; MARINHO, J. S. & VIANNA, U. R. 2007. Potencial reprodutivo e de sobrevivência de *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Thyrintina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Floresta**, 37: 63-70.
- HOLTZ, A. M.; ALMEIDA, G. D.; FADINI, M. A. M.; ZANUNCIO-JUNIOR, J. S.; ZANUNCIO, T. V. & ZANUNCIO, J. C. 2009. Survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) effects of prey scarcity and plant feeding. **Chilean Journal of Agriculture Research**, 69: 468-472.

- JULIANO, S. A. 1986. Food limitation of reproduction and survival for populations of *Brachinus* (Coleoptera: Carabidae). **Ecology**, 67: 1036-1045.
- JUSSELINO-FILHO, P.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C. & FRAGOSO, D. B. 2001. Desarrollo y reproducción del depredador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, 27: 45-48.
- KASPARI, M. 1990. Prey preparation and the determinants of handling time. **Animal Behavior**, 40: 118-126.
- KURIWADA, T.; KUMANO, N.; SHIROMOTO, K. & HARAGUCHI, D. 2009. High population density and egg cannibalism reduces the efficiency of mass-rearing in *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Florida Entomologist**, 92: 221-228.
- LACERDA, M. C.; FERREIRA, A. M. R. M.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; BERNARDINO, A. S. & ESPÍNDULA, M. C. 2004. Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, 65: 237-242.
- LACHANCE, S. & CLOUTIER, C. 1997. Factors affecting dispersal of *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae), a predator of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, 26: 946-954.
- LAMBERT, A. M. 2007. Effects of prey availability plant feeding, and plant defenses on a generalist insect predator. **Arthropod-Plant Interactions**, 1: 167-173.
- LAYCOCK, A.; CAMM, E.; VAN LAERHOVEN, S & GILLESPIE, D. 2006. Cannibalism in a zoophytophagous omnivore is mediated by prey availability and plant substrate. **Journal of Insect Behavior**, 19: 219-229.



- 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). **Journal of Applied Entomology**, 47: 89-93.
- LEMOS, W. P.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E. & LACERDA, M. C. 2006. Phytophagy by the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae): impact on weight gain of males. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49: 67-72.
- LEMOS, W. P.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO, V. V. & RIBEIRO, R. C. 2009. Body weight and protein content in the haemolymph of females of the zoophytophagous predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) with different diets and ages. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 116: 218-222.
- LENSKI, R. E. 1984. Food limitation and competition: a field experiment with two *Carabus* species. **Journal of Animal Ecology**, 53: 203-216.
- MATOS-NETO, F. C.; ZANUNCIO, J. C.; PIKANÇO, M. C. & CRUZ, I. 2002. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 917-924.
- MATOS-NETO, F. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C.; HOLTZ, A. M.; OLIVEIRA, I. & FIALHO, M. C. Q. 2004. Ganancia de peso de el depredador *Podisus distinctus* (Het.: Pentatomidae) en combinaciones de las presas *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) y *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Revista de Biología Tropical**, 52: 101-108.
- MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. & ZANUNCIO, J. C. 2003. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the Noctuidae larva *Alabama argillacea*. **Journal of Applied Entomology**, 48: 695-704.

- MEDRADO, M. J. S. 2003. **Cultivo do eucalipto**: Importância socioeconômica e ambiental. Embrapa Florestas. Disponível em: ([http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/01\\_Importancia\\_economica.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/01_Importancia_economica.htm)). Acesso em: 4 dez. 2009.
- MICHAUD, J. P. 2003. A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. **Ecological Entomology**, 28: 92–101.
- MOLINA-RUGAMA, A. J.; ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B. 1997. Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. **Revista de Biología Tropical**, 45: 1125-1130.
- MOLINA-RUGAMA, A. J.; ZANUNCIO, J. C.; CECON, P. R. & MENIN, E. 1998. Efeito de la escasez de alimento en la reproducción y longevidade de *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). **Tropical Ecology**, 39: 185-191.
- NARANJO, S. E.; STIMAC, J. L. 1985. Development, survival and reproduction of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae): effects of plant feeding on soybean and associated weeds. **Environmental Entomology**, 14: 523-530.
- OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. & SANTOS, G. P. 1999. Nutrición cuantitativa de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado en larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) o *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Agro-Ciencia**, 15: 71-74.
- OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F. & RAMALHO, F. S. 2002a. Biología de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 7-14.

- OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; MOREIRA, A. F. C. & BARROS, R. 2002b. Efeito das plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 31: 101-108.
- OLIVEIRA, H. N.; ESPINDULA, M. C.; PRATISSOLI, D. & PEDRUZZI, E. P. 2004. Ganho de peso e comportamento de oviposição de *Podisus nigrispinus* utilizando lagartas de *Spodoptera frugiperda* e larvas de *Tenebrio molitor* como presas. **Ciência Rural**, 34: 1945-1948.
- OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A.; MIRANDA, J. E.; TORRES, J. B. & ZANUNCIO, J. C. 2008. Predação por *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sob efeito da densidade de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) e idades do algodoeiro. **Científica**, 36: 1-9.
- O'NEIL, R. J. & WIEDENMANN, R. N. 1987. Adaptations of arthropod predators to agricultural systems. **Florida Entomologist**, 70: 40-48.
- O'NEIL, R. J. 1989. Comparison of laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 62: 148-155.
- O'NEIL, R. J. & WIEDENMANN, R. N. 1990. Body weight of *Podisus maculiventris* (Say) under various feeding regimens. **Canadian Entomologist**, 122: 285-294.
- PEARSON, D. L. & KNISLEY, C. B. 1985. Evidence for food as a limiting resource in the life cycle of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). **Oikos**, 161.
- PICANÇO, M.; RIBEIRO, L. J.; LEITE, G. L. D. & ZANUNCIO, J. C. 1997. Seletividade de inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32: 369-372.

- PIRES, E. M.; PINTO, R.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO, J. C. & FIALHO, M. C. Q. 2006. Potencial reprodutivo horário do predador de lagartas desfolhadoras do eucalipto: *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, 30: 1039–1044.
- PIRES, E. M. PINTO, R.; SOARES, M. A.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V. & ZANUNCIO, J. C. 2009a. **Produção de percevejos predadores**. Ed. Suprema, 56 p.
- PIRES, E. M.; AZEVEDO, D. O.; LIMA, E. R.; PELÚZIO, R. J. E.; SERRÃO, J. E. & ZANUNCIO, J. C. 2009b. Desenvolvimento, reprodução e performance predatória do percevejo zoofitófago *Podisus distinctus* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) imobilizadas ou soltas. **Revista Brasileira de Biociências**, 3: 280-284.
- POLIS, G. A. 1981. The evolution and dynamics of intraspecific predation. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 12: 225–251.
- RICHMAN, D. B. & WHITCOMB, W.H. 1987. Comparative life cycles of four species of predatory stinkbugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Florida Entomologist**, 61: 113- 119.
- RUBERSON, J.R.; TAUBER, M. J. & TAUBER, C. A. 1986. Plant feeding by *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae): effect on survival, development and preoviposition period. **Environmental Entomology**, 15: 894-897.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; RIBEIRO, G. T.; SILVA, E. P. & ZANUNCIO, J. C. 2005. Influência da temperatura no desenvolvimento ninfal de *Podisus distinctus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Cerne**, 10: 213-221.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. & PIRES, E. M. 2008. Pragas do Eucalipto. **Informe Agropecuário**, 29: 43–64.
- SANTOS, T. M. & BOIÇA JR., A. L. 2002. Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. **Scientia Agricola**, 59: 671-675.

- SILVA, A. G. A. 1933. Contribuição para o estudo da biologia de três pentatomídeos: o possível emprego destes insetos no combate biológico de espécies nocivas. **O Campo**, 43: 23-25.
- SINIA, A.; ROITBERG, B.; MCGREGOR, R. R. & GILLESPIE, D. R. 2004. Prey feeding increases water stress in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 110: 243-248.
- SUINAGA, F.; PICANÇO, M.; ZANUNCIO, J. C. & BASTOS, C. 1996. Seletividade fisiológica de inseticidas para *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. **Revista Árvore**, 20: 407-414.
- SWART, C. C.; DEATON, L. E. & FELGENHAUER, B. E. 2006. The salivary gland and salivary enzymes of the giant waterbugs (Heteroptera: Belostomatidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, 145: 114–122.
- TORRES, J. B.; EVANGELISTA JUNIOR, W. S.; BARROS, R; GUEDES, R. N. C. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. **Journal of Applied Entomology**, 126: 326-332.
- TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. & MOURA, M. A. 2006. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* forests in Brazil. **Perspectives in Agriculture, Veterinary Sciences, Nutrition and Natural Resources**, 1: 1-18.
- THOMAS, D. B. 1992. **Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere**. Lanham, Entomological Society of 12 America, 156 p.
- TURCHIN, P. & THOENY, W. T. 1993: Quantifying dispersal of southern pine beetles with mark-recapture experiments and a diffusion model. **Ecological Applications**, 3: 187–198.

- VALICENTE, F. H. & O'NEIL, R. J. 1993. Effects of two host plants on selected life-history characteristics of *Podisus maculiventris* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). 1. Without access to prey. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 22: 513-519.
- ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; LEITE, J. E. M. & BRAGANÇA, M. A. L. 1990. Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com dois hospedeiros alternativos. **Revista Árvore**, 14: 164-174.
- ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C. & LEITE, J. E. M. 1992. Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 21: 245-251.
- ZANUNCIO, J. C.; LEITE, J. E. M.; SANTOS, G. P. & NASCIMENTO, E. C. 1994. Nova metodologia para criação em laboratório de hemípteros predadores. **Revista Ceres**, 41: 88-93.
- ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F. & SANTOS, G. P. 1995. Biologia de *Supputius cincticeps* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) criado com larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 39: 183-187.
- 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* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10: 443-450.
- ZANUNCIO, J. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; SERRÃO, J. E. & PRATISSOLI, D. 2001. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **BioControl Science and Technology**, 11: 331-337.

ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. 2002. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Manole, São Paulo, Brasil, p. 495–509.

ZANUNCIO, J. C.; BESERRA, E. B.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; ZANUNCIO, T. V.; PINON, T. B. M. & MAFFIA, V. P. 2005a. Reproduction and longevity of *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with larvae of *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48: 771-777.

ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; MEDEIROS, R. S.; PINON, T. B. M. & SEDIYAMA, C. A. Z. 2005b. Fertility and life table of the predator *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to sublethal doses of permethrin. **Biological Research**, 38: 31-39.

## **1º ARTIGO**

**Canibalismo dos predadores *Brontocoris tabidus* e *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em períodos de pré-liberação sem alimento, recebendo ou não plantas de *Eucalyptus cloeziana***



**Canibalismo dos predadores *Brontocoris tabidus* e *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em períodos de pré-liberação sem alimento, recebendo ou não plantas de *Eucalyptus cloeziana***

**RESUMO**

Estratégia de pré-liberação visa que insetos liberados busquem imediatamente a presa e períodos sem alimento antes da liberação podem estimular a capacidade de busca de percevejos predadores. No entanto, essa prática pode ocasionar perdas nas criações massais em virtude do canibalismo. *Brontocoris tabidus* (Signoret) e *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) foram mantidos por 12, 24, 36 ou 48 horas sem alimento, recebendo ou não planta de *Eucalyptus cloeziana* para se avaliar a ocorrência de canibalismo em adultos e ovos. O canibalismo em adultos e ovos foi maior para insetos mantidos por períodos superiores a 24 horas sem alimento e o uso da planta reduziu as perdas por esse comportamento em todos os períodos. Esses predadores atacaram, primeiramente, ovos que adultos devido a incapacidade daqueles de evitarem a predação. O período de pré-liberação de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* sem alimento não deve exceder 24 horas e o material vegetal deve ser fornecido aos predadores para reduzir o canibalismo e aumentar a capacidade de predação desses inimigos naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perda na criação, liberação de insetos, Asopinae, capacidade de busca, imobilidade da presa.

**Cannibalism of *Brontocoris tabidus* and *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) on periods of pre-release without food, receiving or not *Eucalyptus cloeziana* plants**

**ABSTRACT**

Pre-release techniques aims to increase the searching by the predators for their prey. Keeping bugs predators periods without food before their release can increase the search ability of these insects. However, this practice can increase the cannibalism in the mass rearing. *Brontocoris tabidus* (Signoret) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) were kept for 12, 24, 36 or 48 hours without food or only with a *Eucalyptus cloeziana* plant in order to verify the occurrence of cannibalism on adults and eggs. Insects kept for longer periods than 24 hours showed higher cannibalism on adults and eggs and the presence of *Eucalyptus cloeziana* plant decreased the cannibalism during all the period studied. These predators preferred to attack firstly the eggs rather than adults probably because the inability of those to avoid predation. The pre-release period should not exceed 24 hours and plant must be provided to the predators in order to reduce the occurrence of cannibalism and increase the predatory capacity of these natural enemies.

**KEY-WORDS:** Insect release, Asopinae, searching capacity.

## INTRODUÇÃO

O uso de métodos alternativos de controle de pragas tem se intensificado no Brasil (Parra et al., 2002). O controle biológico de pragas agrícolas e florestais se destaca pelos resultados obtidos (Pratissoli et al., 2005a; b) e por proporcionar menor impacto ambiental por reduzir o uso de inseticidas (Zanuncio et al., 2002; Torres et al., 2006).

Produtores agrícolas, florestais e instituições de pesquisa e de difusão de tecnologia mantêm criações de inimigos naturais para o controle de pragas. A condução dessas criações requer cuidados no manejo para a obtenção de inimigos naturais com qualidade para serem liberados no campo (Grenier & De Clercq, 2003; Van Lenteren et al., 2003).

Pentatomidae predadores são agentes importantes de controle biológico de pragas agrícolas (Ferreira et al., 2008; Zanuncio et al., 2008a; Lemos et al., 2005; Pereira et al., 2008; Vivian et al., 2002), e florestais (Holtz et al., 2007; Pires et al., 2006; Grosman et al., 2005).

*Brontocoris tabidus* (Signoret) e *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) são os mais importantes percevejos predadores no Brasil, principalmente de lagartas desfolhadoras (Medeiros et al., 2000; 2003; Zanuncio et al., 1994). Por serem generalistas, pesquisas visando melhorar as metodologias e técnicas para aumentar o potencial reprodutivo e a longevidade (Lemos et al., 2010; Holtz et al., 2007; Zanuncio et al., 2006; Jusselino-Filho et al., 2003), a rapidez no desenvolvimento (Vacari et al., 2007; Freitas et al., 2006; Zanuncio et al., 2001; Moreira et al., 1998), conhecer os melhores períodos para se manipular a criação (Pires et al., 2006) e o melhor alimento (presas naturais, alternativas ou dietas artificiais) (Oliveira et al., 1999; Saavedra et al., 1998; Zanuncio et al., 1996) para esses inimigos naturais estão em constante desenvolvimento.

O ciclo de vida de insetos predadores varia com o regime alimentar, pois aqueles melhor alimentados reproduzem-se mais e com maior frequência (Lenski, 1984). No entanto, pentatomídeos predadores podem reduzir a atividade reprodutiva para manter sua longevidade

com baixo suprimento de presas até que as condições voltem a níveis adequados (O'Neil & Wiedenmann, 1990; De Clercq & Degheele, 1992; Molina-Rugama et al., 1997; 1998a).

Limitações alimentares afetam parâmetros na história de vida de artrópodes como o desenvolvimento (Pearson & Knisley, 1985), tamanho e peso corporal (Lambert, 2007; Juliano, 1986), sobrevivência (Ramalho et al., 2004; Mourão et al., 2003), reprodução (Ramalho et al., 2008; Molina-Rugama et al., 1998a; b; De Clercq & Degheele, 1992) e a competição intra-específica (Begon et al., 2005), o que pode resultar em canibalismo, que é considerado uma tática importante de sobrevivência (Lambert, 2007; Michaud, 2003). No entanto, insetos praticam o canibalismo não, somente, sob baixa disponibilidade de alimento, pois esse comportamento pode ocorrer para suprir a necessidade nutricional quando o alimento for de baixa qualidade (Denno & Fagan, 2003; Michaud, 2003; Guglielmo et al., 1996; Bernays et al., 1994; Polis, 1981).

Os inimigos naturais podem ser deixados sem alimento em períodos que antecedem a liberação para estimular a capacidade de busca desses insetos (Frazer & Gill, 1981; Bell, 1990), e a rapidez na procura de alimento (Torres et al., 2002).

Os objetivos foram verificar o período de pré-liberação (12, 24, 36 ou 48 horas) com menor perda por canibalismo em adultos e ovos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus*; a preferência desses predadores em atacar adultos ou ovos e se plantas de *Eucalyptus cloeziana* reduzem a mortalidade por esse comportamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Adultos e ovos dos predadores *B. tabidus* e *P. nigrispinus* foram obtidos da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal de Viçosa. Os espécimes utilizados tinham idade de dois a quatro dias após a emergência para evitar que as fêmeas ovipositassem durante o período de avaliação.

Dez espécimes, sendo cinco de cada sexo, e dez massas contendo entre 20 e 25 ovos cada, foram colocados por pote plástico com capacidade para 1000 mL, totalizando 30 potes para cada tratamento. Esses predadores foram mantidos por 12, 24, 36 ou 48 horas sem presa, porém recebendo ou não plantas de *Eucalyptus cloeziana*. A água foi fornecida em todas as condições amostrais através de um chumaço de algodão umedecido.

O canibalismo em adultos e ovos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* foi avaliado nesses intervalos sem presa, recebendo ou não plantas de *E. cloeziana*.

Adultos mortos foram retirados dos potes e observados em microscópio estereoscópio para verificar possíveis vestígios de que foram atacados (canibalizados). Ovos que apresentaram mudança na coloração (cinza para hialino), também, foram retirados e mantidos em placa de Petri sobre uma fina camada de algodão para verificar a possível eclosão das ninfas. Após sete dias, alguns exemplares foram observados no microscópio estereoscópio, e com uma pinça, esses ovos foram abertos para verificar a existência do conteúdo interno onde a ausência desse conteúdo o caracterizaria como canibalizado.

O comportamento de escolha para o canibalismo em adultos ou ovos por *B. tabidus* e *P. nigrispinus* foi também avaliado em indivíduos mantidos, separadamente por 24 horas e na ausência de alimento. Após esse período, o indivíduo foi colocado em um pote plástico com capacidade para 500 mL, juntamente com outro espécime e postura com 20 a 25 ovos, totalizando 30 repetições. Esses insetos foram observados por 12 horas e o número de adultos e ovos que receberam o primeiro ataque foram quantificados.

Os dados foram avaliados com o Sistema para Análises Estatísticas (SAEG 9.1) sendo os tratamentos submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias daqueles com efeito significativo comparados pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Dados referentes ao teste de escolha foram submetidos à análise não paramétrica pelo teste de Wilcoxon com  $\alpha < 0,05$  para verificar a preferência desses predadores em atacar adultos ou ovos.

## RESULTADOS

Adultos de *Brontocoris tabidus* e *Podisus nigrispinus* que foram canibalizados apresentaram manchas de coloração escura no corpo (Figura 1). Ovos atacados tiveram a coloração alterada de cinza para hialino e ausência de conteúdo interno, permanecendo apenas o invólucro (casca).

### CANIBALISMO PARA O PREDADOR *Brontocoris tabidus*

*Brontocoris tabidus*, mantidos por 12, 24, 36 ou 48 horas sem planta apresentaram diferenças no número de ocorrências de canibalismo em adultos ( $F= 19,50$ ;  $p < 0,001$ ) e em ovos ( $F= 14,42$ ;  $p < 0,001$ ). Nos mesmos intervalos, porém com planta de *E. cloeziana*, os adultos ( $F= 10,48$ ;  $p < 0,001$ ) e ovos ( $F= 5,36$ ;  $p < 0,001$ ), também, apresentaram diferenças no número de ocorrências para esse comportamento.

O canibalismo em adultos foi semelhante nos períodos de 12 e 24 horas para aqueles mantidos sem e com planta de *E. cloeziana*. Nos períodos de 36 e 48 horas, houve aumento nas ocorrências de canibalismo na população de *B. tabidus* sem e com planta; sendo que àqueles submetidos a períodos de 48 horas foram os que tiveram maiores perdas por canibalismo nas condições de ausência e presença de material vegetal (Tabela 1).

Adultos de *B. tabidus* sem ou com planta, tiveram número semelhante de canibalismo nos intervalos de 12 ( $F= 2,07$ ;  $p= 0,15$ ), 24 ( $F= 3,01$ ;  $p= 0,08$ ) e 36 ( $F= 1,04$ ;  $p= 0,31$ ) horas. Por outro lado, para àqueles mantidos por 48 horas ( $F= 4,84$ ;  $p= 0,03$ ), o uso de material vegetal contribuiu para uma menor ocorrência desse comportamento; mostrando que a planta reduz o canibalismo desse predador (Figura 2 A).

A ocorrência de canibalismo de ovos foi, também, semelhante nos intervalos de 12 e 24 horas para os indivíduos que não receberam material vegetal. Insetos com 36 horas sem planta apresentaram aumento nas ocorrências de canibalismo, no entanto, àqueles mantidos por 48 horas tiveram os maiores registros para esse comportamento por atacarem o maior número de ovos (Tabela 2). Àqueles mantidos com planta, teve número semelhante de ovos canibalizados nos intervalos de 12, 24 e 36 horas. Por outro lado, *B. tabidus*, mantidos por 48 horas com planta teve a maior ocorrência para esse comportamento (Tabela 2).

Os insetos que receberam material vegetal durante todos os intervalos, 12 ( $F= 4,64$ ;  $p= 0,03$ ), 24 ( $F= 9,26$ ;  $p= 0,003$ ), 36 ( $F= 15,97$ ;  $p< 0,001$ ) e 48 ( $F= 35,57$ ;  $p< 0,001$ ) horas tiveram menor canibalismo em ovos (Figura 2 B).

#### CANIBALISMO PARA O PREDADOR *Podisus nigrispinus*

*Podisus nigrispinus*, mantidos por 12, 24, 36 ou 48 horas apresentou diferenças no número de ocorrências de canibalismo em adultos ( $F= 45,55$ ;  $p< 0,001$ ) e em ovos ( $F= 60,65$ ;  $p< 0,001$ ) sem planta. Esse comportamento de atacar seus pares, também, diferiu para adultos ( $23,40$ ;  $p< 0,001$ ) e ovos ( $F= 44,35$ ;  $p< 0,001$ ) mesmo recebendo planta de *E. cloeziana*.

O canibalismo em adultos mantidos por 12 e 24 horas foi semelhante para àqueles mantidos sem e com planta de *E. cloeziana*. Nos períodos de 36 e 48 horas, houve aumento nas ocorrências de canibalismo sem e com planta. Àqueles mantidos por 48 horas foram os que apresentaram maiores perdas devido ao canibalismo de adultos nas condições de ausência e presença de material vegetal (Tabela 3).

Adultos de *P. nigrispinus* sem ou com planta, tiveram o número semelhante de canibalismo nos intervalos de 12 ( $F= 0,33$ ;  $p= 0,56$ ), 24 ( $F= 0,05$ ;  $p= 0,82$ ) ou 36 ( $F= 0,98$ ;  $p= 0,32$ ) horas. Por outro lado, para àqueles mantidos por 48 horas ( $F= 12,76$ ;  $p< 0,001$ ) o uso de material vegetal contribuiu para uma menor ocorrência desse comportamento (Figura 2 C).

O número de ovos canibalizados no período de 12 horas teve o menor registro quando comparados aos demais horários na condição de ausência de material vegetal. Nos intervalos de 24, 36 e 48 horas sem planta foi observado o aumento nas ocorrências de canibalismo, sendo que, os indivíduos mantidos por 48 horas sem planta realizaram o maior número de ataques e conseqüente canibalismo dos ovos (Tabela 4). Aqueles mantidos com planta teve número semelhante de ovos canibalizados nos intervalos de 12 e 24 horas. Houve aumento nas ocorrências de canibalismo de ovos para aqueles mantidos por 36 e 48 horas com planta, e a maior perda de ovos foram observadas para aqueles indivíduos que permaneceram por 48 horas nessa condição, o que pode prejudicar a reposição desses insetos (Tabela 4).

O canibalismo em ovos de *P. nigrispinus* foi semelhante para indivíduos mantidos a 12 ( $F= 0,42$ ;  $p= 0,51$ ), 24 ( $F= 0,88$ ;  $p= 0,34$ ) e 36 ( $F= 1,52$ ;  $p= 0,22$ ) horas com planta ou não. Apenas, aqueles mantidos por 48 horas ( $F= 9,51$ ;  $p= 0,003$ ) mostrou efeito do uso de planta na alimentação, o que reduziu o canibalismo de ovos nesse intervalo (Figura 2 D).

*Brontocoris tabidus* ( $Z= 11,45$ ;  $\alpha < 0,001$ ) e *P. nigrispinus* ( $Z= 8,47$ ;  $\alpha < 0,001$ ) apresentaram maior canibalismo em ovos durante 12 horas de avaliação, com 11,47% para *B. tabidus* adultos e 88,53% para ovos, já *P. nigrispinus* teve 9,81% para os adultos e 90,19% para ovos (Figura 3).

## DISCUSSÃO

A mancha escura no corpo dos predadores *B. tabidus* e *P. nigrispinus* adultos se deve ao fato de que percevejos predadores realizam a digestão extra-oral através da injeção de enzimas digestivas, juntamente com a saliva, para iniciar a digestão da presa (Cohen, 1990; 1993; 1995). Os ovos que mudaram a coloração (cinza para hialino) não apresentavam conteúdo interno, permanecendo apenas o invólucro (casca), o que pode caracterizar o ataque dos ovos devido ao succionamento do conteúdo interno pelos predadores.



O maior canibalismo de adultos e ovos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* com o aumento do período sem alimentação mostra que a fome estimula a busca por alimento (Frazer & Gill, 1981; Bell, 1990), explicando o fato de diversos artrópodes apresentarem o comportamento de predação sobre seus pares (Kuriwada et al., 2009; Laycock et al., 2006; Molina-Rugama et al., 1998a; Tanahash & Togashi, 2009) sendo considerada uma tática de sobrevivência (Michaud, 2003) para superar períodos de escassez de alimento (Laycock et al., 2006). Períodos de baixa disponibilidade de presa fazem com que os indivíduos percam peso (Lambert, 2007; Crum et al., 1998), sofram variações no ciclo de vida (Lenski, 1984; Molina-Rugama et al., 1998a), invistam na manutenção da longevidade reduzindo o processo reprodutivo (Lenski, 1984; O'Neil & Wiedenmann, 1990; De Clercq & Degheele, 1992; Ramalho et al., 2008) e percam parte de sua capacidade predatória (Pires, E.M., dados não publicados).

A ausência de alimento para Asopinae por períodos de até quatro dias, não prejudica o potencial reprodutivo desses insetos (Molina-Rugama et al., 1998a). Por outro lado, predadores com mais de 48 horas sem alimentação alguma podem apresentar grandes perdas na criação massal por canibalismo.

O canibalismo de adultos de *B. tabidus*, adultos e ovos de *P. nigrispinus* sem ou com planta foi semelhante quando submetidos a 12, 24 e 36 horas, o que difere do observado para esses insetos mantidos por 48 horas nessas condições. Àqueles sem planta tiveram maior número de canibalismo, por necessitar ingerir material de origem animal que são importantes para processos fisiológicos como maturação sexual e produção de ovos (Evangelista Jr. et al., 2004). O uso da planta reduz o canibalismo de adultos de *B. tabidus* e adultos e ovos *P. nigrispinus* mantidos por mais de 36 horas sem presas. Por outro lado, o menor canibalismo de ovos de *B. tabidus* com planta em todos os horários avaliados, mostra que esse predador tem o hábito de ingerir frequentemente material vegetal (Oliveira et al., 2002; Zanuncio et al., 2008b; Pires et al., 2009), o que reduz o canibalismo de ovos para essa espécie. No entanto,

mesmo diante de benefícios do uso de material vegetal, o suprimento de planta apenas para *B. tabidus* e *P. nigrispinus* em períodos superiores a 24 horas pode aumentar o canibalismo, pois a falta de presa reduz a reprodução desses insetos (Evangelista Jr. et al., 2004) e, conseqüentemente o potencial de colonização. No entanto, o uso de material vegetal pode reduzir o canibalismo, melhorar o desenvolvimento ninfal, aumentar a longevidade, reprodução e facilitar o processo de digestão extra-oral de presas (Assis Jr. et al., 1998; 1999; Gillespie & McGregor, 2000; Lemos et al., 2001; 2009; 2010; Sinia et al., 2004; Zanuncio et al., 2000).

A preferência para o canibalismo de ovos por *B. tabidus* e *P. nigrispinus* pode ser devido ao menor risco oferecido, pois adultos podem evitar o ataque por defesa ou escape (Laycock et al., 2006).

## CONCLUSÕES

O período de pré-liberação dos predadores *B. tabidus* e *P. nigrispinus* sem o uso de presas não deve ultrapassar 24 horas, pois o canibalismo aumenta em períodos mais longos e leva a perdas na criação massal, além de prejudicar sua capacidade de colonização pela redução do potencial reprodutivo desses insetos.

Os ovos de ambos os predadores devem ser retirados e mantidos separadamente dos adultos, que por apresentar preferência em atacá-los pode causar perdas na criação massal.

O uso de material vegetal é indispensável para *B. tabidus* e *P. nigrispinus*, por reduzir o canibalismo em adultos e ovos durante o período de pré-liberação.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Professora Roberta Martins Nogueira da Universidade Federal de Mato Grosso.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSIS JUNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M. C. & GUEDES, R. N. C. 1999. Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. **Tropical Ecology**, 40: 85-88.

ASSIS JUNIOR, S. L.; ZANUNCIO, T. V.; SANTOS, G. P. & ZANUNCIO, J. C. 1998. Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27: 245-253.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. A. & HARPER, J. L. 2005. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**, 4 Edition. Wiley-Blackwell, 752 p.

BELL, W. J. 1990. Searching behavior patterns in insects. **Annual Review of Entomology**, 35: 447-467.

BERNAYS, E. A.; BRIGHT, K. L.; GONZALEZ, N. & ANGEL, J. 1994. Dietary mixing in a generalist herbivore: Tests of two hypotheses. **Ecology**, 75: 1997-2006.

COHEN, A. C. 1995. Review: Extra-oral digestion in predaceous terrestrial arthropoda. **Annual Review of Entomology**, 40: 85-103.

COHEN, A. C. 1993. Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin-like enzymes in a predaceous heteropteran *Zelus renardii*. **Journal of Insect Physiology**, 39: 823-829.

COHEN, A. C. 1990. Feeding adaptations of some predatory Hemiptera. **Annals of the Entomological Society of America**, 83: 1215-1223.

- CRUM, D. A.; WEISER, L. A.; STAMP, N. E. 1998. Effects of prey scarcity and plant material as a dietary supplement on an insect predator. **Oikos**, 81: 549-557.
- DE CLERCQ, P. & DEGHEELE, D. 1992. Influence of feeding interval on reproduction and longevity of *Podisus sagitta* (Heteroptera: Pentatomidae). **Entomophaga**, 37: 583- 590.
- DENNO, R. F. & FAGAN, W. F. 2003. Might nitrogen limitation promote omnivory among carnivorous arthropods? **Ecology**, 84: 2522-2531.
- 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 413-420.
- FERREIRA, J. A. M.; ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B. & MOLINA-RUGAMA, A. J. 2008. Predatory behaviour of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) on different densities of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Biocontrol Science and Technology**, 18: 711-719.
- FRAZER, B. D. & GILL, B. 1981. Hunger, movement, and predation of *Coccinella californica* on pea aphids in the laboratory and in the field. **Canadian Entomologist**, 113: 1025-1033.
- FREITAS, S. P. C.; EVANGELISTA JR, W. S.; ZANUNCIO, J. C. & SERRÃO, J. E. 2006. Development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) with salt and amino acids solutions supplementary diet. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49: 449-455.
- GILLESPIE, D. R. & MCGREGOR, R. R. 2000. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecological Entomology**, 25: 380-386.

GRENIER, S. & DE CLERCQ, P. 2003. Comparison of artificially vs. naturally reared natural enemies and their potential for use in biological control. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control agents: theory and testing procedures**. CAB International. Wallingford, United Kingdom. p. 115–131.

GROSMAN, A. H.; VAN BREEMEN, M.; HOLTZ, A. M.; PALLINI, A.; MOLINARUGAMA, A. J.; PENDEL H.; VENZON M.; ZANUNCIO, J. C.; SABELIS, M. W. & JANSSEN, A. 2005. Searching behaviour of an omnivorous predator for novel and native host plants of its herbivores: a study on arthropod colonization of eucalyptus in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 116: 135-142.

GUGLIELMO, C. G.; KARASOV, W. H. & JAKUBAS, W. J. 1996. Nutritional costs of a plant secondary metabolite explain selective foraging by Ruffed Grouse. **Ecology**, 77: 1103–1115.

HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; PRATISSOLI, D.; MARINHO, J. S. & VIANNA, U. R. 2007. Potencial reprodutivo e de sobrevivência de *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Floresta**, 37: 63-70.

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. **Brazilian Journal of Biology**, 63: 463-468.

JULIANO, S. A. 1986. Food limitation of reproduction and survival for populations of *Brachinus* (Coleoptera: Carabidae). **Ecology**, 67: 1036-1045.

KURIWADA, T.; KUMANO, N.; SHIROMOTO, K. & HARAGUCHI, D. 2009. High population density and egg cannibalism reduces the efficiency of mass-rearing in *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Florida Entomologist**, 92: 221-228.

- LAMBERT, A. M. 2007. Effects of prey availability plant feeding, and plant defenses on a generalist insect predator. **Arthropod-Plant Interactions**, 1: 167-173.
- LAYCOCK, A.; CAMM, E.; VAN LAERHOVEN, S & GILLESPIE, D. 2006. Cannibalism in a zoophytophagous omnivore is mediated by prey availability and plant substrate. **Journal of Insect Behavior**, 19: 219-229.
- LEMOS, W. P.; ZANUNCIO, J. C.; RAMALHO, F. S.; ZANUNCIO, V. V. & SERRÃO, J. E. 2010. Herbivory affects ovarian development in the zoophytophagous predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Pest Science**, 83: 69-76.
- LEMOS, W. P.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO, V. V. & RIBEIRO, R. C. 2009. Body weight and protein content in the haemolymph of females of the zoophytophagous predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) with different diets and ages. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 116: 218-222.
- LEMOS, W. P.; ZANUNCIO, J. C. & SERRÃO, J. E. 2005. Attack behavior of *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae) adults on caterpillars of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48: 975-981.
- 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). **Journal of Applied Entomology**, 127: 89-93.
- LENSKI, R. E. 1984. Food limitation and competition: a field experiment with two *Carabus* species. **Journal of Animal Ecology**, 53: 203-216.
- MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. & ZANUNCIO, J. C. 2003. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larva *Alabama argillacea*. **BioControl**, 48: 695-704.

- MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; LEMOS, W. P. & ZANUNCIO, J. C. 2000. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, 124: 319-324.
- MICHAUD, J. P. 2003. A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. **Ecological Entomology**, 28: 92-101.
- MOLINA-RUGAMA, A. J.; ZANUNCIO, J. C.; PRATISSOLI, D. & CRUZ, I. 1998a. Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27: 77-84.
- MOLINA-RUGAMA, A.; ZANUNCIO, J. C. & OLIVEIRA, M. L. R. 1998b. Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) females under different feeding intervals. **Biocontrol Science and Technology**, 8: 583-588.
- MOLINA-RUGAMA, A. J.; ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B. 1997. Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. **Revista de Biología Tropical**, 45: 1125-1130.
- MOREIRA, L. A.; ZANUNCIO, J. C. & MOLINA-RUGAMA, A. J. 1998. Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) alimentado com a lagarta do maracujazeiro *Dione juno juno* (Cramer). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27: 645-647.
- MOURÃO, S. A.; ZANUNCIO, J. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; VILELA, E. F. & LACERDA, M. C. 2003. Efeito da escassez de presa na sobrevivência e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 32: 469-473.

- OLIVEIRA, J. E. M., TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F. & BARROS, R. 2002. Efeito das plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 31: 101-108.
- OLIVEIRA, H.; ZANUNCIO, J. C. & SANTOS, G. P. 1999. Nutrición de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado en larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) o *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **AgroCiência**, 15:75- 80.
- O'NEIL, R. J. & WIEDENMANN, R. N. 1990. Body weight of *Podisus maculiventris* (Say) under various feeding regimes. **Canadian Entomologist**, 120: 285-294.
- PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, B. S. C. & BENTO, J. M. S. 2002. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, 635 p.
- PEARSON, D. L. & KNISLEY, C. B. 1985. Evidence for food as a limiting resource in the life cycle of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). **Oikos**, 45: 161–168.
- PEREIRA, A. I. A.; RAMALHO, F. S.; MALAQUIA, J. B.; BANDEIRA, C. M.; SILVA, J. P. S. & ZANUNCIO, J. C. 2008. Density of *Alabama argillacea* larvae affects food extraction by females of *Podisus nigrispinus*. **Phytoparasitica**, 36: 84-94.
- PIRES, E. M.; PINTO, R.; SOARES, M. A.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V. & ZANUNCIO, J. C. 2009. **Produção de percevejos predadores**. Ed. Suprema, 56 p.
- PIRES, E. M.; PINTO, R.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO, J. C. & FIALHO, M. C. Q. 2006. Potencial reprodutivo horário do predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, 31: 1039-1044.
- POLIS, G.A. 1981. The evolution and dynamics of intraspecific predation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 12: 225–251.



- PRATISSOLI, D.; THULER, R. T.; ANDRADE, G. S.; ZANOTTI, L. C. M. & SILVA, A. F. 2005a. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 715-718.
- PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R., ZAGO, H. B. & PASTORI, P. L. 2005b. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 613-616.
- RAMALHO, F. S.; MEZZOMO, J.; LEMOS, W. P.; BANDEIRA, C. M.; MALAQUIAS, J. B.; SILVA, J. P. S.; LEITE, G. L. D. & ZANUNCIO, J. C. 2008. Reproductive strategy of *Podisus nigrispinus* females under different feeding intervals. **Phytoparasitica**, 36: 30-37.
- RAMALHO, F. S.; MEZZOMO, J.; LEMOS, W. P. & ZANUNCIO, J. C. 2004. Reproductive behaviour and longevity of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) in different feeding intervals. **Journal of Applied Entomology**, 56: 1523-1527.
- SAAVEDRA, J. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO T. V. & CANTOR, F. 1998. Dieta artificial con carne de res, hojas de mora (*Morus alba*), sales de Wesson y yema de huevo de gallina para *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Colombiana de Entomologia**. 24: 13-16.
- SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SINIA, A., ROITBERG, B., MCGREGOR, R. R. & GILLESPIE, D. R. 2004. Prey feeding increases water stress in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 110: 243-248.
- TORRES, J. B.; EVANGELISTA JR, W. S.; BARRAS, R. & GUEDES, R. N. C. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs preying leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. **Journal of Applied Entomology**, 126: 326-332.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. & MOURA, M. A. 2006. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* forests in Brazil. CAB Reviews: **Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutritional and Natural Resources**, 1: 1-18.

VACARI, A. M.; OTUKA, A. K. & BORTOLI, S. A. 2007. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, 74: 259-265.

VAN LENTEREN, J. C., HALE, A.; KLAPWIJK, J. N.; VAN SCHELT, J. & STEINBERG, J. 2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. In: VAN LENTEREN, J. C. (Ed.). **Quality control agents: theory and testing procedures**. CAB International. Wallingford, United Kingdom. p. 265–304.

VIVIAN, L. M.; TORRES, J. B.; VEIGA, A. F. D. L. & ZANUNCIO, J. C. 2002. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 581-587.

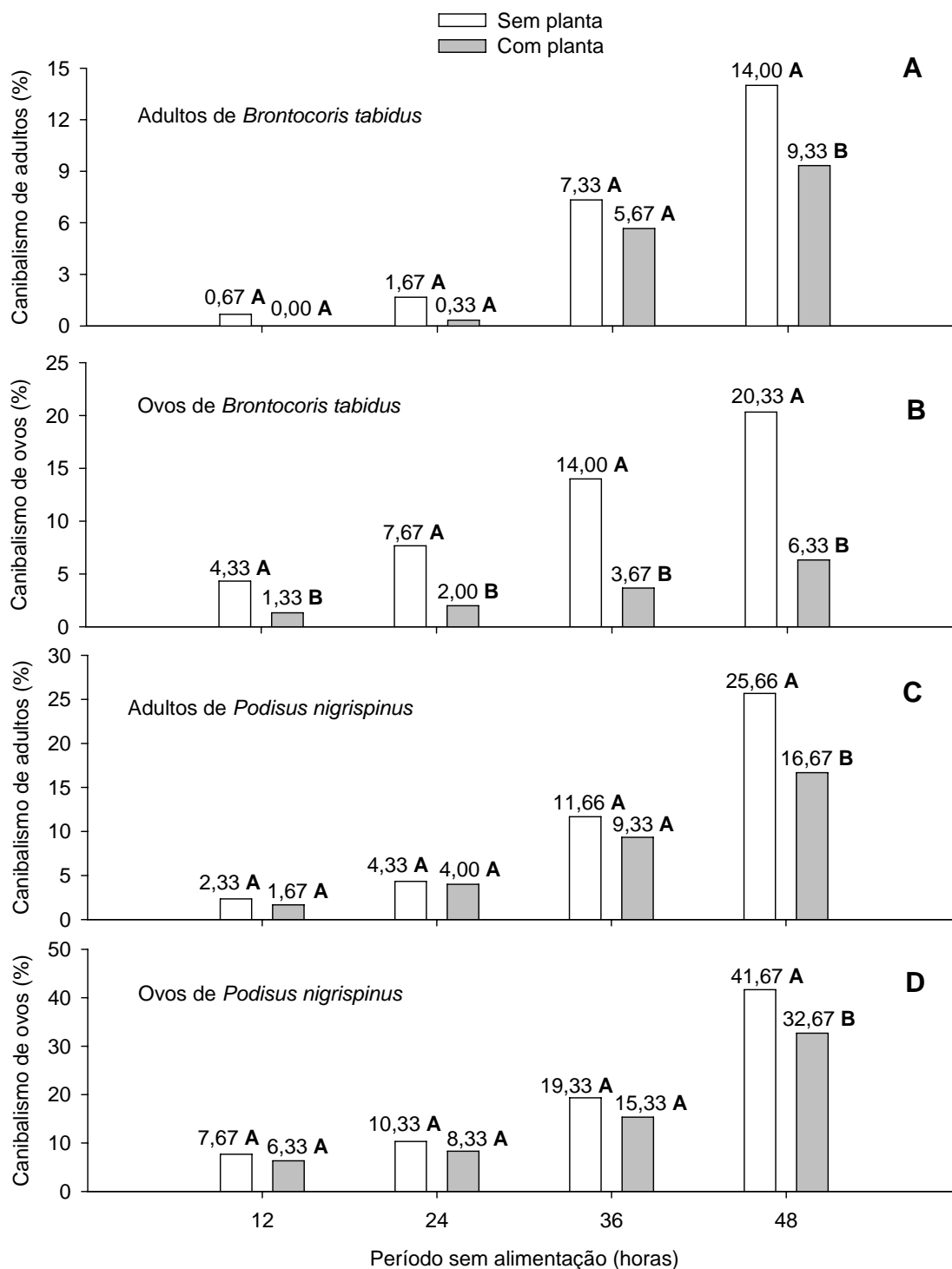
ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; ZANUNCIO, T. V. & GARCIA, J. F. 1994. Hemipterous predators of eucalypt desfoliators caterpillars. **Forest Ecology and Management**, 65: 65-73.

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 Science and Technology**, 6: 619-625.

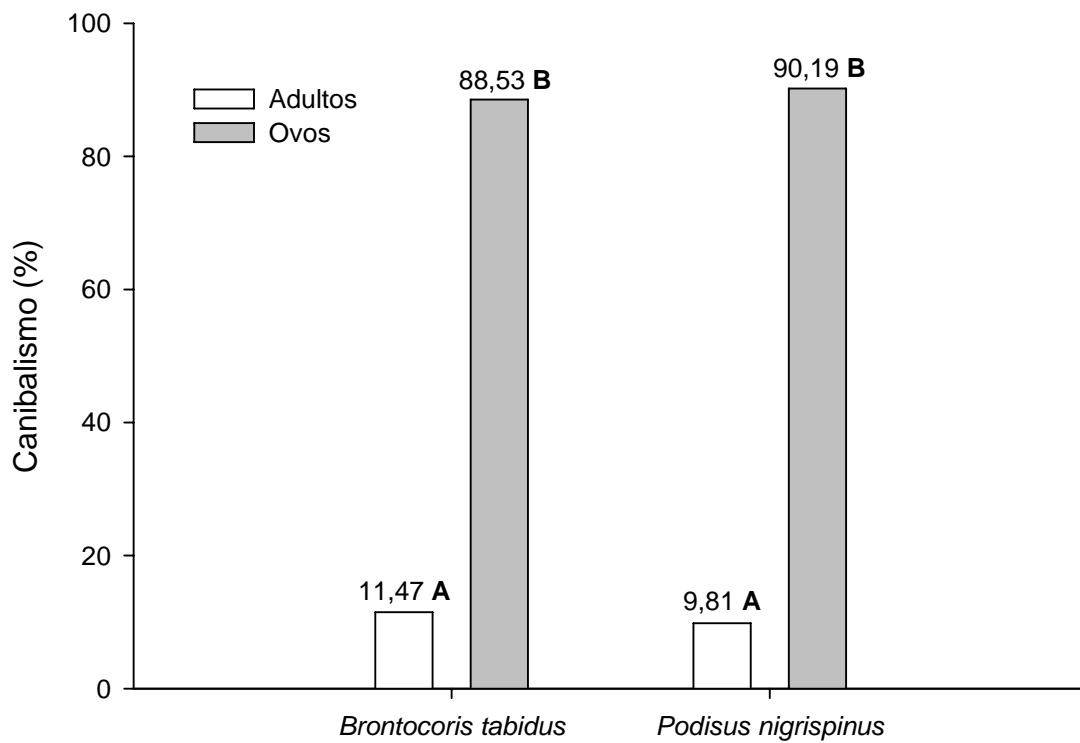
- ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; GUEDES, R. N. C. & RAMALHO, F. S. 2000. Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10: 443-450.
- ZANUNCIO, J. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; SERRÃO, J. E. & PRATISSOLI, D. 2001. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Biocontrol Science and Technology**, 11: 331-337.
- ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. 2002. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Manole, São Paulo, Brasil. p. 495–509.
- ZANUNCIO, J. C.; LEMOS, W. P.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO, T. V.; SERRÃO, J. E. & BAUCE, E. 2006. Age-dependent fecundity and fertility life tables of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) under field conditions. **Journal of Economic Entomology**, 99: 401-407.
- ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. A. D.; RODRIGUES, E.; PEREIRA, F. F.; RAMALHO, F. S. & SERRÃO, J. E. 2008a. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 51: 125-129.
- ZANUNCIO, T. V.; GOMIDES, C. H. F.; VARGAS, P. S. R.; SOUZA, J. M.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. & ZANUNCIO, J. C. 2008b. Utilização de mudas de *Eucalyptus grandis* melhora a criação do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, 75: 167-171.



**Figura 1.** Percevejo predador morto e com presença de mancha escura na região do abdome evidenciando o canibalismo (A). Detalhe ampliado da região do abdome (B).



**Figura 2.** Canibalismo dos predadores *Brontocoris tabidus* (adultos **A** e ovos **B**) e *Podisus nigrispinus* (adultos **C** e ovos **D**) (Heteroptera: Pentatomidae) mantidos por 12, 24, 36 ou 48 horas sem presa, recebendo ou não planta de *Eucalyptus cloeziana*. Valores seguidos de mesma letra por tratamento não diferem pela análise de variância com  $p < 0,05$ .



**Figura 3.** Canibalismo em adultos ou em ovos por *Brontocoris tabidus* e *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em 12 horas de observação. Valores seguidos de mesma letra no tratamento não diferem pelo teste de Wilcoxon com  $\alpha < 0,05$ .

**Tabela 1.** Canibalismo em adultos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) sob diferentes períodos sem presa, recebendo ou não planta de *Eucalyptus cloeziana*

Tempo sem presa (horas)	Sem planta	Com planta
	Média ± Erro Padrão	Média ± Erro Padrão
12	0,06 ± 0,04 <b>A</b>	0,00 ± 0,00 <b>A</b>
24	0,17 ± 0,06 <b>A</b>	0,03 ± 0,01 <b>A</b>
36	0,73 ± 0,12 <b>B</b>	0,56 ± 0,11 <b>B</b>
48	1,40 ± 0,15 <b>C</b>	0,93 ± 0,09 <b>C</b>

\* Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Canibalismo em ovos de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) sob diferentes períodos sem presa, recebendo ou não planta de *Eucalyptus cloeziana*

Tempo sem presa (horas)	Sem planta	Com planta
	Média ± Erro Padrão	Média ± Erro Padrão
12	0,43 ± 0,12 <b>A</b>	0,13 ± 0,06 <b>A</b>
24	0,76 ± 0,16 <b>A</b>	0,20 ± 0,08 <b>A</b>
36	1,40 ± 0,23 <b>B</b>	0,36 ± 0,10 <b>A</b>
48	2,03 ± 0,20 <b>C</b>	0,63 ± 0,12 <b>B</b>

\* Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Canibalismo em adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sob diferentes períodos sem presa, recebendo ou não planta de *Eucalyptus cloeziana*

Tempo sem presa (horas)	Sem planta	Com planta
	Média ± Erro Padrão	Média ± Erro Padrão
12	0,23 ± 0,04 <b>A</b>	0,16 ± 0,07 <b>A</b>
24	0,43 ± 0,10 <b>A</b>	0,40 ± 0,10 <b>A</b>
36	1,17 ± 0,22 <b>B</b>	0,93 ± 0,15 <b>B</b>
48	2,57 ± 0,18 <b>C</b>	1,66 ± 0,17 <b>C</b>

\* Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Canibalismo em ovos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sob diferentes períodos sem presa, recebendo ou não planta de *Eucalyptus cloeziana*

Tempo sem presa (horas)	Sem planta	Com planta
	Média ± Erro Padrão	Média ± Erro Padrão
12	0,76 ± 0,14 <b>A</b>	0,63 ± 0,06 <b>A</b>
24	1,03 ± 0,13 <b>B</b>	0,83 ± 0,13 <b>A</b>
36	1,93 ± 0,23 <b>C</b>	1,53 ± 0,20 <b>B</b>
48	4,16 ± 0,20 <b>D</b>	3,26 ± 0,19 <b>C</b>

\* Médias seguidas da mesma letra por coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.



## **2º ARTIGO**

**Eficiência do ataque de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) à lagarta do eucalipto *Thyrintea arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) com diferentes estratégias de pré-liberação**

**Eficiência do ataque de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) à lagarta do eucalipto *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) com diferentes estratégias de pré-liberação**

**RESUMO**

Percevejos predadores são importantes agentes de controle biológico nos setores agrícolas e florestais. O uso desses insetos por empresas, produtores e órgãos de pesquisa tem sido uma importante tática para controlar surtos de lagartas desfolhadoras. *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) foram mantidos por 24, 36 ou 48 horas sem alimento, e avaliado o tempo para esses predadores realizarem o primeiro ataque, matar uma lagarta de *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) de sexto estágio e o número de tentativas de ataques em quatro horas. O tempo gasto para o primeiro ataque, morte da lagarta e o número de tentativas foram afetados pelos intervalos de 24, 36 e 48 horas sem alimento. *Podisus nigrispinus* atacou mais rapidamente quando mantido por 36 e 48 horas sem alimento. Por outro lado, *B. tabidus* atacou mais rápido, apenas 48 horas sem alimento. O tempo gasto para o primeiro ataque foi semelhante nos períodos de 24, 36 e 48 horas sem alimento para ambos os predadores. O tempo gasto para matar a lagarta foi semelhante nesses períodos, porém *B. tabidus* foi mais rápido que *P. nigrispinus* em todos os intervalos sem alimento. A alimentação do predador *B. tabidus* em plantas pode explicar sua eficiência de ataque e dominação de *T. arnobia*, pois a ingestão de água, devido a atividade de fitofagia é importante para o processo de digestão extra-oral de predadores Asopinae.

**PALAVRAS-CHAVE:** Capacidade de dominação, tempo de morte, número de tentativas, digestão extra-oral e estratégia pré-liberação.

**Attack efficiency of the *Podisus nigrispinus* and *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) to eucalyptus caterpillar *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) with different pre-release strategies**

**ABSTRACT**

Predatory stink bugs are important as biological control agents in the agricultural and forest crops. The use of these predatory insects by companies, growers and research centers has been an important tactic to control outbreaks of caterpillar pests. *Podisus nigrispinus* (Dallas) and *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) were kept for 24, 36 or 48 hours without food and the spend by theses predators for the first attack evaluated to kill a sixth-instar *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) larvae and the how many attacks during the period of four hours of evaluation. The period spent for the first attack until the supposed death and the number of attacks were affected by the starving periods of the predators. *Podisus nigrispinus* attacked faster when kept for 36 or 48 hour without food. Moreover, *B. tabidus* attacked faster only during 48 hours without food. The time spent for the first attack were similar for all the periods for both predators, but *B. tabidus* was faster than *P. nigrispinus* under all periods. The fact that the *B. tabidus* constantly feeding on the plant may explain its efficiency in attack and domination of *T. arnobia* because water intake gained during phytophagy is important in the process of extra-oral digestion of Asopinae predators.

**KEY-WORDS:** Death time, attack rate, extra-oral digestion, pre-release strategy.

## INTRODUÇÃO

Insetos podem reduzir a qualidade da madeira, retardar o desenvolvimento e, em alguns casos, levar à morte de plantas de eucalipto (Santos et al., 2008). *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) é considerada o principal Lepidoptera desfolhador dessa planta (Zanuncio et al., 2001; 2006) devido a voracidade, principalmente nos dois últimos estádios (Zanuncio et al., 1993). Plantios atacados por essa lagarta podem ter menor desenvolvimento e morte das árvores, o que justifica o combate dessa praga.

Surtos de *T. arnobia* podem ser controlados com produtos químicos (Zanuncio et al., 1994; 1995), inimigos naturais como vespas parasitóides (Pereira et al., 2008a,b) e predadores Pentatomidae (Cavalcanti et al., 2000; Holtz et al., 2007). O controle de *T. arnobia* deve ser eficiente, pois essa lagarta apresenta elevado potencial reprodutivo, curto período de desenvolvimento embrionário e alta fertilidade (Zanuncio et al., 1993) o que, associada a estratégias de defesa comportamental dificulta o controle e a localização dessas pragas em plantios de eucalipto (Soares et al., 2009).

*Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) se destacam entre os predadores de lagartas desfolhadoras no setor agrícola (Lemos et al., 2003; Matos-Neto et al., 2002; Oliveira et al., 2002b; Vivian et al., 2002) e florestal (Zanuncio et al., 1994). Esses percevejos e outros artrópodes predadores realizam a fitofagia (Naranjo & Gibson, 1996; Coll, 1998), que pode ser considerada uma forma especial de onivoria e algumas vezes chamada de zoofitofagia (Pimm & Lawton, 1978; Coll & Izraylevich, 1997; Coll, 1998; Lalonde et al., 1999), com a utilização de material vegetal para o complemento da dieta.

A zoofitofagia de percevejos predadores permite a obtenção de água, o que favorece o metabolismo e o comportamento de predação (Gillespie & McGregor, 2000). Além disso, a alimentação com seiva de plantas é maior em períodos de escassez de presas (Coll &

Guershon, 2002; Holtz et al., 2009), quando uma mudança no hábito alimentar ocorre, levando esses insetos a utilizar plantas como recurso alimentar devido a indisponibilidade de presas (Alomar & Albajes, 1996; Cohen, 1996; Naranjo & Gibson, 1996; Coll, 1998; Agrawal et al., 1999).

A utilização de presas e plantas por Heteroptera predadores vem sendo avaliada para determinar seu efeito na biologia desses insetos, pois plantas podem melhorar a nutrição (Eubanks & Denno, 1999; Lemos et al., 2009), a fecundidade (Zanuncio et al., 2000; Lemos et al., 2001; Oliveira et al., 2002a), a resposta funcional (De Clercq et al., 2000) e facilitar a digestão extra-oral de presas (Gillespie & McGregor, 2000, Sinia et al., 2004). Isso é devido, principalmente a mecanismos de adaptação no aparelho bucal e no complexo enzimático digestivo que permitem a esses predadores exercer a fitofagia (Cohen, 1996; Oliveira et al., 2006).

A digestão extra-oral consiste, basicamente de três fases: injeção do conteúdo salivar contendo toxinas e/ou enzimas digestivas, digestão inicial do alimento e ingestão do material liquefeito (Cohen, 1990; 1993; 1995). Esse processo implica na ingestão de substâncias pré-existentes como líquidos (hemolinfa) e degradação de sólidos e redução da viscosidade de líquidos insolúveis (Cohen, 1995). A digestão extra-oral permite aos predadores reduzir o tempo de manuseio da presa e a indivíduos menores consumirem uma presa relativamente grande (Cohen, 1989; Kaspari, 1990).

Os objetivos foram verificar os efeitos dos intervalos de 24, 36 ou 48 horas sem alimentação no tempo gasto para *P. nigrispinus* e *B. tabidus* realizarem o primeiro ataque, matar a lagarta de sexto estágio de *T. arnobia*, no número de tentativas de ataque e na capacidade de dominação dessas lagartas com, apenas, um ataque, além de verificar a o tamanho das peças bucais (estiletos mandibulares e setas maxilares) importantes na

dominação das presas e também atividade enzimática da amilase, lipase e protease do conteúdo salivar desses predadores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Insetário do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais. Adultos de *P. nigrispinus* e de *B. tabidus* da criação mantida no campo, com até 15 dias após a emergência foram utilizados. Esses predadores foram alimentados com pupas de *Tenebrio molitor* (Linnaeus) (Coleoptera: Tenebrionidae) e planta de *Eucalyptus cloeziana*.

*Podisus nigrispinus* e *B. tabidus* foram trazidos para o laboratório, individualizados em placas de Petri de 15 x 1,5 mm, mantidos a temperatura de  $25 \pm 2$  °C,  $70 \pm 10\%$  de UR e 14 horas de fotoperíodo e submetidos a períodos de 24, 36 ou 48 horas sem alimentação. Em seguida, uma lagarta de *T. arnobia* de sexto estágio e pesando  $166,40 \pm 0,81$  mg foi colocada por placa, totalizando 30 placas para cada espécie em cada horário.

O tempo gasto para o primeiro ataque, morte da lagarta (caracterizada pela ausência de movimentos e reflexos) e o número de tentativas (capacidade de dominação da presa) foram avaliados com 30 repetições por período sem alimento e durante quatro horas de observação. Os resultados foram submetidos à análise de variância com  $p < 0,05$  e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

As peças bucais dos predadores *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram avaliadas para verificar o tamanho das estruturas que promovem a fixação das presas (setas). O rostró de três fêmeas de cada espécie foram removidos e dissecados. Essas estruturas foram metalizadas e levadas ao microscópio eletrônico de varredura para a obtenção de imagens para visualização de detalhes da sua morfologia.

Apenas os indivíduos que conseguiram matar a lagarta com uma única investida foram considerados para se avaliar o tempo gasto para matar a lagarta e a eficiência do ataque. Os dados de eficiência do ataque foram submetidos a análise não paramétrica pelo teste de Wilcoxon com  $\alpha < 0,05$  para se verificar a eficiência da dominação de lagartas de *T. arnobia* por predador.

### **Atividade enzimática de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus*: Aquisição dos predadores e extração das glândulas salivares**

A atividade enzimática do conteúdo salivar de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foi avaliada nos laboratórios de Morfologia do Departamento de Biologia Geral (DBG) e no laboratório de Processos de Separação do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) na UFV. Vinte pares de glândulas salivares de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram retiradas e transferidas para dois microtubos de 2 mL na proporção de 20 pares de glândulas para 500  $\mu\text{L}$  de HCl  $10^{-3}$  M em banho de gelo. Essas glândulas foram maceradas para se obter o extrato enzimático bruto.

### **Atividades enzimáticas em extratos de glândulas salivares de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus***

As atividades de amilase, lipase e protease do extrato bruto das glândulas salivares de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram avaliadas mediante três repetições. A atividade de amilase foi determinada com o kit enzimático BIOCLIN (Caraway, 1959). Essa técnica consiste na incubação de 5  $\mu\text{L}$  do extrato glandular com 250  $\mu\text{L}$  de amido a 0,4 g/L e tampão monofosfato/fosfato dissódico 100 mM, pH 7,0 por sete minutos e trinta segundos a 37°C, seguindo-se a leitura da absorbância a 660 nm. A atividade da amilase é expressa em Unidades de Amilase que representa a hidrólise total de 100mg de amido em 30 minutos a 37°C.

A atividade da lipase foi determinada com o kit enzimático BIOCLIN (Cherry & Crandall, 1932). Os extratos (50  $\mu\text{L}$ ) foram incubados em 200  $\mu\text{L}$  de tampão Tris 100 mM (hidroximetilamino metano), 20  $\mu\text{L}$  de DTNB 100 mM (ácido ditionitrobenzóico) e 10  $\mu\text{L}$  de inibidor de proteases fenilmetil sulfonil fluoreto (PMSF), a 37°C, por trinta minutos. Após dois minutos, 20  $\mu\text{L}$  de tributirato ditiopropanol 200 mM foi acrescentado. Após a incubação por 30 minutos a 37°C, 400  $\mu\text{L}$  de acetona foram adicionados para paralisar a reação. Este material foi submetido a centrifugação por cinco minutos a 3500 rpm, em microcentrífuga. A absorvância do sobrenadante foi determinada a 410 nm. A atividade foi expressa em UI (Unidades Internacionais), que representa a conversão de 1,0  $\mu\text{mol}$  de substrato por minuto ou formação de 1,0  $\mu\text{mol}$  de produto por minuto.

A atividade da protease foi avaliada (Erlanger et al., 1961), e o extrato incubado com  $\text{N}\alpha$ -Benzoil-L-Arginilp-Nitroanilida (L-BApNA) 5 mM em tampão Tris-HCl 0,05M, pH 8.0 a 37,5°C. As velocidades iniciais da reação foram determinadas pela formação de p-nitroanilida, pela medida da absorvância a 410 nm em função do tempo (2:30 minutos), utilizando-se o coeficiente de extinção molar 8800  $\text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  do produto.

## RESULTADOS

O tempo para o primeiro ataque do predador *P. nigrispinus* à lagarta de *T. arnobia* foi diferente entre os intervalos de 24, 36 e 48 horas sem alimento ( $F= 9,11$ ;  $p < 0,001$ ). *Podisus nigrispinus* foi mais rápido nos intervalos de 36 e 48 horas que no de 24 horas sem alimento (Tabela 1). O período sem alimento, também afetou a velocidade do primeiro ataque do predador *B. tabidus* ( $F= 4,18$ ;  $p= 0,02$ ), sendo aqueles mantidos por 48 horas sem alimento mais rápidos que os com 24 e 36 horas (Tabela 1). O tempo para o primeiro ataque foi semelhante com 24 ( $F= 1,42$ ;  $p= 0,23$ ), 36 ( $F= 2,34$ ;  $p= 0,14$ ) e 48 ( $F= 0,12$ ;  $p= 0,1$ ) horas sem alimento para essas duas espécies (Tabela 1).



*Podisus nigrispinus* ( $F= 0,18$ ;  $p= 0,06$ ) e *B. tabidus* ( $F= 1,66$ ;  $p= 0,20$ ) mataram a lagarta de *T. arnobia* em tempo semelhante em função dos diferentes intervalos sem alimento (Tabela 1). Por outro lado, *B. tabidus* foi mais rápido que *P. nigrispinus* com 24 ( $F= 17,41$ ;  $p= 0,002$ ), 36 ( $F= 31,63$ ;  $p< 0,001$ ) e 48 ( $F= 32,36$ ;  $p< 0,001$ ) horas sem alimento (Tabela 1).

O número de tentativas em quatro horas mostrou que o tempo sem alimentação (pré-liberação) afetou o número de ataques do predador *P. nigrispinus* ( $F= 4,78$ ;  $p= 0,013$ ), com maior sucesso para aqueles submetidos a intervalos de 36 e 48 horas sem alimento (Tabela 1). O número de ataques de *B. tabidus*, sem alimento por 24, 36 ou 48 horas, foi semelhante ( $F= 3,33$ ;  $p= 0,06$ ). Os ataques de *B. tabidus*, mantidos por 24 horas sem alimento ( $F= 14,58$ ;  $p< 0,001$ ), foram menores que os de *P. nigrispinus*. Com 36 horas, o número de ataques foi semelhante entre as espécies ( $F= 2,04$ ;  $p= 0,16$ ), mas com 48 horas, *P. nigrispinus* apresentou menor número de ataques que *B. tabidus* ( $F= 0,26$ ;  $p< 0,001$ ) (Tabela 1).

*Brontocoris tabidus* apresentou maior capacidade de dominar lagartas de *T. arnobia* que *P. nigrispinus* ( $Z= 4,11$ ;  $\alpha= 0,0002$ ), matando 72% das lagartas atacadas no primeiro ataque, enquanto *P. nigrispinus* apenas 30% (Figura 1).

O estudo sobre as enzimas digestivas do conteúdo salivar de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* apresentou diferenças na atividade da amilase ( $F= 182,66$ ;  $p= 0,37$ ), com o predador *B. tabidus* apresentando maior quantidade dessa enzima. A atividade lipásica ( $F= 5,99$ ;  $p= 0,07$ ) e proteásica ( $F= 1,00$ ;  $p= 0,37$ ) foi semelhante entre esses predadores (Tabela 2).

A análise morfológica das peças bucais, responsáveis pela fixação das presas (Figura 2), mostrou que *B. tabidus* apresenta os estiletos mandibulares ( $F= 9,45$ ;  $p= 0,02$ ) e setas maxilares ( $F= 23,56$ ;  $p= 0,002$ ) maiores que as de *P. nigrispinus* (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

O período no qual *P. nigrispinus* e *B. tabidus* permaneceram sem alimentação ter afetado o tempo para o primeiro ataque às lagartas de *T. arnobia* mostra que a fome estimula a capacidade de busca de insetos predadores (Frazer & Gill, 1981; Bell, 1990), e a rapidez na procura por alimento (Torres et al., 2002).

O tempo gasto para morte das lagartas de *T. arnobia* pode estar relacionado a maior atividade de amilase do predador *B. tabidus*. A ocorrência dessa enzima nas glândulas salivares foi, também, relatada para outros percevejos (Cohen, 1996) e, em artrópodes predadores como centopéias (Lewis, 1982), aranhas (Mommsen, 1978; Nentwin & Wissel, 1986) e algumas espécies aquáticas como *Lethocerus uhleri* (Montandon) e *Belostoma lutarium* (Stal) (Heteroptera: Belostomatidae) que, também, apresentaram amilase no conteúdo salivar (Swart et al., 2006). A maior atividade de amilase nas glândulas salivares de *B. tabidus* e o fato deste inseto utilizar, frequentemente material vegetal como complemento alimentar e fonte de água, o que facilita o processo de digestão extra-oral (Gillespie & McGregor, 2000, Sinia et al., 2004) pode explicar a maior capacidade de predação e dominação da lagarta desfolhadora *T. arnobia* por esse predador.

O menor sucesso do ataque de *P. nigrispinus* deve-se ao fato desse predador possuir estruturas de fixação (estiletes e setas) menores que as de *B. tabidus*, pois a defesa da lagarta pode dificultar o ataque (Zanuncio et al., 2008b). Por outro lado, as maiores estruturas de fixação de *B. tabidus* proporcionam maior firmeza no contato com a presa e evita que a lagarta de *T. arnobia* se livre do ataque desse predador. O menor número de ataques de *P. nigrispinus* mantidos por 48 horas sem alimento, pode ser devido a esse predador apresentar maior capacidade em suportar longos períodos sem alimento, e que o predador *B. tabidus* mantidos por intervalos maiores sem alimentação perde parte de sua capacidade em dominar lagartas, o que foi verificado pelo aumento no número de ataques em relação a *P. nigrispinus*.

## CONCLUSÕES

A ausência de alimento faz com que os predadores *P. nigrispinus* e *B. tabidus* iniciem mais rapidamente a procura por uma presa.

O maior tamanho das peças bucais de *B. tabidus*, juntamente com a maior atividade da amilase conferem a esse predador maior sucesso no ataque e dominação das lagartas de *T. arnobia* que *P. nigrispinus*

A retirada total de alimento não é recomendada, pois a ingestão de material vegetal além de minimizar os efeitos da ausência de presa é, também, fonte de água, o que auxilia no processo de digestão extra-oral. Por isto, recomenda-se que, como parte de estratégia de pré-liberação para *P. nigrispinus* e *B. tabidus* sejam fornecidas planta e água visando melhorar a eficiência do ataque desses predadores.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Departamento de Biologia Geral e ao laboratório de Processos de Separação do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- 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.
- ALOMAR, O. & ALBAJES, R. 1996. Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) predation and tomato fruit injury by the zoophytophagous predator *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae). In: ALOMAR, O. & WIEDENMANN, R. N. (Eds.).

**Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management.** Lanham, Maryland. p. 155–177.

BELL, W. J. 1990. Searching behavior patterns in insects. **Annual Review of Entomology**, 35: 447-467.

CARAWAY, W. T. 1959. A stable starch substrate for the determination of amylase in serum and other body fluids. **American Journal of Clinical Pathology**, 32:97-99.

CAVALCANTI, M. G.; VILELA, E. F.; EIRAS, A. E.; ZANUNCIO, J. C. & PICANÇO, M. C. 2000. Interação tritrófica entre *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), *Eucalyptus* e lagartas de *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae): I visitação. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 29: 697-703.

CHERRY, I. S. & CRANDALL, L. A. 1932. The specificity of pancreatic lipase: its appearance in the blood after pancreatic injury. **American Journal of Physiology**, 100: 266-273.

COHEN, A. C. 1996. Plant feeding predatory Heteroptera: evolutionary and adaptacional aspects of trophic switching. In: ALOMAR, O.; WIEDENMANN, R. N. (Eds.). **Zoophytophagous Heteroptera: Implications for life history and Integrated Pest Management.** Lanham, Maryland. p. 1:1-17.

COHEN, A. C. 1995. Review: Extra-oral digestion in predaceous terrestrial arthropoda. **Annual Review of Entomology**, 40: 85-103.

COHEN, A. C. 1993. Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin-like enzymes in a predaceous heteropteran *Zelus renardii*. **Journal of Insect Physiology**, 39: 823-829.

COHEN, A. C. 1990. Feeding adaptations of some predatory Hemiptera. **Annals of the Entomological Society of America**, 83: 1215-1223.

- COHEN, A. C. 1989. Ingestion and food consumption efficiency in a predaceous hemipteran. **Annals of the Entomological Society of America**, 82: 495-99.
- COLL, M. & GUERSHON, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. **Annual Review of Entomology**, 47: 267-297.
- COLL, M. & IZRAYLEVICH, S. 1997. When predators also feed on plants: effects of competition and plant quality on omnivore– prey population dynamics. **Annals of the Entomological Society of America**, 90: 155–161.
- COLL, M. 1998. Living and feeding on plants in predatory Heteroptera. Predatory Heteroptera: In: COLL, M. & RUBERSON, J. R. (Eds.). **The ecology and use in biological control**. Lanham, Maryland. p. 89–130.
- DE CLERCQ, P.; MOHAGHEGH, J. & TIRRY, L. 2000. Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, 18: 65-70.
- ERLANGER, B.F., KOKOWSKY, N., COHEN, W. 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, 95: 271-278.
- EUBANKS, M. D. & DENNO, R. F. 1999. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. **Ecology**, 80: 1253-1266.
- FRAZER, B. D. & GILL, B. 1981. Hunger, movement, and predation of *Coccinella californica* on pea aphids in the laboratory and in the field. **Canadian Entomologist**, 113: 1025-1033.
- GILLESPIE, D. R. & MCGREGOR, R. R. 2000. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecological Entomology**, 25: 380-386.

- HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; PRATISSOLI, D.; MARINHO, J. S. & VIANNA, U. R. 2007. Potencial reprodutivo e de sobrevivência de *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Floresta**, 37: 63-70.
- HOLTZ, A. M.; ALMEIDA, G. D.; FADINI, M. A. M.; ZANUNCIO-JUNIOR, J. S.; ZANUNCIO, T. V. & ZANUNCIO, J. C. 2009. Survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) effects of prey scarcity and plant feeding. **Chilean Journal of Agriculture Research**, 69: 468-472.
- KASPARI, M. 1990. Prey preparation and the determinants of handling time. **Animal Behavior**, 40: 118-126.
- LALONDE, R. G.; MCGREGOR, R. R.; ROITBERG, B. D. & GILLESPIE, D. R. 1999. Plant-feeding by arthropod predators contributes to the stability of predator-prey population dynamics. **Oikos**, 87: 603-609.
- LEMOS, W. P.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C.; ZANUNCIO, V. V. & RIBEIRO, R. C. 2009. Body weight and protein content in the haemolymph of females of the zoophytophagous predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) with different diets and ages. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 116: 218-222.
- LEMOS, W. P.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. & ZANUNCIO, J. C. 2003. Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. **Journal of Applied Entomology**, 127: 389-395.
- 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). **Journal of Applied Entomology**, 47: 89-93.
- LEWIS, J. G. E. 1982. **The Biology of Centipedes**. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 476 pp.

- MATOS NETO, F. C.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M. C. & CRUZ, I. 2002. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 917-924.
- MOMMSEM T. P. 1978. Digestive enzymes of a spider (*Tegenaria atrica* Koch). I. General remarks, digestion of proteins. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 60A: 371-375.
- NARANJO, S. E. & GIBSON, R. L. 1996. Phytophagy in predaceous Heteroptera: effects on life history and population dynamics. In: ALOMAR, O. & WIEDENMANN, R. N. (Eds.). **Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management**. Lanham, Maryland. p. 89-93.
- NENTWIN, W. & WISSEL, C. 1986. A comparison of prey lengths among spiders. **Oecologica**, 68: 595-600.
- OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. & PRATISSOLI, D. 2006. Biological aspects of three *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species developing in eggs of the *Eucalyptus* defoliator *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae). **Revista de Biología Tropical**, 54: 218-226.
- OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; MOREIRA, A. F. C. & BARROS, R. 2002a. Efeito das plantas de algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 3: 101-108.
- OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F. & RAMALHO, F. S. 2002b. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 7-14.

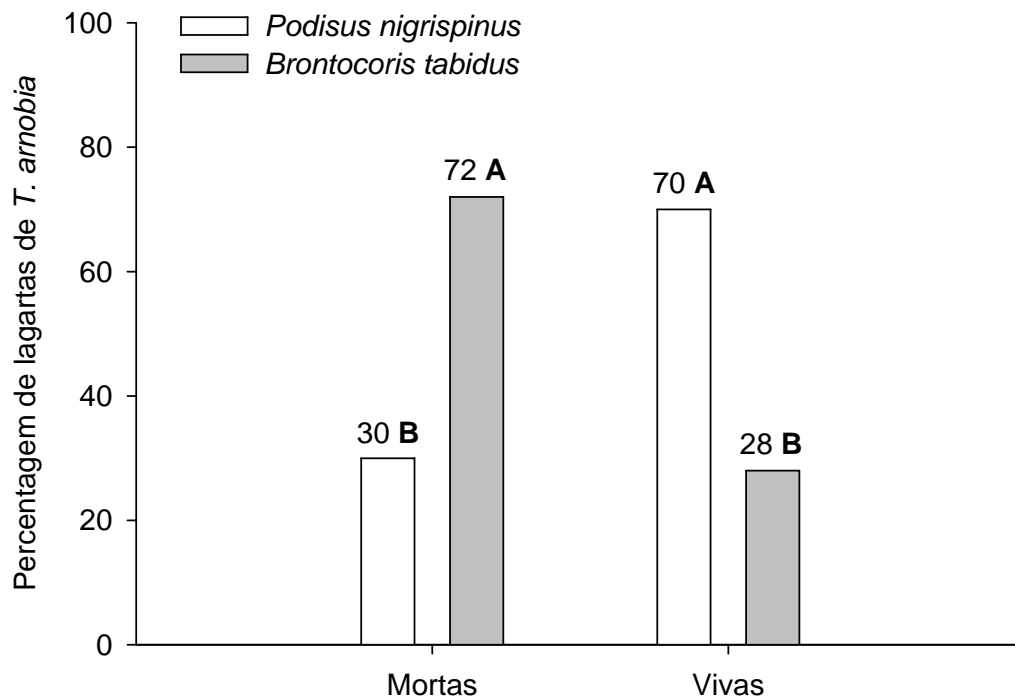
- PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; PRATISSOLI, D. & TAVARES, M. T. 2008a. Species of Lepidoptera defoliators of *Eucalyptus* as new host for the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 51: 259-262.
- PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L.; JACQUES, G. C. & VILELA, E. F. 2008b. New record of *Trichospilus diatraeae* as a parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, 36: 304-306.
- PIMM, S. L. & LAWTON, J. H. 1978. On feeding on more than one trophic level. **Nature**, 268: 329–331.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V. & PIRES, E. M. 2008. Eucalipto. **Informe Agropecuário**, 29: 43-64.
- SINIA, A., ROITBERG, B., MCGREGOR, R. R. & GILLESPIE, D. R. 2004. Prey feeding increases water stress in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 110: 243-248.
- SOARES, M. A.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, G. L. D.; WERMELINGER, E. D. & SERRÃO, J. E. 2009. Does *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) use different defense behaviours against predators? **Journal of Plant Diseases and Protection**, 116: 30-33.
- SWART, C. C.; DEATON, L. E. & FELGENHAUER, B. E. 2006. The salivary gland and salivary enzymes of the giant waterbugs (Heteroptera: Belostomatidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, 145: 114–122.
- TORRES, J. B.; EVANGELISTA JR, W. S.; BARRAS, R. & GUEDES, R. N. C. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs preying leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. **Journal of Applied Entomology**, 126: 326-332.



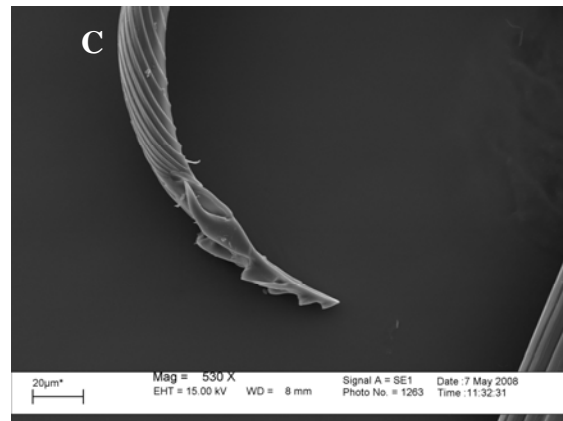
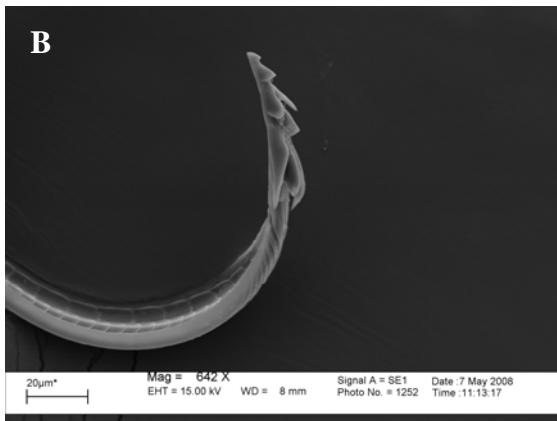
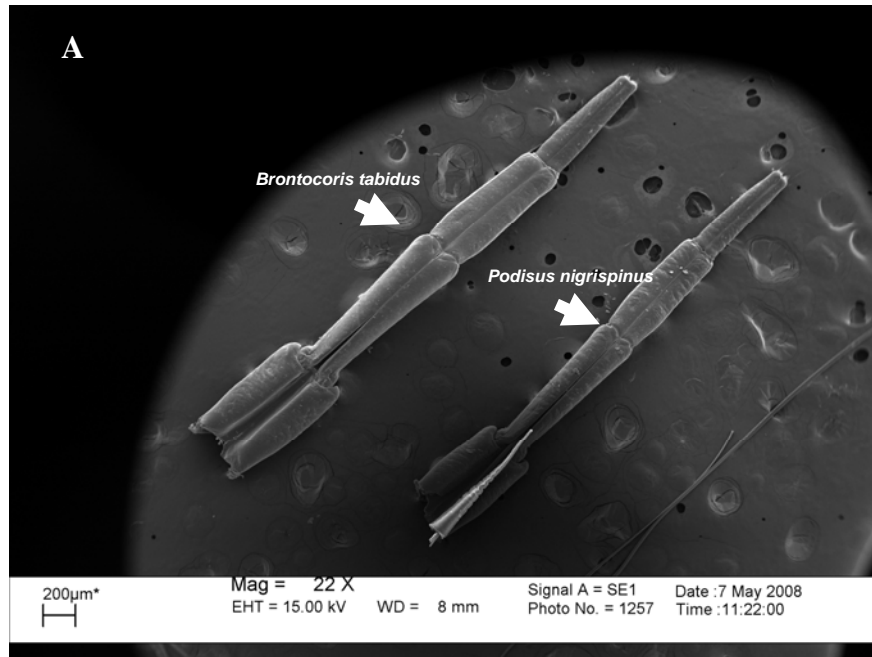
- VIVIAN, L. M.; TORRES, J. B.; VEIGA, A. F. S. L. & ZANUNCIO, J. C. 2002. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 581-587.
- ZANUNCIO, J. C.; SANTANA, D. L. Q.; NASCIMENTO, E. C.; SANTOS, G. P.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C. & ZANUNCIO, T. V. 1993. **Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle**. IPEF/SIF, 140 p.
- ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; COMINATO JUNIOR, J. L. & BEIG, O. 1994. Aplicações aéreas de deltametrina, fenitrotiom e *Bacillus thuringiensis* contra *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptais. **Revista Árvore**, 18: 249-255.
- ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B.; GUEDES, R. N. C. & OLIVEIRA, A. C. 1995. Tebufenozide, inseticida hormonal no controle da lagarta desfolhadora *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 24: 599-604.
- 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* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10: 443-450.
- ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; ZANUNCIO, T. V. & FABRES, A. S. 2001. Species richness and abundance of defoliating Lepidoptera associated with *Eucalyptus grandis* in Brazil and their response to plant age. **Austral Ecology**, 26: 582-589.
- ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, F. A.; PRATISSOLI, D.; SEDIYAMA, C. A. Z. & MAFFIA, V. P. 2006. Main lepidopteran pest species from an eucalyptus plantation in Minas Gerais, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 54: 553-560.

ZANUNCIO, T. V.; GOMIDES, C. H. F.; VARGAS, P. S. R.; SOUZA, J. M.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. & ZANUNCIO, J. C. 2008a. Utilização de mudas de *Eucalyptus grandis* melhora a criação do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, 75: 167-172.

ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. A. D.; LIMA, E. R.; PEREIRA, F. F.; RAMALHO, F. S. & SERRÃO, J. E. 2008b. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 51: 121-125.



**Figura 1.** Percentual de morte das lagartas de sexto estágio de *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) no primeiro ataque de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). Valores seguidos de mesma letra por tratamento não diferem pelo teste de Wilcoxon com  $\alpha < 0,05$ .



**Figura 2.** (A) – Rostro dos predadores *Brontocoris tabidus* e *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). (B) – Seta maxilar de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). (C) - Seta maxilar de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae).

**Tabela 1.** Tempo gasto para o primeiro ataque, morte e número de tentativas de ataque a lagarta de sexto estágio de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) pelos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) após 24, 36 ou 48 horas sem alimento

	Predadores	24 horas	36 horas	48 horas
1º ataque (min)	<i>P. nigrispinus</i>	31,78 ± 4,72 A a	10,18 ± 2,39 B a	7,59 ± 0,85 B a
	<i>B. tabidus</i>	22,41 ± 4,88 A a	18,76 ± 5,90 A a	7,37 ± 1,83 B a
Morte da lagarta (min)	<i>P. nigrispinus</i>	75,80 ± 12,88 A a	63,87 ± 9,78 A a	75,34 ± 10,04 A a
	<i>B. tabidus</i>	13,4 ± 1,07 A b	11,88 ± 1,22 A b	15,05 ± 1,15 A b
Tentativas de ataque	<i>P. nigrispinus</i>	4,28 ± 0,38 A a	2,66 ± 0,86 B a	2,24 ± 0,30 B b
	<i>B. tabidus</i>	1,92 ± 0,29 A b	1,63 ± 0,12 A a	2,83 ± 0,53 A a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula por linha ou minúscula por coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Atividade enzimática do conteúdo salivar dos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)

Enzima (unidade)	<i>Podisus nigrispinus</i>	<i>Brontocoris tabidus</i>
Amilase (U/dL)	20,14 ± 8,23 B	187,86 ± 9,75 A
Lipase (UI)	0,85 ± 0,16 A	1,56 ± 0,11 A
Protease (NM)	0,0025 ± 0,0000 A	0,0026 ± 0,0001 A

Médias seguidas de mesma letra por linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Tamanho das peças bucais de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)

	<i>Podisus nigrispinus</i>	<i>Brontocoris tabidus</i>
Estiletos mandibulares (mm)	4,35 ± 0,02 B	5,33 ± 0,03A
Setas maxilares (µm)	49,62 ± 0,34 B	60,03 ± 0,51A

Médias seguidas de mesma letra por linha não diferem pelo teste F com  $p < 0,05$ .

### **3º ARTIGO**

**Dispersão dos predadores zoofitófagos *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus***

**(Heteroptera: Pentatomidae) em plantios de eucalipto**

## **Dispersão dos predadores zoofitófagos *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantios de eucalipto**

### **RESUMO**

O cultivo florestal, especialmente a eucaliptocultura pode manter o abastecimento de madeira, evitar o desmatamento de florestas nativas e contribuir para a manutenção da biodiversidade. O cultivo de florestas, com destaque para o eucalipto, é importante para a produção de madeira no Brasil, mas essa cultura pode sofrer danos por pragas, incluindo lagartas desfolhadoras. O controle de pragas é feito com diversos métodos, incluindo o biológico, com liberações de predadores Pentatomidae, principalmente por empresas de reflorestamento. A dispersão dos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) foi avaliada em plantio clonal de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), com 300 indivíduos de cada espécie (150 machos e 150 fêmeas) liberados por parcela. Dez liberações de *P. nigrispinus* e de *B. tabidus* foram realizadas. O tipo de amostragem foi o caminhamento em espiral por três horas diárias durante sete dias, sendo a primeira iniciada 24 horas após a liberação dos inimigos naturais. *Brontocoris tabidus* apresentou maior capacidade de dispersão que *P. nigrispinus*, com aumento da distância percorrida ao longo dos sete dias de avaliação. Machos de ambas as espécies se dispersaram mais que as fêmeas, e a maior parte da população de *P. nigrispinus* foi localizada a 10 metros do ponto de liberação e a de *B. tabidus* entre 15 a 30 metros, mostrando que esta espécie apresenta maior capacidade de busca e forrageamento que *P. nigrispinus*, podendo ser utilizada na ampliação da área a ser controlada e na localização de eventuais surtos de lagartas desfolhadoras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Distância percorrida, técnica de liberação, menor densidade, maior cobertura.



**Dispersion of zoophytophagous bugs *Podisus nigrispinus* and *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) in eucalyptus crop**

**ABSTRACT**

The forest crops, especially those of *Eucalyptus* spp, can maintain the wood supply, avoid the use of native forests and contribute for the biodiversity maintenance. The planted forests, with emphasis on eucalyptus, are the main investment for wood production in Brazil, although this crop can be damaged by pests, including caterpillars. Several methods of pest control, including the biological control with the use of predators release has been developed mainly by forestry companies. The dispersion of *Podisus nigrispinus* (Dallas) and *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) were evaluated in a clonad eucalypt plantation (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophilla*) by releasing of 300 individuals of each species (150 males and 150 females) per plot. Ten releases of *P. nigrispinus* and *B. tabidus* were performed separately. The sampling method used was the spiral path for three hours daily during seven days and the first sample started 24 hours after the release. *Brontocoris tabidus* showed higher dispersal ability than *P. nigrispinus* and with the increase of the distance over the seven days of sampling. Males of both species dispersed more than females, and most of the population of *P. nigrispinus* was found until 10 meters from the release point, while *B. tabidus* reached between 15-30 meters, showing that the *B. tabidus* presents higher search capacity and foraging than *P. nigrispinus*, which can be used to increase the range of the area to be controlled and to find possible caterpillars outbreaks.

**KEY-WORDS:** Dispersal distance, release techniques, lower density.

## INTRODUÇÃO

O eucalipto é uma planta de rápido crescimento e se adapta as condições climáticas do Brasil, com uma das maiores áreas plantadas do mundo (ABRAF, 2010). Seus produtos são empregados para diversas áreas industriais, suas folhas para a extração de óleos e compostos utilizados na fabricação de produtos de limpeza, perfumes e remédios; sua casca para curtimento do couro; o tronco (madeira) na construção civil, produção de carvão vegetal para as usinas siderúrgicas e para fabricação de papel e celulose (Medrado, 2003).

O plantio de eucalipto é importante para a preservação por reduzir a exploração das reservas nativas. A eucaliptocultura pode ser vulnerável ao ataque de insetos pragas por ser um ecossistema mais homogêneo, como toda monocultura, que se adaptaram pela oferta de alimento e menor diversidade e abundância de inimigos naturais (Almeida et al., 1987). Pragas exóticas que se disseminaram nos principais estados produtores de eucalipto podem afetar a produtividade dessa cultura.

Pentatomidae predadores pode controlar lagartas desfolhadoras de eucalipto contribuindo para minimizar impactos ao meio ambiente, reduzir o uso de inseticidas (Zanuncio et al., 2002; Torres et al., 2006) e de custos com aplicações dos mesmos (Pires et al., 2009) e, controlar esses insetos em locais onde, dificilmente, outro tipo de controle teria sucesso.

A dinâmica de movimentação de Pentatomidae predadores é pouco conhecida e estudos com dispersão e migração desses inimigos naturais podem melhorar essa prática em plantios florestais e culturas agrícolas. A dispersão é o movimento de indivíduos para colonizar um novo local e a migração o movimento entre áreas colonizadas (Begon et al., 2005).

O tamanho corporal, estágio de desenvolvimento, presença ou ausência de presas, variáveis climáticas, características da planta como pilosidade, horário de liberação e a fome

podem afetar a dispersão de predadores polífagos (Bell, 1990; Heimpel & Hough-Goldstein, 1994; Lachance & Cloutier, 1997; Heidari, 1999; Cédola et al. 2001; Torres et al., 2002).

Pesquisas com dispersão de *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) em cultivo protegido, como hortaliças e plantas ornamentais, mostra que 0,5 a uma ninfa de quarto estágio desse predador por metro quadrado é suficiente para o controle de pragas nesses ambientes (De Clercq, 2000). No entanto, diversos fatores podem afetar a movimentação desses insetos no campo e seu estabelecimento, incluindo a movimentação de pragas. Desta forma, entender o comportamento de dispersão e mobilidade de insetos pragas é importante para programas de manejo integrado de pragas (Turchin & Thoeny, 1993). Os objetivos foram avaliar a capacidade de dispersão e traçar estratégias para liberação dos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantios de eucalipto.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

*Podisus nigrispinus* e *B. tabidus* foram obtidos da criação de campo do Insetário da Universidade Federal de Viçosa. Espécimes desses predadores foram marcados no pronoto com tinta de esmalte sintético, de cores diferentes para evitar o registro de indivíduos liberados em outras parcelas. As marcações foram realizadas um dia antes da liberação com tintas de cores diferentes em cada área e a cada liberação. As liberações foram realizadas às 9:00 horas e a amostragem iniciada 24 horas após e durante sete dias.

A dispersão de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foi avaliada em área com 13 hectares de eucalipto clonal (*Eucalyptus urophilla* x *Eucalyptus grandis*) com oito meses de idade e altura, aproximada de três metros, no município de Viçosa, Minas Gerais.

## **Delineamento experimental**

Seis áreas amostrais ou parcelas (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5 e A-6) foram estabelecidas (Figura 1). Um ponto de liberação (marco zero) foi determinado por parcela e, a partir desse local e seguindo os pontos cardeais (Norte, Sul, Leste, Oeste, Nordeste, Sudeste, Sudoeste e Noroeste), oito marcadores foram fixados por parcela para se determinar os limites máximos e mínimos da amostragem por área. Fios de barbante, ligando esses marcadores de suas respectivas distâncias foram utilizados para auxiliar no caminhar e limitar as áreas amostrais (Figura 1).

A técnica de amostragem foi o caminhar em espiral (Gallo et al. 2002) por três horas diárias com início às 9h00min para evitar que o orvalho prejudicasse essa atividade e finalizava às 12h00min. A amostragem foi feita da seguinte forma: na A-1, foi iniciada no ponto de liberação (ponto zero) até 10 metros de distância; na A-2, feita de 10 a 20 metros; na A-3, de 20 a 30 metros; na A-4, de 30 a 40 metros; na A-5, de 40 a 50 metros e na A-6, de 50 a 60 metros.

Dez liberações de 300 indivíduos de *P. nigrispinus* e 300 de *B. tabidus* foram realizadas, sendo 150 por sexo para ambas as espécies por área. A cada liberação, as áreas amostrais foram mudadas por sorteio visando alternar os habitats e evitar a pseudo-repetição.

## **Procedimentos de análises dos dados**

A dinâmica da dispersão entre o número, tempo e distância dispersada pelos insetos foi determinada pelo modelo 3D Parabólico com o software Sigma Plot 10.0.

A distância média da dispersão de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foi submetida ao teste F, com efeito significativo quando  $p < 0,05$ .

A distância diária de dispersão de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foi submetida ao teste F e suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O percentual de ocorrência dos predadores *P. nigrispinus* e *B. tabidus* a cada cinco e até 60 metros do ponto de liberação foi obtido visando melhorar as técnicas de liberação desses inimigos naturais. Isso faz se necessário para o estabelecimento de metodologias eficazes de liberação de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* em plantios de eucalipto.

## RESULTADOS

A análise desenvolvida pelo modelo 3D Parabólico apresentou efeito significativo para *P. nigrispinus* ( $F= 24,30$ ;  $p< 0,0001$ ) e *B. tabidus* ( $F= 10,55$ ;  $p< 0,0001$ ), mostrando que o tempo e a distância afetam o número de insetos distribuídos no plantio de eucalipto

A capacidade de dispersão de *B. tabidus* foi maior que a de *P. nigrispinus* ( $F= 1754,8$ ;  $p< 0,001$ ), com média percorrida de 19,60 metros, enquanto *P. nigrispinus* percorreu, apenas, 4,02 metros ao final de sete dias de avaliação (Figura 2).

A dispersão dos predadores *P. nigrispinus* ( $F= 49,95$ ;  $p< 0,001$ ) e *B. tabidus* ( $F= 18,86$ ;  $p< 0,001$ ) aumentou durante os dias após a liberação. *Podisus nigrispinus* alcançou, apenas, 7,37 metros no sétimo dia. Por outro lado, *B. tabidus*, no primeiro dia após a liberação, ultrapassou 10 metros, e, a partir do quarto permaneceu entre 20 e 24 metros (Figura 3). As ocorrência de *P. nigrispinus* foi maior no ponto de liberação (68,88%) e menor a medida que se afastava desse ponto. As distâncias de cinco, 10, 15 e 20 metros tiveram 14,75; 6,31; 4,78 e 3,12% de ocorrências, respectivamente e, a partir, dos 25 metros a ocorrência desses predadores foi menor que 1% (Figura 4 A). Por outro lado, o pico de ocorrência de *B. tabidus* ocorreu a 25 metros do ponto de liberação (18,59%). As distâncias de 15 a 30 metros apresentaram maiores ocorrências desse predador, e, apenas, distâncias superiores a 50 metros tiveram registros inferiores a 1% (Figura 4 B).

Machos de ambas as espécies percorreram maiores distâncias que suas fêmeas. Os machos de *P. nigrispinus* ( $F= 237,2$ ;  $p< 0,001$ ) alcançaram 6,98 metros e suas fêmeas 1,06

metros (Figura 5 A). A distância percorrida por machos de *B. tabidus* ( $F= 151,0$ ;  $p< 0,001$ ) foi de 25,79 metros e a de suas fêmeas 13,46 metros durante os sete dias (Figura 5 B).

O ponto de liberação apresentou maiores ocorrências de machos e fêmeas de *P. nigrispinus* e ocorrência acima de 10% de seus machos até uma distância de 20 metros e dispersão até 55 metros do ponto de liberação (Figura 6). Por outro lado, suas fêmeas apresentaram valores superiores a 10% de ocorrência até cinco metros, e nenhuma foi encontrada além de 20 metros do ponto de liberação (Figura 6). Machos e fêmeas de *B. tabidus* tiveram comportamento diferente de dispersão. Seus machos tiveram maiores ocorrências entre 15 a 30 metros do ponto de liberação (Figura 6). Por outro lado, a maioria de suas fêmeas foram localizadas a até 25 metros do ponto de liberação e não foram observadas em distâncias superiores a 30 metros (Figura 6).

## DISCUSSÃO

*Podisus nigrispinus* e *B. tabidus* apresentaram padrão de dispersão lento e curto em plantios de eucalipto, por terem sido encontrados, durante vários dias nas proximidades do ponto onde foram liberados. Isso pode ser devido a alta densidade foliar que proporciona pouca visibilidade dentro da cultura do eucalipto, impedindo que insetos tenham vôos de longa distância, pois a paisagem que o inseto visualiza pode estimular ou inibir a movimentação a curta ou longa distância (Sujii et al., 2000), o que pode explicar o aumento gradual da distância percorrida a cada dia durante o período de avaliação.

A menor dispersão de *P. nigrispinus* que a de *B. tabidus* pode ser devido aquele inseto ter antenas menores e menor número de sensilas quimiorreceptoras que o último (Pires, E. M., dados não publicados). Essas sensilas são responsáveis pela percepção de voláteis nas plumas de vento e pode estimular e orientar a dispersão desses insetos (Chapman, 1998; Eiras & Neto, 2001). Além da maior capacidade perceptiva de *B. tabidus*, o aspecto comportamental

desse predador é importante por possuir maior tendência ao forrageamento. Isto acarreta maior sucesso na localização de surtos de lagartas desfolhadoras que *P. nigrispinus*, sendo comum se observar que *B. tabidus* é uma das primeiras espécies a chegar no local do surto e iniciar o ataque às pragas. A seguir, as primeiras ocorrências de *P. nigrispinus*, *Podisus distinctus* (Stal), *Tynacantha marginata* (Dallas) e outros predadores Pentatomidae são observadas (Prof. José Cola Zanuncio, comunicação pessoal).

A maior distância percorrida por machos de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* pode ser devido ao fato de serem menores e mais leves que suas fêmeas, o que confere maior mobilidade a insetos (Sujii et al., 2000), e, também, porque estas permanecem a maior parte da fase adulta envolvida com a atividade reprodutiva, o que reduz sua dispersão e forrageamento (Clutton-Brock & Vicent, 1991; Dukas et al., 2006). A maior distância percorrida pelos machos pode ser, também, uma estratégia para a troca de material genético entre metapopulações enquanto as fêmeas permanecem no mesmo sítio (Begon et al., 2005). O comportamento de maior dispersão de machos pode ser uma tática de reconhecimento do novo habitat e proporcionar a segurança das fêmeas e de seus descendentes. Em alguns grupos de insetos, o macho se expõe aos predadores durante a busca de alimento para favorecer a segurança das fêmeas (Bronw Jr., 1984 a; b). Tal consideração não deve ser descartada para Asopinae, pois machos produzem sinais de comunicação intraespecíficos (vibração do abdome, percussão com as pernas anteriores e tremulação do corpo) que podem ser utilizados para o chamamento das fêmeas (Zunic et al., 2008).

Liberações massais de predadores em um único ponto devem ser evitadas, pois artrópodes predadores liberados em baixa densidade podem ser mais rápidos (Croft et al., 2004), o que pode melhorar a sobrevivência e dispersão de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* e fazer com que colonizem todo o local a ser protegido.

## CONCLUSÕES

Os predadores *P. nigrispinus* e *B. tabidus* devem ser associados em programas de controle biológico para aumentar a área de atuação desses inimigos naturais. Isto é necessário, pois *P. nigrispinus* tem menor capacidade de dispersão, estando presente massivamente em distâncias de até 10 metros do ponto de liberação. Por outro lado, *B. tabidus* tem maior dispersão, tendo sido observado em maiores quantidades entre 15 a 30 metros do ponto de liberação. Isto indica que esse predador tenha maior capacidade de localização de surtos de lagartas desfolhadoras.

As liberações de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* devem ser realizadas em menores densidades e no maior número possível de pontos na área a ser controlada para que esses insetos sejam mais rápidos no forragimento, percorram e colonizem a área atacada.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Departamento de Biologia Geral (DBG) e ao Professor Acelino Couto Alfenas do Departamento de Fitopatologia (DFP) por permitir a execução deste trabalho em sua propriedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. 2010. Ano base 2009. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br>>. Acesso em 11 jun. 2010.

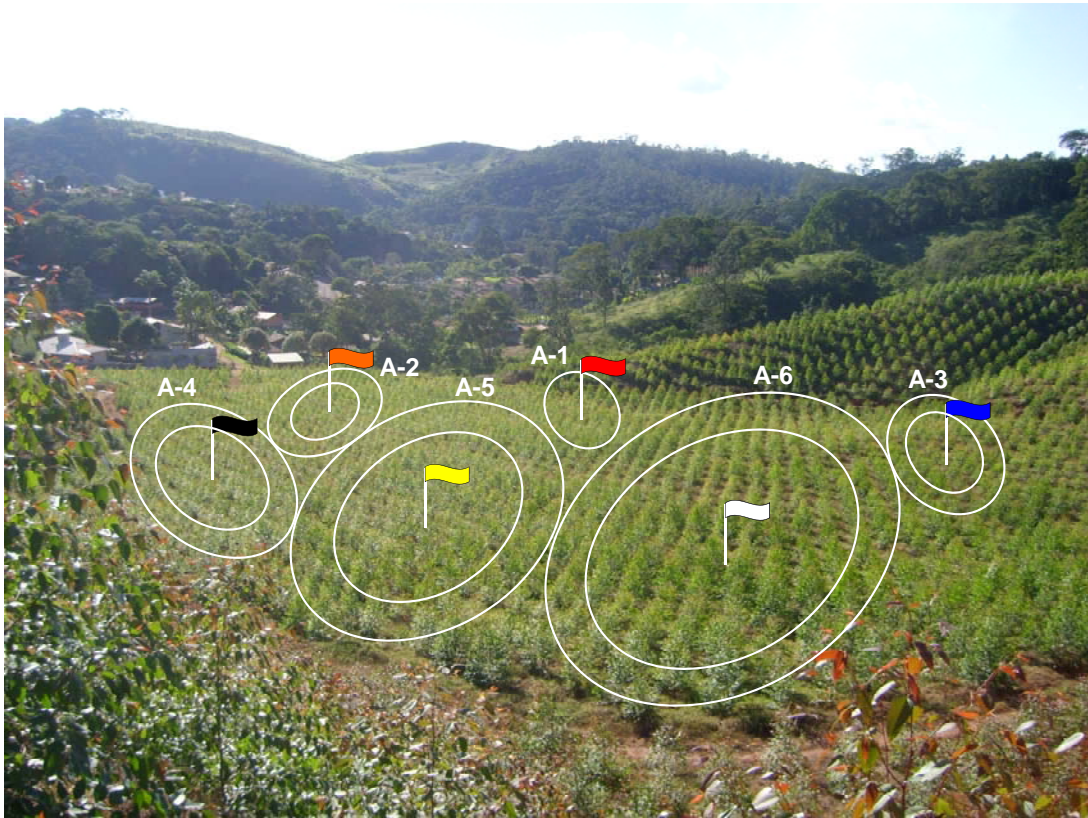
ALMEIDA, A. F.; LARANJEIRO, A. J.; LEITE, J. E. M. 1987. O melhoramento ambiental no manejo integrado de pragas: um exemplo na Aracruz Florestal. **Silvicultura**, 39: 21-25.



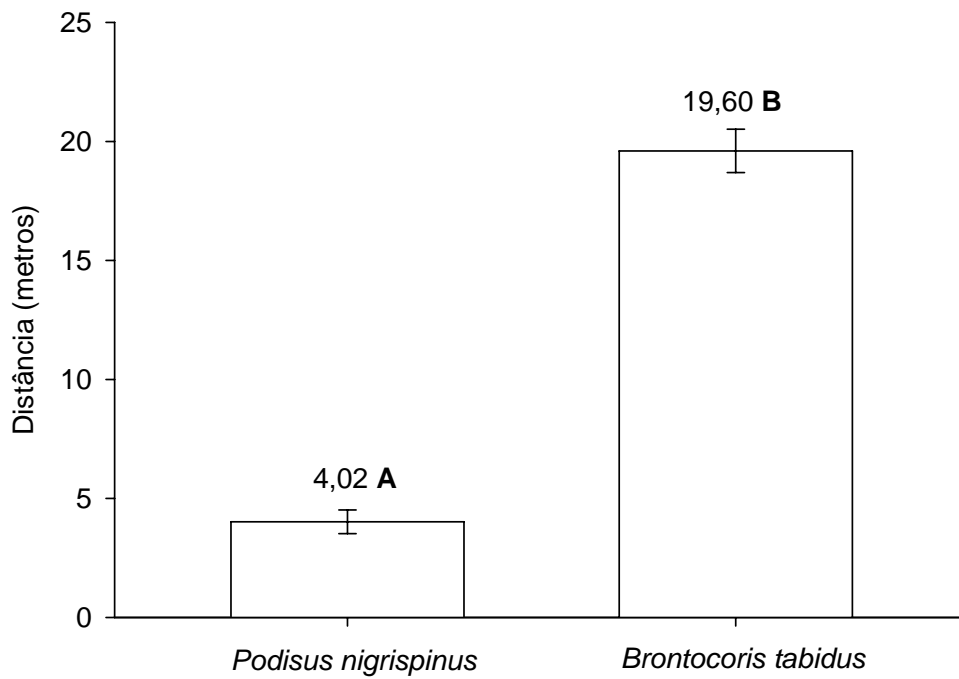
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. A. & HARPER, J. L. 2005. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**, 4 Edition. Wiley-Blackwell, 752 p.
- BELL, W. J. 1990. Searching behavior patterns in insects. **Annual Review of Entomology**, 35: 447-467.
- BROWN, JR., K. S. 1984a. Adulto-obtained alkaloids defend Ithomiinae butterflies against a spider predator. **Nature**, 309: 707-709.
- BROWN, JR., K. S. 1984b. Chemical ecology of dehydropyrrolizidine alkaloids in adults Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 44: 435-446.
- CÉDOLA, D. V., SÁNCHEZ, N. E., & LILJESTROM, G. G. 2001. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, 25: 819–831.
- CHAPMAN, R. F. 1998. Chemoreception. In: CHAPMAN, R. F. (Ed.). **The insects: structure and function**. Cambridge University, Cambridge. p. 636-652.
- CLUTTON-BROCK, T. H. & VICENT, A. C. J. 1991. Sexual selection and potential reproductive rates of males and females. **Nature**, 351: 58-60.
- CROFT, B. A.; PRATT, P. D. & LUH, H. K. 2004. Low-density releases of *Neoseiulus fallacis* provide for rapid dispersal and control of *Tetranychusurticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on apple seedlings. **Experimental and Applied Acarology**, 33: 327–339.
- DE CLERCQ, P. 2000. Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: SCHAEFER, C. W. & PANIZZI, A. R. (Eds.). **Heteroptera of Economic Importance**. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 737-789.
- DUKAS, R.; CLARK, C. W. & ABBOTT, K. 2006. Courtship strategies of male insects: when is learning advantageous? **Animal Behaviour**, 72: 1395-1404.

- EIRAS, A. E. & NETO, A. M. 2001. Olfatometria aplicada ao estudo do comportamento de insetos. In: VILELA, E. F. & DELLA LUCIA, T. M. C. (Eds.). **Feromônios de insetos**. Holos. p. 27-39.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. 2002. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p.
- HEIDARI, M. 1999. Influence of host-plant physical defences on the searching behaviour and efficacy of two coccinellid predators of the obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Signoret). **Entomologica-Bari**, 33: 397–402.
- HEIMPEL, G. E. & HOUGH-GOLDSTEIN, J. A. 1994. Search tactics and response to cues by predatory stink bugs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 73: 193-197.
- LACHANCE, S. & CLOUTIER, C. 1997. Factors affecting dispersal of *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae), a predator of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, 26: 946-954.
- MEDRADO, M. J. S. 2003. **Cultivo do eucalipto**: Importância socioeconômica e ambiental. Embrapa Florestas. Disponível em: ([http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/01\\_Importancia\\_economica.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/01_Importancia_economica.htm)). Acesso em: 4 dez. 2009.
- PIRES, E. M. PINTO, R.; SOARES, M. A.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V. & ZANUNCIO, J. C. 2009a. **Produção de percevejos predadores**. Ed. Suprema, 56 p.
- SUJII, E. R.; GARCIA, M. A. & FONTES, E. M. G. 2000. Movimentos de migração e dispersão de adultos da cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 471-480.

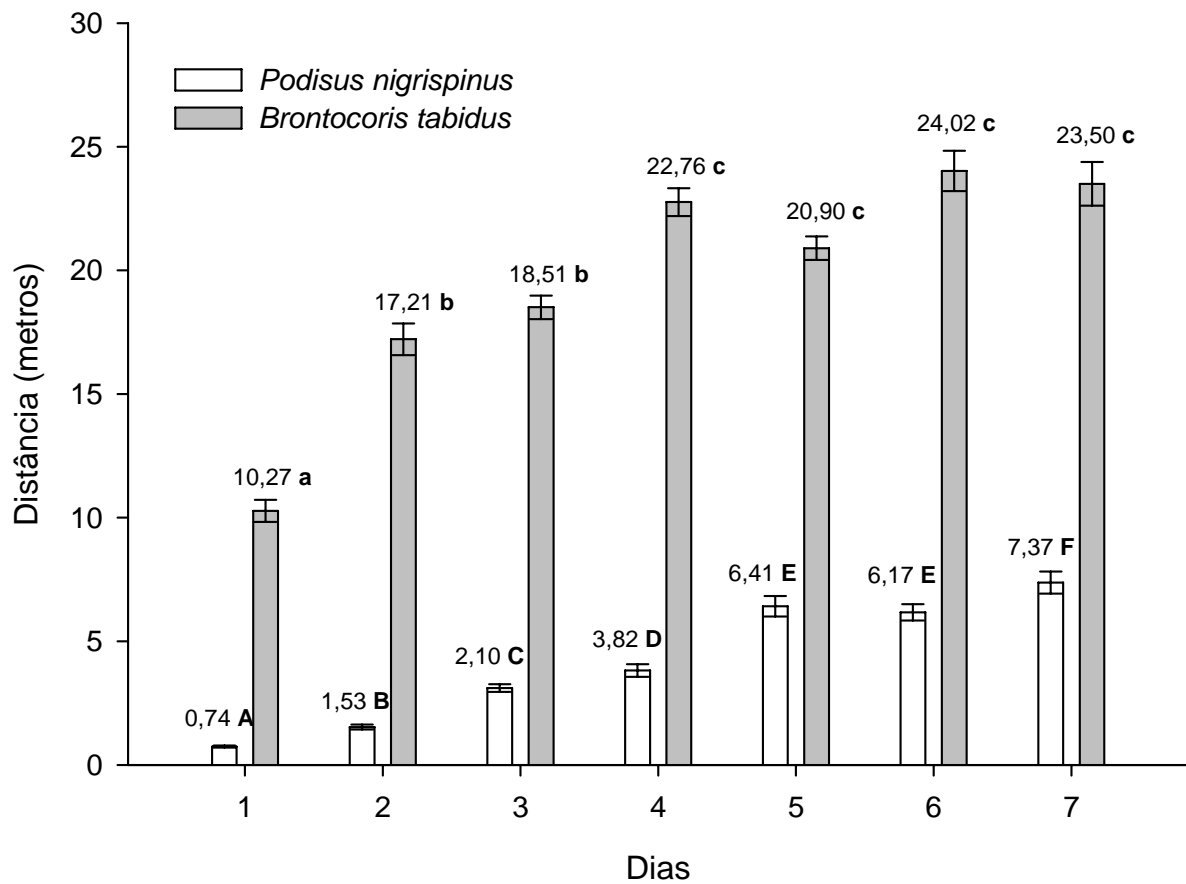
- TORRES, J. B.; EVANGELISTA JUNIOR, W. S.; BARROS, R.; GUEDES, R. N. C. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. **Journal of Applied Entomology**, 126: 326-332.
- TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. & MOURA, M. A. 2006. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* forests in Brazil. **Perspectives in Agriculture, Veterinary Sciences, Nutrition and Natural Resources**, 1: 1-18.
- TURCHIN, P. & THOENY, W. T. 1993: Quantifying dispersal of southern pine beetles with mark-recapture experiments and a diffusion model. **Ecological Applications**, 3: 187–198.
- ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. 2002. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.) **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. Manole, São Paulo, Brasil, p. 495–509.
- ZUNIC, A.; COKI, A.; DOBERLET, M. V. & MILLAR, J. 2008. Communication with signals produced by abdominal vibration, tremulation and percussion on *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 101: 1169-1178.



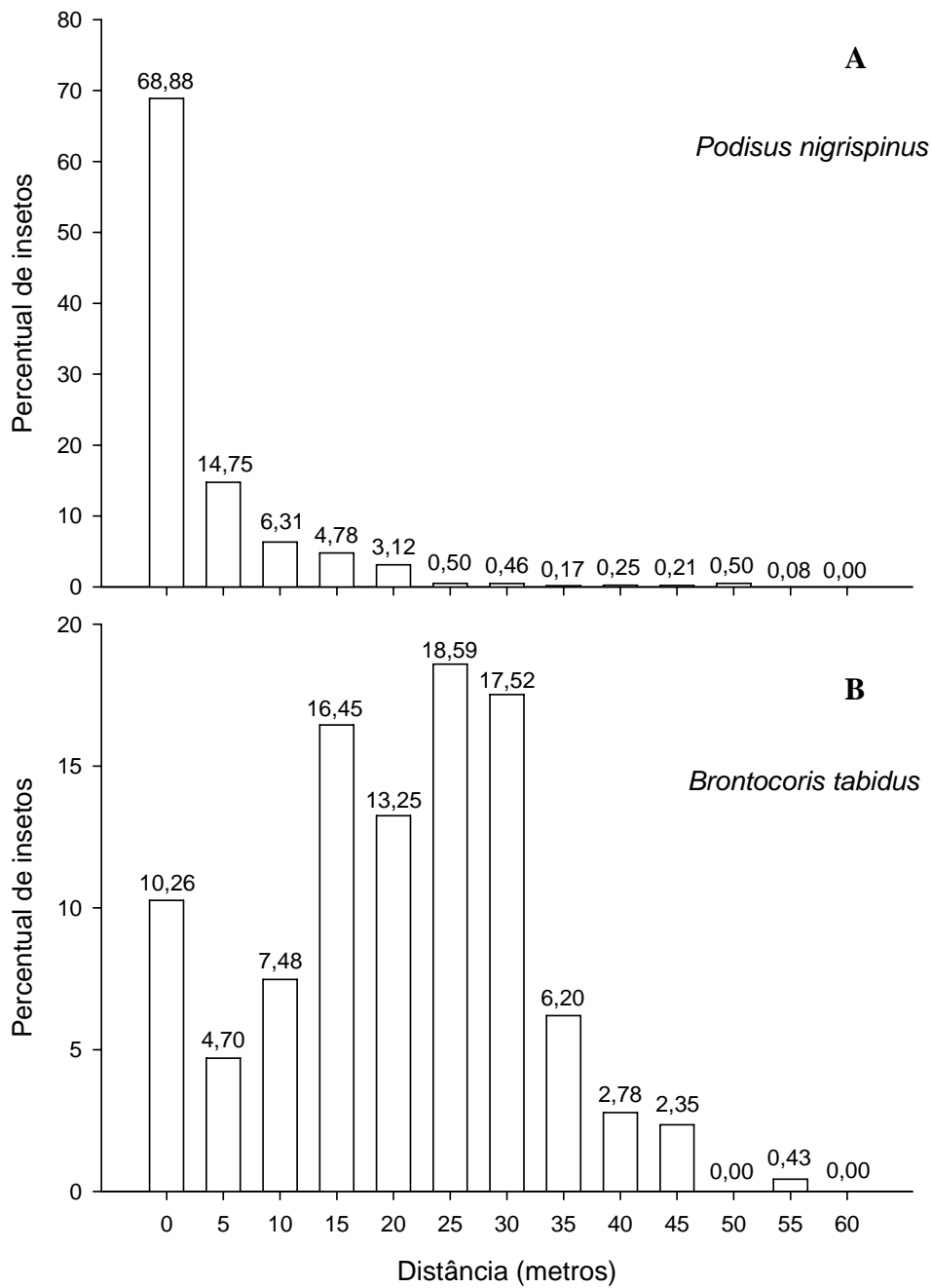
**Figura 1.** Local onde foi realizado o trabalho de dispersão e definição das áreas amostrais em plantio de eucalipto clonal (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*). Viçosa, Minas Gerais.



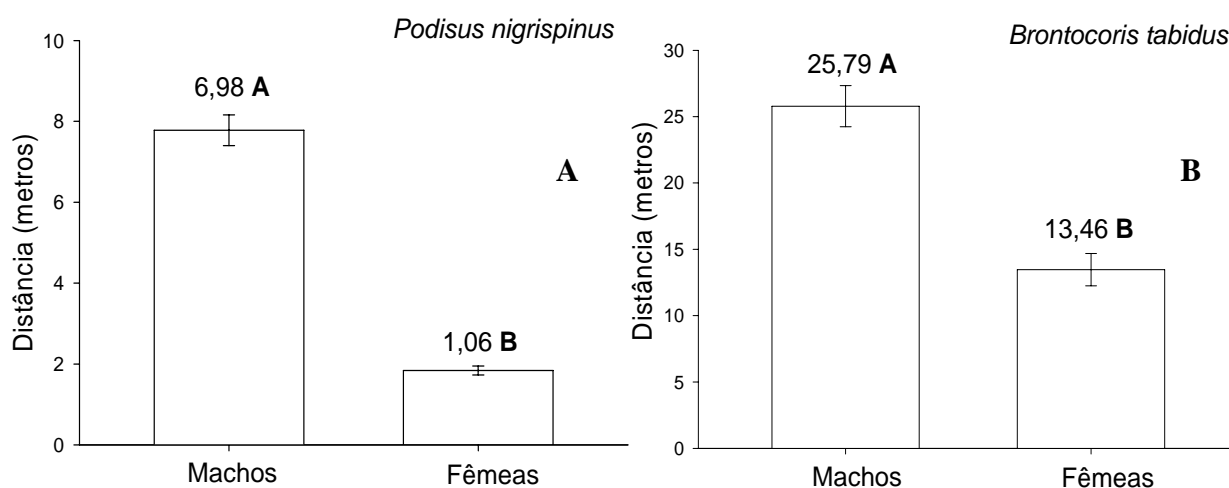
**Figura 2.** Distância média de dispersão dos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantio de eucalipto clonal *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em sete dias de avaliação. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.



**Figura 3.** Distância diária de dispersão dos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantio de eucalipto clonal *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Viçosa, Minas Gerais. Médias seguidas de mesma letra, maiúscula ou minúscula, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

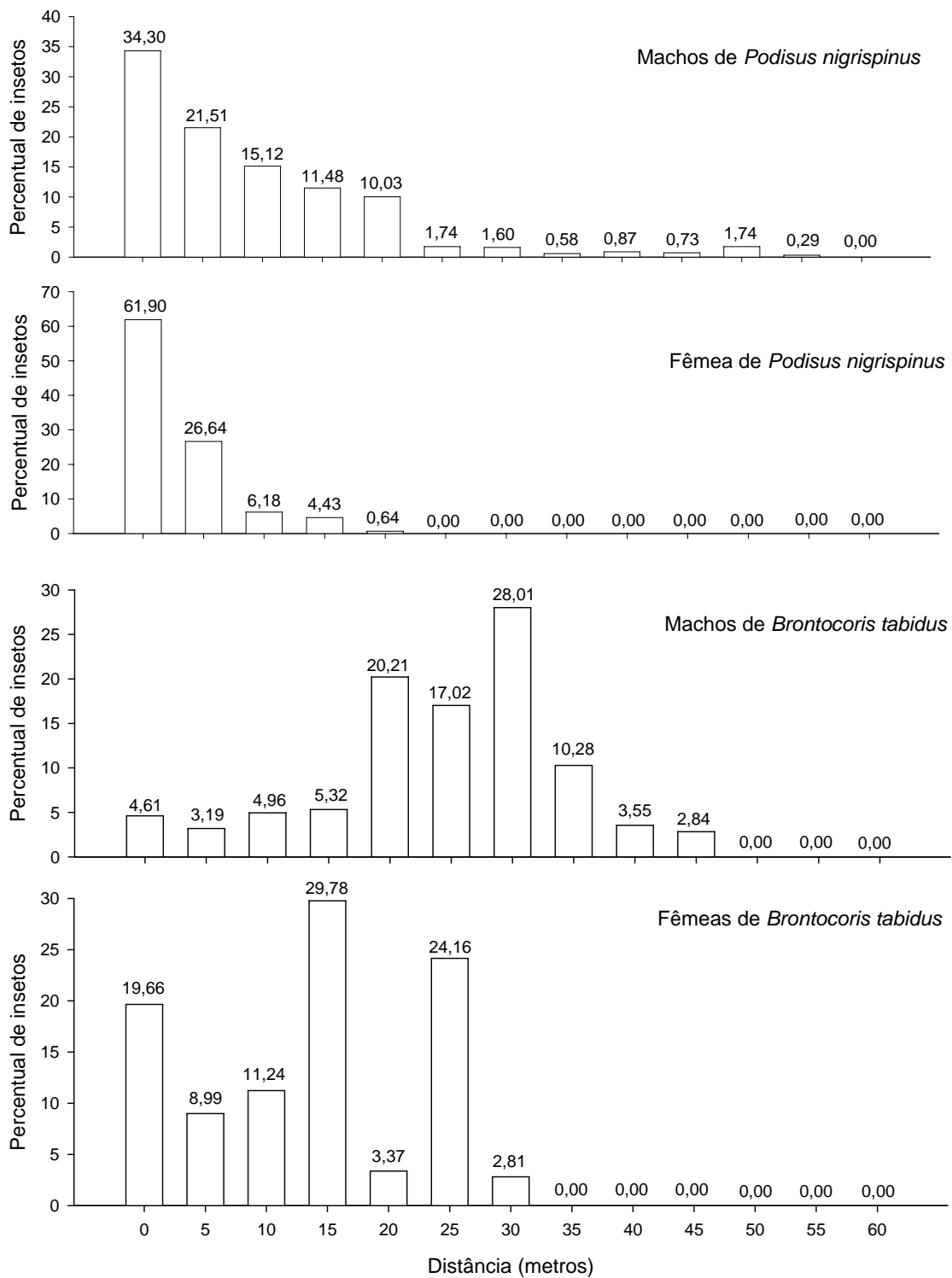


**Figura 4.** Distância percorrida pelos predadores *Podisus nigrispinus* (A) e *Brontocoris tabidus* (B) (Heteroptera: Pentatomidae) a, até 60 metros do ponto de liberação em plantio de eucalipto clonal (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) em sete dias de avaliação.



**Figura 5.** Distância média de dispersão de machos e fêmeas de *Podisus nigrispinus* (A) e *Brontocoris tabidus* (B) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantio de eucalipto clonal (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) em sete dias de avaliação. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.





**Figura 6.** Distribuição de machos e fêmeas dos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) a, até 60 metros do ponto de liberação em plantio de eucalipto clonal (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) em sete dias de avaliação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do canibalismo em adultos e ovos pelos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae), submetidos a períodos sem alimento, como parte de estratégia de pré-liberação, mostrou que esses insetos não devem permanecer por intervalos maiores que 24 horas sem alimento, e que o uso de material vegetal é importante para reduzir o canibalismo.

O sucesso do ataque de *B. tabidus* pode estar relacionado a maior atividade de amilase, presente na saliva desse predador, comparado com *P. nigrispinus*, uma vez que essa enzima é importante no processo digestivo por degradar o glicogênio presente no interior das células.

A morfologia das estruturas do rostro, também pode influenciar o sucesso do ataque desses predadores. Os estiletos mandibulares e setas maxilares maiores de *B. tabidus* permitem a esse predador dominar mais, facilmente, a lagarta durante o contato e evitar que a mesma se livre da investida.

O estudo sobre a dispersão mostrou que esses insetos devem ser associados para aumentar a área de atuação. *Podisus nigrispinus* possui menor tendência a dispersão que *B. tabidus*, permanecendo massivamente em distâncias de até 10 metros do ponto de liberação. Por outro lado, *B. tabidus* dispersa mais, tendo sido observado em maiores quantidades entre 15 a 30 metros do ponto de liberação, indicando que esse predador tem maior capacidade de localizar surtos de lagartas desfolhadoras e que possa atrair outros predadores para o local.

Os resultados dessa pesquisa serão úteis em programas de controle biológico de pragas com predadores Asopinae, onde se busca conhecer mais sobre a dinâmica desses insetos no campo. Além disso, esses conhecimentos fornecem subsídios para estudos futuros sobre técnicas de pré-liberação, capacidade e sucesso de predação e dispersão de percevejos predadores.